

# Optimasi dan Simulasi Sistem Antrian *Single-Line Multiple Servers*

Vera Devani

<sup>1,2</sup> Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Email: veradevani@gmail.com

## Abstrak

Berkembangnya perusahaan penyedia jasa keuangan non perbankan seiring dengan keinginan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya jumlah nasabah untuk mendapat pelayanan yang menimbulkan terjadinya antrian. Sistem antrian paralel (*Single-Line Multiple Servers*) merupakan model antrian jika dua atau lebih fasilitas pelayanan dilayani oleh antrian tunggal. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengoptimasikan waktu pelayanan dan menunggu nasabah dalam antrian serta usulan jumlah konter yang dibutuhkan dengan menggunakan simulasi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan rata-rata panjang antrian 1 nasabah, panjang antrian dalam sistem 1 nasabah, waktu menunggu dalam antrian 0,0052 menit dan waktu menunggu dalam sistem 0,5027 menit. Rata tingkat kesibukan loket adalah 0,664 (66,4%). Jumlah konter yang dibutuhkan 4 konter.

**Kata kunci:** Optimasi, Simulasi, *Single-Line Multiple Servers*.

## Abstract

*The development of non-banking financial service providers is in line with the people's desire to make ends meet. This causes an increase in the number of customers seeking service, which causes queues. A parallel queuing system (Single-Line Multiple Servers) is a queuing model if two or more service facilities are served by a single queue. The research conducted aims to optimize service time and wait for customers in queues as well as to propose the number of counters needed by using simulation. Based on the research conducted, it can be concluded that the average queue length is 1 customer, the queue length in the system is 1 customer, the waiting time in the queue is 0.0052 minutes and the waiting time in the system is 0.5027 minutes. The average counter activity level is 0.664 (66.4%). Number of counters needed 4 counters.*

**Key words:** Optimization, Simulation, *Single-Line Multiple Servers*.

## 1. Pendahuluan

Kedatangan pelanggan untuk dilayani, menunggu untuk mendapatkan pelayanan dan meninggalkan sistem setelah menerima layanan merupakan gambaran dari sistem antrian. Pola kedatangan pelanggan dapat dilihat dari waktu antar kedatangan. Antara kedatangan dua pelanggan dapat bersifat deterministik atau stokastik. Jika pola kedatangan tetap/tidak berubah dan waktu antar kedatangan dapat ditentukan maka disebut dengan pola kedatangan deterministik. Pola kedatangan pelanggan yang deterministik menghasilkan pola antrian yang panjang. Sedangkan pola kedatangannya bersifat stokastik, kedatangannya belum ditentukan maka perlu dicari kesesuaian dengan distribusi tertentu [1].

Sistem antrian yang sering ditemui adalah *First Come First Serve* (FCFS). FCFS adalah sistem antrian dimana pelanggan dilayani berdasarkan urutan kedatangan, yang datang lebih awal akan dilayani terlebih dahulu. Proses pelayanan bergantung pada jumlah pelanggan yang menunggu untuk dilayani. Jika antrian panjang, server harus bisa bekerja lebih cepat, sebaliknya jika server tidak bisa bekerja cepat maka akan terjadi penumpukan antrian sehingga tidak efisien karena banyak waktu yang digunakan pelanggan untuk menunggu dalam antrian

*Queuing Theory* adalah metodologi penelitian operasi klasik yang menggunakan model matematika yang relevan untuk memperoleh formula tertutup atau rekursif yang memungkinkan perancang sistem menghitung matrik kinerja seperti panjang antrian rata-rata, waktu tunggu rata-rata, dan proporsi pelanggan dalam antrian [2]. Dengan kata lain Teori Antrian (*Queuing Theory*) adalah teknik pemodelan matematika tingkat lanjut yang bisa memperkirakan waktu tunggu. Secara umum sistem antrian memiliki dua komponen utama yaitu pelanggan dan server. Layanan yang dapat disediakan segera atau tidak oleh server tergantung pada jenis layanan dan jumlah

pelanggan. Sejak pelanggan datang secara acak, ada variabilitas dalam sistem, keterlambatan pelanggan sangat bervariasi dan tergantung pada jumlah server yang bekerja dan seberapa cepat mereka dapat bekerja. Jika pelanggan harus menunggu hal itu disebut sebagai antrian. Model antrian dapat digunakan untuk menerjemahkan kedatangan pola dan waktu pemrosesan untuk memperkirakan ukuran kinerja sistem, seperti waktu tunggu pelanggan rata-rata dan kemungkinan pelanggan acak [3].

Meningkatnya jumlah penyedia jasa keuangan non perbankan (*leasing*) seiring dengan meningkatnya kebutuhan sekunder masyarakat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut masyarakat rela mengantri untuk melakukan transaksi pembayaran kredit. Penelitian dilakukan di salah satu perusahaan non perbankan (*leasing*). Pengamatan pendahuluan dilakukan pada hari kerja yaitu Senin-Jumat pada jam sibuk yaitu pukul 08.00-12.00 selama 5 hari. Tabel 1 menunjukkan rekapitulasi waktu menunggu nasabah pada 4 konter.

Tabel 1. Waktu Tunggu Pelayanan Nasabah pada Konter 1, 2, 3, dan 4

Waktu Tunggu (menit)	Jumlah Nasabah				Presentse (%)			
	Konter 1	Konter 2	Konter 3	Konter 4	Konter 1	Konter 2	Konter 3	Konter 4
0 - 4	12	12	9	13	8.39	7.84	5.88	9.02
5 - 9	10	8	5	9	6.99	5.22	3.26	6.25
10 - 14	5	8	6	8	3.49	5.22	3.92	5.55
15 - 19	8	5	4	7	5.59	3.26	2.61	4.86
20 - 24	5	6	6	4	3.49	3.92	3.92	2.77
> 25	103	114	123	99	72.02	74.50	80.39	68.75
Jumlah (menit)	143	153	153	144	100	100	100	100

Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa dari 593 nasabah terdapat 511 nasabah (86.17%) yang mengantri lebih dari 9 menit, sedangkan waktu standar pelayanan yang ada di perusahaan 4 menit. Hal ini dapat disimpulkan bahwa nasabah yang dilayani tidak sesuai dengan waktu standar. Hanya berkisar 78 nasabah (13.15%) dengan waktu tunggu 0 sampai dengan 9 menit.

Sistem antrian paralel (*Single-Line Multiple Servers*) terjadi jika dua atau lebih fasilitas pelayanan dilayani oleh antrian tunggal. Sistem antrian paralel (*Single-Line Multiple Servers*) dapat merancang model yang lebih optimal dari sistem nyata (sebenarnya) sehingga dapat membantu memecahkan permasalahan mengenai antrian dan dapat menentukan berapa jumlah konter yang optimal.

Penelitian tentang sistem antrian sudah banyak dilakukan, tetapi mempunyai tujuan yang berbeda pada setiap penelitian tersebut. Penelitian dilakukan bertujuan untuk mendapatkan antrian yang pendek dan pelayanan pelayanan yang sangat cepat. untuk membantu meningkatkan kualitas layanan toko telekomunikasi [4]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun program simulasi untuk menyelidiki sistem antrian percobaan ulang sumber terbatas di mana *server* mengalami kerusakan acak dan perbaikan tergantung pada apakah sedang menganggur atau sibuk. Semua variabel acak yang terlibat dalam konstruksi model diasumsikan independen dan terdistribusi secara umum. Dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh distribusi yang berbeda pada ukuran kinerja seperti rata-rata dan varians jumlah pelanggan dalam sistem, rata-rata dan varians waktu respons, rata-rata dan varians waktu yang dihabiskan pelanggan dalam pelayanan, rata-rata dan varians waktu menunggu [5].

Hasil penelitian ini menunjukkan jumlah loket untuk pelayanan SKCK masih optimal, karena waktu menunggu masih rendah. Lamanya antrian pada sistem disebabkan oleh standar waktu pelayanan untuk verifikasi dokumen kurang lebih 30 menit [6]. Penelitian lainnya menunjukkan utilitas penggunaan server 94,12%, jumlah yang mengantri 15 pasien, jumlah mengantri dalam sistem 16 pasien, waktu menunggu dalam sistem 60 menit, waktu menunggu dalam antrian 56,472 menit [7].

Hasil penelitian tentang antrian dapat disimpulkan, penambahan jumlah pompa bensin dan operator pengisian bahan bakar dapat menurunkan utilitas dengan signifikan [8]. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan kemungkinan pemodelan sistem antrian pada angkutan udara dengan menggunakan model simulasi. Dengan menerapkan data terukur dari bandara ke model simulasi yang dibuat, menganalisis simulasi yang dibuat, dan usulan perbaikan untuk menentukan jumlah *service desk* [9].

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengoptimalkan waktu menunggu dan pelayanan nasabah serta usulan jumlah konter yang dibutuhkan dengan menggunakan simulasi antrian *Single-Line Multiple Servers*. Sistem antrian paralel (*Single-Line Multiple Servers*) terjadi dimana ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dilayani oleh antrian tunggal. *Single-Line Multiple Servers* dapat merancang model yang lebih optimal dari sistem nyata (sebenarnya) sehingga dapat membantu memecahkan permasalahan mengenai antrian dan dapat menentukan berapa jumlah loket yang optimal.

Optimasi didefinisikan sebagai tahapan untuk membuat sesuatu sesempurna mungkin atau seefektif mungkin [10]. Dalam matematika, statistik dan banyak ilmu lainnya, optimasi matematika adalah proses menemukan solusi terbaik untuk suatu masalah dari serangkaian alternatif yang tersedia. Definisi lain, optimasi adalah alat sederhana untuk memanfaatkan kekuatan linier dan formulasi nonlinier untuk memecahkan masalah besar secara ringkas dan menganalisis solusinya [11]. Optimasi adalah proses menemukan satu atau lebih solusi yang mempertimbangkan semua kendala dan meminimalkan (atau memaksimalkan) satu atau lebih fungsi tujuan [12].

Dari beberapa definisi optimasi dapat disimpulkan, optimasi adalah metoda untuk mencari alternatif terbaik untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Sedangkan optimalisasi matematis adalah proses memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan dengan menemukan nilai terbaik yang tersedia di seluruh sumber daya yang tersedia [13]. Pemilihan teknik pengoptimalan tergantung pada dua faktor utama yaitu metode pencarian dan parameter yang akan dioptimalkan.

Simulasi adalah salah satu alat analisis untuk mendesain dan pengoperasian proses atau sistem yang kompleks [14]. Dalam sebuah dunia yang semakin kompetitif, simulasi telah menjadi alat yang sangat ampuh untuk perencanaan, desain, dan pengendalian sistem yang kompleks. Simulasi tidak lagi dianggap sebagai pendekatan pilihan terakhir saat ini tetapi dipandang sebagai metodologi pemecahan masalah yang sangat diperlukan untuk insinyur, desainer dan manajer. Metode simulasi dan optimasi telah diterapkan di industri untuk berbagai keperluan, seperti meningkatkan kinerja energi, simulasi dan mengoptimalkan konsumsi energi, memperbaiki desain bangunan baru, serta memprediksi kinerja energi masa depan.

Model antrian yang digunakan untuk memperpendek waktu pelayanan sistem agar waktu menunggu dalam sistem menjadi lebih kecil adalah model antrian paralel (*Single-Line Multiple Servers*). Tingkat penggunaan server yang sama akan membuat waktu pelayanan lebih singkat sebanding dengan penambahan jumlah server. Setiap penambahan server akan mempengaruhi tingkat pelayanan, maka tingkat kedatangan juga akan terpengaruh, artinya jumlah pelanggan di dalam sistem yang sedikit akan menjadi daya tarik bagi pelanggan untuk memasukinya.

Model matematika untuk sistem antrian paralel adalah [15]:

- a. Tingkat kesibukan server ( $\rho$ )

$$\rho = \frac{\lambda}{M\mu} \quad (1)$$

- b. Probabilitas penggunaan server ( $P_0$ )

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{M-1} \left[ \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} \right] + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^M}{M!(1 - \frac{\lambda}{M\mu})}} \quad (2)$$

- c. Jumlah nasabah dalam antrian ( $L_q$ )

$$L_q = \frac{\lambda \mu (\frac{\lambda}{\mu})^M}{(M-1)!(M\mu - \lambda)^2} P_0 \quad (3)$$

- d. Jumlah nasabah yang mengantri dalam sistem ( $L_s$ )

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

- e. Waktu menunggu nasabah dalam antrian ( $W_q$ )

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (5)$$

f. Waktu menunggu nasabah dalam sistem ( $W_s$ )

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (6)$$

dimana:

$M$  = jumlah server

$\lambda$  = rata-rata kedatangan persatuan waktu

$\mu$  = tingkat pelayanan rata-rata

$\lambda$  = rata-rata kecepatan kedatangan

## 2. Metode Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah waktu kedatangan, lamanya waktu menunggu dan waktu proses pelayanan selama 17 hari yang dilakukan pada jam sibuk yaitu pukul 08.00-12.00 pada 4 konter pembayaran.

Tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Menghitung tingkat kesibukan konter, waktu menunggu nasabah dalam antrian, waktu menunggu nasabah dalam sistem, jumlah nasabah yang mengantri, jumlah nasabah yang mengantri dalam sistem menggunakan model matematika sistem antrian paralel (**Single-Line Multiple Servers**).
2. Menentukan jenis distribusi kedatangan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan waktu pelayanan setiap konter menggunakan uji *Chi Square*.

Tahapan uji *Kolmogorov-Smirnov*:

- a. Menentukan hipotesis

$H_0$  : Data yang diamati mengikuti distribusi yang ditetapkan

$H_1$  : Data yang diamati tidak mengikuti distribusi yang ditetapkan

- b. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi yang digunakan adalah  $\alpha = 0,01$

- c. Menentukan kriteria

$H_0$  adalah rata-rata waktu antar kedatangan nasabah berdistribusi *normal*. Uji *kolmogorov-smirnov* (D) diganti dengan nilai asimptotik signifikan,  $p$  (sig), sehingga  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .

Tahapan Uji *Chi Square*

- a. Menentukan hipotesis

$H_0$  : Data yang diamati mengikuti distribusi yang ditetapkan

$H_1$  : Data yang diamati tidak mengikuti distribusi yang ditetapkan

- b. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi yang digunakan adalah  $\alpha = 0,01$

- c. Menentukan kriteria

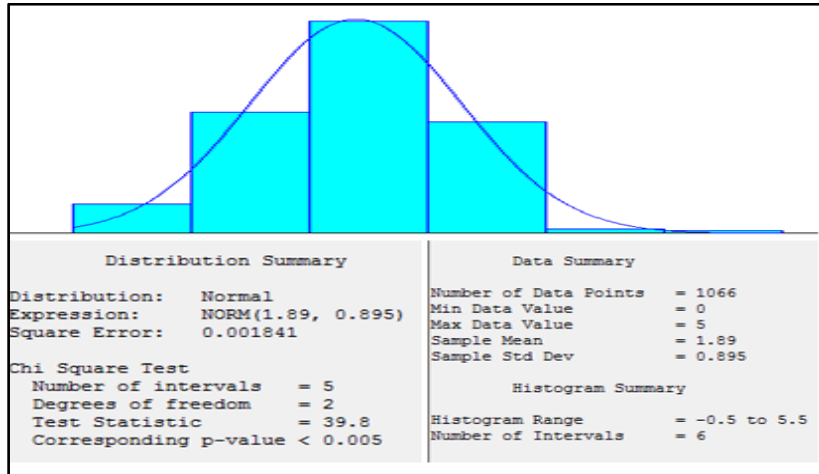
$H_0$  adalah waktu pelayanan Distribusi Erlang. Nilai statistik uji  $X^2$  diganti dengan nilai asimptotik,  $p$  (sig), sehingga  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .

3. Melakukan simulasi dengan menggunakan *software* Arena Versi 14.0

## 3. Hasil dan Analisa

Jenis distribusi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan setiap konter adalah:

1. Distribusi waktu antar kedatangan.
  - a. Kedatangan bersifat independen, distribusi waktu kedatangan adalah Distribusi Eksponensial. Distribusi probabilitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*:
  - b. Hipotesis:  
 $H_0$  = Waktu antar kedatangan Distribusi Normal  
 $H_1$  = Waktu antar kedatangan tidak mengikuti Distribusi Normal
  - c.  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .



Gambar 1. Distribusi Waktu Antar Kedatangan

d. Kesimpulan:

$H_0$  adalah rata-rata waktu antar kedatangan nasabah berdistribusi *normal*. Uji *kolmogorov-smirnov* (D) diganti dengan nilai asimtotik signifikan,  $p$  (sig), sehingga  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa nilai  $p = 0,005 < \alpha$  sehingga  $H_0$  ditolak. Dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas untuk rata-rata waktu antar kedatangan untuk ke-4 konter tidak dapat didekati dengan distribusi *normal*.

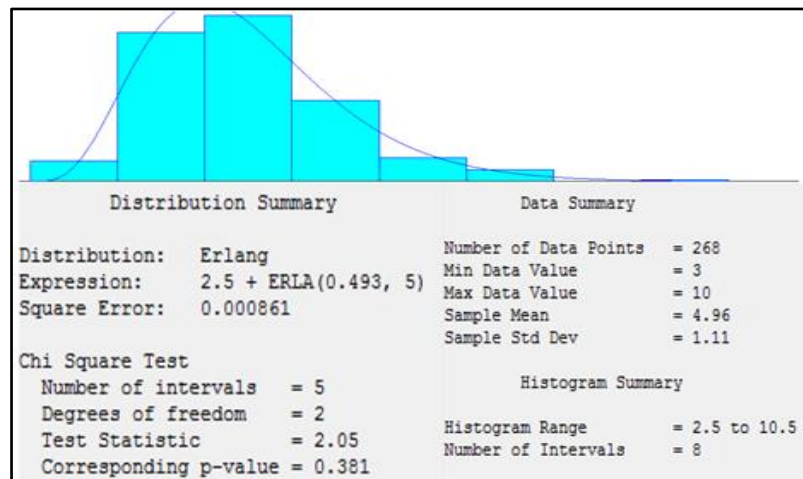
2. Distribusi waktu pelayanan konter 1.

a. Hipotesis:

$H_0$  : waktu pelayanan menggunakan Distribusi Erlang

$H_1$  : waktu pelayanan tidak mengikuti Distribusi Erlang

b.  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .



Gambar 2. Distribusi Waktu Pelayanan Konter 1

c. Kesimpulan

$H_0$  adalah waktu pelayanan Distribusi Erlang. Nilai statistik uji  $X^2$  diganti dengan nilai asimtotik,  $p$  (sig), sehingga  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .

Berdasarkan Gambar 2, pada konter 1,  $H_0$  yang diuji adalah waktu pelayanan berdistribusi Erlang. Terlihat bahwa  $p = 0,381 > 0,01$  sehingga  $H_0$  diterima. Artinya pelayanan di konter 1 berdistribusi Erlang dengan nilai  $2.5 + ERLA(2.49, 5)$ .

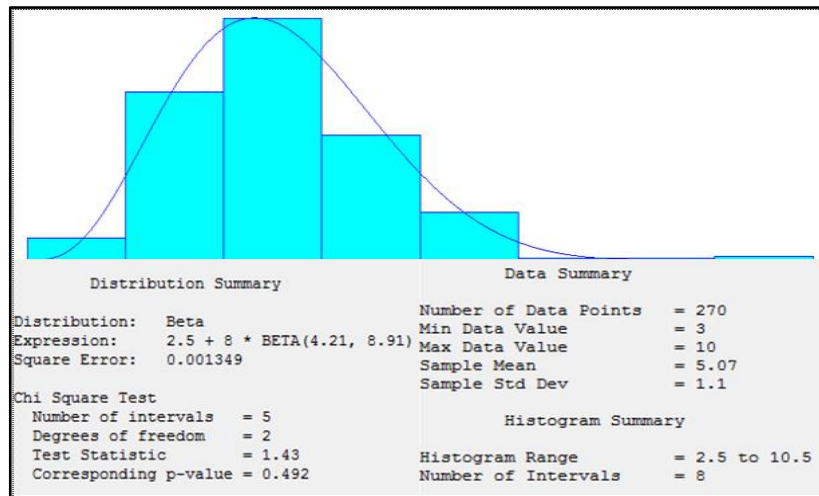
3. Distribusi waktu pelayanan konter 2.

a. Hipotesis :

$H_0$ : waktu pelayanan Distribusi Beta.

$H_1$  : waktu pelayanan tidak mengikuti Distribusi Beta

- b.  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .



Gambar 3. Distribusi Waktu Pelayanan Konter 2

- c. Kesimpulan

$H_0$  : waktu pelayanan Distribusi Beta. Nilai uji  $X^2$  diganti dengan nilai asimtotik,  $p$  (sig), sehingga  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .

Berdasarkan Gambar 3,  $H_0$  yang diuji adalah waktu pelayanan berdistribusi Normal. Terlihat bahwa  $p = 0,492 > 0,01$  sehingga  $H_0$  diterima. Artinya pelayanan di konter 2 berdistribusi Beta dengan nilai  $2.5 + 8 * \text{BETA}(4.21, 8.91)$ .

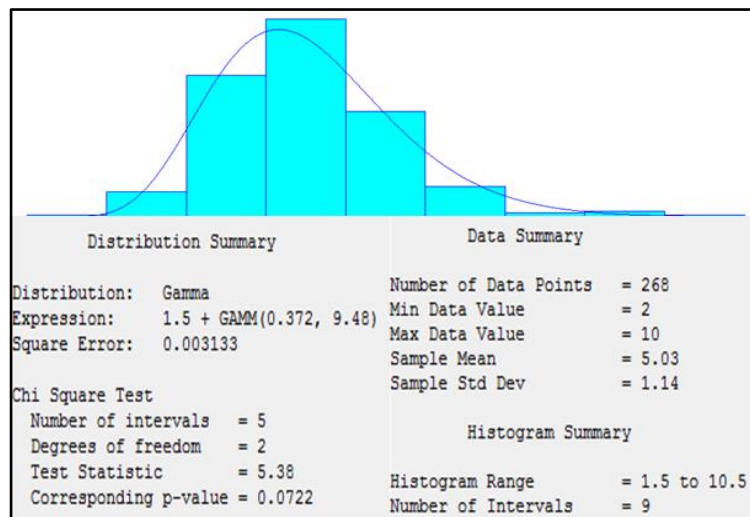
4. Distribusi waktu pelayanan di loket 3.

- a. Hipotesis :

$H_0$  : Waktu pelayanan Distribusi Gamma

$H_1$  : Waktu pelayanan tidak mengikuti Distribusi Gamma

- b.  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .



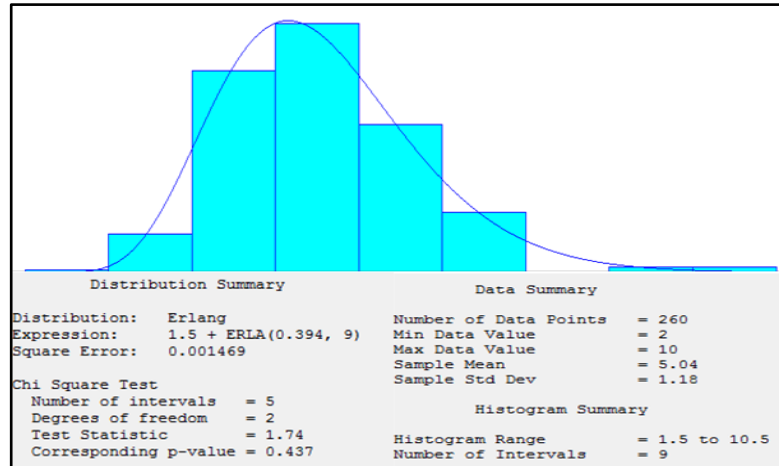
Gambar 4. Distribusi Waktu Pelayanan Konter 3

- b. Kesimpulan

$H_0$  adalah waktu pelayanan Distribusi Gamma, nilai statistik uji  $X^2$  diganti dengan nilai asimtotik,  $p$  (sig), sehingga  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ . Berdasarkan Gambar 4, distribusi waktu pelayanan di konter 3 dapat didekati oleh Distribusi Gamma. Terlihat bahwa  $p = 0,072 > 0,01$  sehingga  $H_0$  diterima. Artinya pelayanan di konter 3 berdistribusi Gamma dengan nilai  $1.5 + \text{GAMMA}(0.372, 9.48)$ .

5. Distribusi waktu pelayanan konter 4.

- a. Hipotesis :  
 $H_0$  : Waktu pelayanan Distribusi Erlang,  
 $H_1$  : Waktu pelayanan tidak mengikuti Distribusi Erlang
- b.  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .



Gambar 5. Distribusi Waktu Pelayanan Konter 4

- c. Kesimpulan  
 $H_0$  adalah waktu pelayanan Distribusi Erlang, nilai statistik uji  $X^2$  diganti dengan nilai asimptotik,  $p$  (sig), sehingga  $H_0$  ditolak jika  $p < \alpha = 0,01$ .  
 Berdasarkan Gambar 5, waktu pelayanan di konter 4 dapat didekati dengan Distribusi Erlang. Terlihat bahwa  $p = 0,437 > 0,01$  sehingga  $H_0$  diterima, Artinya pelayanan di konter 4 berdistribusi Erlang dengan nilai  $1.5 + \text{ERLA}(0.394, 9)$ .

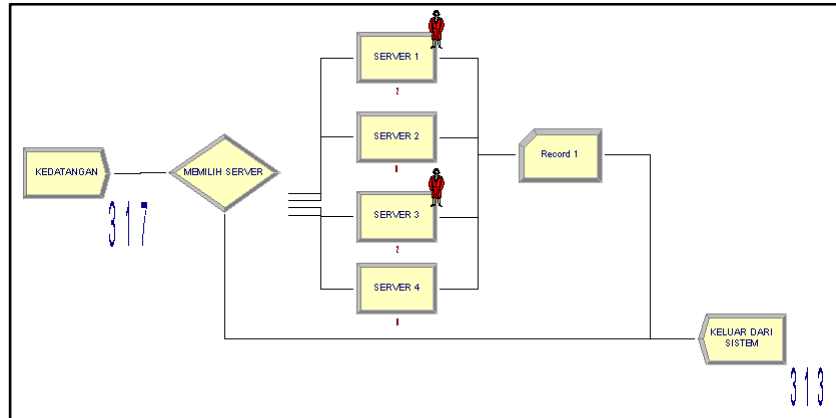
Dengan menggunakan *software QM for Windows 4.2* maka diperoleh rata-rata panjang antrian, rata-rata panjang antrian dalam sistem, rata-rata waktu menunggu dalam antrian dan rata-rata waktu menunggu dalam antrian (Gambar 6) :

ALIM Solution					
Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s		Average server utilization	.24		
Arrival rate( $\lambda$ )	1.89	Average number in the queue( $L_q$ )	.01		
Service rate( $\mu$ )	2.01	Average number in the system( $L$ )	.95		
Number of servers	4	Average time in the queue( $W_q$ )	.0	.16	9.74
		Average time in the system( $W$ )	.5	30.01	1800.79

Gambar 6. Output Software QM for Windows 4.2

Tingkat utilitas konter atau tingkat kesibukan loket ( $\rho$ ), adalah rata-rata tingkat kegunaan konter adalah 0,95 atau 95%. Dapat diartikan tingkat pelayanan sudah optimal, karena waktu menganggur pada proses pelayanan sedikit yaitu sekitar 5%.

Dengan menggunakan *software Arena* versi 14.0, dapat digambarkan simulasi antrian nasabah. Distribusi waktu pelayanan pada konter 1 menggunakan Distribusi Erlang, konter 2 Distribusi Beta, konter 3 Distribusi Gamma dan konter 4 Distribusi Erlang, diperoleh simulasi antrian sebagai berikut:



Gambar 7. Simulasi Antrian Nasabah

Berdasarkan Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa jumlah nasabah yang mengantri sebanyak 317 nasabah yang dapat dilayani 313 nasabah yang berarti bahwa yang dapat dilayani sebesar 98,73%. Masih terdapat empat nasabah yang tidak dapat dilayani.

Gambar 8, menunjukkan waktu menunggu dan jumlah nasabah yang mengantri di setiap loket.

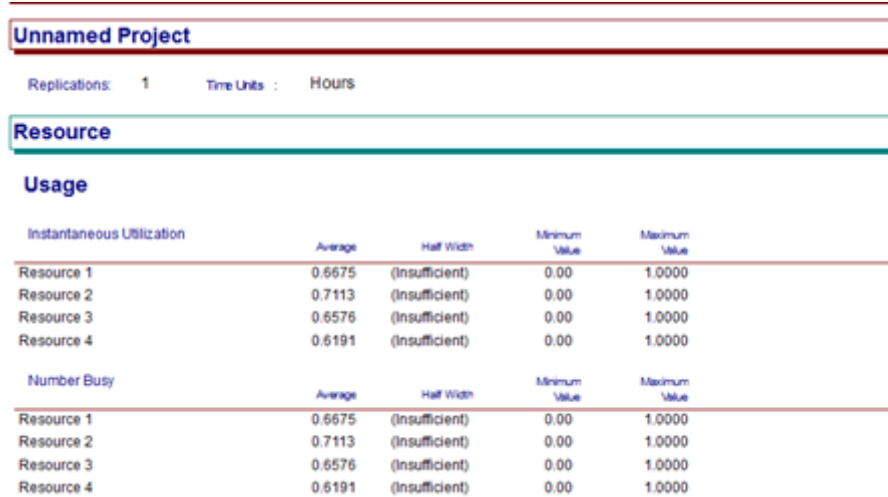
Unnamed Project				
Replications: 1				
Replication 1				
Start Time:		0.00	Stop Time:	10.00
Time Units: Hours				
Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
SERVER 1.Queue	0.04920973	(Insufficient)	0	0.3130
SERVER 2.Queue	0.05317326	(Insufficient)	0	0.1911
SERVER 3.Queue	0.03258105	(Insufficient)	0	0.1547
SERVER 4.Queue	0.04654613	(Insufficient)	0	0.1974
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
SERVER 1.Queue	0.3988	(Insufficient)	0	4.0000
SERVER 2.Queue	0.4520	(Insufficient)	0	3.0000
SERVER 3.Queue	0.2505	(Insufficient)	0	2.0000
SERVER 4.Queue	0.3444	(Insufficient)	0	3.0000

Gambar 8. Waktu Menunggu dan Jumlah Nasabah

Berdasarkan Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa rata-rata waktu menunggu tertinggi terdapat pada konter 1, sebesar 0,049 menit dengan waktu menunggu maksimal 0,313 menit. Rata-rata waktu tunggu terendah terdapat pada konter 3 sebesar 0,032 menit dengan waktu menunggu maksimal 0,154 menit. Rata-rata jumlah nasabah yang mengantri setiap konter 1 orang, berdasarkan jumlah maksimum nasabah mengantri sebanyak 4 nasabah terjadi di konter 1, sedang jumlah nasabah yang paling sedikit di konter 3 sebanyak 2 nasabah.

Gambar 9, menunjukkan waktu penggunaan setiap konter.





Gambar 9. Waktu Penggunaan Konter

Berdasarkan Gambar 9, dapat dilihat bahwa rata-rata utilitas untuk empat konter adalah 0,664 (66,4%). Hal ini menunjukkan rata-rata tingkat kesibukan konter 66,4%, hanya 33,6% konter menggangu. Dengan demikian dapat dikatakan tingkat utilitas konter cukup tinggi, karena masih ada nasabah yang tidak dapat dilayani.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah rata-rata panjang antrian 1 nasabah, rata-rata panjang antrian dalam sistem 1 nasabah, rata-rata waktu menunggu dalam antrian 0,0052 menit dan rata-rata waktu menunggu dalam sistem 0,5027 menit. Rata-rata utilitas untuk empat konter adalah 0,664 (66,4%) dengan kategori cukup sibuk karena tidak semua nasabah dapat dilayani. Jumlah konter yang dibutuhkan 4 konter.

#### Referensi

- [1] Harahap E., Darmawan D., Fajar Y., Ceha R., and Rachmiate A. Modeling and Simulation of Queue Waiting Time at Traffic Light Intersection. The Sixth Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Ahmad Dahlan 2018 IOP Conf. Series. 2019. Series 1188.
- [2] Xia H., Barnes S. and Golden B. Applying Queueing Theory to The Study of Emergency Department Operations: A Survey And A Discussion of Comparable Simulation Studies. International Transactions In Operational Research. 2017:1–43.
- [3] Bittencourt O, Verter V, and Yalovsky M.. Hospital Capacity Management Based on The Queueing Theory. International Journal of Productivity and Performance Management. 2018, Vol. 67, Issue 2: 224-238.
- [4] Carvalho A, and Belo O. Predicting Waiting Time In Customer Queueing Systems. IEEE International Conference on Knowledge Engineering and Applications (ICKEA). 2016.
- [5] Toth A, Berczes, T., Sztrik, J, and Kvach A. Simulation of Finite-Source Retrial Queueing Systems with Collisions and Non-reliable Server. Proceedings: International Conference on Distributed Computer and Communication Networks. 25–29 September, 2017:146–158.
- [6] Agustina Y dan Aminudin. Mengukur Efektivitas dan Pemodelan Sistem Antrian pada Polsek Pamulang Kota Tangerang Selatan. Jurnal Manajemen Kompeten. Desember 2018. Vol.1 No. 2.
- [7] Nengsih Y.G. Optimalisasi Antrian Menggunakan Metode *Single Channel Single Phase* (Studi Kasus DR. Reksodiwiryo Padang). Jurnal Ilmiah Perekam dan Informasi Kesehatan Imelda. 2020. Vol.5 No.1: 30-39.
- [8] Hanggara F. D dan Putra R.D.E Analisis Sistem Antrian Pelanggan SPBU dengan Pendekatan Simulasi Arena. Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya. 2020. Vol 6 No 2: 155-162.
- [9] Jencova E, Koscock, P and Koscova M. Dimensioning the Optimal Number of Parallel Service Desks in the Passenger Handling Process at Airports Considered as a Queueing System—Case Study. Journal Aerospace. 2023.
- [10] Nguyen A. T., Reiter S., Rigo P. A Review on Simulation-Based Optimization Methods Applied to Building Performance Analysis. Applied Energy. 2014. Vol. 113: 1043-1058.
- [11] Singh A. An Overview of the Optimization Modelling Applications. Journal of Hydrology. 2012: 167–182.

- [12] Sharif S. Y. and Hammad A. Simulation-Based Multi-Objective Optimization of Institutional Building Renovation Considering Energy Consumption, Life-Cycle Cost and Life- Cycle Assessment. *Journal of Building Engineering*. 2019. Vol. 12: 429-445.
- [13] Draven *B.D.* Control and Optimization. Landon: Chapman and Hall. 1995
- [14] Shannon R. E. Introduction Simulation. *Proceedings Winter Simulation Conference*. 1992.
- [15] Daniel E. C., Victor O. A., Ngozi U. M., Njide M.N. Analysis Of Queuing System Using Single-Line Multiple Servers System: (A Case Study Of Shoprite Plaza Enugu State, Nigeria). *International Journal of Scientific & Technology Research*. 2014. Vol 3, Issue 3: 364-374.