

Simulasi Sistem Antrian pada SPBU 14.236.100 Menggunakan Promodel

Mukhlizar¹

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

¹mukhlizar@utu.ac.id

Abstract

Has done a simulation for system queues at gas stations with observation for 3 hours. From the calculation of the data, obtained the arrival rate of 115 customers per hour and service levels for three fueling facilities as 140.48%. By performing simulation using ProModel software, obtained total customer arrival as 540 customers over 3 hours of simulation. With a utilization rate of 7.17% for the first facility; 6.42% for the second facility and 5.48% for the third facility. The average time of arrival at the first facility is for 0.9 minutes, a second facility for 0.6 minutes and the third facility for 0.4 minutes.

Keywords: Simulation, Utilization, Queue System.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di dunia industri, telah banyak melahirkan inovasi dan teknologi baru yang dapat diaplikasikan dalam dalam praktek bisnis baik barang ataupun jasa. Perkembangan yang sangat pesat ini, menuntut para pengusaha untuk untuk selalu mencermati dinamika peluang pasar. Tidak stabilnya pergerakan dinamika pasar telah memicu munculnya perusahaan-perusahaan baru dengan cepat, sehingga mau tidak mau pengusaha terus bersaing menerapkan strategi jitu demi mempertahankan pelanggannya.

Peningkatan pertumbuhan penduduk yang drastis, menyebabkan peningkatan pula terhadap kebutuhan 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 [1]. Masalah antri bahkan sudah menjadi budaya yang sedikit merugikan bagi pihak yang antri ketika jumlah antriannya sangat panjang. Panjangnya antrian juga dapat menyebabkan ruangan menjadi penuh sehingga konsumen dapat mengurungkan niatnya untuk bertransaksi.

Teori antrian merupakan bagian dari ilmu yang mempelajari garis tunggu [2]. Sebuah sistem antrian biasanya menganut pola FIFO (first in – first out), yakni siapa yang duluan maka akan dilayani terlebih dahulu. Namun, tidak semua jenis antrian menggunakan pola tersebut. Dalam merancang sistem antrian, adakalanya pelaku usaha membedakan prioritas kepada pelanggannya. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan pelanggan dan menciptakan rasa nyaman dan layanan yang terbaik.

SPBU 14.236.100 merupakan salah satu usaha yang bergerak di bidang layanan jasa. Oleh karenanya, usaha ini harus mampu memberikan pelayan dan kualitas jasa yang baik kepada setiap pelanggannya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Manajemen Operasional

Manajemen operasional adalah usaha-usaha pengelolaan secara optimal penggunaan sumber daya-sumber daya (atau sering disebut faktor-faktor produksi) tenaga kerja, mesin-mesin, peralatan, bahan mentah dan sebagainya, dalam proses transformasi bahan mentah dan tenaga kerja menjadi berbagai produk dan jasa [3]. Berdasarkan definisi-definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa manajemen operasional merupakan suatu kegiatan yang berkaitan dengan penciptaan barang atau jasa melalui proses input menjadi output, di mana semua bagian organisasi berperan serta.

2.2. Jasa

Produk adalah barang dan jasa yang dapat diperjualbelikan. Dengan kata lain, tanpa adanya produk maka proses jual-beli tidak akan terjadi. Ada dua faktor yang menentukan laku atau tidaknya suatu produk yaitu kualitas dan harga. Kedua faktor harus diperhatikan dalam pembuatan suatu produk dan juga menentukan daya beli dari konsumen. Produk dapat diklasifikasikan berdasarkan tiga macam, yaitu daya tahan dan wujud, barang konsumen, dan barang industri. Berdasarkan daya tahan dan wujud suatu produk diklasifikasikan lagi menjadi tiga kelompok, yaitu barang tahan lama, barang tidak tahan lama, dan jasa.

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

1. Tidak berwujud (*Intangibility*) : jasa memiliki sifat tidak berwujud karena tidak bisa dilihat, didengar ataupun dicium sebelum ada transaksi pembelian.
2. Tidak dapat dipisahkan (*Inseparability*) : suatu bentuk jasa yang tidak dapat dipisahkan dari sumbernya. Sumber merupakan orang atau mesin, produk fisik yang berwujud tetap ada.
3. Berubah-ubah (*Variability*) : jasa sesungguhnya sangat mudah berubah-ubah karena jasa ini tergantung kepada siapa yang menyajikan, kapan dan dimana disajikan.
4. Daya tahan (*Perisability*) : daya tahan suatu jasa tidak akan menjadi suatu masalah ketika permintaan selalu ada dan mantap karena menghasilkan jasa diawal dengan mudah.

2.3. Teori Antrian

Antrian adalah suatu situasi umum yang biasa terjadi dalam kehidupan sehari-hari dimana konsumen menunggu di depan loket untuk mendapatkan giliran pelayanan atau fasilitas layanan. Deretan mobil yang menunggu untuk mendapatkan giliran membayar jalan tol, orang-orang yang sedang berlibur menunggu untuk masuk ke Taman Margasatwa Ragunan di Jakarta, dan para nasabah yang menunggu untuk melakukan transaksi di bank adalah beberapa contoh dari situasi antrian.

Heizer [5] mengatakan bahwa antrian adalah ilmu pengetahuan tentang bentuk antrian dan merupakan orang-orang atau barang dalam barisan yang sedang menunggu untuk dilayani atau meliputi bagaimana perusahaan dapat menentukan waktu dan fasilitas yang sebaik-baiknya agar dapat melayani pelanggan dengan efisien.

Rata-rata lamanya waktu menunggu (*waiting time*) sangat tergantung kepada rata-rata tingkat kecepatan pelayanan (*rate of services*). Teori tentang antrian ditemukan dan dikembangkan oleh A.K. Erlang, seorang insinyur dari Denmark yang bekerja pada perusahaan telepon di Kopenhagen pada tahun 1910 [6]. Erlang melakukan eksperimen tentang fluktuasi permintaan fasilitas telepon yang berhubungan dengan *automatic dialing equipment*, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Tujuan sebenarnya dari teori antrian adalah meneliti kegiatan dari fasilitas pelayanan dalam rangkaian kondisi random dari suatu sistem antrian yang terjadi.

Dalam sistem antrian terdapat tiga komponen [5], yaitu (a) karakteristik kedatangan atau masukan sistem; (b) karakteristik antrian dan (c) karakteristik pelayanan.

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
Menggambarkan 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.
- b. *Last Come First Served* (LCFS) atau *Last In First Out* (LIFO) yaitu sistem antrian pelanggan yang datang terakhir, pertama dilayani.
- 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.

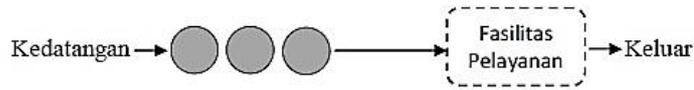
- a. Desain sistem pelayanan
Pelayanan pada umumnya digolongkan menurut jumlah saluran yang ada dan jumlah tahapan.
 1. Menurut jumlah saluran yang ada adalah sistem antrian jalur tunggal dan sistem antrian jalur berganda.
 2. Menurut jumlah tahapan adalah sistem satu tahap dan sistem tahapan berganda.
- 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.

2.3.1. Struktur Antrian

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

1. *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.



Gambar 1. Model *single channel single phase*.

2. *Single Channel Multi Phase*

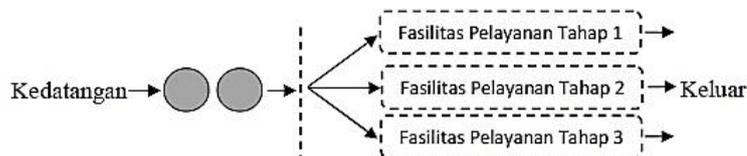
Struktur ini memiliki satu jalur pelayanan sehingga disebut *Single Channel*. Istilah *Multi Phase* menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan. Setelah menerima pelayanan karena masih ada pelayanan lain yang harus dilakukan agar sempurna. Setelah pelayanan yang diberikan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



Gambar 2. Model *single channel multi phase*.

3. *Multi Channel Single Phase*

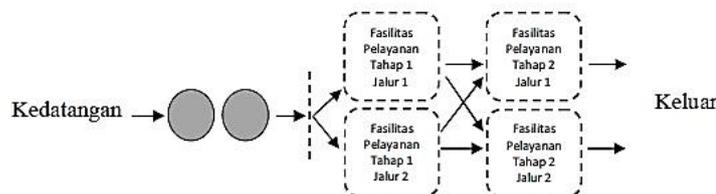
Sistem Multi Channel Single Phase terjadi ketika dua atau lebih fasilitas dialiri oleh antrian tunggal. Sistem ini memiliki lebih dari satu jalur pelayanan atau fasilitas pelayanan sedangkan sistem pelayanannya hanya ada satu fase.



Gambar 3. Model *multi channel single phase*.

4. *Multi Channel Multi Phase*

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



Gambar 4. Model *multi channel multi phase*.

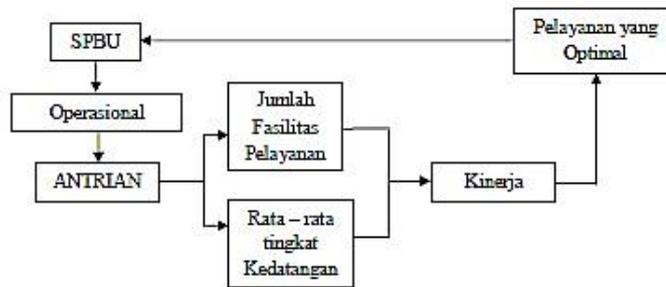
2.3.2. Model Antrian

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.

- Model A: M/M/1 (*Single Channel Query System* atau model antrian jalur tunggal).
- Model B: M/M/S (*Multiple Channel Query System* atau model antrian jalur berganda).
- Model C: M/D/1 (*Constant service* atau waktu pelayanan konstan)

d. Model D: (*limited population* atau populasi terbatas)

2.4. Kerangka Konseptual



Gambar 5. Kerangka konseptual

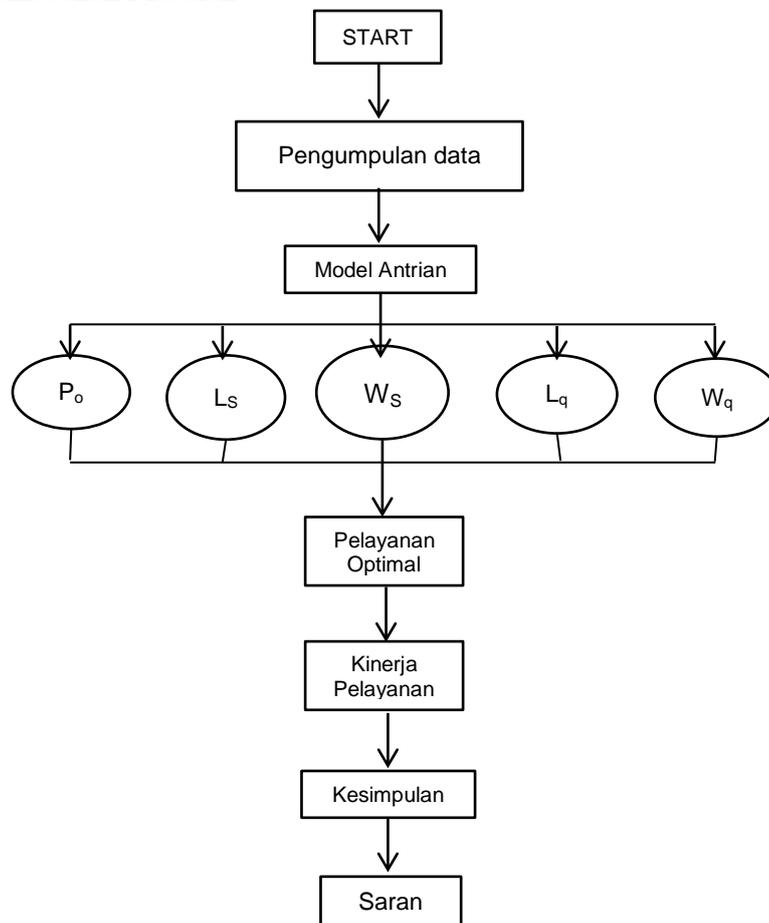
SPBU 14.236.100 merupakan salah satu stasiun pengisian bahan bakar umum yang terletak di Jalan Manekroo. Salah satu cara memberikan pelayanan terbaik adalah dengan memperhatikan keseimbangan jumlah fasilitas dengan jumlah pelanggan yang akan dilayani untuk menghindari antrian yang panjang.

Ada beberapa hal yang menyebabkan antrian, yaitu:

1. Jumlah jalur pelayanan
2. Rata-rata tingkat kedatangan

Kedua parameter ini dapat dijadikan dasar dalam menentukan optimalisasi antrian yang terjadi, sehingga tercapainya pelayanan yang optimal.

2.5. Kerangka Pemecahan Masalah

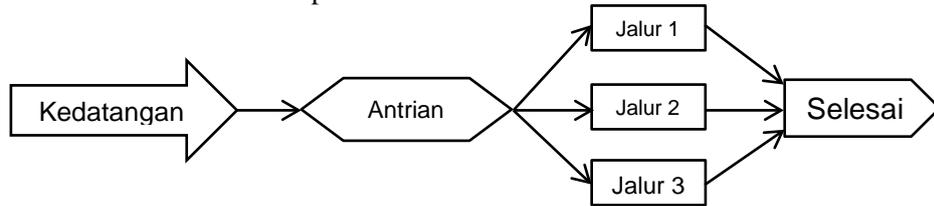


Gambar 6. Flow chart penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Struktur dan Fasilitas Sistem Pelayanan

Struktur sistem pelayanan SPBU 14.236.100 yang diteliti adalah seperti gambar proses di bawah ini:



Gambar 7. Struktur pelayanan pada SPBU.

Pelanggan memasuki area SPBU dan membentuk antrian disetiap fasilitas yang tersedia. Kemudian menunggu hingga tiba giliran mendapatkan pelayanan pada fasilitas yang telah dipilih sebelumnya. Tahap ini merupakan waktu yang diperhitungkan sebagai waktu tunggu di dalam sistem setelah proses transaksi selesai sampai pelanggan meninggalkan area (sistem).

Waktu yang diperlukan setiap fasilitas dalam memberikan pelayanan berbeda-beda untuk masing-masing sistem, dikarenakan kebutuhan setiap pelanggan yang berbeda. Hal inilah yang padat memicu terjadinya antrian.

3.2. Tingkat Kedatangan Pelanggan dan Tingkat Pelayanan Fasilitas

Tingkat kedatangan pelanggan merupakan banyaknya pelanggan yang datang untuk mendapatkan pelayanan pada fasilitas tertentu, dinyatakan dalam banyaknya pelanggan dalam periode waktu tertentu. Tingkat kedatangan pelanggan diasumsikan mengikuti distribusi poisson yaitu kedatangan pelanggan lain juga tidak tergantung pada waktu dan setiap harinya tidak sama, dikarenakan masing-masing pelanggan memiliki kebutuhan yang berbeda. Tingkat pelayanan fasilitas merupakan lamanya waktu pelayanan yang disediakan oleh fasilitas untuk melayani pelanggan. Berikut ini adalah sampel data kedatangan pelanggan yang melakukan pengisian bahan bakar di SPBU 14.236.100 selama 3 jam.

Tabel 1. Data kedatangan pelanggan selama 3 jam.

No.	Waktu	Kedatangan Pelanggan			Total Jam Kerja
		Fasilitas 1	Fasilitas 2	Fasilitas 3	
1	15:00	22	28	39	3 Jam
2	16:00	48	25	28	
3	17:00	45	51	36	
Total		115	104	103	

Sumber: SPBU 14.236.100.

Tingkat kedatangan pelanggan per menitnya (λ) dapat dicari dengan menggunakan persamaan:
fasilitas pertama:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= \frac{\text{Banyaknya pelanggan}}{\text{jam kerja}} = \frac{22 + 48 + 45}{3 \text{ jam}} \\ &= \frac{115}{3 \text{ jam}} \\ &= 38,33\end{aligned}$$

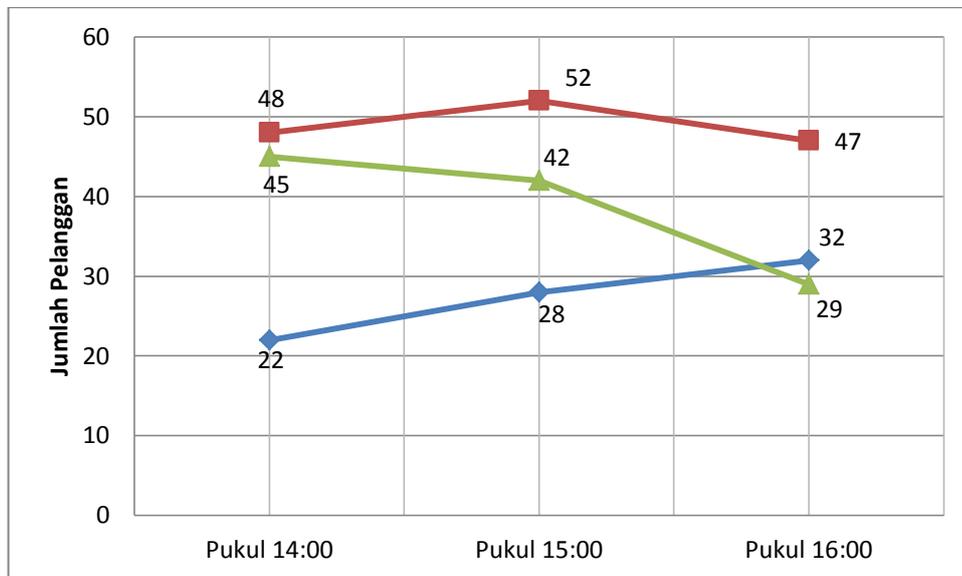
Fasilitas kedua:

$$\begin{aligned}\lambda_2 &= \frac{\text{Banyaknya pelanggan}}{\text{jam kerja}} = \frac{28 + 25 + 51}{3 \text{ jam}} \\ &= \frac{104}{3 \text{ jam}} \\ &= 34,66\end{aligned}$$

Fasilitas ketiga:

$$\begin{aligned}\lambda_3 &= \frac{\text{Banyaknya pelanggan}}{\text{jam kerja}} = \frac{38 + 29 + 36}{3 \text{ jam}} \\ &= \frac{103}{3 \text{ jam}} \\ &= 34,33\end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa, tingkat kedatangan pelanggan pada fasilitas tiap jamnya adalah 35,77 atau 36 orang.



Gambar 8. Tingkat kedatangan pelanggan pada fasilitas tiap jam.

Tingkat kemampuan (rata-rata) untuk melayani kebutuhan pelanggan dalam setiap kedatangannya disebut juga sebagai kemampuan pelayanan. Tingkat pelayanan (μ) per jamnya pada SPBU 14.236.100 dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu Pelayanan Rata-rata}} \\ &= \frac{60 \text{ Menit}}{0,427 \text{ menit}} \\ &= 140,48 \text{ pelanggan/jam}\end{aligned}$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat pelayanan yang mampu diberikan oleh SPBU tersebut adalah 140,48 atau 140 pelanggan per jamnya.

3.3. Analisis Sistem Antrian Dengan Model Antrian Jalur Berganda

Fasilitas yang disediakan untuk melayani pelanggan pengisian bahan bakar khusus untuk sepeda motor berjumlah 3 fasilitas dengan pelayanan satu tahap. Sehingga model antrian yang paling cocok untuk menganalisa kasus ini adalah menggunakan model B: M/M/S.

Dari hasil yang sudah diperoleh diatas, diketahui bahwa tingkat kedatangan pelanggan per jam adalah 115 pelanggan. Sedangkan tingkat pelayanan rata-ratanya adalah 140 pelanggan per jam. Sehingga komponen perhitungan lainnya dapat diketahui.

3.3.1. Tingkat Kegunaan Karyawan (ρ)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{\lambda}{s \times \mu} = \frac{115}{3 \times 140,48} = 0,273 \\ &= 27\%\end{aligned}$$

Dapat dikatakan bahwa tingkat kesibukan petugas melayani pelanggan sebesar 27% selama tiga jam kerja.

3.3.2. Probabilitas Tidak Ada Pelanggan di Dalam Sistem

$$\rho_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \frac{1}{n!} \right] + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{S! \left(1 - \left(\frac{\lambda}{S \times \mu} \right) \right)}} = 0,438 = 44\%$$

Dari hasil yang diperoleh, kemungkinan tidak adanya pelanggan di dalam sistem adalah sebesar 44%. Artinya, akan selalu ada pelanggan di dalam sistem dengan tingkat kemungkinan sebesar 0,56 atau sebesar 56%.

3.3.3. Jumlah Rata-Rata Pelanggan di Dalam Antrian

$$L_q = \frac{\rho_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \times \frac{\lambda}{S \mu}}{S! \left(1 - \left(\frac{\lambda}{S \mu} \right) \right)^2} = 0,00345$$

Jumlah rata-rata pelanggan di dalam antrian adalah sebesar 0,00345. Dengan kata lain, tingkat pelayanan pelanggan di dalam antrian adalah sebesar 0,3%.

3.3.4. Jumlah Rata-Rata Pelanggan di Dalam Sistem

$$L_{SL} = L_q + \frac{\lambda}{\mu} = 0,82$$

Rata-rata pelanggan di dalam sistem adalah 0,82 pelanggan per menitnya. Sehingga rata-rata pelanggan yang berada di dalam sistem per jamnya adalah 49 pelanggan.

3.3.5. Waktu Rata-Rata Dalam Antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = 0,0018$$

Waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam antrian adalah selama 0,0018 menit atau 0,12 detik.

3.3.6. Waktu Rata-Rata Dalam Sistem

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} = 0,00715$$

Waktu tunggu rata-rata pelanggan di dalam sistem adalah selama 0,00715 jam, atau selama 25,7 detik.

3.3.7. Probabilitas Waktu Menunggu Dalam Antrian

$$\rho_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S \frac{\rho_0}{S! \left(1 - \left(\frac{\lambda}{S\mu}\right)\right)} = 0,055$$

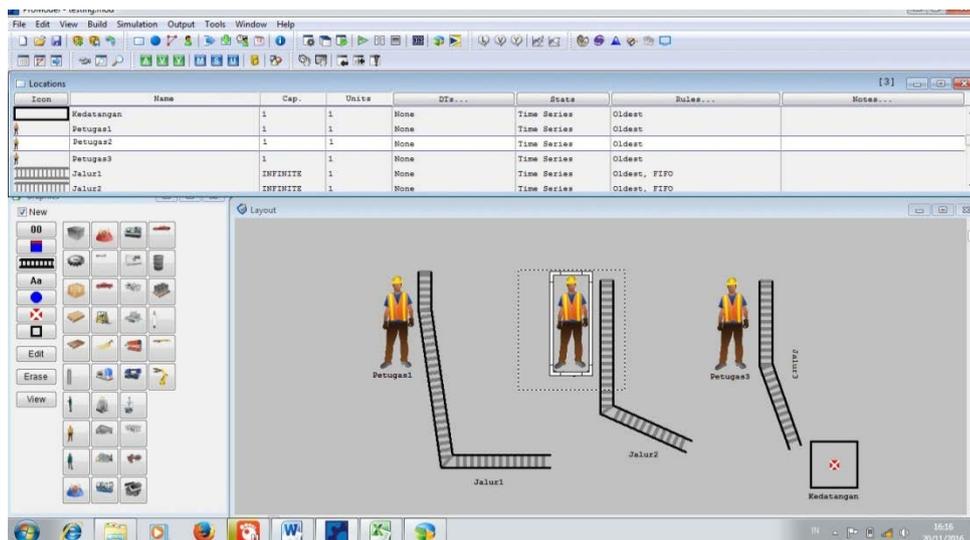
Kemungkinan lamanya menunggu di dalam antrian adalah sebesar 0,055, atau sebesar 5,5%. Artinya, kemungkinan sangat kecil kemungkinan pelanggan menunggu di dalam antrian.

3.4. Promodel

Promodel merupakan alat simulasi untuk memodelkan semua jenis sistem manufaktur, sistem pelayanan, dan bisnis yang dibuat oleh Promodel Corporation[2]. Aplikasi promodel merupakan aplikasi yang sangat penting bagi teknisi, analis proses dan manajer untuk menguji dan mengevaluasi desain alternatif, ide, peta produksi sebelum menerapkan di dunia nyata.

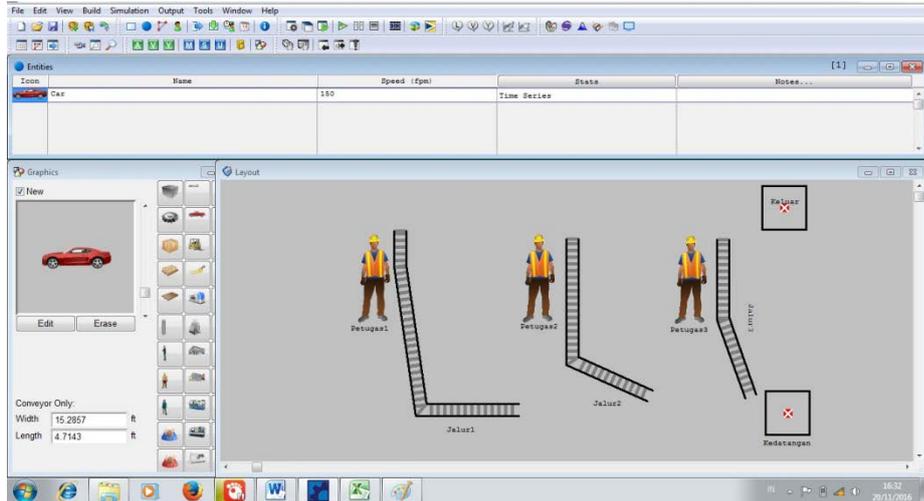
3.4.1. Pembuatan Simulasi

Setelah kesemua data diproses dan didapatkan hasilnya, maka data tersebut siap untuk disimulasikan seperti pada gambar di bawah ini.



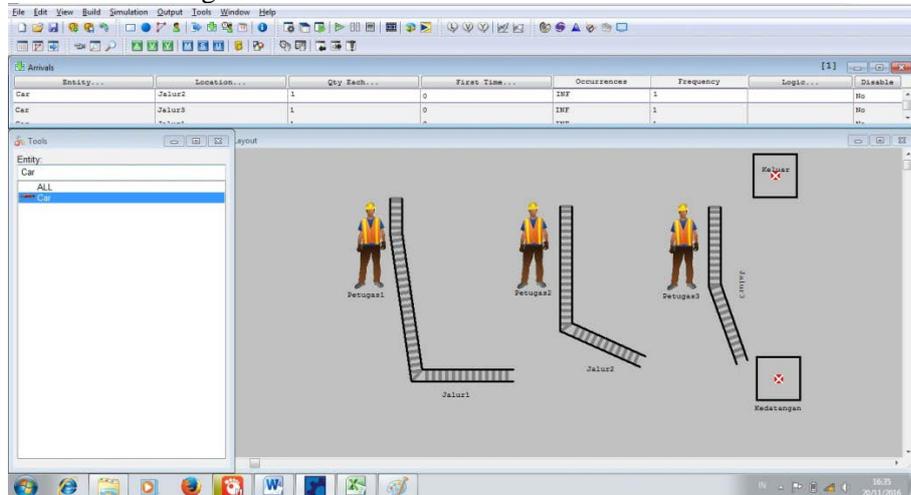
Gambar 9. Tampilan pengaturan locations pada promodel.

Kemudian setelah lokasi dibuat mewakili keadaan hasil observasi, maka selanjutnya adalah memasukkan entitasnya seperti pada gambar 10.

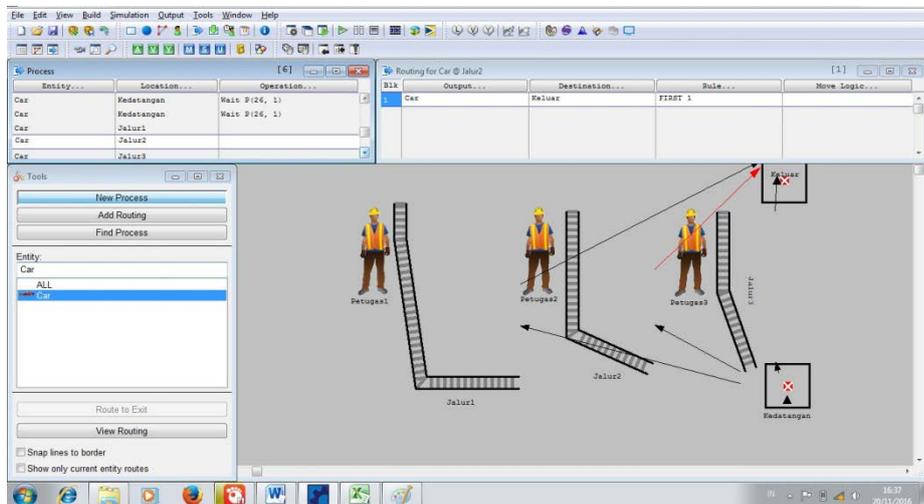


Gambar 10. Jenis entitas yang digunakan mewakili pelanggan SPBU.

Selanjutnya mengatur proses kedatangan, dengan menambahkan data pelanggan ke dalam tabel kedatangan.

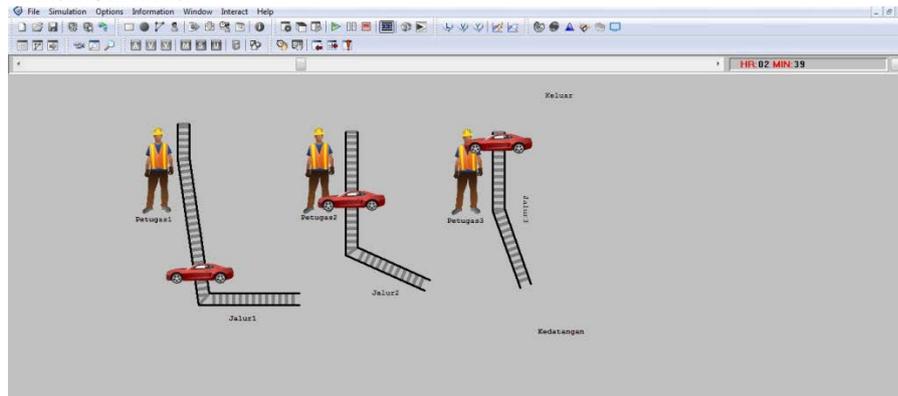


Gambar 11. Setting data kedatangan.



Gambar 12. Pengaturan proses simulasi antar entitas.

3.4.2. Hasil Simulasi



Gambar 13. Proses simulasi sedang dijalankan.

Dari hasil simulasi, diperoleh total kedatangan untuk keseluruhan fasilitas adalah sebanyak 540 pelanggan. Dengan waktu rata-rata antar kedatangan pada fasilitas 1 sebesar 0,9 menit, fasilitas 2 selama 0,6 menit dan pada fasilitas 3 selama 0,4 menit. Simulasi dijalankan selama waktu kerja 3 jam sesuai dengan hasil observasi awal yang dimulai dari pukul 14.00 sampai dengan pukul 18.00 WIB.

Name	Scheduled Time (Hr)	Capacity	Total Entries	Average Time Per Entry (Min)	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Kedatangan	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Petugas1	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Petugas2	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Petugas3	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jalur1	3,00	999,999,00	181,00	0,90	0,90	1,00	1,00	7,17
Jalur2	3,00	999,999,00	181,00	0,60	0,60	1,00	1,00	6,42
Jalur3	3,00	999,999,00	181,00	0,40	0,40	1,00	1,00	5,48
Keluar	3,00	1,00	540,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

Gambar 14. Hasil simulasi yang ditunjukkan oleh *Output Viewer*.

4. KESIMPULAN

Aplikasi promodel merupakan sebuah aplikasi yang sangat penting dan mumpuni dalam memodelkan suatu sistem manufaktur, sistem pelayanan dan bisnis. Sehingga, sebelum menerapkan suatu desain dan mengevaluasi suatu sistem terlebih dahulu dapat disimulasikan untuk mengurangi pemborosan biaya serta memberikan gambaran tingkat kesuksesan suatu proses. Dari hasil observasi awal, diperoleh tingkat kedatangan pelanggan sebanyak 115 pelanggan per jam dan rata-rata tingkat pelayanan sebesar 140,5 pelanggan per jamnya. Tingkat utilitasnya adalah 7% untuk fasilitas 1, fasilitas 2 sebesar 6,4% dan fasilitas 3 sebesar 5,5%.

5. SARAN

Adapun saran untuk penelitian lebih lanjut, adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah kedatangan pelanggan pada jam sibuk.
2. Menghitung waktu kedatangan dan lama antrian per kedatangan secara lengkap.
3. Simulasi dilakukan tidak hanya untuk kendaraan roda dua, melainkan untuk semua jenis kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ma'arif dan Tanjung. 2003. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Revisi. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Jakarta.
- [2] Harrell, C., Gosh, Biman K., Bowden, Royce O., Jr. 2012. *Simulation Using ProModel, Third Edition*. New York: McGraw-Hill
- [3] Handoko, T. Hani. 2000. *Manajemen*. Edisi Kedua. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- [4] Nasution, Nur. M. 2004. *Manajemen Jasa Terpadu*. Bogor. Ghalia Indonesia.
- [5] Heizer, Jay dan Barry Render. 2009. *Operation Management*. Terjemahan oleh Dwianoegrawati Setyoningsih dan Indra Almahdy. Edisi 7. Buku I. Jakarta: Salemba Empat.
- [6] Sari, Novela S. 2013. Analisis Teori Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Gajah Mada Jember. Skripsi Universitas Jember. Jember