

ANALISIS SISTEM ANTRIAN PADA STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR (SPBU) KOPKAR NUSA TIGA JL. SUNGGAL MEDAN

Oleh:

Anitha Paulina Tinambunan, SE, M.Si

ABSTRACT

This study aims to analyze the model of queues at filling stations Kopkar Nusa Three Jl. Sunggal Medan using phase. Teknik single multi-channel data collection is done through observation and documentation. The study population was the whole vehicle wheel 2 (two) in the queuing system on weekdays applicable on Nusa Tiga Kopkar gas station Jl. Sunggal Medan. Sampling is done by nonprobability sampling Convenience sampling using primary data obtained from observation. So the data is taken against vehicles entering into the queuing system is running. From the analysis of the queuing system Kopkar Nusa Three gas station Jl. Terrain Sunggal known Poisson distributed arrival frequency, level of service and inter-arrival time is not exponentially. The level of visitor arrivals was obtained for 13 people per 8 minutes. This means that the server is quite crowded by the customer and the service provided is also capable of serving pelanggan. Waktu customers waiting in the queue (W_q) is 0.871 minutes and still be within the maximum limit of the customer is willing to wait (time aspiration) that is equal to 15 minutes.

Keywords: *Queue System*

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari setiap individu baik secara sadar maupun tidak sadar pasti pernah mengalami yang namanya antrian. Contoh-contoh kasus antrian dalam kehidupan sehari-hari misalnya antrian pembelian tiket bioskop, antrian pembelian BBM, antrian pasien yang sedang menunggu obat, antrian nasabah di BANK, dan masih banyak lagi. Barisan antri atau antrian adalah suatu fenomena yang terjadi apabila permintaan terhadap suatu pelayanan pada waktu tertentu melebihi kapasitas pelayanan pada waktu yang sama.

Sistem antrian merupakan salah satu unsur penting yang berpengaruh terhadap mutu pelayanan yang dirasakan oleh konsumen. Menunggu antrian yang panjang dapat disebabkan oleh kurangnya fasilitas untuk melayani masyarakat atau jumlah loket pelayanan yang ada belum memadai untuk melayani masyarakat, serta kurang sigapnya para pelayanan untuk melayani masyarakat atau konsumen. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam melakukan analisis sistem antrian adalah disiplin antrian, asal pelanggan, tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan. Disiplin antrian mengacu pada urutan berapa lama seorang pelanggan menunggu untuk dilayani. Dalam hal ini, pelanggan menginginkan agar mereka yang datang lebih awal dilayani terlebih dahulu. Tingkat pelayanan mengacu pada jumlah konsumen yang dilayani per satuan waktu.

Pembahasan teori antrian lebih difokuskan pada upaya penguraian waktu tunggu yang terjadi dalam barisan antrian. Tujuan dasar dari model-model antrian adalah meminimumkan sekaligus dua biaya, yakni biaya langsung untuk menyediakan pelayanan dan biaya individu yang menunggu untuk memperoleh pelayanan. Perbedaan antara jumlah permintaan terhadap fasilitas pelayanan dan kemampuan fasilitas untuk melayani menimbulkan dua konsekuensi logis, yaitu timbulnya antrian dan timbulnya pengangguran kapasitas. Antrian yang panjang karena kemampuan fasilitas pelayanan lebih rendah dari jumlah pemakainya, jelas akan memunculkan garis tunggu, sehingga mereka yang antri atau berada di garis tunggu itu akan menanggung *opportunity cost*. Se jauh *opportunity cost* itu negatif, maka mereka mungkin bersedia untuk tetap berada di garis tunggu. Namun

sebaliknya, mereka pasti akan keluar dari garis tunggu dan itu berarti kerugian. Disisi lain, penyediaan kapasitas pelayanan yang terlalu berlebihan menyebabkan tingkat penggunaan fasilitas rendah, jelas akan menaikkan biaya rata-rata.

Hasil penelitian Awang Herli di SPBU No. 64-75364 Sangatta Samarinda menyimpulkan bahwa fasilitas pompa pengisian bahan bakar tidak disesuaikan dengan kebutuhan, khususnya pompa pengisian bahan bakar solar. Penelitian Marshel Sahab dkk dengan judul Analisis Antrian SPBU 64-78118 Jl. Hasanudin Pontianak menyimpulkan pengisian bahan bakar oleh kendaraan berat (truk barang/bis antar kota/tronton) pada jam-jam sibuk mengakibatkan kemacetan karena antrian yang cukup panjang dan menggunakan lebar jalan Hasanudin Pontianak.

Antrian terbentuk karena jumlah konsumen yang tiba pada fungsi pelayanan melebihi kapasitas pelayan yang tersedia. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas pelayanan yang disediakan oleh perusahaan tidak mampu melayani konsumen yang datang. Antrian juga terjadi karena kedatangan pelanggan tidak pada tingkat yang sama dan waktu yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan juga tidak sama. Dalam jangka panjang, antrian yang terbentuk semakin panjang dan berkurang akan mendekati suatu tingkat kedatangan rata-rata dan tingkat pelayanan rata-rata.

Antrian pada sistem pengisian bahan bakar premium ini paling mendominasi antrian kendaraan seluruh sistem yang ada, sehingga tepat melakukan penelitian untuk menganalisis antrian pada SPBU Kopkar Nusa Tiga Jl. Sunggal Medan, guna mengetahui apakah tingkat pelayanan yang diberikan oleh pihak SPBU sudah optimal dengan tingkat kedatangan kendaraan rata-rata yang memasuki sistem. Berdasarkan pengamatan pendahuluandi SPBU Kopkar Nusa Tiga Jalan Sunggal Medan diketahui adanya antrian yang panjang dan tidak adanya antrian pada selang waktu tak tentu. Antrian yang panjang tersebut diakibatkan oleh kecepatan kerja para *server* yang kurang sehingga pelanggan merasa bosan menunggu giliran untuk mendapatkan pelayanan. Sedangkan tidak adanya antrian pada selang waktu tak tentu mengakibatkan terjadinya *idle* pada operator pada saat tidak ada antrian.

Menunggu dalam suatu antrian merupakan suatu hal yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Antrian terjadi akibat tidak seimbangannya antara jumlah pelayanan yang tersedia dengan jumlah kedatangan pelanggan. Dua parameter utama model antrian adalah tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan. Memperbaiki pelayanan dengan mengurangi waktu menunggu juga semakin penting karena meningkatnya penekanan pada kualitas, terutama pada usaha yang terkait dengan pelayanan. Dengan memperhatikan hal ini, banyak perusahaan yang menjadikan usaha untuk mengurangi waktu menunggu sebagai komponen utama perbaikan kualitas mereka.

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yang terlebih dahulu dipertegas oleh peneliti yakni :

1. Kendaraan yang menjadi objek penelitian adalah kendaraan roda 2 (dua).
2. Pengambilan data hanya dilakukan untuk mengamati waktu kedatangan, waktu keluar dan waktu pelayanan
3. Pengamatan hanya dilakukan selama 5 jam dalam sehari dari pukul 08.30-12.30 WIB, dan hanya dilakukan untuk 3 hari pengamatan yaitu hari Selasa, Rabu dan Kamis.
4. Pada pengamatan ini *server* yang diamati terdiri dari 2 *server*
5. Disiplin pelayanan yang dipakai adalah dengan disiplin *First In First Out* (FIFO).

Berdasarkan batasan masalah di atas dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut: "Bagaimana analisis model antrian pada SPBU Kopkar Nusa Tiga Jl. Sunggal Medan?"

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis model antrian di SPBU Kopkar Nusa Tiga Jl. Sunggal Medan dengan menggunakan metode multi chanel single phase. Manfaat penelitian :Memberikan informasi kepada perusahaan mengenai analisis sistem antrian. dan

agi peneliti lain, dapat dijadikan sebagai referensi dalam melakukan penelitian yang berkaitan dengan manajemen operasional khususnya sistem antrian.

Pengertian dan Proses Dasar Antrian

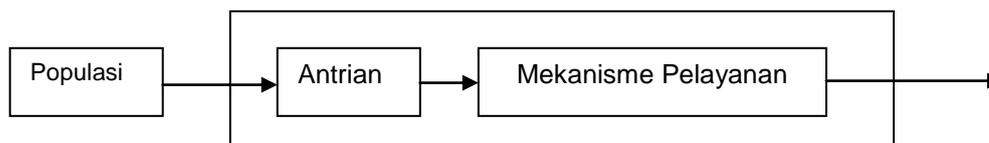
Sistem antrian atau sering disebut sebagai *waiting line theory* diciptakan pada tahun 1990 oleh seorang matematikawan dan insinyur berkebangsaan Denmark yang bernama A.K. Erlang yang mempelajari fluktuasi permintaan fasilitas telepon dan keterlambatan pelayanannya.

Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian atau baris-baris penungguan. Formasi baris-baris penungguan ini tentu saja merupakan suatu fenomena yang biasa terjadi apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu.

Suatu proses antrian (*queueing process*) adalah suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan seorang pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu baris (antrian) jika semua pelayannya sibuk, dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut. Sebuah sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan, dan suatu aturan yang mengatur kedatangan para pelanggan. Sistem antrian itu sendiri adalah suatu keadaan sistem pelayanan dimana waktu kedatangan lebih besar dari pada waktu pelayanan. Sistem antrian dapat diklasifikasikan menjadi sistem yang berbeda-beda dimana teori antrian diterapkan secara luas, yakni :

1. sistem pelayanan komersial contoh: restoran, cafetaria, toko-toko, salon.
2. sistem pelayanan bisnis industri contoh : lini produksi, system material handling, sistem penggudangan.
3. sistem pelayanan transportasi contoh : kereta api, bis, pesawat terbang.
4. sistem pelayanan sosial contoh : kantor tenaga kerja, kantor registrasi SIM dan STNK.

Tujuan dasar model-model antrian adalah untuk meminimumkan biaya total, yaitu: a) biaya langsung yang meliputi: biaya karena menambah fasilitas layanan; gaji tenaga kerja yang memberi pelayanan dan b) biaya tidak langsung yakni biaya karena mengantri (biaya yang timbul karena para individu harus menunggu untuk dilayani). Sistem antrian dapat digambarkan sebagai berikut (<http://ghostyoen.files.wordpress.com/2008/02/simulasi-antrian.pdf>)



Gambar 1. Proses Dasar Antrian

Komponen dasar proses antrian yaitu:

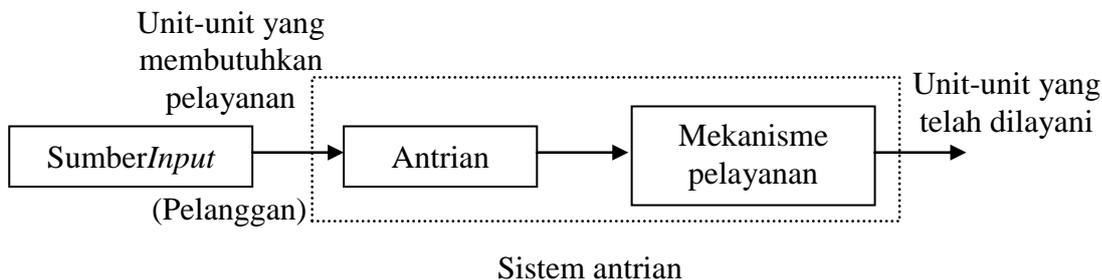
1. Kedatangan. Setiap masalah antrian melibatkan kedatangan, misalnya orang, mobil, panggilan telepon untuk dilayani, dan lain - lain. Cara terjadinya kedatangan yang umumnya merupakan variabel acak.
2. Pelayan. Pelayan atau mekanisme pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih pelayan, atau satu atau lebih fasilitas pelayanan. Tiap - tiap fasilitas pelayanan kadang- kadang disebut sebagai saluran (*channel*).
3. Antri. Inti dari analisa antrian adalah antri itu sendiri. Timbulnya antrian terutama tergantung dari sifat kedatangan dan proses pelayanan. Penentu antrian lain yang penting adalah disiplin antri. Disiplin antri adalah aturan keputusan yang menjelaskan cara melayani pengantri. Beberapa bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan, yaitu :

- a. *First Come First Served (FCFS)* atau *First In First Out (FIFO)* artinya, lebihdulu datang (sampai), lebih dulu dilayani (keluar). Misalnya, antrian padaloket pembelian tiket bioskop.
- b. *Last Come First Served (LCFS)* atau *Last In First Out (LIFO)* artinya, yangtiba terakhir yang lebih dulu keluar. Misalnya, sistem antrian dalam *elevator* untuk lantai yang sama.
- c. *Service In Random Order (SIRO)* artinya, panggilan didasarkan pada peluang secara random, tidak soal siapa yang lebih dulu tiba.
- d. *Priority Service (PS)* artinya, prioritas pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu. Kejadian seperti ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, misalnya seseorang yang dalam keadaan penyakit lebih berat dibanding dengan orang lain dalam suatu tempat praktek dokter.

Dalam hal di atas telah dinyatakan bahwa entitas yang berada dalam garis tunggu tetap tinggal di sana sampai dilayani. Hal ini bisa saja tidak terjadi. Misalnya, seorang pembeli bisa menjadi tidak sabar menunggu antrian dan meninggalkan antrian. Untuk entitas yang meninggalkan antrian sebelum dilayani digunakan istilah pengingkaran (*reneging*). Pengingkaran dapat bergantung pada panjang garis tunggu atau lama waktu tunggu. Istilah penolakan (*balking*) dipakai untuk menjelaskan entitas yang menolak untuk bergabung dalam garis tunggu.

Model Struktur Antrian

Proses yang terjadi pada proses antrian dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 2. Struktur Dasar Antrian

Struktur dasar model antrian adalah:

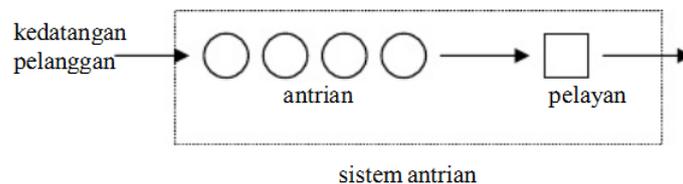
1. Sumber (Populasi). Salah satu karakteristik dari sumber yang perlu diketahui adalah ukuran populasi yaitu jumlah pelanggan yang memerlukan pelayanan dari waktu ke waktu. Misalnya jumlah pelanggan listrik di wilayah A yang berkewajiban melakukan pembayaran rekening listrik setiap bulan di wilayah tersebut.
2. Kedatangan Pelanggan. Pola distribusi kedatangan pelanggan ke dalam sistem menentukan pola besarnya kedatangan pelanggan dalam sistem. Suatu anggapan yang dapat dibuat adalah kedatangan pelanggan ke dalam sistem selalu mengikuti proses *Poisson*.
3. Barisan Antri. Suatu antrian selalu ditandai dari besarnya jumlah pelanggan yang ada dalam sistem antrian untuk mendapatkan pelayanan.
4. Disiplin Pelayanan. Disiplin antrian yang umum dikenal ialah *first come, first served* artinya siapa yang duluan datang, maka dia berhak dilayani terlebih dahulu. Disiplin pelayanan yang lain ialah *last come, firstserved* yaitu yang belakangan datang akan dilayani terlebih dahulu.

5. Mekanisme Pelayanan. Jika sistem mempunyai lebih dari satu stasiun pelayanan yang paralel, maka beberapa pelanggan dapat dilayani secara simultan. Suatu model antrian disebut model pelayanan tunggal apabila sistem hanya mempunyai satu stasiun pelayanan dan disebut model pelayanan ganda apabila sistem mempunyai sejumlah stasiun pelayanan yang paralel yang masing-masing dilayani oleh seorang pelayan.
6. Kepergian Pelanggan. Waktu yang dibutuhkan untuk pelayanan sejak pelayanan dimulai hingga selesai disebut waktu pelayanan. Seperti halnya pada kedatangan pelanggan, waktu pelayanan ini juga mempunyai distribusi probabilitas yang ditentukan berdasarkan *sampling* dari keadaan yang sebenarnya.

Menurut Pangestu Subagyo,dkk (2002) terdapat 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian, yaitu :

1. *Single Channel-Single Phase*(Model : M/M/I/I/I)

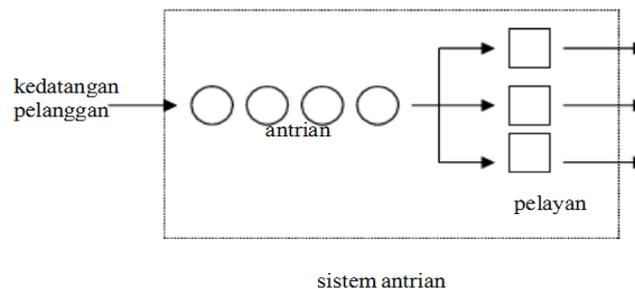
Single Channel berarti hanya ada satu jalur yang memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. *Single phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu station pelayanan atau sekumpulan tunggal operasi yang dilaksanakan. Contoh : antri beli tiket/kasir, dll.



Gambar 3. Model *Single Channel - Single Phase*

2. *Multi Channel - Single Phase*(Model : M/M/I/I/F)

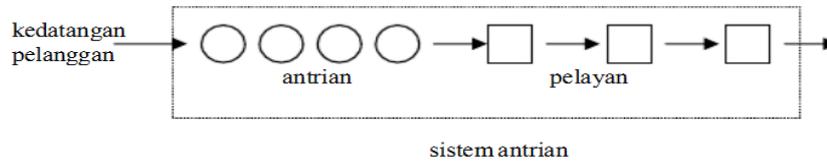
Sistem *Multi Channel - Single Phase* terjadi kapan saja di mana ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal, sebagai contoh model ini adalah antrian pada *teller* sebuah bank.



Gambar 4. Model *Multi Channel -Single Phase*

3. *Single Channel – Multi Phase*(Model : M/M/S/I/I)

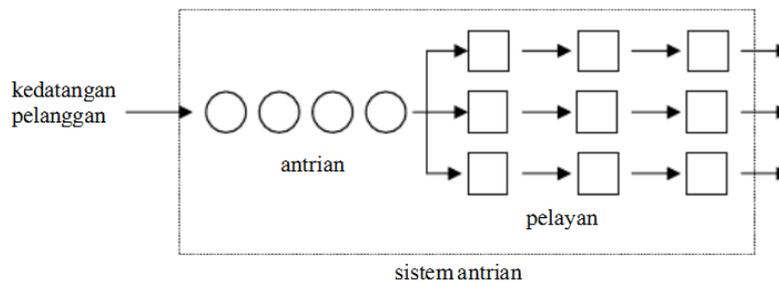
Istilah *Multi Phase* menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam fase-fase). Sebagai contoh: pencucian mobil.



Gambar 5. Model *Single Channel – Multi Phase*

4. *Multi Channel – Multi Phase*(Model : M/M/S/F/I)

Sistem *Multi Channel – Multi Phase* ditunjukkan dalam Gambar 6. Sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu. Sebagai contoh, registrasi para mahasiswa di universitas, pelayanan kepada pasien di rumah sakit mulai dari pendaftaran, diagnosa, penyembuhan sampai pembayaran. Setiap sistem - sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahapnya.



Gambar 6. Model *Multi Channel – Multi Phase*

Menurut Taylor III (2005,200) sistem antrian pelayanan terdiri dari: 1) sistem antrian pelayanan tunggal dan 2) sistem antrian pelayanan multipel.

Sistem Antrian Pelayanan Tunggal(*Single Channel Model*)

Pelayanan tunggal dengan sebuah antrian tunggal merupakan bentuk paling sederhana dari sistem antrian. Komponen dari suatu metode antrian adalah kedatangan, pelayanan dan struktur antrian. Faktor-faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam melakukan analisis sistem antrian adalah:

- Disiplin antrian (pada urutan berapa konsumen dilayani). Disiplin antrian adalah urutan di mana para konsumen yang menunggu akan dilayani. Konsumen dilayani atas dasar datang, pertama dilayani. Artinya, orang yang pertama berada dalam antrian akan dilayani lebih dulu. Ini adalah jenis disiplin antrian yang paling umum. Kadangkala konsumen dilayani sesuai dengan perjanjian terlebih dahulu antara pihak produsen dengan konsumen.
- Sifat populasi konsumen (dari mana konsumen berasal). Populasi konsumen atau populasi panggilan adalah sumber atau asal konsumen yang datang ke pasar. Dalam kasus ini diasumsikan tidak terbatas. Dengan kata lain, sejumlah besar konsumen di daerah lokasi tersebut merupakan jumlah konsumen potensial yang diasumsikan tidak terhingga.
- Tingkat kedatangan (seberapa sering konsumen ada dalam antrian). Tingkat kedatangan adalah tingkat di mana para konsumen datang ke suatu fasilitas jasa selama periode waktu tertentu. Tingkat ini dapat diperkirakan berdasarkan data empiris yang diambil

dari hasil mempelajari sistem tersebut atau mempelajari suatu sistem yang sama, atau dapat dianggap sebagai nilai rata-rata dari data empiris tersebut.

- d. Tingkat pelayanan (seberapa cepat konsumen dilayani). Tingkat pelayanan adalah rata-rata jumlah konsumen yang dapat dilayani selama periode waktu tertentu. Suatu tingkat pelayanan adalah serupa dengan tingkat kedatangan yaitu merupakan suatu variabel acak. Dengan kata lain, faktor-faktor seperti perbedaan jumlah pembelian konsumen, jumlah kembalian yang harus dihitung kasir dan perbedaan bentuk pembayaran mengubah jumlah konsumen yang dapat dilayani.

Suatu model antrian sederhana mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Waktu datangnya pekerjaan dapat dinyatakan polanya sebagai distribusi Poisson.
2. Waktu pelayanan dapat dinyatakan polanya sebagai distribusi eksponensial.
3. Single fasilitas pelayanan.
4. Disiplin antrian berdasarkan *First Come First Served*.

Rumus dasar model antriannya adalah :

- Probabilitas tidak adanya pelanggan dalam suatu sistem antrian (P_0)

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots 1$$
- Probabilitas terdapat n pelanggan dalam suatu sistem antrian/faktor utilisasi system/ P_n

$$P_n = \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} \dots\dots\dots 2$$
- Rata-rata jumlah pelanggan dalam suatu sistem antrian (yaitu jumlah pelanggan yang dilayani dan yang berada dalam baris antrian) (L)

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \dots\dots\dots 3$$
- Rata-rata jumlah pelanggan yang berada dalam barisan antrian (L_q)

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \dots\dots\dots 4$$
- Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam keseluruhan sistem antrian (yaitu waktu untuk menunggu dan dilayani) (W)

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{L}{\lambda} \dots\dots\dots 5$$
- Waktu rata-rata yang dihabiskan untuk menunggu dalam antrian (W_q)

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \dots\dots\dots 6$$
- Probabilitas bahwa pelayan sedang sibuk (yaitu probabilitas seorang pelanggan harus menunggu), dikenal dengan faktor utilisasi (U)

$$U = \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots 7$$
- Probabilitas pelayan menganggur (probabilitas seorang pelanggan dapat dilayani) (I)

$$I = 1 - U = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots 8$$

Pernyataan terakhir ini, $1 - (\lambda / \mu)$, juga sama dengan P_0 . Probabilitas tidak adanya pelanggan dalam sistem antrian adalah sama dengan probabilitas menganggurnya pelayan.

Sistem Antrian Pelayanan Multipel(Multiple-Channel Model)

Dalam *Multiple-Channel Model*, fasilitas yang dimiliki lebih dari satu. Huruf (s) menyatakan jumlah fasilitas pelayanan .Sistem M/M/s adalah suatu proses antrian yang memiliki suatu pola kedatangan *Poisson* dengan ciri-ciri sebagai berikut : jumlah pelayan

sebanyak s yang tidak saling bergantung tetapi waktu pelayanan dari masing-masingnya adalah identik mengikuti pola distribusi Eksponensial (yang mana tidak bergantung pada keadaan sistem), kapasitasnya berhingga dan disiplin antriannya adalah FIFO.

Adapun rumus-rumus perhitungan yang digunakan dalam sistem antrian populasi tidak terbatas dengan pelayanan majemuk (M/M/s) adalah sebagai berikut:

1. Probabilitas tidak ada pelanggan yang menunggu (P_n):

a. Bila $0 \leq n \leq s$

$$P_n = \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} P_0 \quad \dots\dots\dots 1$$

b. Bila $n \geq s$

$$P_n = \frac{(\lambda/\mu)^n}{s! s^{n-s}} P_0$$

dimana : P_n = Probabilitas n pelanggan yang menunggu
 s = Banyaknya *server* dalam satu jalur
 λ = Jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu
 μ = Jumlah rata-rata yang dilayani per satuan waktu pada setiap jalur

2. Rata-rata Jumlah Pelanggan Dalam Sistem (L)

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad \dots\dots\dots 2$$

dimana : L_s = Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem
 L_q = Jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian
 λ = Jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu
 μ = Jumlah rata-rata yang dilayani per satuan waktu pada setiap jalur

3. Rata-rata Jumlah Pelanggan Dalam Antrian (L_q)

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda/\mu)^s \rho}{s! (1-\rho)^2} \quad \dots\dots\dots 3$$

dimana : L_q = Jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian
 s = Banyaknya *server* dalam satu jalur
 λ = Jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu
 μ = Jumlah rata-rata yang dilayani per satuan waktu pada setiap jalur
 r = Utilisasi *server* = $1/s.m$

4. Rata-rata Waktu yang Dihilangkan Satu Pelanggan dalam Antrian (W_q)

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad \dots\dots\dots 4$$

dimana : L_q = Jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian
 λ = Jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu
 W_q = Rata-rata waktu pelanggan dalam antrian

5. Rata-rata Waktu yang Dihilangkan Satu Pelanggan dalam Sistem (W)

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \quad \dots\dots\dots 5$$

dimana : W_s = Rata-rata waktu pelanggan dalam sistem
 μ = Jumlah rata-rata yang dilayani per satuan waktu pada setiap jalur
 W_q = Rata-rata waktu pelanggan dalam antri

METODE PENELITIAN

Populasi dan Sampel

Populasi merupakan keseluruhan objek yang akan diteliti. Populasi penelitian ini adalah seluruh kendaraan roda 2 (dua) dalam sistem antrian pada hari kerja yang berlaku pada SPBU Kopkar Nusa Tiga Jl. Sunggal, Medan.

Sampel yang akan diambil adalah jumlah pelanggan dalam antrian padapukul 08.30-12.30 WIB, dan hanya dilakukan untuk 3 hari pengamatan yaitu hari Selasa, Rabu dan Kamis. Teknik sampling dilakukan dengan nonprobability sampling yaitu convenience sampling dengan menggunakan data primer yang diperoleh dari observasi. Jadi data diambil terhadap kendaraan yang masuk ke sistem antrian yang sedang berjalan.

Metode dan Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh melalui 2 cara yakni:

1. Observasi yaitu melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian di lapangan untuk mengetahui sistem antrian pelanggan.
2. Teknik dokumentasi, dilakukan dengan mengumpulkan data yang sudah diolah sebelumnya berupa kedatangan pelanggan, tingkat pelayanan, jumlah pelayan dan rata-rata pelayanan efektif

Teknik Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif sehingga semua permasalahan akan dianalisis dengan pendekatan matematis. Alat analisis yang digunakan adalah model multi channel single phase yaitu metode yang digunakan untuk dua atau lebih fasilitas pelayanan (server) yang dialiri oleh antrian tunggal. Formula untuk karakteristik operasi model pelayanan multi channel single phase adalah:

1. Menghitung Rata-rata Tingkat Kedatangan Pelanggan

$$(\lambda) = \frac{N}{I} \dots\dots\dots 1$$

Dimana: N = Jumlah pelanggan
I = Interval waktu

2. Menghitung Rata-rata Tingkat Pelayanan

$$\bar{X} = \frac{\sum xi \cdot oi}{\sum oi} \dots\dots\dots 2$$

Tingkat pelayanan (μ) = $\frac{1}{\text{rata-rata pelayanan 1 han}}$ x Interval waktu

3. Menghitung Tingkat Utilisasi Sistem

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} \dots\dots\dots 3$$

dimana : ρ = tingkat utilitas sistem
 λ = tingkat kedatangan
 μ = tingkat pelayanan
c = jumlah *Server*

4. Menghitung probabilitas tidak terdapatnya pelanggan di dalam sistem:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{k-1} \left[\frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k}{k! \left(1 - \frac{\lambda}{k\mu} \right)}} \dots\dots\dots 4$$

dimana : P_0 = probabilitas tidak adanya pelanggan dalam sistem
 μ = rata-rata tingkat pelayanan
 λ = rata-rata tingkat kedatangan
k = jumlah fasilitas/ *Server*

5. Menghitung Rata-rata Waktu Pengunjung dalam Antrian

$$Wq = \frac{\lambda^2 \mu^{-2} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k-1}}{2(k-1)! \left(k - \frac{\lambda}{\mu}\right)^2 \left[\sum_{n=0}^{k-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}{(k-1)! \left(k - \frac{\lambda}{\mu}\right)} \right]} \dots\dots\dots 5$$

dimana: W_q = waktu pelayanan dalam garis antrian
 μ = rata-rata tingkat pelayanan pelanggan
 λ = rata-rata tingkat kedatangan pelanggan
 k = jumlah *Server*

6. Menghitung Rata-rata Jumlah Pengunjung dalam Antrian

$$Lq = \lambda(Wq) \dots\dots\dots 6$$

dimana : L_q = Jumlah pelanggan di dalam garis antrian
 λ = rata-rata tingkat kedatangan pelanggan
 W_q = waktu pelayanan dalam garis antrian

7. Waktu rata-rata pelanggan di dalam suatu sistem

$$Ws = Wq + \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots 7$$

dimana : W_s = waktu pelayanan di dalam sistem
 W_q = waktu pelayanan dalam garis antrian
 μ = rata-rata tingkat pelayanan pelanggan

8. Menghitung Rata-rata Jumlah Pengunjung dalam Sistem

$$Ls = \lambda(Ws) \dots\dots\dots 8$$

dimana : L_s = jumlah pengunjung dalam sistem
 λ = rata-rata tingkat kedatangan pelanggan
 W = waktu pelayanan dalam sistem

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Sistem antrian yang diamati adalah SPBUKopkar Nusa Tiga yang berlokasi di Jalan Sunggal Medan. SPBU Kopkar Nusa Tiga memiliki 2 *Server*. Pada sistem ini pelanggan yang pertama datang yang lebih dulu dilayani (keluar). Jumlah pelanggan dan populasi pada sistem antrian SPBU Kopkar Nusa Tiga adalah tidak terbatas.

Batasan sistem antrian pada sistem antrian SPBUKopkar Nusa Tiga adalah

1. WaktuKedatangan : Waktu pelanggan memasuki batasan antrian
2. Waktu Pelayanan : Waktu pelanggan dilayani oleh pelayan *server*
3. Waktu Keluar : Waktu pelanggan selesai dilayani *server*

Pengamatan dilakukan selama 8 jam dalam sehari. Aturan pelayanan yang diberikan oleh petugas SPBUKopkar Nusa Tiga adalah FIFO (*First In First Out*), yang berarti bahwa pelanggan yang lebih dulu datang (sampai), lebih dulu dilayani (keluar).

Sistem antrian SPBU Kopkar Nusa Tiga memiliki sistem normal dengan frekuensi kedatangan berdistribusi *Poisson*, tingkat pelayanan dan waktu antar kedatangan tidak berdistribusi *eksponensial*. Hasil pengamatan terhadap frekuensi kedatangan dalam selang waktu 8 menit adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Frekuensi Kedatangan Pelanggan

No	Interval Waktu			Server 1	Server 2	Jumlah Pelanggan
1	12:30:00	-	12:38:00	4	4	8
2	12:38:00	-	12:46:00	9	9	18
3	12:46:00	-	12:54:00	7	7	14
4	12:54:00	-	13:02:00	7	6	13
5	13:02:00	-	13:10:00	8	8	16
6	13:10:00	-	13:18:00	7	7	14
7	13:18:00	-	13:26:00	7	8	15
8	13:26:00	-	13:34:00	6	5	11
9	13:34:00	-	13:42:00	5	5	10
10	13:42:00	-	13:50:00	4	4	8
11	13:50:00	-	13:58:00	8	7	15
12	13:58:00	-	14:06:00	6	7	13
13	14:06:00	-	14:14:00	8	7	15
14	14:14:00	-	14:22:00	6	7	13
15	14:22:00	-	14:30:00	3	3	6
16	14:30:00	-	14:38:00	9	9	18
17	14:38:00	-	14:46:00	5	7	12
18	14:46:00	-	14:54:00	6	2	8
19	14:54:00	-	15:02:00	4	5	9
20	15:02:00	-	15:10:00	4	6	10
21	15:10:00	-	15:18:00	4	5	9
22	15:18:00	-	15:26:00	5	4	9
23	15:26:00	-	15:34:00	5	5	10
24	15:34:00	-	15:42:00	4	4	8
25	15:42:00	-	15:50:00	4	4	8
26	15:50:00	-	15:58:00	7	5	12
27	15:58:00	-	16:06:00	6	6	12
28	16:06:00	-	16:14:00	6	9	15
29	16:14:00	-	16:22:00	7	6	13
30	16:22:00	-	16:30:00	6	5	11
31	16:30:00	-	16:38:00	4	4	8
32	16:38:00	-	16:46:00	5	3	8
33	16:46:00	-	16:54:00	6	6	12
34	16:54:00	-	17:02:00	12	11	23
35	17:02:00	-	17:10:00	11	12	23
36	17:10:00	-	17:18:00	11	10	21
37	17:18:00	-	17:26:00	13	12	25
38	17:26:00	-	17:34:00	12	12	24
39	17:34:00	-	17:42:00	13	12	25
40	17:42:00	-	17:50:00	12	11	23
41	17:50:00	-	17:58:00	9	12	21
42	17:58:00	-	18:06:00	10	11	21
43	18:06:00	-	18:14:00	9	8	17
44	18:14:00	-	18:22:00	9	9	18
45	18:22:00	-	18:30:00	11	10	21
46	18:30:00	-	18:38:00	9	9	18
47	18:38:00	-	18:46:00	11	11	22
48	18:46:00	-	18:54:00	4	3	7
49	18:54:00	-	19:02:00	4	5	9
50	19:02:00	-	19:10:00	3	4	7
51	19:10:00	-	19:18:00	4	5	9
52	19:18:00	-	19:26:00	4	5	9
53	19:26:00	-	19:34:00	6	3	9
54	19:34:00	-	19:42:00	4	4	8
55	19:42:00	-	19:50:00	4	5	9
56	19:50:00	-	19:58:00	4	3	7
57	19:58:00	-	20:06:00	5	5	10
58	20:06:00	-	20:14:00	5	3	8
59	20:14:00	-	20:22:00	2	3	5
60	20:22:00	-	20:30:00	0	0	0

1. Menghitung Rata-rata Tingkat Kedatangan Pelanggan

$$\lambda = \frac{N}{I}$$

$$\lambda = \frac{780}{60} = 13$$

= 13 orang per 8 menit
 = 1.625 ≈ 2 orang per menit
 = 97.5 ≈ 98 orang per jam

Dari keterangan ini dapat dilihat bahwa model antrian pada sistem antrian SPBU Kopkar Nusa Tiga adalah :

$$(M/G/2):(FIFO/16/\infty).$$

Keterangan:

- M : Tingkat kedatangan berdistribusi *Poisson*
- G : Tingkat pelayanan tidak berdistribusi Eksponensial
- 2 : Jumlah *Server* = 2
- FIFO : Disiplin antrian *First In First Out*
- 16 : Pelanggan yang bisa masuk ke dalam sistem
- ∞ : Populasi tak terbatas

Idle dari setiap *Server* yaitu selisih *start* pelanggan yang datang dengan *finish* pelanggan sebelumnya.

Tabel 2. Hasil IdleServer 1

No.	Start	Finish	Idle
2	12:32:04	12:32:41	0:00:00
5	12:39:05	12:39:21	0:01:57
6	12:39:48	12:40:37	0:00:28
7	12:40:37	12:41:20	0:00:00
9	12:42:26	12:43:11	0:00:38
10	12:43:13	12:43:53	0:00:01
11	12:43:53	12:45:06	0:00:00
14	12:48:39	12:48:59	0:00:00
15	12:48:59	12:50:12	0:00:00
17	12:53:53	12:55:30	0:00:22
21	13:02:11	13:02:36	0:00:00
22	13:02:36	13:04:19	0:00:00
24	13:05:50	13:06:39	0:00:00
27	13:07:39	13:09:09	0:00:00
29	13:10:20	13:10:40	0:00:00
31	13:10:54	13:12:15	0:00:00
32	13:12:15	13:13:14	0:00:00
34	13:14:16	13:15:10	0:00:00
36	13:16:12	13:17:25	0:00:00
37	13:17:25	13:18:51	0:00:00
38	13:18:51	13:20:18	0:00:00
41	13:24:54	13:25:06	0:00:14
43	13:27:09	13:28:29	0:00:00
45	13:30:17	13:30:44	0:00:00
46	13:30:44	13:32:01	0:00:00
48	13:32:21	13:33:24	0:00:00
49	13:33:24	13:36:23	0:00:00

50	13:37:02	13:37:42	0:00:39
51	13:38:12	13:39:11	0:00:30
52	13:39:11	13:40:27	0:00:00
55	13:42:12	13:42:57	0:00:00
56	13:42:57	13:43:30	0:00:00
57	13:47:26	13:48:09	0:03:55
59	13:50:35	13:51:15	0:00:00
60	13:53:25	13:54:05	0:02:10
65	14:01:00	14:01:06	0:01:13
66	14:01:37	14:01:56	0:00:30
67	14:02:44	14:04:03	0:00:48
68	14:04:03	14:04:26	0:00:00

Tabel 2. Hasil IdleServer 1 (Lanjutan 1)

No.	Start	Finish	Idle
71	14:07:31	14:07:49	0:00:21
74	14:10:22	14:12:21	0:00:00
75	14:12:21	14:12:47	0:00:00
77	14:13:45	14:14:50	0:00:00
80	14:16:54	14:17:44	0:00:00
81	14:17:44	14:19:55	0:00:00
83	14:21:35	14:22:58	0:00:20
84	14:22:58	14:23:43	0:00:00
89	14:30:39	14:30:49	0:00:00
91	14:34:04	14:35:28	0:00:00
94	14:38:06	14:39:19	0:00:30
95	14:39:33	14:40:12	0:00:14
100	14:46:05	14:46:21	0:00:00
102	14:48:36	14:49:51	0:00:33
109	15:04:53	15:05:42	0:00:11
135	15:42:25	15:43:47	0:01:17
138	15:46:57	15:48:39	0:00:00
140	15:50:46	15:51:09	0:01:27
141	15:51:09	15:52:32	0:00:00
142	15:52:32	15:52:38	0:00:00
143	15:53:25	15:55:09	0:00:47
146	16:00:14	16:01:56	0:00:01
148	16:02:29	16:03:37	0:00:00
150	16:03:53	16:04:40	0:00:00
Jumlah			0:24:39

Sumber: SPBU Kopkar Nusa Tiga Medan

Tabel 3. Hasil IdleServer 2

No.	Start	Finish	Idle
1	12:30:35	12:32:04	0:00:00

3	12:34:18	12:35:45	0:01:37
4	12:36:46	12:37:08	0:01:01
8	12:41:27	12:41:47	0:00:08
12	12:46:17	12:47:12	0:01:11
13	12:47:39	12:48:39	0:00:27
16	12:53:11	12:53:31	0:02:59
18	12:55:30	12:55:57	0:00:00
19	12:56:55	12:57:03	0:00:58
20	13:00:25	13:02:11	0:03:23
23	13:04:19	13:05:50	0:00:00
25	13:06:39	13:06:49	0:00:00
26	13:06:49	13:07:39	0:00:00
28	13:09:09	13:10:20	0:00:00
30	13:10:40	13:10:54	0:00:00
33	13:13:14	13:14:16	0:00:00
35	13:15:10	13:16:12	0:00:00
39	13:21:20	13:22:09	0:01:01
40	13:22:55	13:24:40	0:00:46
42	13:25:59	13:27:09	0:00:54
44	13:28:29	13:30:17	0:00:00
47	13:32:01	13:32:21	0:00:00
53	13:40:27	13:41:31	0:00:00
54	13:41:31	13:42:12	0:00:00
58	13:48:11	13:50:35	0:00:02
61	13:56:07	13:57:26	0:02:02
63	13:58:50	13:59:07	0:00:00
64	13:59:07	13:59:48	0:00:00
69	14:04:26	14:06:02	0:00:00
70	14:06:02	14:07:10	0:00:00
72	14:07:49	14:07:56	0:00:00
73	14:09:39	14:10:22	0:01:43
76	14:12:47	14:13:45	0:00:00
78	14:14:50	14:15:44	0:00:00
79	14:15:53	14:16:54	0:00:09
82	14:19:55	14:21:15	0:00:00
85	14:23:43	14:24:35	0:00:00
86	14:24:35	14:25:34	0:00:00
87	14:25:34	14:26:26	0:00:00
88	14:30:01	14:30:39	0:03:35
90	14:32:08	14:34:04	0:01:18
92	14:35:56	14:36:32	0:00:28
93	14:36:33	14:37:36	0:00:01
96	14:40:45	14:40:58	0:00:33
97	14:42:20	14:43:01	0:01:22
98	14:43:01	14:43:47	0:00:00
99	14:45:08	14:46:05	0:01:22
101	14:46:21	14:48:04	0:00:00
103	14:58:03	14:58:49	0:08:12
105	15:01:50	15:02:21	0:02:31
106	15:02:21	15:03:28	0:00:00
107	15:03:28	15:04:35	0:00:00

Tabel 5.3. Hasil *IdleServer* 2 (Lanjutan)

No.	Start	Finish	Idle
108	15:04:35	15:04:43	0:00:00
114	15:09:24	15:10:30	0:00:00
115	15:10:30	15:11:06	0:00:00
118	15:13:12	15:14:10	0:00:00
119	15:17:58	15:18:33	0:03:49
121	15:20:38	15:21:58	0:00:00
124	15:24:42	15:25:58	0:00:00
125	15:25:58	15:26:45	0:00:00
126	15:26:45	15:28:18	0:00:00
127	15:28:18	15:28:21	0:00:00
128	15:29:31	15:29:50	0:01:11
131	15:32:45	15:33:08	0:00:00
133	15:37:02	15:37:43	0:02:59
136	15:44:01	15:45:38	0:00:14
137	15:46:26	15:46:57	0:00:49
139	15:48:39	15:49:19	0:00:00
144	15:55:09	15:55:40	0:00:00
145	15:59:35	16:00:13	0:03:55
147	16:01:56	16:02:29	0:00:00
149	16:03:37	16:03:53	0:00:00
Jumlah			0:50:39

Sumber: SPBU Kopkar Nusa Tiga Medan

2. Menghitung Tingkat Utilisasi Sistem

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

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} = \frac{1.625}{2 \times 1.6154} = 0.5030$$

$$\% \rho = \rho \times 100\%$$

$$\% \rho = 0.5030 \times 100\%$$

$$\% \rho = 50.3\%$$

Nilai tingkat utilitas sistem antrian tersebut adalah 0.5030 atau 50.3%.

Sedangkan probabilitas tidak terdapatnya pelanggan di dalam sistem menggunakan rumus di berikut :

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

$$P_0 = \frac{1}{\left[\frac{1}{0!} \left(\frac{1.625}{1.6154} \right)^0 + \frac{1}{1!} \left(\frac{1.625}{1.6154} \right)^1 \right] + \frac{\left(\frac{1.625}{1.6154} \right)^2}{2! \left(1 - \frac{1.625}{2 \times 1.6154} \right)}}$$

$$P_0 = 0.3307$$

$$P_0 (\%) = 0.3307 \times 100\% = 33.07\%$$

Tabel 4. Data Waktu Kedatangan, Waktu & Lama Pelayanan

No.	Waktu Kedatangan	Waktu Pelayanan		Waktu Keluar	Lama Pelayanan	Menit
		Server 1	Server 2			
1	12:30:35		12:30:35	12:32:04	0:01:29	2.0340
2	12:31:04	12:32:04		12:32:41	0:00:37	0.6338
3	12:34:18		12:34:18	12:35:45	0:01:27	0.0285
4	12:36:46		12:36:46	12:37:08	0:00:22	0.6929
5	12:39:05	12:39:05		12:39:21	0:00:15	0.0857
6	12:39:48	12:39:48		12:40:37	0:00:49	0.6403
7	12:40:32	12:40:37		12:41:20	0:00:42	0.4776
8	12:41:27		12:41:27	12:41:47	0:00:20	0.3470
9	12:42:26	12:42:26		12:43:11	0:00:46	0.3905
10	12:43:13	12:43:13		12:43:53	0:00:41	0.0491
11	12:43:38	12:43:53		12:45:06	0:01:13	0.2263
12	12:46:17		12:46:17	12:47:12	0:00:55	0.1049
13	12:47:39		12:47:39	12:48:39	0:01:00	1.1503
14	12:48:04	12:48:39		12:48:59	0:00:20	1.8497
15	12:48:50	12:48:59		12:50:12	0:01:13	1.0568
16	12:53:11		12:53:11	12:53:31	0:00:20	1.0467
17	12:53:53	12:53:53		12:55:30	0:01:36	0.7545
18	12:55:14		12:55:30	12:55:57	0:00:27	0.1508
19	12:56:55		12:56:55	12:57:03	0:00:08	0.2013
20	13:00:25		13:00:25	13:02:11	0:01:46	0.6980
21	13:01:01	13:02:11		13:02:36	0:00:25	0.5726
22	13:01:21	13:02:36		13:04:19	0:01:43	0.9794
23	13:01:33		13:04:19	13:05:50	0:01:30	1.1841
24	13:01:57	13:05:50		13:06:39	0:00:49	1.9222
25	13:02:52		13:06:39	13:06:49	0:00:10	0.3355
26	13:03:23		13:06:49	13:07:39	0:00:51	0.1163
27	13:04:30	13:07:39		13:09:09	0:01:29	0.3119
28	13:05:31		13:09:09	13:10:20	0:01:11	0.0181
29	13:06:26	13:10:20		13:10:40	0:00:20	0.2932
30	13:07:03		13:10:40	13:10:54	0:00:14	0.2118
31	13:07:25	13:10:54		13:12:15	0:01:20	1.0155
32	13:07:46	13:12:15		13:13:14	0:00:59	1.0779
33	13:09:14		13:13:14	13:14:16	0:01:02	0.2219
34	13:09:51	13:14:16		13:15:10	0:00:55	0.3036
35	13:11:10		13:15:10	13:16:12	0:01:02	1.0305
36	13:13:32	13:16:12		13:17:25	0:01:13	0.4628
37	13:14:21	13:17:25		13:18:51	0:01:25	0.7161
38	13:17:46	13:18:51		13:20:18	0:01:27	0.0261
39	13:21:20		13:21:20	13:22:09	0:00:49	0.3906
40	13:22:55		13:22:55	13:24:40	0:01:46	0.1110
41	13:24:54	13:24:54		13:25:06	0:00:11	0.6556
42	13:25:59		13:25:59	13:27:09	0:01:09	1.0680
43	13:26:48	13:27:09		13:28:29	0:01:21	0.0695
44	13:28:00		13:28:29	13:30:17	0:01:48	1.3899
45	13:28:18	13:30:17		13:30:44	0:00:27	0.0916
46	13:29:49	13:30:44		13:32:01	0:01:18	0.1903
47	13:30:35		13:32:01	13:32:21	0:00:20	0.0855
48	13:31:16	13:32:21		13:33:24	0:01:03	0.0858
49	13:32:01	13:33:24		13:36:23	0:02:59	0.0254
50	13:37:02	13:37:02		13:37:42	0:00:39	1.6279
51	13:38:12	13:38:12		13:39:11	0:00:59	1.2941
52	13:38:24	13:39:11		13:40:27	0:01:15	1.9440
53	13:38:48		13:40:27	13:41:31	0:01:04	1.0836
54	13:39:50		13:41:31	13:42:12	0:00:41	0.3228
55	13:40:36	13:42:12		13:42:57	0:00:45	0.4018
56	13:42:06	13:42:57		13:43:30	0:00:34	1.3872
57	13:47:26	13:47:26		13:48:09	0:00:43	0.7094
58	13:48:11		13:48:11	13:50:35	0:02:24	0.5787
59	13:49:16	13:50:35		13:51:15	0:00:39	2.1267

Tabel 4. Data Wkt Kedatangan; Wkt & Lama Pelayanan (Lanjutan 1)

No.	Waktu	Waktu Pelayanan	Waktu	Lama	Menit
-----	-------	-----------------	-------	------	-------

	Kedatangan	Server 1	Server 2	Keluar	Pelayanan	
60	13:53:25	13:53:25		13:54:05	0:00:40	1.6092
61	13:56:07		13:56:07	13:57:26	0:01:20	0.3220
62	13:56:26	13:57:26		13:58:50	0:01:23	0.8719
63	13:58:14		13:58:50	13:59:07	0:00:17	1.4407
64	13:58:21		13:59:07	13:59:48	0:00:41	0.5418
65	14:01:00	14:01:00		14:01:06	0:00:06	0.0880
66	14:01:37	14:01:37		14:01:56	0:00:19	0.1871
67	14:02:44	14:02:44		14:04:03	0:01:19	1.0135
68	14:03:53	14:04:03		14:04:26	0:00:24	1.0129
69	14:04:12		14:04:26	14:06:02	0:01:35	0.6716
70	14:05:35		14:06:02	14:07:10	0:01:09	0.2499
71	14:07:31	14:07:31		14:07:49	0:00:18	0.1295
72	14:07:47		14:07:49	14:07:56	0:00:07	0.0414
73	14:09:39		14:09:39	14:10:22	0:00:44	0.8036
74	14:10:19	14:10:22		14:12:21	0:01:58	0.3469
75	14:12:13	14:12:21		14:12:47	0:00:26	0.1874
76	14:12:35		14:12:47	14:13:45	0:00:58	2.8216
77	14:13:36	14:13:45		14:14:50	0:01:05	2.5558
78	14:14:11		14:14:50	14:15:44	0:00:54	0.0063
79	14:15:53		14:15:53	14:16:54	0:01:01	0.5274
80	14:16:30	14:16:54		14:17:44	0:00:50	0.2148
81	14:17:25	14:17:44		14:19:55	0:02:11	1.8281
82	14:19:52		14:19:55	14:21:15	0:01:20	0.5251
83	14:21:35	14:21:35		14:22:58	0:01:23	0.3570
84	14:21:59	14:22:58		14:23:43	0:00:45	0.6278
85	14:22:49		14:23:43	14:24:35	0:00:51	1.1508
86	14:24:04		14:24:35	14:25:34	0:01:00	0.8503
87	14:25:19		14:25:34	14:26:26	0:00:52	1.3249
88	14:30:01		14:30:01	14:30:39	0:00:38	0.0014
89	14:30:32	14:30:39		14:30:49	0:00:10	0.2294
90	14:32:08		14:32:08	14:34:04	0:01:56	0.7534
91	14:33:30	14:34:04		14:35:28	0:01:24	0.8584
92	14:35:56		14:35:56	14:36:32	0:00:36	0.5233
93	14:36:33		14:36:33	14:37:36	0:01:03	0.5245
94	14:38:06	14:38:06		14:39:19	0:01:13	0.1795
95	14:39:33	14:39:33		14:40:12	0:00:39	0.4266
96	14:40:45		14:40:45	14:40:58	0:00:13	0.5909
97	14:42:20		14:42:20	14:43:01	0:00:41	0.2347
98	14:42:40		14:43:01	14:43:47	0:00:46	0.8836
99	14:45:08		14:45:08	14:46:05	0:00:57	2.0340
100	14:45:32	14:46:05		14:46:21	0:00:16	1.4769
101	14:46:10		14:46:21	14:48:04	0:01:42	0.3514
102	14:48:36	14:48:36		14:49:51	0:01:15	0.1706
103	14:58:03		14:58:03	14:58:49	0:00:46	0.4417
104	14:58:38	14:58:49		14:59:18	0:00:29	0.0381
105	15:01:50		15:01:50	15:02:21	0:00:32	0.9489
106	15:02:19		15:02:21	15:03:28	0:01:07	0.1329
107	15:03:07		15:03:28	15:04:35	0:01:07	1.0071
108	15:04:18		15:04:35	15:04:43	0:00:08	0.1637
109	15:04:53	15:04:53		15:05:42	0:00:49	0.0506
110	15:05:27	15:05:42		15:06:17	0:00:35	0.0075
111	15:06:48	15:06:48		15:08:03	0:01:15	0.2249
112	15:07:52	15:08:03		15:08:51	0:00:48	0.5659
113	15:08:18	15:08:51		15:09:24	0:00:33	0.8064
114	15:08:36		15:09:24	15:10:30	0:01:06	1.5349
115	15:09:58		15:10:30	15:11:06	0:00:36	0.3475
116	15:11:44	15:11:44		15:12:27	0:00:44	1.2349
117	15:12:10	15:12:27		15:13:12	0:00:44	1.1214
118	15:13:01		15:13:12	15:14:10	0:00:58	0.2266

Tabel 4. Data Wkt Kedatangan; Wkt & Lama Pelayanan(Lanjutan 2)

No.	Waktu Kedatangan	Waktu Pelayanan		Waktu Keluar	Lama Pelayanan	Menit
		Server 1	Server 2			
119	15:17:58		15:17:58	15:18:33	0:00:35	1.2641
120	15:19:19	15:19:19		15:20:38	0:01:19	0.5365
121	15:20:27		15:20:38	15:21:58	0:01:20	1.2436
122	15:21:21	15:21:58		15:23:55	0:01:57	0.5920
123	15:21:44	15:23:55		15:24:42	0:00:47	0.7346
124	15:22:32		15:24:42	15:25:58	0:01:17	0.7558
125	15:23:26		15:25:58	15:26:45	0:00:47	0.8033
126	15:24:11		15:26:45	15:28:18	0:01:33	0.1423
127	15:27:53		15:28:18	15:28:21	0:00:03	0.0856
128	15:29:31		15:29:31	15:29:50	0:00:19	0.9843
129	15:30:34	15:30:34		15:31:27	0:00:53	0.9791
130	15:30:48	15:31:27		15:32:45	0:01:18	0.4875
131	15:31:25		15:32:45	15:33:08	0:00:23	0.7237
132	15:31:59	15:33:08		15:34:04	0:00:56	0.2323
133	15:37:02		15:37:02	15:37:43	0:00:40	0.1757
134	15:40:38	15:40:38		15:41:09	0:00:31	0.0026
135	15:42:25	15:42:25		15:43:47	0:01:22	0.4838
136	15:44:01		15:44:01	15:45:38	0:01:36	1.2558
137	15:46:26		15:46:26	15:46:57	0:00:31	0.2784
138	15:46:57	15:46:57		15:48:39	0:01:42	0.9661
139	15:48:35		15:48:39	15:49:19	0:00:40	0.0033
140	15:50:46	15:50:46		15:51:09	0:00:23	0.1048
141	15:51:03	15:51:09		15:52:32	0:01:23	0.4338
142	15:52:05	15:52:32		15:52:38	0:00:06	0.0487
143	15:53:25	15:53:25		15:55:09	0:01:44	0.0296
144	15:54:32		15:55:09	15:55:40	0:00:32	0.8977
145	15:59:35		15:59:35	16:00:13	0:00:37	0.5907
146	16:00:14	16:00:14		16:01:56	0:01:42	0.0558
147	16:00:20		16:01:56	16:02:29	0:00:34	1.4520
148	16:00:37	16:02:29		16:03:37	0:01:08	1.2522
149	16:00:45		16:03:37	16:03:53	0:00:15	1.3058
150	16:00:58	16:03:53		16:04:40	0:00:48	0.8628
Jumlah						75.292

Sumber : Data Diolah

3. Menghitung Rata-rata Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan adalah rata-rata tingkat kemampuan *Server* untuk melayani pelanggan dalam suatu interval waktu yang dinotasikan dengan jumlah pelanggan per satuan interval waktu.

Waktu rata-rata pelayanan setiap pelanggan yang diperoleh dalam pengamatan ini adalah pembagian dari nilai $\sum Xi \cdot Oi$ dibagi dengan $\sum Oi$. Contoh perhitungan pada tingkat pelayanan :

Tabel 5. Perhitungan nilai $\sum Xi \cdot Oi$

Interval			BKB	BKA	$\sum Xi$	$\sum Oi$	$\sum Xi \cdot Oi$
0.033	-	0.349	0.033	0.349	0.192	291	55.813
0.349	-	0.665	0.349	0.665	0.508	185	93.969
0.666	-	0.982	0.666	0.982	0.824	185	152.456
0.982	-	1.298	0.982	1.298	1.140	5	5.701
1.298	-	1.614	1.298	1.614	1.456	102	148.550
1.614	-	1.930	1.614	1.930	1.773	5	8.863
1.930	-	2.246	1.930	2.246	2.089	2	4.177
2.246	-	2.562	2.246	2.562	2.405	3	7.214
2.562	-	2.879	2.562	2.879	2.721	1	2.721
2.879	-	3.195	2.879	3.195	3.037	0	0.000
3.195	-	3.195	3.195	3.195	3.195	1	3.195
Jumlah						780	482.660

Sumber: Data Diolah

$$\bar{X} = \frac{\sum xi \cdot oi}{\sum oi} = \frac{482.24}{780} = 0.6191$$

Tingkat pelayanan (μ) :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{\text{rata-rata pelayanan 1 hari}} \times \text{Interval waktu} \\
 &= \frac{1}{0.6191} \text{ orang per menit} \times 8 \\
 &= 12.923 \approx 13 \text{ orang per 8 menit} \\
 &= 1.6154 \approx 2 \text{ orang per menit} \\
 &= 96.922 \approx 97 \text{ orang per jam}
 \end{aligned}$$

4. Menghitung Rata-rata Waktu Pengunjung dalam Antrian

$$Wq = \frac{\lambda^2 \mu^{-2} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k-1}}{2(k-1)! \left(k - \frac{\lambda}{\mu}\right)^2 \left[\sum_{n=0}^{k-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}{(k-1)! \left(k - \frac{\lambda}{\mu}\right)} \right]} \dots\dots\dots 1$$

$$Wq = \frac{(1.625)^2 (1.6154)^{-2} \left(\frac{1.625}{1.6154}\right)^{2-1}}{2(2-1)! \left(2 - \frac{1.625}{1.6154}\right)^2 \left[\sum_{n=0}^{2-1} \left(\frac{\left(\frac{1.625}{1.6154}\right)^2}{0!} \right) \left(\frac{\left(\frac{1.625}{1.6154}\right)^2}{1!} \right) + \frac{\left(\frac{1.625}{1.6154}\right)^2}{(2-1)! \left(2 - \frac{1.625}{1.6154}\right)} \right]}$$

$$\begin{aligned}
 Wq &= \frac{1.0179}{4.0355} \\
 Wq &= 0.2522 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

5. Menghitung Rata-rata Jumlah Pengunjung dalam Antrian

$$\begin{aligned}
 Lq &= \lambda(Wq) \\
 Lq &= (1.625)(0.2522) \\
 Lq &= 0.4099 \approx 1 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

6. Perhitungan Waktu Rata-rata Waktu Pengunjung dalam Sis

$$Ws = Wq + \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots 2$$

$$\begin{aligned}
 Ws &= 0.2522 + \frac{1}{1.6154} \\
 Ws &= 0.8713 \approx 1
 \end{aligned}$$

7. Menghitung Rata-rata Jumlah Pengunjung dalam Sistem

$$\begin{aligned}
 Ls &= \lambda(Ws) \dots\dots\dots 3 \\
 Ls &= 1.625 (0.8713) \\
 Ls &= 1.4158 \approx 2 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

1. Model antrian pada sistem antrian SPBU Kopkar Nusa Tiga adalah model antrian $[M/G/2:FIFO/16/\infty]$. M menyatakan frekuensi kedatangan yang berdistribusi *Poisson*, G menyatakan waktu pelayanan yang tidak berdistribusi eksponensial, 2 menyatakan jumlah *server* yang tersedia. Disiplin antrian yang digunakan adalah FIFO (*First In First Out*) yang berarti pelanggan dilayani berdasarkan urutan kedatangan pelanggan, 16 menyatakan jumlah pelanggan yang bisa masuk ke dalam sistem, ∞ menyatakan populasi yang tak terbatas.
2. Dalam hasil analisis terhadap sistem antrian, didapat bahwa rata-rata tingkat kedatangan pelanggan (λ) adalah 13 orang per 8 menit, berarti jumlah pengunjung yang datang ke dalam sistem adalah 2 orang tiap menit. Untuk tingkat pelayanan (μ) nilainya adalah 13 orang per 8 menit yang artinya jumlah pengunjung yang dapat dilayani *server* dalam 2 menit adalah 1 pengunjung. Tingkat kesibukan atau utilitas *server* yang diperoleh yaitu 50.3%.
3. Untuk antrian yang terjadi, rata-rata jumlah pengunjung dalam antrian adalah 1 orang, dan rata-rata jumlah pengunjung dalam sistem adalah 1 orang. Waktu tunggu rata-rata pengunjung dalam antrian yang diperoleh adalah 1 menit dan rata-rata lama pengunjung dalam sistem adalah 2 menit.

Saran

1. Untuk menghilangkan waktu menganggur sebaiknya ada karyawan yang mengatur / menjaga ketertiban lalu lintas di sekitar SPBU.
2. Bagi peneliti selanjutnya dapat diimbangkan analisis model antrian bagi efektivitas dan efisiensi perusahaan

DAFTAR PUSTAKA

Buku :

- Haming, Murdifin dan Nurnajamuddin, Mahfud, 2007. Manajemen Produksi Modern Operasi Manufaktur dan Jasa, Buku Satu, Cetakan Pertama, Bumi Aksara, Jakarta.
- Kakiay, Thomas J. 2004. Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata, ANDI, Yogyakarta.
- Pangestu Subagyo, M. Asri, T. H. Handoko. 2002. Dasar-Dasar Operational Research, Edisi Kedua, BPFE, Yogyakarta.
- Taylor III, Bernard, 2005. Introduction to Management Science; Sains Manajemen, Alih Bahasa, Vita Silvira, Chaerul D. Djakman dan Yanivi S. Baktiar, Buku Dua, Edisi Kedelapan, Salemba Empat, Jakarta.

Jurnal :

- Herli Awang, 2013. Jurnal Antrian Konsumen Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) No. 64-75364 Jl. Yos Sudarso II Sangatta, Samarinda. <http://ejurnal.untagsmd.ac.id/index.php/ekm/article/view/339>/Diakses Senin, 23 Maret 2015
- Sahab Marshel, Komala Erwan dan Siti Nurlaly Kadarini, 2013. Analisis Antrian SPBU (64 – 78118). Studi Kasus Jl. Hasanudin Pontianak. <http://downloadportal.garuda.org/article.php%3Farticle%3D111743%26val%302310>.Diakses Senin, 23 Maret 2015.

Internet :

<http://ghostyoen.files.wordpress.com/2008/02/simulasi-antrian.pdf>Diakses Senin, 23 Maret 2015.

<http://mey20.wordpress.com/edocation/tgs-teori-antrian-2>Diakses Senin, 23 Maret 2015.

<http://digilib.unnes.ac.id/gsd1/collect/skripsi/archives/HASH7e27.dir/doc.pdf>Diakses Kamis 26 Maret 2015.

<http://thesonofdevil.wordpress.com/2010/01/18/teori-antrian/> Diakses Kamis, 26 Maret 2015.