

SIMULASI ANTRIAN KANTOR POS BINJAI MENGGUNAKAN DISTRIBUSI PELAYANAN WEIBULL

Wisnu Satriyo Jati¹⁾, A M H Pardede²⁾, Novriyenni³⁾

¹²³⁾STMIK KAPUTAMA

Jl.Veteran No. 4A-9A, Binjai 20714, Sumatra Utara, Telp:(061)8828840, Fax: (061)8828845
Email:wisnu.satriyojati@gmail.com¹⁾, akimmhp@live.com²⁾, novri_yenni@yahoo.com³⁾

ABSTRACT

Queues occur when an arrival cannot be matched by existing services, resulting in delays in service facilities. The waiting situation is also part of the circumstances that occur in a series of random or irregular operational activities in service facilities. The queuing system sometimes has problems, problems arise because of the large number of queues served. Queue simulation is a model that imitates a real system without having to experience the real situation and can determine the effectiveness of a system based on existing simulations. In this study, the inter-arrival time using exponential distribution and service distribution using Weibull, resulted in the average waiting time in the queue (W_q), the average waiting time for the system (W_s), the average number of customers in the queue (L_q), the average number of customers in the system (L_s), probability Server is busy (ρ).

Keywords: Simulation, Queue, Exponential, Weibull.

ABSTRAK

Antrian terjadi ketika suatu kedatangan tidak dapat diimbangi oleh pelayanan yang ada, sehingga mengakibatkan keterlambatan pada fasilitas layanan. Situasi dalam menunggu juga merupakan bagian dari keadaan yang terjadi dalam rangkaian kegiatan operasional yang bersifat acak atau tidak beraturan dalam fasilitas pelayanan. Dalam sistem antrian terkadang mengalami masalah, masalah muncul karena banyaknya antrian yang dilayani. Simulasi antrian merupakan suatu model meniru suatu sistem nyata tanpa harus mengalami pada keadaan yang sesungguhnya dan dapat mengetahui efektivitas dari sebuah sistem berdasarkan simulasi yang ada. Pada penelitian ini waktu antar kedatangan menggunakan distribusi Eksponensial dan distribusi pelayanan menggunakan Weibull, menghasilkan rata-rata waktu tunggu antrian (W_q), rata-rata waktu tunggu sistem (W_s), rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L_q), rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s), probabilitas Server sibuk (ρ).

Kata kunci: Simulasi, Antrian, Eksponensial, Weibull

PENDAHULUAN

Antrian merupakan sebuah kegiatan yang berhubungan dengan pelanggan pada fasilitas pelayanan, menunggu dalam baris antrian jika belum dapat dilayani, dilayani dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut ketika sudah dilayani. Antrian sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari terutama di tempat pelayanan umum seperti pelayanan teller

bank, pelayanan rumah sakit, hingga pengambilan dana pensiun. Situasi dalam menunggu juga merupakan bagian dari keadaan yang terjadi dalam rangkaian kegiatan operasional yang bersifat acak atau tidak beraturan dalam fasilitas pelayanan. Dalam sistem antrian terkadang mengalami masalah, masalah muncul karena banyaknya antrian yang dilayani.

PT. Pos Indonesia merupakan fasilitas fisik untuk melayani penerimaan, pengiriman, pengumpulan, penyortiran, transmisi, dan pengantaran surat dan paket POS. Dengan diberlakukannya UU Pos No.38/2009, maka pengertian atau definisi POS sekarang tidak lagi pelayanan lalu lintas surat dan barang, melainkan sudah meliputi layanan komunikasi surat tertulis atau surat elektronik, paket, logistik, dan transaksi keuangan (Sri Wahyuningsih, 2012: 52).

Antrian yang panjang akan membuat orang menunggu hingga akhirnya bosan bahkan pergi meninggalkan antrian. Hal ini akan membuat instansi merugi karena kehilangan pelanggan, sebaliknya jika tidak ada antrian maka fasilitas layanan (*Server*) menganggur dan akan menyebabkan kerugian bagi Kantor Pos. Melalui simulasi yang akan dilakukan akan terlihat bahwa kinerja sistem yang diamati akan dikoreksi sehingga mendapatkan perbaikan untuk tolak ukur agar pelayanan dapat berjalan lebih baik lagi. Model antrian yang dibahas pada penelitian ini adalah kedatangan pelanggan secara berkelompok serta waktu antar kedatangan menggunakan distribusi Eksponensial untuk menghitung waktu layanan dengan saluran tunggal dimana pengalokasian pelayanan akan diarahkan ke server yang menganggur, waktu pelayanan menggunakan distribusi *Weibull* dengan disiplin antrian FIFO (*First In First Out*).

Penelitian ini diperkuat oleh jurnal penelitian yang dilakukan Akim Manaor Hara Pardede, dkk (2018) dengan judul “**Simulasi Antrian Kedatangan Berkelompok Dengan Pelayanan *Weibull* Oleh Banyak Server**” Hasil penelitian pada $K=200$, $\lambda=2$, $\mu=20$ dengan durasi 1-6 jam, jika dilayani dengan 10 *server* maka rata-rata *server* sibuk (*utility server*) 0,9657 dan durasi waktu yang diberikan untuk melayani tidak mencukupi, jika dilayani dengan 20 *server* maka rata-rata

utility server 0,6402 jumlah *server* sangat memadai kebutuhan, karena jika menggunakan *server* sebanyak 30 maka rata-rata *utility server* 0,4460 dapat mengakibatkan *server* menganggur. Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Dengan menggunakan metode *Weibull* bagaimana cara menerapkan simulasi antrian pelayanan pelanggan pada PT. Pos Binjai?
2. Dengan Menggunakan VB.NET 2010, bagaimana cara membangun sistem simulasi antrian pelayanan pelanggan pada PT. Pos Binjai?

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka manfaat yang akan dicapai adalah untuk mengetahui:

1. Untuk mengetahui seberapa banyak *server* yang efektif ketika terjadi penumpukan antrian.
2. Meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan sehingga tidak terjadi kelambatan dalam proses layanan.

Pengertian Simulasi

Menurut Siagian simulasi ialah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari satu sistem nyata (Prihati, 2012). Menurut Hasan, simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya (Prihati, 2012).

Pengertian Antrian

Antrian ialah suatu garis tunggu dari pelanggan (satuan) yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Pada umumnya, sistem antrian dapat diklasifikasikan menjadi sistem yang berbeda

– beda di mana teori antrian dan simulasi sering diterapkan secara luas (Prihati, 2012). Teori tentang antrian ditemukan dan dikembangkan oleh A. K. Erlang, seorang insinyur dari Denmark yang bekerja pada perusahaan telepon di Kopenhagen pada tahun 1910. Erlang melakukan eksperimen tentang fluktuasi permintaan fasilitas telepon yang berhubungan dengan automatic dialing equipment, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Dalam waktu-waktu yang sibuk operator sangat kewalahan untuk melayani para penelepon secepatnya, sehingga para penelepon harus antri menunggu giliran, mungkin cukup lama. Persoalan aslinya Erlang hanya memperlakukan perhitungan keterlambatan (delay) dari seorang operator, kemudian pada tahun 1917 penelitian dilanjutkan untuk menghitung kesibukan beberapa operator. Dalam periode ini Erlang menerbitkan bukunya yang terkenal berjudul *Solution of some problems in the theory of probabilities of significance in Automatic Telephone Exchange*. Baru setelah perang dunia kedua, hasil penelitian Erlang diperluas penggunaannya (Fauziah et al., 2012).

Sistem Antrian

Sistem antrian adalah merupakan keseluruhan dari proses para pelanggan atau barang yang berdatangan dan memasuki barisan antrian yang seterusnya memerlukan pelayanan sebagaimana seharusnya berlaku. Dalam mempelajari suatu sistem antrian, perlu untuk diketahui struktur sistem antrian, yaitu unit yang memerlukan pelayanan disebut pelanggan (*customer*) dan yang melayani disebut pelayan (*server*) (Kakiay, 2004).

Komponen Antrian

Komponen antrian ada 3 (tiga), komponen utama dalam teori antrian yang harus benar-benar diketahui dan dipahami yaitu (Pardede, 2018):

- a. Tingkat kedatangan (λ)
- b. Tingkat pelayanan (μ)
- c. Disiplin antrian

Faktor Sistem Antrian

Menurut Kakiay (Fadlilah, 2017), dalam sistem antrian terdapat beberapa faktor penting yang mendukung. Faktor-faktor yang dapat memberikan pengaruh terhadap antrian dan pelayanannya adalah sebagai berikut:

1. Distribusi Kedatangan (Pola Kedatangan)
Pada sistem antrian, distribusi kedatangan merupakan faktor penting yang berpengaruh besar terhadap kelancaran lalu lintas pelayanan. Distribusi kedatangan dibagi menjadi dua, yaitu kedatangan secara individu (*single arrivals*) dan kedatangan secara kelompok (*bulk arrivals*).
2. Distribusi Waktu Pelayanan (Pola Pelayanan)
Distribusi waktu pelayanan berkaitan dengan berapa banyak fasilitas pelayanan yang dapat disediakan. Distribusi waktu pelayanan terbagi menjadi dua komponen penting, yaitu pelayanan secara individual (*single service*) dan pelayanan secara kelompok (*bulk service*).
3. Fasilitas Pelayanan
Fasilitas pelayanan berkaitan erat dengan baris antrian yang akan dibentuk. Desain terbagi dalam tiga bentuk, yaitu bentuk *series*, bentuk *parallel* dan bentuk *network station*.
4. Disiplin Pelayanan
Disiplin pelayanan berkaitan erat dengan urutan pelayanan bagi pelanggan yang memasuki fasilitas pelayanan. Terdapat empat bentuk disiplin antrian yang umum terjadi dalam sistem antrian, yaitu pertama datang pertama

dilayani (FCFS), terakhir datang pertama dilayani (LCFS), pelayanan dalam random order atau urutan acak (SIRO), dan prioritas pelayanan (PRI).

5. Ukuran dalam Antrian Besarnya antrian pelanggan yang akan memasuki fasilitas pelayanan pun perlu diperhatikan. Ada dua desain yang dapat dipilih untuk menentukan besarnya antrian, yaitu ukuran kedatangan secara tidak terbatas (*infinite queue*) dan ukuran kedatangan secara terbatas (*finite queue*).
6. Sumber Pemanggilan Dalam fasilitas pelayanan, yang berperan sebagai sumber pemanggilan dapat berupa mesin maupun manusia. Bila ada sejumlah mesin yang rusak, maka sumber pemanggilan akan berkurang dan tidak dapat melayani pelanggan sampai mesin tersebut selesai diperbaiki. Dapat diketahui dua sumber pemanggilan, yaitu sumber pemanggilan terbatas (*finite calling source*) dan sumber pemanggilan tidak terbatas (*infinite calling source*).

Distribusi Eksponensial

Distribusi probabilitas eksponensial merupakan pengujian digunakan untuk melakukan perkiraan atau prediksi dengan hanya membutuhkan perkiraan rata-rata populasi, karena dalam distribusi eksponensial memiliki standar deviasi sama dengan rata-rata. Distribusi ini termasuk ke dalam distribusi kontinyu. Ciri dari distribusi ini adalah kurvanya mempunyai ekor di sebelah kanan dan nilai x dimulai dari 0 sampai tak hingga (Pardede, 2018).

Distribusi ini digunakan untuk menghitung waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan setiap pelanggan atau pembeli yang dilayani oleh server. Alasan pemilihan distribusi Eksponensial karena distribusi ini lebih mendekati pendekatan yang lebih konstan jika

dibandingkan dengan distribusi normal (Pardede, 2018).

Syarat dari distribusi eksponensial yaitu :

$$X = 0$$

$$\lambda > 0$$

$$e = 2,71828\dots$$

Dimana :

$$x = \text{interval rata-rata}$$

$$\lambda = \text{parameter rata-rata}$$

$$X_0 = \text{rata-rata sampel}$$

$$e = \text{eksponensial} = 2,71828$$

Distribusi Weibull

Distribusi *Weibull* banyak dipakai untuk memodelkan dan menganalisa data waktu kegagalan. Data seperti ini banyak ditemui pada bidang kesehatan, biologi, teknik, dan ekonomi. Distribusi *Weibull* adalah distribusi probabilitas yang kontinu. Kelebihan dari distribusi *Weibull* adalah bentuk fungsionalnya yang mudah sehingga mudah diaplikasikan di beberapa kejadian (Thamrin et al., 2018).

Bilangan Acak Distribusi Weibull antara lain:
Algoritma

1. Bangkitkan $U(0,1)$

2. Hitung $X = -\frac{1}{\mu}(-\ln(U))$

Dimana :

U = Bilangan acak (Rand)

X = Interval waktu kedatangan

μ = Laju pelayanan

Bilangan Acak

Bilangan acak merupakan suatu bilangan yang didapat dari sekumpulan bilangan dimana setiap elemen dari kumpulan bilangan tersebut mempunyai peluang yang sama untuk diambil (Pardede, 2018).

Bilangan Acak Distribusi Eksponensial
Algoritma:

1. Bangkitkan $U(0,1)$
2. Hitung $X = -\frac{1}{\mu} \ln(U)$

Bilangan Acak Distribusi Weibull
Algoritma:

1. Bangkitkan $U(0,1)$
2. Hitung $X = -\frac{1}{\mu} (-\ln(U))$.

Metode Penelitian

Untuk membentuk model matematis dari keadaan nyata sehari-hari pada umumnya diperlukan asumsi-asumsi untuk menyederhanakan model, sehingga dapat diselesaikan dengan simulasi *computer* dengan baik. Notasi-notasi yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

- λ : Laju Kedatangan
- μ : Laju Pelayanan
- C : Server pelayanan
- ρ : Probabilitas Loker sibuk
- L_s : Rata-rata pelanggan dalam sistem
- L_q : Rata-rata pelanggan dalam antrian
- W_s : Rata-rata waktu tunggu dalam sistem
- W_q : Rata-rata waktu tunggu dalam antrian

Sedangkan untuk performansi sistem antrian dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

- a. Waktu tunggu pelanggan dalam antrian = Waktu dimulai pelayanan - waktu kedatangan pelanggan.
- b. Waktu tunggu pelanggan dalam sistem = Waktu selesai pelayanan – waktu kedatangan pelanggan.

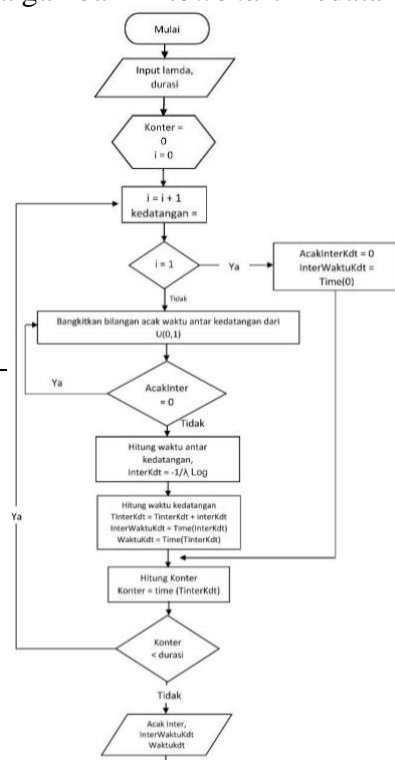
- c. Rata-rata waktu tunggu dalam antrian (W_q)
 $W_q = \frac{\sum \text{Waktu tunggu pelanggan dalam antrian}}{\text{Total pelanggan}}$
- d. Rata-rata waktu tunggu dalam sistem (W_s)
 $W_s = \frac{\sum \text{waktu tunggu pelanggan dalam sistem}}{\text{total pelanggan}}$
- e. Rata-rata pelanggan dalam antrian (L_q)
 $L_q = \frac{\sum \text{waktu tunggu pelanggan dalam antrian}}{\text{durasi}}$
- f. Rata-rata pelanggan dalam sistem (L_s)
 $L_s = \frac{\sum \text{waktu tunggu pelanggan dalam sistem}}{\text{durasi}}$
- g. Probabilitas Loker sibuk (ρ)
 $\rho = \frac{\sum \text{waktu pelayanan}}{\text{banyak server} * \text{durasi}}$

Penyelesaian Dengan Simulasi

Simulasi dilakukan dengan memberikan nilai pada form kedatangan, dengan memberikan nilai laju kedatangan, laju pelayanan, jumlah Loker Pelayanan dan durasi simulasi. Dari proses kedatangan pelanggan maka simulasi yang dilakukan selanjutnya adalah proses pelayanan pelanggan dengan distribusi waktu pelayanan *Weibull*.

Proses Kedatangan

Pada proses kedatangan dilakukan input parameter, yaitu laju kedatangan, laju pelayanan, dan durasi simulasi. Hasil proses ini adalah menentukan seberapa banyak kedatangan, membangkitkan bilangan acak waktu antar kedatangan dan untuk menentukan waktu kedatangan selama durasi simulasi. Untuk *Flowchart* kedatangan dapat dilihat pada gambar 1 *Flowchart* Kedatangan.



Gambar 1. Flowchart Kedatangan.

Proses Pelayanan

Proses pelayanan merupakan suatu proses dimana pelanggan mulai dilayani sampai dengan selesainya pelayanan yang diberikan kepada pelanggan dan meninggalkan sistem. Pada proses ini waktu pelayanan yang diberikan kepada pelanggan adalah bilangan acak. Di proses ini juga dihitung waktu tunggu pelanggan didalam antrian, waktu tunggu pelanggan di dalam sistem dan total waktu pelanggan dalam sistem. Kemudian untuk pelayanan selanjutnya ditentukan kapan mulainya pelayanan dengan melihat waktu kedatangannya di sistem selesainya pelayanan sebelumnya.

Implementasi Metode Weibull

Untuk membangkitkan kedatangan digunakan distribusi Eksponensial dengan pembangkit bilangan acak : $-\frac{1}{\lambda} \cdot \log(U)$, misalnya $\lambda = 5$ dengan durasi 1 jam (60 menit). Untuk menit berlaku pembulatan kebawah, sisa desimal masuk de detik. Demikian dengan kedatangan ke- n dihitung dengan rumus yang sama. Konter = Total Interval waktu kedatangan, Jika Konter \geq durasi maka selesai, jika konter $<$ durasi maka bangkitkan kedatangan berikutnya

Kedatangan 1 :

Acak = 0
Interval waktu kedatangan = 0
Waktu kedatangan = 0

Kedatangan 2

Bangkitkan $U = U(0,1)$ = 0.5346
Interval waktu kedatangan =

$$-\frac{1}{5} \cdot \log(0.5346) = 0.0543$$

$$x = \text{Interval Waktu Kedatangan} * 3600 = 0.0543 * 3600 = 195.48$$

$$\text{Menit} = x/60 = 195.48/60 = 3.258 \text{ menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ mod } 60 = 195.48 \text{ mod } 60 = 15.48 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu kedatangan} = \text{Wkdt Org 1} + \text{Inter Wkdt Org 2} = 0 + 0.0543 = 0.0543$$

$$x = \text{Waktu kedatangan} * 3600 = 195.48$$

$$\text{menit} = x/60 = 195.48/60 = 3.258 \text{ menit}$$

$$\text{detik} = x \text{ mod } 60 = 195.48 \text{ mod } 60 = 15.48 \text{ detik}$$

Kedatangan 3

Bangkitkan $U = U(0,1)$ = 0.2774
Interval waktu kedatangan =

$$-\frac{1}{5} \cdot \log(0.2774) = 0.1113$$

$$x = \text{Interval Waktu Kedatangan} * 3600 = 0.1113 * 3600 = 400.68$$

$$\text{Menit} = x/60 = 400.68/60 = 6.628 \text{ menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ mod } 60 = 400.68 \text{ mod } 60 = 40.68 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu kedatangan} = \text{Wkdt Org 2} + \text{Inter Wkdt Org 3} = 0.0543 + 0.1113 = 0.1656$$

$$x = \text{Waktu kedatangan} * 3600 = 0.1656 * 3600 = 596.16$$

$$\text{menit} = x/60 = 596.16/60 = 9.936 \text{ menit}$$

$$\text{detik} = x \text{ mod } 60 = 596.16 \text{ mod } 60 = 56.16 \text{ detik}$$

Untuk menit berlaku pembulatan ke bawah, sisa desimal masuk ke detik. Demikian dengan kedatangan ke- n dihitung dengan rumus yang sama.

Konter = Total Interval waktu kedatangan, jika konter \geq durasi maka selesai, jika konter \leq durasi maka bangkitkan kedatangan berikutnya.

Tabel 1. Kedatangan

Kedatangan	Acak Rand()	Interval waktu kedatangan	Waktu Kedatangan
1	0	0	0
2	0.5343	0.0543	0.0543
3	0.2774	0.1113	0.1656
4	0.7853	0.0209	0.1864
5	0.8369	0.0154	0.2018

Tabel 2. Kedatangan Satuan Waktu

Kedatangan	Acak Rand()	Interval waktu kedatangan	Waktu Kedatangan
1	0	00:00	00:00
2	0.5346	03:15	03:15
3	0.2774	06:40	09:56
4	0.7853	01:15	11:11
5	0.8369	00:55	12:06

Proses Pelayanan

Setelah sebelumnya mendapatkan total kedatangan menggunakan Eksponensial, maka dilanjutkan untuk membangkitkan waktu pelayanan menggunakan distribusi

Weibull dengan : $\frac{1}{\mu} \cdot (-\ln(U))$ misal total

kedatangan $\lambda = 5$ dan $\mu = 10$. Jika waktu kedatangan \leq selesai layanan pelanggan sebelumnya : Waktu mulai = selesai layanan pelanggan sebelumnya. Jika waktu kedatangan $>$ selesai layanan pelanggan sebelumnya : Waktu mulai = waktu kedatangan

Pelayanan 1

Waktu Mulai = Waktu Kedatangan = 0
Bangkitkan $U = U(0.1) = 0.2487$

Waktu layanan = $\frac{1}{\mu} \cdot (-\ln(U))$

= $\frac{1}{10} \cdot (-\ln(0.2487)) = 0.1391$

X = Waktu Layanan*3600

= $0.1391 * 3600 = 500.76$

Menit = $x/60 = 500.76/60 = 8.34$ Menit

Detik = $x \text{ Mod } 60$

= $500.76 \text{ Mod } 60 = 20.76$ Detik

Selesai Layanan = Waktu Mulai + Waktu

Layanan 1 = $0 + 0.1391 = 0.1391$

X = Selesai Layanan * 3600

= $0.1391 * 3600 = 500.76$

Menit = $x/60 = 500.76/60 = 8.34$ Menit

Detik = $x \text{ Mod } 60$

= $500.76 \text{ Mod } 60 = 20.76$ Detik

Waktu Tunggu Antrian = Waktu Mulai – Waktu Kedatangan = 0

X = Waktu Tunggu Antrian * 3600 = 0

Menit = $x/60 = 0/60 = 0$

Detik = $x \text{ Mod } 60 = 0 \text{ Mod } 60 = 0$

Waktu Tunggu Sistem = Selesai Layanan 1

– Waktu Kedatangan 1 = $0.1391 - 0 = 0.1391$

X = Waktu Tunggu Sistem * 3600

= $0.1391 * 3600 = 500.76$

Menit = $x/60 = 500.76/60 = 8.34$ Menit

Detik = $x \text{ Mod } 60 = 500.76 \text{ Mod } 60$

= 20.76 Detik

Pelayanan 2

Waktu Mulai = bandingkan waktu kedatangan 2 dengan selesai layanan sebelumnya. $0.0543 < 0.1391$, maka Waktu Mulai = 0.1391

X = Waktu Mulai * 3600

= $0.1391 * 3600 = 500.76$

Menit = $x/60 = 500.76/60 = 8.34$ Menit

Detik = $x \text{ Mod } 60 = 500.76 \text{ Mod } 60$

= 20.76 Detik

Bangkitkan $U = U(0.1) = 0.1348$

Waktu layanan = $\frac{1}{\mu} \cdot (-\ln(U))$

= $\frac{1}{10} \cdot (-\ln(0.1348)) = 0.2003$

X = Waktu Layanan*3600

= $0.2003 * 3600 = 721.08$

Menit = $x/60 = 721.08/60 = 12.01$ Menit

Detik = $x \text{ Mod } 60 = 721.08 \text{ Mod } 60$

= 1.08 Detik

Selesai Layanan= Waktu Mulai Pelanggan 2

$$+ \text{Waktu Layanan 2} = 0.1391 + 0.2003 = 0.3394$$

$$X = \text{Selesai Layanan} * 3600 = 0.3394 * 3600 = 1221.84$$

$$\text{Menit} = x/60 = 1221.84/60 = 20.36 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 1221.84 \text{ Mod } 60 = 21.84 \text{ Detik}$$

$$\text{Waktu Tunggu Antrian} = \text{Waktu Mulai Layanan 2} - \text{Waktu Kedatangan 2} = 0.1391 - 0.0543 = 0.0848$$

$$X = \text{Waktu Tunggu Antrian} * 3600 = 0.0848 * 3600 = 305.28$$

$$\text{Menit} = x/60 = 305.28 / 60 = 5.08 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 305.28 \text{ Mod } 60 = 5.28 \text{ Detik}$$

$$\text{Waktu Tunggu Sistem} = \text{Selesai Layanan 2} - \text{Waktu Kedatangan 2} = 0.3394 - 0.0543 = 0.2851$$

$$X = \text{Waktu Tunggu Sistem} * 3600 = 0.2851 * 3600 = 1026.36$$

$$\text{Menit} = x/60 = 1026.36/60 = 17.10 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 1026.36 \text{ Mod } 60 = 6.36 \text{ Detik}$$

Pelayanan 3

Waktu Mulai = bandingkan waktu kedatangan 3 dengan selesai layanan sebelumnya. $0.1656 < 0.3394$, maka Waktu Mulai = 0.3394

$$X = \text{Waktu Mulai} * 3600 = 0.3394 * 3600 = 1221.84$$

$$\text{Menit} = x/60 = 1221.84/60 = 20.36 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 1221.84 \text{ Mod } 60 = 21.84 \text{ Detik}$$

$$\text{Bangkitkan } U = U(0.1) = 0.0638$$

$$\text{Waktu layanan} = \frac{1}{\mu} \cdot (-\ln(U))$$

$$= \frac{1}{10} \cdot (-\ln(0.0638)) = 0.2752$$

$$X = \text{Waktu Layanan} * 3600 = 0.2752 * 3600 = 990.72$$

$$\text{Menit} = x/60 = 990.72/60 = 16.51 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 990.72 \text{ Mod } 60 = 30.72 \text{ Detik}$$

$$\text{Selesai Layanan} = \text{Waktu Mulai Pelanggan 3} + \text{Waktu Layanan 3} = 0.3394 + 0.2752 = 0.6143$$

$$X = \text{Selesai Layanan} * 3600 = 0.6143 * 3600 = 2211.48$$

$$\text{Menit} = x/60 = 2211.48/60 = 36.85 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 2211.48 \text{ Mod } 60 = 51.48 \text{ Detik}$$

$$\text{Waktu Tunggu Antrian} = \text{Waktu Mulai Layanan 3} - \text{Waktu Kedatangan 3} = 0.3394 - 0.2752 = 0.0642$$

$$X = \text{Waktu Tunggu Antrian} * 3600 = 0.0642 * 3600 = 231.12$$

$$\text{Menit} = x/60 = 231.12 / 60 = 3.85 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 231.12 \text{ Mod } 60 = 51.12 \text{ Detik}$$

$$\text{Waktu Tunggu Sistem} = \text{Selesai Layanan 3} - \text{Waktu Kedatangan 3} = 0.6143 - 0.1656 = 0.4487$$

$$X = \text{Waktu Tunggu Sistem} * 3600 = 0.4487 * 3600 = 1615.32$$

$$\text{Menit} = x/60 = 1615.32 / 60 = 26.92 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 1615.32 \text{ Mod } 60 = 55.32 \text{ Detik}$$

Tabel 3. Pelayanan

Pelanggan	Waktu Kedatangan	Waktu mulai	Acak	Waktu Layanan	Selesai Layanan	Waktu Tunggu Antrian	Waktu Tunggu Sistem
1	0	0	0.2487	0.1391	0.1391	0	0.1391
2	0.0543	0.1391	0.1348	0.2003	0.3394	0.0848	0.2851
3	0.1656	0.3394	0.0638	0.2752	0.6143	0.0642	0.4487
4	0.1864	0.6143	0.1826	0.1700	0.7843	0.4443	0.5979
5	0.2018	0.7843	0.7783	0.0250	0.8093	0.7593	0.6075

Tabel 4. Pelayanan Satuan Waktu

Pelanggan	Waktu Kedatangan (mm : dd)	Waktu Mulai (mm : dd)	Acak	Waktu Layanan (mm : dd)	Selesai Layanan (mm : dd)	Waktu tunggu antrian (dd : mm)	Waktu Tunggu Sistem
1	00:00	00:00	0.2487	08:20	08:20	00:00	08:20
2	03:15	08:20	0.1348	12:01	20:21	05:05	17:06
3	09:56	20:21	0.0638	16:30	36:51	03:51	26:55
4	11:11	36:51	0.1826	10:12	47:03	26:39	35:52
5	12:06	47:03	0.7783	01:30	48:33	45:33	36:27

Hasil Simulasi

Rata-rata waktu tunggu dalam antrian (Wq)

$$Wq = \frac{\sum \text{waktu tunggu pelanggan dalam antrian}}{\text{Total Pelanggan}}$$

$$= \frac{0 + 0.0848 + 0.0642 + 0.4443 + 0.7593}{5}$$

$$= 0.2705$$

Rata-rata waktu tunggu dalam sistem (Ws)

$$Ws = \frac{\sum \text{waktu tunggu pelanggan dalam sistem}}{\text{total pelanggan}}$$

$$= \frac{0.1391 + 0.2851 + 0.4487 + 0.5979 + 0.6075}{5}$$

$$= 0.4156$$

Rata-rata pelanggan dalam antrian (Lq)

$$Lq = \frac{\sum \text{waktu tunggu pelanggan dalam antrian}}{\text{durasi}}$$

$$= \frac{0 + 0.0848 + 0.0642 + 0.4443 + 0.7593}{60}$$

$$= 0.0225$$

Rata-rata pelanggan dalam sistem (Ls)

$$Ls = \frac{\sum \text{waktu tunggu pelanggan dalam sistem}}{\text{durasi}}$$

$$= \frac{0.1391 + 0.2851 + 0.4487 + 0.5979 + 0.6075}{60}$$

$$= 0.0346$$

Probabilitas Server sibuk (ρ)

$$\rho = \frac{\sum \text{waktu pelayan}}{\text{banyak server} \cdot \text{durasi}}$$

$$= \frac{0.1391 + 0.2003 + 0.2752 + 0.1700 + 0.0250}{1 \cdot 60}$$

$$= 0.0134$$

Tabel 5. Hasil Simulasi

Hasil Simulasi	Wq (ΣWaktu Tgu/5)	Ws (ΣWaktuTguSys/5)	Lq (ΣWaktuTgu/60)	Ls (ΣWaktuTguSys/60)	ρ
	0.2705	0.4156	0.0225	0.0346	0.0134

$$\rho = 0.0134 \times 100\% = 1.34\%$$

$$Wq = 0.2705$$

$$X = Wq \cdot 3600 = 973.8$$

$$\text{Menit} = x/60 = 16.23 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 13.8 \text{ Detik}$$

$$Ws = 0.4156$$

$$X = Ws \cdot 3600 = 1496.16$$

$$\text{Menit} = x / 60 = 24.93 \text{ Menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ Mod } 60 = 56.16 \text{ Detik}$$

Dapat dilihat bahwa probabilitas server sibuk adalah 1.34% dengan rata-rata waktu tunggu dalam antrian 973.8 atau 16 menit 13 detik dan rata-rata waktu tunggu dalam sistem 1496.16 atau 24 menit 56 detik.

Kesimpulan

Satu buah server masih bisa melayani seluruh pelanggan dengan baik, sebab probabilitas server belum terlalu sibuk karena nilai probabilitas belum melewati nilai 1 dan rata-rata waktu tunggu tidak terlalu lama dan masih bisa diatasi oleh satu server.

Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan pola kedatangan tunggal, untuk dapat menganalisa performa antrian. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat dikembangkan dengan distribusi yang lain dan dapat digunakan acuan untuk mengambil keputusan agar dapat memaksimalkan waktu pelayanan terhadap pelanggan atau menambah jumlah server sebagai pelayanan, dan meminimalkan server jika dianggap berlebihan dalam suatu pelayanan agar dapat memperkecil biaya operasional.

Daftar pustaka

[1]Agustina, E. (2005). PELAKSANAAN PELAYANAN PUBLIK BERKUALITAS BAGI MASYARAKAT. 10–17.

[2]Erna Setijaningrum. (2009). Inovasi Pelayanan Publik. Jurnal Pelayanan Publik, 1–160.

[3]Fadlilah, M. P. N., Sugito, & Rahmawati, R. (2017). Sistem Antrian Pada Pelayanan Customer Service Pt. Bank X. Jurnal Gaussian, 6(1), 71–80.

[4]Fauziah, Agustina, I., & Andryana, S. (2012). Analisis Implementasi Random Number Generate (Rng) Pada Simulasi Antrian Menggunakan Aplikasi Berbasis

- . Net Framework. Semnasif, 2012(Number Generate (RNG)), 32–36.
- [5]Irviani, R., & Oktaviana, R. (2017). Aplikasi Perpustakaan Pada SMA N1 Kelumbayan Barat Menggunakan Visual Basic. *Jurnal TAM (Technology Acceptance Model)*, 8(1), 64.
- [6]Kakiay, T. . (2004). *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*. Penerbit Andi.
- [7]Pardede, A. M. H. (2018a). Simulasi Antrian Kedatangan Berkelompok Dengan Pelayanan Weibull Oleh Banyak Server.
<https://doi.org/10.31227/osf.io/nwky8>
- [8]Pardede, A. M. H. (2018b). Simulasi Antrian Pelayanan Bank Menggunakan Metode Eksponensial. 2(1), 9–19.
<https://doi.org/10.31227/osf.io/3857f>
- [9]Prihati, Y. (2012). Simulasi Dan Permodelan Sistem Antrian. *Majalah Ilmiah INFORMATIKA*, 3(3), 1–20.
- [10]Thamrin, S. A., Azhar, & Jaya, A. K. (2018). *Jurnal Keteknikan dan Sains (JUTEKS) – LPPM UNHAS Vol. 2, No. 1, Februari 2019* 20. 1(2), 22–27.
- [11]Wahyuningsih, S. (2013). Pengembangan Layanan Jasa Pengiriman PT. POS Indonesia untuk Kebutuhan Masyarakat di Kota Bandung. *Jurnal Penelitian Pos Dan Informatika*, 3(1), 19–49.