

Simulation

Analisis Sistem Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) dengan menggunakan simulasi Arena

Amri^{*}, Muhammad dan Teuku Sybran Malasy

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

^{*}Corresponding Author: amri_ir@yahoo.co.id

Abstrak – Pertamina merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang mendirikan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Indonesia. Untuk menghadapi kemungkinan datangnya pesaing, Pertamina akhir-akhir ini telah meremajakan stasiun-stasiunnya, misalnya dengan perubahan pada penampilan dan penambahan fasilitas. PT. Tarmizi SPBU Pertamina 14.243.435 merupakan salah satu stasiun pengisian Bahan Bakar Minyak (BBM) yang ada di kota Lhokseumawe yang terletak di Jalan Merdeka Timur No. 123 Cunda-Lhokseumawe yaitu di dekat hotel Lido Graha. SPBU merupakan tempat di mana kendaraan bermotor bisa memperoleh bahan bakar. SPBU tersebut memiliki 5 mesin pengisian BBM, yaitu ada premium dan solar. Khusus untuk kendaraan roda dua mempunyai satu mesin pengisian BBM yaitu premium dengan 2 orang operator. Pada saat jam sibuk sering terjadi antrian yang panjang mencapai 5-10 sepeda motor, sehingga banyak konsumen/pelanggan yang menunggu sebelum mengisi bahan bakar. Kondisi demikian harus menjadi perhatian khusus dari pihak SPBU, agar mereka tidak banyak kehilangan pemasukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nilai utilisasi dengan 2 orang operator masing-masing 62 % dibandingkan dengan 4 orang operator dengan nilai utilitasnya 31 %, dengan penambahan server/operator menjadi 4 orang dari sebelumnya 2 orang, waktu menunggu dari 2.031 menit menjadi 0.503 menit dan jumlah kendaraan yang menunggu menjadi menurun dari 8.757 kendaraan/sepeda motor menjadi 3.329 kendaraan saja. Dari ketiga skenario perbaikan yang diberikan dapat direkomendasikan bahwa skenario 3 menjadi skenario terbaik karena waktu menunggu pada saat pengisian bakar menurun dari 2.031 menit menjadi 0.503 menit dan jumlah kendaraan yang menunggu juga menjadi menurun dari 8.757 kendaraan/sepeda motor menjadi 3.329 yaitu penambahan server/operator dari 2 orang menjadi 4 orang. Copyright © 2013 Department of industrial engineering. All rights reserved.

Kata Kunci: Antrian, Simulasi

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertamina merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang mendirikan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Indonesia. Pada Oktober 2005, Shell menjadi perusahaan swasta pertama yang membuka SPBU-nya di Indonesia, yang terletak di Lippo Karawaci, Tangerang. Shell menjual bahan bakar beroktan tinggi yang diimpor dari Singapura dan memasang harga yang kompetitif dengan harga milik Pertamina. Untuk menghadapi kemungkinan datangnya pesaing, Pertamina akhir-akhir ini telah meremajakan stasiun-stasiunnya, misalnya dengan perubahan pada penampilan dan penambahan fasilitas. Tentunya fasilitas yang menunjang pelayanan kepada pelanggan.

PT. Tarmizi SPBU Pertamina 14.243.435 merupakan salah satu stasiun pengisian Bahan Bakar Minyak (BBM) yang ada di kota Lhokseumawe yang terletak di Jalan Merdeka Timur No. 123 Cunda-Lhokseumawe yaitu di dekat hotel Lido Graha. SPBU merupakan tempat di mana kendaraan bermotor bisa memperoleh bahan bakar. SPBU tersebut memiliki 5 mesin pengisian BBM, yaitu ada premium dan solar. Khusus untuk kendaraan roda dua mempunyai satu mesin pengisian BBM yaitu premium dengan 2 orang operator.

Pada saat jam sibuk sering terjadi antrian yang panjang mencapai 5-10 sepeda motor, sehingga banyak konsumen/pelanggan yang menunggu sebelum mengisi bahan bakar. Kadang-kadang ada konsumen yang memilih untuk mencari tempat yang lain untuk mengisi minyak. Kondisi demikian harus menjadi perhatian

khusus dari pihak SPBU, agar mereka tidak banyak kehilangan pemasukan. Sehingga pelayanan dapat mengusahakan agar dapat melayani pelanggan dengan baik tanpa harus menunggu lama (meminimalkan waktu tunggu).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah ialah sebagai berikut:

1. Berapa lama waktu menunggu kendaraan pada antrian saat melakukan pengisian bahan bakar dan berapa jumlah kendaraan yang antri ?
2. Berapa nilai utilitas dari operator ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui lama waktu menunggu kendaraan pada antrian saat melakukan pengisian bahan bakar dan jumlah kendaraan yang antri.
2. Mengetahui nilai utilitas dari operator

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi pihak perusahaan, sebagai bahan masukan atau usulan perbaikan dari sistem mengenai lama waktu antrian yang terjadi, sehingga pihak perusahaan dapat melakukan perbaikan agar dapat melayani pelanggan dengan maksimal.
2. Dapat melatih diri penulis dalam hal pengambilan suatu keputusan dengan menggunakan simulasi, khususnya menggunakan *software* Arena. Walaupun simulasi bukan untuk menyelesaikan masalah tetapi dapat memberikan solusi mengenai pemecahan masalah.

1.5 Batasan dan Asumsi

1.5.1 Batasan masalah

Untuk memudahkan dalam pemecahan masalah, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yaitu:

1. Studi hanya membahas antrian pada bagian sepeda motor saja.
2. Pengamatan dilakukan selama satu minggu.
3. Pengamatan dilakukan pada waktu acak (random) dari jam 08.00-18.00 WIB.
4. Menggunakan Arena 12.0 (versi Student)

1.5.2 Asumsi

Adapun asumsi yang dapat diberikan pada penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Operator mempunyai kemampuan yang sama dalam melayani pelanggan.
2. Selama pengamatan tidak terjadi bencana.
3. Tidak ada prioritas server.

2 Tinjauan Kepustakaan

2.1 Sejarah teori antrian

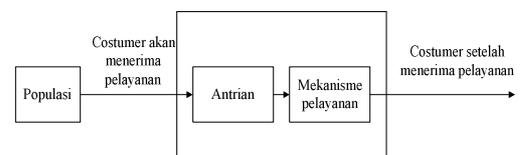
Teori antrian pertama kali dikemukakan oleh A.K. Erlang, seorang ahli matematika bangsa Denmark pada tahun 1910 dalam bukunya *Solution of Some Problem in the Theory of Probability of Significance in Automatic Telephone Exchange*. A.K. Erlang melakukan eksperimen tentang fluktuasi telepon yang berhubungan dengan *automaticdialing equipment*, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Dalam waktu-waktu yang sibuk operator sangat kewalahan untuk melayani para penelpon secepatnya, sehingga para penelpon harus antri menunggu giliran. Persoalan aslinya A.K. Erlang hanya memperlakukan perhitungan keterlambatan (*delay*) dari seorang operator [1]. Teori antrian (*Queueing Theory*) adalah merupakan suatu alat analisa yang sangat membantu di dalam memecahkan problem tersebut di atas. Teori ini memberikan informasi penting yang dibutuhkan didalam pengambilan keputusan dengan meramalkan berbagai karakteristik dari barisan antri [2].

2.2 Karakteristik sistem antrian

Sistem antrian mempunyai 6 elemen utama yaitu : sumber (populasi) kedatangan langganan, barisan antri, disiplin pelayanan, mekanisme pelayanan, dan kepergian pelanggan. Karakteristik dari setiap elemen ini akan memberikan bentuk dari setiap barisan antri [3].

1. Sumber masukan (populasi)
2. Kedatangan langganan/pola kedatangan kedatangan berikutnya disebut selang waktu kedatangan.
3. Barisan antri
4. Disiplin pelayanan

Proses ini dapat dilihat pada Gambar 1.

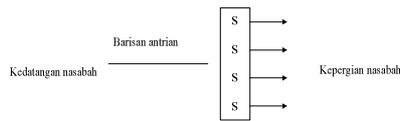


Gambar 1 Proses Dasar Antrian

Namun urutan pelayanan dapat berlangsung menurut aturan-aturan sebagai berikut [4]:

- a. Aturan FCFS (*First Come First Served*) yaitu yang duluan datang yang duluan dilayani. Sesuai dengan susunan antrian dalam satu barisan, satuan-satuan kedatangan yang bergerak teratur melalui satu lintasan tunggal menuju ke stasiun pelayanan sehingga urutan antrian dan urutan pelayanan adalah sesuai dengan urutan

kedatangan. Seperti yang yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Pelayanan dengan Aturan FCFS

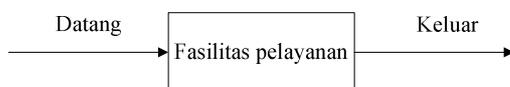
- b. Aturan LCFS (*Last Come First served*) yaitu yang terakhir yang duluan dilayani. Dengan aturan ini kedatangan yang terakhir selalu dilayani duluan. Aturan ini berlaku pada kapal Ferry penyeberangan dimana mobil yang terakhir masuk ke dalam kapal Ferry pada saat pemberangkatan adalah yang duluan ke luar di dermaga tujuan.
- c. Aturan SIRO (*Service In Random Order*) yaitu sistem antrian ini menerapkan urutan pelayanan tidak mengikuti urutan kedatangan maupun urutan antrian melainkan secara acak dengan memilih pelanggan satu demi satu dari antrian baik dari antrian yang tersusun menurut urutan tertentu maupun antrian yang menyebar tanpa urutan. Aturan ini dapat ditentukan pada perlombaan dengan cara penunjukan pemain secara acak antara para peserta yang menunggu giliran masing-masing.

- 5. Mekanisme pelayanan
- 6. Kepergian pelanggan

2.3 Model-model struktur antrian

Berdasarkan sifat proses pelayanannya, dapat diklasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan saluran (*channel*) dan *phase* yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda. Istilah saluran menunjukkan jumlah jalur atau tempat memasuki sistem pelayanan yang juga menunjukkan jumlah stasiun pelayanan dimana para *customer* harus melaluinya sebelum pelayanan dinyatakan lengkap. Empat model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian adalah : *single channel-single phase*, *single channel-multi phase*, *multi channel-single phase* dan *multi channel-multi phase*. Berikut penjelasan keempat model struktur antrian tersebut sebagai berikut [5].

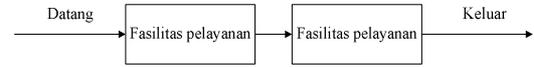
- a. Satu barisan (antrian) dan satu fase pelayanan (*single channel-single phase*) Sebagai contoh adalah seorang pelayan took (tunggal). Seorang tukang cukur, dan sebagainya. Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Single Channel-Single Phase*

- b. Satu barisan dan beberapa fase pelayanan (*single channel-multi phase*)

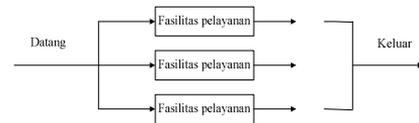
Proses pelayanan merupakan *sequencing/urutan* pekerjaan. Proses pelayanan semacam ini misalnya mengurus ijin usaha melalui beberapa orang pejabat pemerintah. Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Single Channel-Multi Phase*

- c. Beberapa barisan untuk satu fase pelayanan (*multi channel single phase*)

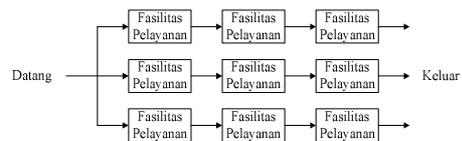
Sebagai contoh dari proses pelayan seperti ini adalah pelayanan pembelian tiket yang dilayani lebih dari satu loket, pelayanan potong rambut dimana terdapat lebih dari satu tukang potong, pelayanan di suatu bank dimana ada beberapa loket yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Multi Channel-Single Phase*

- d. Beberapa barisan dan beberapa fase pelayanan (*multi channel multi phase*)

Contoh dari struktur pelayanan semacam ini adalah pelayanan kepada pasien di rumah sakit. Di dalam rumah sakit tersebut, beberapa perawat akan mendatangi pasien secara teratur dan memberikan pelayanan dengan kontinu (sebagai suatu urutan pekerjaan). Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Multi Channel Multi Phase*

2.4 Langkah-langkah dalam studi simulasi

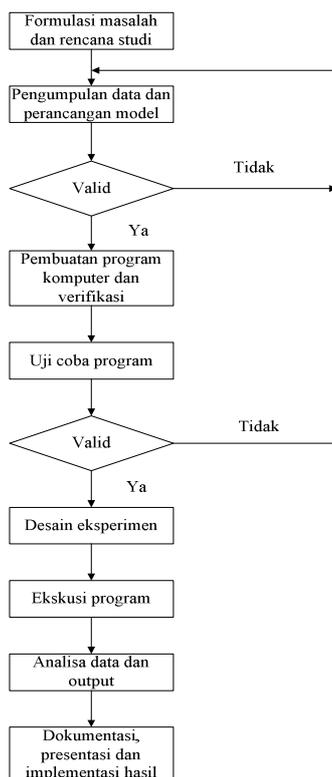
Agar proses simulasi dapat berjalan dengan baik dan terarah berikut beberapa langkah pokok yang diperlukan dalam studi simulasi pada Gambar 7 [6].

- a. Formulasi masalah dan tujuan
- b. Pengumpulan data dan perancangan model
- c. Validasi model
- d. Membuat program komputer dan verifikasi
- e. Uji coba program
- f. Validasi program
- g. Perancangan eksperimen

- h. Ekskusi program
- i. Analisis data dan output
- j. Dokumentasi, presentasi dan implementasi

2.5 Konsep probabilitas dalam simulasi

Dalam simulasi sebagian besar perubahan yang terjadi pada sistem didekati dengan konsep probabilitas. Untuk dapat menggambarkan bagaimana mekanisme perubahan sistem, diperlukan suatu metode yang dapat dijadikan dasar untuk mengidentifikasi perubahan sistem tersebut. Entitas, atribut dan elemen lain suatu sistem dari waktu ke waktu umumnya berubah secara dinamis. Dinamisasi sebuah sistem sering tak dapat diduga karena kerandoman dalam setiap kemungkinan perubahan yang ada. Akan tetapi, sebagaimana tidak pastinya kemungkinan kejadian dalam sistem yang diamati, seorang analis sistem harus dapat melakukan pendugaan yang sangat diperlukan dalam proses pengambilan keputusan. Caranya adalah dengan memperlihatkan kerandoman yang terjadi dalam pembuatan model simulasi hingga dapat dibentuk sebuah model yang bias menjadi representasi sistem nyata yang diamati.



Gambar 7. Langkah-langkah penyelesaian masalah dalam studi simulasi

2.6 Verifikasi model simulasi

Model simulasi yang dibangun harus kredibel. Representasi kredibel sistem nyata oleh model

simulasi ditunjukkan oleh verifikasi dan validasi model. Verifikasi adalah proses pemeriksaan apakah logika operasional model (program komputer) sesuai dengan logika diagram alur. Kalimat sederhananya, apakah ada kesalahan dalam program? (Hoover dan Perry, 1990), verifikasi adalah pemeriksaan apakah program komputer simulasi berjalan sesuai dengan yang diinginkan, dengan pemeriksaan program komputer. Verifikasi memeriksa penerjemahan model simulasi konseptual (diagram alur dan asumsi) ke dalam bahasa pemrograman secara benar [7].

Delapan teknik yang dapat digunakan untuk mendebug program komputer dari model simulasi :

- a. Dalam mengembangkan model simulasi, tulis dan debug program komputer dalam bentuk modul atau subprogram.
- b. Disarankan agar lebih dari satu orang membaca program komputer jika model simulasi yang dikembangkan besar. Penulis program itu sendiri mungkin tidak dapat memberikan kritik yang baik.
- c. Jalankan simulasi dengan beberapa setting parameter input dan lihat apakah outputnya masuk akal.
- d. Lakukan "trace", di mana status sistem yang disimulasi, yaitu: daftar event, variabel status, cacahan statistik, dan sebagainya, dicetak setelah masing-masing event terjadi dan dibandingkan dengan perhitungan manual untuk melihat apakah program bekerja sebagaimana mestinya.
- e. Jika mungkin, model harus dijalankan dengan asumsi-asumsi yang disederhanakan di mana karakteristik yang sebenarnya diketahui atau dapat dihitung dengan mudah.
- f. Pada beberapa model simulasi, akan sangat menolong jika ada animasi output simulasi yang dapat diteliti.
- g. Tuliskan mean dan varians sampel untuk setiap distribusi probabilitas input simulasi dan bandingkan dengan mean dan varians yang diinginkan (misalnya historikal). Langkah ini menentukan apakah nilai-nilai input dibangkitkan dengan benar dari distribusi-distribusi tersebut.
- h. Gunakan paket simulasi untuk memperkecil jumlah baris kode yang dibutuhkan.

2.7 Validasi model simulasi

Suatu model simulasi dikatakan valid secara kuantitatif apabila model tersebut tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan sistem riil pada setiap ukuran kinerja sistem.

Adapun penjelasan mengenai uji validitas model simulasi sebagai berikut [8]:

1. Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Pada model simulasi ini dimaksudkan untuk membandingkan performansi sistem riil dengan model simulasi. Apabila hasil uji menyatakan bahwa kedua nilai rata-rata tidak berbeda secara signifikan, maka dapat disimpulkan model memiliki validitas yang cukup untuk mempersentasikan parameter sistem riil yang diamati. Uji hipotesis yang digunakan adalah uji kesamaan dua rata-rata dengan variansi populasi tidak diketahui. Asumsi kenormalan dibutuhkan untuk mengembangkan prosedur pengujian ini.

Hipotesis nol diuji dengan :

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{Sp^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (1)$$

$$Sp^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (2)$$

dengan :

- \bar{x}_1 = nilai rata-rata parameter sistem riil
- \bar{x}_2 = nilai rata-rata parameter model simulasi
- S_1 = standar deviasi parameter sistem riil
- S_2 = standar deviasi parameter model simulasi
- n_1 = banyak data parameter sistem riil
- n_2 = banyak data parameter model simulasi
- H_0 diterima jika :
 $-\alpha/2, n_1 + n_2 - 2 \leq t \leq \alpha/2, n_1 + n_2 - 2$

2. Uji Kesamaan Dua Variansi

Dalam uji kesamaan dua rata-rata diatas diasumsikan bahwa kedua populasi mempunyai variansi yang sama. Agar hasil uji kesamaan dua rata-rata yang dilakukan benar, maka diperlukan suatu kepastian bahwa asumsi tentang persamaan dua variansi terpenuhi. Untuk itu hipotesis nol diuji dengan :

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (3)$$

H_0 diterima jika $F_{1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1} \leq F \leq F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$

3. Uji kecocokan model simulasi

Uji ini dimaksudkan untuk menguji apakah frekuensi pengamatan (sistem riil) kontribusi dengan frekuensi harapan yang dihasilkan oleh model simulasi. Uji yang digunakan sama dengan uji beda pendugaan distribusi probabilitas, yaitu :

a. Uji Chi-Square, Hipotesis nol diuji dengan :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(\theta_i - E_i)^2}{E_i} \quad (4)$$

Dengan :

θ_i = frekuensi pengamatan (empiris) ke i ($i=1,2, \dots,k$)

E_i = frekuensi harapan (teoritis) ke i ($i=1,2, \dots,k$)

H_0 diterima jika $\chi^2 \leq \chi^2_{\alpha, db}$

b. Uji Kolmogorov-Smirnov

Hipotesis nol diuji dengan :

$$D = \max |F_0(x) - S_N(x)| \quad (5)$$

Dengan :

$F_0(x)$ = fungsi distribusi frekuensi
 komulatif harapan (teoritis)

$S_N(x)$ = fungsi distribusi frekuensi komulatif
 pengamatan (empiris)

H_0 diterima jika $D \leq D_{\alpha, n}$

Apabila dari 3 uji diatas (uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi dan uji kecocokan model simulasi) H_0 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa model simulasi yang dapat dibuat memiliki validitas yang cukup untuk mempersentasikan sistem riil yang diamati. Dengan demikian maka model simulasi yang dibuat dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut guna mengetahui perilaku sistem riil dan kemungkinan pengembangan model bagi peningkatan performansi dan perancangan sistem yang optimal.

2.8 Arena

Software ini menganut sistem *drag & drop* dan memiliki kemampuan animasi 2 dimensi. ARENA juga memiliki tingkat kompatibilitas yang baik. Kemampuan animasinya dapat ditunjang oleh file-file dari AutoCad. ARENA di spesialisasikan untuk menyelesaikan masalah-masalah Simulasi Sistem Diskret. Kelebihan lain dari ARENA adalah memiliki kemampuan pengolahan data statistik, walaupun tidak begitu lengkap. Arena sebagai *software* simulasi yang berfungsi melindungi model dengan cara meramalkan dampak dari kondisi-kondisi yang baru, aturan-aturan dan strategi sebelum pelaksanaan yang akan dilakukan [9].

2.8.1 Ciri-ciri software Arena

Ciri-ciri *software* arena adalah [10]:

1. Menggambarkan aliran proses dengan menggunakan model *flowchart*.
2. Mengidentifikasi data seperti variabel, pengembangan dan penjadwalan.
3. Peramalan untuk pengembangan komponen sistem.
4. Aktivitas dasar penetapan biaya secara terperinci.
5. Penganalisaan data global dengan distribusi.
6. Visualisasi dari aliran proses data.
7. Hasil analisis meliputi grafik dan analisis *running* model.

2.8.2 Keuntungan software Arena

Keuntungan menggunakan software Arena adalah :

1. Menganalisa keseluruhan item yang diinputkan dari level awal sampai level akhir.
2. Dapat digunakan untuk menganalisis bisnis seperti: industri global, perbankan, asuransi keuangan, dan lain-lain.

3 Metodologi Penelitian

3.1 Tempat dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada PT. Tarmizi SPBU Pertamina 14.243.435 yang terletak di Jalan Merdeka Timur No. 123 Cunda-Lhokseumawe yaitu di dekat hotel Lido Graha. Penelitian dilakukan pada jenis kendaraan roda dua saja, dengan mengamati waktu kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan oleh petugas SPBU.

3.2 Metode Analisis Data

Untuk uji validasi model simulasi dengan menggunakan persamaan 6 dan 7 yaitu Uji Kesamaan Dua Rata-Rata dengan hipotesis nol diuji dengan rumus

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{Sp^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (6)$$

$$Sp^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (7)$$

Dengan :

\bar{x}_1 = nilai rata-rata parameter sistem riil

\bar{x}_2 = nilai rata-rata parameter model simulasi

S_1 = standar deviasi parameter sistem riil

S_2 = standar deviasi parameter model simulasi

n_1 = banyak data parameter sistem riil

n_2 = banyak data parameter model simulasi

Apabila hasil uji menyatakan bahwa kedua nilai rata-rata tidak berbeda secara signifikan, maka dapat disimpulkan model memiliki validitas yang cukup untuk mempersentasikan parameter sistem riil yang diamati. Untuk merancang skenario perbaikan dengan menggunakan software *Arena Process Analyzer*. Skenario perbaikan tidak lepas dari analisis-analisis yang penulis berikan pada sistem dengan melihat keluaran dari model yang telah disimulasikan. Dalam hal ini diberikan beberapa alternatif perbaikan terhadap kinerja sistem yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada sistem tersebut yakni terjadinya antrian.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

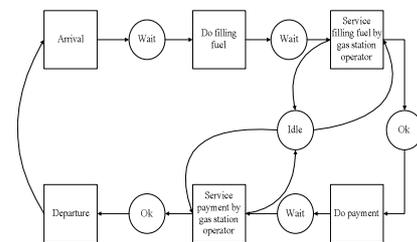
Dalam menganalisis sistem antrian diperlukan data jumlah kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan operator. Hasil pengumpulan data jumlah kedatangan dan waktu pelayanan yang diperoleh selama 1 minggu pengamatan dari hari senin sampai minggu dari jam 08.00-18.00 WIB secara acak (random). Hasil bilangan randomnya dapat dilihat pada Tabel 4.1. dan waktu pengamatannya yang terpilih berdasarkan bilangan random dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil pengumpulan data jumlah kedatangan pelanggan, dan waktu pelayanan operator dapat dilihat pada Lampiran 2 s/d 3.

Dalam membangun bilangan random, Penulis menggunakan bantuan software *Microsoft Excel* dengan perintah *Randbetween*. Pengamatan dilakukan selama 1 minggu dan 10 jam dalam sehari dari jam 08.00-18.00 WIB dengan lama waktu setiap pengamatan yaitu 5 menit. Maka 10 jam x 60 menit = 600 menit, kemudian dibagi dengan 5 menit yaitu 600/5 = 120 pengamatan. Jadi maksimal pengamatan yang bisa dilakukan adalah 120 kali dalam satu hari. Jadi, untuk angka random dari 1-120, kita tuliskan perintah : = *randbetween*(1;120). Pengamatan dalam sehari dilakukan sebanyak 70 pengamatan dengan menggunakan bilangan random.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pemodelan dengan activity cycle diagram

Aktivitas pengisian bahan bakar, dimana waktu kedatangan pelanggan berdistribusi tertentu. Setelah kedatangan dan masuk kedalam sistem maka pelanggan tersebut menunggu sampai operator dalam keadaan *idle*, kemudian dimulai pelayanan pengisian bahan bakar oleh operator, kemudian pelanggan melakukan pembayaran sesuai dengan kuantitas pengeluaran mesin BBM, dan setelah selesai maka pelanggan tersebut keluar dari sistem. Untuk lebih jelas bisa dilihat pada Gambar 8.



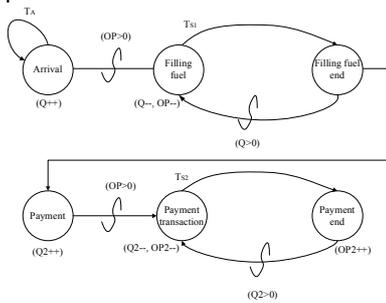
Gambar 8. Activity Cycle Diagram Sistem Antrian Pengisian Bahan Bakar

4.2.2 Pemodelan dengan event graph

Misalkan pada sistem antrian pengisian bahan bakar dengan jumlah operator (OP). Dengan pelanggan

datang dengan antar waktu kedatangan (T_A) dan dilayani secara berurutan oleh operator dengan waktu pelayanan (T_S). Variabel *state* dapat didefinisikan :
 OP = jumlah operator
 Q = jumlah pelanggan yang antri

Event yang menyebabkan perubahan *state* adalah kedatangan, pengisian bahan bakar, dan selesai pengisian bahan bakar, dan pembayaran, transaksi pembayaran, dan selesai pembayaran. Untuk lebih jelas bisa dilihat pada Gambar 9

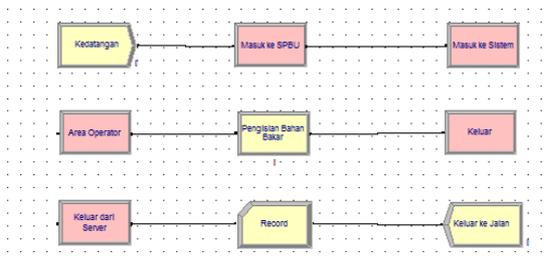


Gambar 9. Event Graph Sistem Antrian Pengisian Bahan Bakar

Kedatangan berarti pelanggan masuk kedalam antrian sehingga variabel *state* Q nilainya bertambah satu, ini digambarkan dengan increment $\{++\}$ yaitu $\{Q++\}$. Jika operator yang *idle* ($OP>0$) maka *event* pelayanan pengisian bahan bakar bisa dilakukan dan ini menyebabkan antrian dan jumlah operator yang *idle* berkurang satu, ini dinotasikan dengan decrement $\{--\}$ yaitu $\{Q--\}$ dan $\{OP--\}$. Selesaiannya pelayanan pengisian bahan bakar akan terjadi setelah *delay* selama T_S terlampaui dan terjadinya selesai pelayan akan menyebabkan jumlah operator bertambah $\{OP++\}$.

4.2.3 Pemodelan simulasi dengan Arena

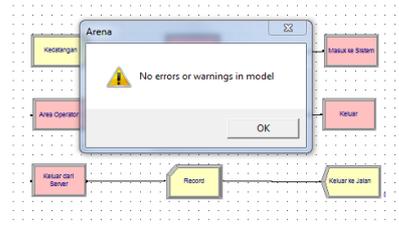
Setelah dilakukan pengumpulan data, kemudian direkapitulasi dengan bantuan *Microsoft Excel* dan dilakukan penentuan jenis distribusi untuk waktu antar kedatangan dari pelanggan sepeda motor dan waktu pelayanan dari operator dengan menggunakan *Arena Input Analyzer*. Model Arena untuk menggambarkan kondisi sistem seperti pada Gambar 10.



Gambar 10 Model Simulasi Arena

4.2.4 Verifikasi model simulasi

Verifikasi merupakan proses perbandingan antara model konseptual dengan model simulasi. *Comparing system* tanpa uji statistik dilakukan dalam verifikasi, yaitu dengan melakukan pengecekan ada tidaknya *error* dalam model Arena. Gambar 11 merupakan hasil verifikasi model simulasinya.



Gambar 11. Verifikasi Model Simulasi

4.2.5 Simulasi skenario perbaikan

Eksperimen simulasi disini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dari beberapa faktor terhadap performansi sistem yang dikaji. Adapun ukuran performansi sistem yang dikaji adalah jumlah antrian dan lamanya kendaraan/sepeda motor berada dalam antrian. Antrian tersebut berarti lamanya kendaraan menunggu untuk diproses. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan server terhadap antrian kendaraan di lokasi pengisian. Gambar 12 berikut merupakan skenario yang diusulkan dalam perbaikan kinerja sistem.

Scenario Properties		Controls			Responses							
S	Name	Program File	Reps	operator 1	operator 2	Rep Length	operator 1 Utilization	operator 2 Utilization	System Number Out	Sepeda motor W/P	Pengisian Bahan	Pengisian Bahan
Scenario 1	16 : Sistem Antrian pa	70	1.00	1.00	1200.00	0.62	0.62	4124.200	11.757	2.031	8.757	
Scenario 2	16 : Sistem Antrian pa	70	2.00	1.00	1200.00	0.31	0.62	4124.200	11.757	2.031	8.757	
Scenario 3	16 : Sistem Antrian pa	70	2.00	2.00	1200.00	0.31	0.31	4130.543	8.314	0.503	3.329	

Gambar 12. Skenario Perbaikan

4.2.6 Analisis hasil

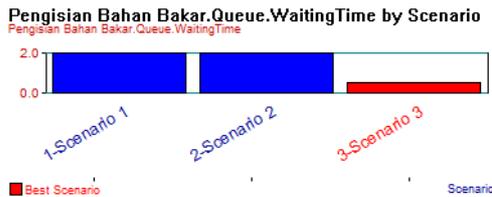
Berdasarkan hasil uji kesamaan dua rata-rata dapat disimpulkan bahwa :

- H_0 diterima jika $-Z_{0,025} \leq Z_{hitung} \leq Z_{0,025}$
 $-1,96 \leq -0,428 \leq 1,96$
- H_0 ditolak jika $Z_{hitung} > 1,96$ atau $Z_{hitung} < -1,96$
 $-0,428 > 1,96$ atau $-0,428 < -1,96$

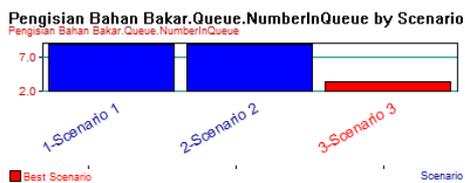
Kesimpulan H_0 diterima, berarti tidak cukup bukti untuk menyimpulkan bahwa jumlah kedatangan sepeda motor (pelanggan) dalam sistem pada sistem riil (sistem saat ini) berbeda dengan jumlah kedatangan sepeda motor (pelanggan) dalam sistem hasil simulasi. Berdasarkan hasil uji kesamaan dua rata-rata dapat disimpulkan bahwa model simulasi yang telah dibuat memiliki validitas yang cukup untuk merespresentasikan sistem riil yang diamati.

4.2.7 Analisis skenario perbaikan

Berdasarkan hasil skenario yang telah dilakukan dengan panjang waktu simulasi 1200 menit dengan 70 replikasi dapat disimpulkan bahwa, dengan penambahan server maka utilitas dari operator/resource akan menurun. Tetapi waktu menunggu pengisian bahan bakar menjadi berkurang dan jumlah kendaraan/sepeda motor yang menunggu pada antrian juga berkurang. Untuk hasil lebih jelas bisa dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14 berikut dari tiga hasil skenario yang dilakukan.



Gambar 13. Grafik Waktu Menunggu Kendaraan pada Pengisian Bahan Bakar



Gambar 14 Grafik jumlah antrian kendaraan pada pengisian bahan bakar

Dari ketiga skenario perbaikan yang diberikan dapat direkomendasikan bahwa skenario 3 menjadi skenario terbaik karena waktu menunggu pada saat pengisian bakar menurun menjadi 0.503 menit daripada skenario 1 dan 2 dengan waktu menunggu mencapai 2.031 menit. Begitu juga dengan jumlah kendaraan yang menunggu pada antrian juga berkurang dibandingkan dengan skenario 1 dan 2 dengan jumlah kendaraan yang menunggu 8.757 kendaraan dan pada skenario 3 menjadi 3.329 kendaraan.

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari adalah sebagai berikut:

1. Nilai utilisasi dengan 2 orang operator masing-masing 62 % dibandingkan dengan 4 orang operator dengan nilai utilitasnya 31 %.
2. Penambahan server/operator menjadi 4 orang dari sebelumnya 2 orang, waktu menunggu dari 2.031 menit menjadi 0.503 menit dan jumlah kendaraan yang menunggu menjadi menurun dari 8.757 kendaraan/sepeda motor menjadi 3.329 kendaraan saja.

3. Dari ketiga skenario perbaikan yang diberikan dapat direkomendasikan bahwa skenario 3 menjadi skenario terbaik karena waktu menunggu pada saat pengisian bakar menurun dari 2.031 menit menjadi 0.503 menit dan jumlah kendaraan yang menunggu juga menjadi menurun dari 8.757 kendaraan/sepeda motor menjadi 3.329 yaitu penambahan server/operator dari 2 orang menjadi 4 orang.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya peneliti berikutnya melakukan penelitian secara keseluruhan sistem yang diamati, yaitu SPBU. Bukan hanya pada jenis kendaraan roda dua/sepeda motor saja. Dan waktu penelitiannya menjadi lebih lama, agar simulasi yang dibuat lebih menyerupai sistem nyata.
2. Perusahaan dapat mempertimbangkan pendekatan simulasi untuk mengatasi permasalahan antrian pada stasiun pengisian bakar minyak, khususnya sepeda motor.

Daftar Pustaka

- [1] Adi Baskara Joni, I Dewa Made dan Suryani, Erma, *Efficiency Analysis of Banking Services to Enhance the Performance of Services Using Discrete Simulation Approach*, Program Pascasarjana, Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopembe, 2011.
- [2] Aji, Soma Purnama dan Bodroastuti, Tri, *Penerapan Model Simulasi Antrian Multichannel Single Phase Pada Antrian Di Apotek Purnama Semarang*, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Widya Manggala, Semarang, 2012.
- [3] Boediono. *Teori dan Aplikasi Statistik dan Probabilitas*. PT Remaja Rosdakarya, Bandung, 2004.
- [4] Hasan, Irmayanti, *Model Optimasi Pelayanan Nasabah Berdasarkan Metode Antrian (Queueing System)*, Jurnal Keuangan dan Perbankan, vol 15, No.1 Januari 2011.
- [5] Hasian, Dio Putera dan Putra, Aldie Kur', anul, *Simulasi Pelayanan Pengisian Bahan Bakar di SPBU Gunung Pangilun*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas, Padang, 2011.
- [6] Rahmadani, Dewi dan Julasmasari, Fitri, *Simulasi Antrian Pelayanan Kasir Swalayan Citra Di Bandar Buat*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas, Padang, 2011.
- [7] Santini, Wana, *Analisis Sistem Antrian pada Bagian Teller di PT. BPD Aceh Cabang Medan*, Skripsi, Program Pendidikan Sarjana Ekstensi, Departemen Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, 2010.
- [8] Siswanto, *Operation Research* jilid II. Yogyakarta: Penerbit Erlangga, 2006.
- [9] Suryani, Erma, *Pemodelan & Simulasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006.
- [10] Wahyudi, Gustri Vero, Sinulingga, Sahmanbanta, dan Firdaus, Fachrosi, *Perancangan Sistem Simulasi Antrian Kendaraan Bermotor pada Stasiun Pengisian Bahan-Bakar Umum (SPBU) Menggunakan Metode Distribusi Eksponensial pada SPBU Sunset Road*, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Udayana, 2012.