

SIMULASI ANTRIAN PELAYANAN NASABAH BANK MENGUNAKAN METODE *HYPEREXPONENTIAL*

Akim Manaor Hara Pardede¹, Novriyenni², Rudi Hartono³

STMIK KAPUTAMA

Jl. Veteran, No. 4A-9A, Binjai, 20714, Sumatera Utara

Email : akimmhp@live.com¹, Novri_yenni@yahoo.com², hartonor88@gmail.com³

ABSTRACT

Waiting is a boring thing for some people, let alone having to queue up in long queues. In everyday life waiting in a queue is a common thing, for example the queue at the bank teller. This queue can occur due to the arrival of the increasingly enlarged and can not be offset by existing services. A long queue will keep people waiting until they get bored and even leave. This will make the bank losers due to loss of customers, on the contrary if there is no queue then the service facility (teller) many unemployed will cause losses for the bank. So needed a solution to overcome this, one of them is by simulation. Simulations are performed to simulate real existing queuing systems with properties that are easier to observe than the original system, to determine the performance of the system. In this research, Hyperexponential method is used to calculate service time with single channel to observe how system performance. Based on the results of the study, the server obtained adequate to serve is as much as 3 servers, if only 1 or 2 servers will result in the average waiting time is too long which resulted in customers will be bored waiting while while using 4 servers will result in the average waiting time zero so the server is idle.

Keywords: *Simulation, Queuing, Hyperexponential Method*

ABSTRAK

Menunggu adalah hal yang membosankan bagi sebagian orang, apalagi harus mengantri dalam antrian panjang. Dalam kehidupan sehari-hari menunggu dalam suatu antrian adalah hal yang sering terjadi, misalnya antrian pada teller bank. Antrian ini dapat terjadi karena kedatangan yang sewaktu-waktu semakin membesar dan tidak dapat diimbangi oleh pelayanan yang ada. Antrian yang panjang akan membuat orang menunggu hingga akhirnya bosan bahkan pergi. Hal ini akan membuat bank merugi karena kehilangan nasabah, sebaliknya jika tidak ada antrian maka fasilitas pelayanan (teller) banyak yang menganggur akan menyebabkan kerugian bagi bank. Sehingga diperlukan suatu solusi untuk mengatasi hal ini, salah satunya adalah dengan simulasi. Simulasi dilakukan untuk menirukan sistem antrian nyata yang ada dengan sifat yang lebih mudah untuk diamati daripada sistem aslinya, untuk mengetahui performansi sistem. Pada penelitian ini digunakan metode Hyperexponential untuk menghitung waktu pelayanan dengan single channel untuk dapat mengamati bagaimana performansi sistem. Berdasarkan hasil penelitian, didapat server yang memadai untuk melayani adalah sebanyak 3 server, apabila hanya 1 atau 2 server akan mengakibatkan rata-rata waktu tunggu yang terlalu lama yang mengakibatkan nasabah akan bosan menunggu sedangkan jika menggunakan 4 server akan mengakibatkan rata-rata waktu tunggu nol sehingga server menganggur.

Kata kunci: *Simulasi, Antrian, Metode Hyperexponential*

PENDAHULUAN

Menunggu adalah hal yang membosankan bagi sebagian orang, apalagi harus mengantri dalam antrian panjang. Dalam kehidupan sehari-hari menunggu dalam suatu antrian adalah hal yang sering terjadi, misalnya antrian pada *teller* bank. Pada saat ini, hampir semua transaksi bisa dilakukan di bank seperti menabung, transfer, membayar rekening listrik hingga mengisi pulsa. Tentunya banyak orang yang datang ke bank untuk melakukan transaksi-transaksi tertentu, sehingga bank menjadi tujuan banyak orang. Bila nasabah yang datang lebih besar dari pelayanan maka akan menimbulkan suatu antrian.

Antrian ini dapat terjadi karena kedatangan yang sewaktu-waktu semakin membesar dan tidak dapat diimbangi oleh pelayanan yang ada. Antrian yang panjang akan membuat orang menunggu hingga akhirnya bosan bahkan pergi. Hal ini akan membuat bank merugi karena kehilangan nasabah, sebaliknya jika tidak ada antrian maka fasilitas pelayanan (*teller*) banyak yang mengganggu akan menyebabkan kerugian bagi bank. Sehingga diperlukan suatu solusi untuk mengatasi hal ini.

Dalam model antrian, kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan dijelaskan dalam bentuk distribusi probabilitas, yang umumnya disebut sebagai Distribusi Kedatangan (*arrival distribution*) dan Distribusi Waktu Pelayanan (*service time distribution*). Faktor ketidakpastian (*randomize*) juga sangat berpengaruh dalam sistem pelayanan. Salah satu cara yang bisa digunakan untuk mengamati sistem yang memiliki faktor ketidakpastian (*randomize*) yaitu menggunakan model simulasi.

Simulasi adalah cara untuk menirukan sistem nyata yang ada dengan sifat yang lebih mudah untuk diamati daripada sistem aslinya. Dengan simulasi memungkinkan untuk dapat mengamati bagaimana perilaku sistem yang dimiliki. Dengan kata lain, model simulasi yang baik adalah model simulasi yang selain dapat

menjelaskan hasil dari sebuah sistem tetapi juga mampu menjelaskan karakteristik dan perubahan sistem dari waktu ke waktu. Semakin mampu model simulasi menirukan sistem nyata maka semakin baik model tersebut.

Sebelumnya telah banyak penelitian yang dilakukan mengenai simulasi antrian. Salah satunya adalah “**Simulasi Antrian Kedatangan Berkelompok dengan Pelayanan Weibull Oleh Banyak Server**”,^[1] dimana hasil simulasi Weibull, jumlah server yang efektif adalah sebanyak 20 server dimana jika server kurang dari 20 maka waktu rata-rata layanan tidak mencukupi sebaliknya jika server lebih dari 20 maka server akan sering mengganggu. Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi rumusan permasalahan adalah :

1. Dengan menggunakan metode *Hyperexponential*, bagaimana melakukan simulasi antrian pelayanan nasabah bank?
2. Dengan menggunakan VB.NET 2010, bagaimana merancang program untuk simulasi antrian pelayanan nasabah bank?

Manfaat yang di peroleh dari hasil penelitian ini adalah :

1. Dapat membantu bank untuk menentukan jumlah server layanan yang tepat.
2. Dapat meningkatkan pelayanan yang efektif dan efisien kepada nasabah bank.

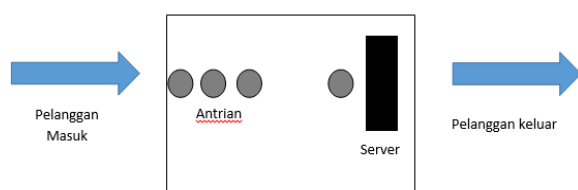
Pengertian Simulasi

Kata simulasi berasal dari bahasa asing (Inggris) yaitu *to simulate* yang berarti menirukan, sedang kata *simulation* yang diterjemahkan ke bahasa Indonesia dengan simulasi mempunyai makna tiruan atau upaya menirukan, yaitu menirukan suatu sistem nyata (*real system*) yang menjadi obyek kajian dalam rangka mencari jawaban atas persoalan sistem tersebut.

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*).^[1]

Struktur Sistem Antrian



Gambar 1. Struktur Sistem Antrian

Komponen Antrian

3 (tiga) komponen utama dalam teori antrian yang harus benar-benar diketahui dan dipahami yaitu: ^[2]

- a. Tingkat kedatangan
- b. Tingkat pelayanan
- c. Disiplin antrian

Faktor Sistem Antrian

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap barisan antrian dan pelayanannya adalah sebagai berikut: ^[2]

1. Distribusi Kedatangan

Pada sistem antrian, distribusi kedatangan merupakan faktor penting yang berpengaruh besar terhadap kelancaran pelayanan.

Distribusi kedatangan terbagi dua, yaitu :

- a. Kedatangan secara individu (tunggal = *single arrivals*)
- b. Kedatangan secara berkelompok (*bulk arrivals*)

Kedua komponen ini harus

mendapatkan perhatian yang memadai pada saat pendisainan sistem pelayanan.

2. Distribusi Waktu Pelayanan

Distribusi waktu pelayanan berkaitan dengan berapa banyak fasilitas pelayanan yang dapat disediakan. Distribusi waktu pelayanan terbagi menjadi dua komponen penting, yaitu :

- a. Pelayanan secara individual (*single service*)
- b. Pelayanan secara kelompok (*bulk service*)

3. Fasilitas pelayanan

Fasilitas pelayanan berkaitan erat dengan baris antrian yang akan dibentuk. Desain fasilitas pelayanan ini dapat dibagi dalam tiga bentuk, yaitu :

- a. Bentuk *series*, dalam satu garis lurus ataupun garis melingkar.
- b. Bentuk *paralel*, dalam beberapa garis lurus yang antara satu dengan yang lain *parallel*.
- c. Bentuk *network station*, yang dapat didesain secara *series* dengan pelayanan lebih dari satu pada setiap stasiun. Bentuk ini dapat juga dilakukan secara paralel dengan stasiun yang berbeda-beda.

Dengan demikian bentuk fasilitas pelayanan ini juga harus diperhitungkan dalam sistem antrian.

4. Disiplin pelayanan

Disiplin pelayanan berkaitan erat dengan urutan pelayanan bagi pelanggan yang memasuki fasilitas pelayanan.

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 :

- a. Ukuran kedatangan secara tidak terbatas (*infinite queue*)
 - b. 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. Jadi masalahnya adalah apakah :
- a. Sumber panggilan terbatas (*finite calling source*)
 - b. Sumber panggilan tak terbatas (*infinite calling source*)

Distribusi Poisson

Suatu distribusi mengikuti pola distribusi poisson jika mengikuti aturan berikut ini: [2]

- a. Tidak terdapat dua kejadian yang terjadi bersamaan.
- b. Proses kedatangan bersifat acak.
- c. Rata-rata jumlah kedatangan per *interval* waktu sudah diketahui dari pengamatan sebelumnya.
- d. Bila *interval* waktu dibagi ke dalam *interval* yang lebih kecil, maka pernyataan-pernyata berikut ini harus dipenuhi:
 - a) Probabilitas tepat satu kedatangan adalah sangat kecil dan konstan.
 - b) Probabilitas dua kedatangan atau lebih selama interval waktu tersebut angkanya sangat kecil sehingga mendekati nol.
 - c) Jumlah kedatangan pada *interval* waktu tersebut tidak tergantung oada kedatangan di *interval* waktu sebelum dan sesudahnya.

Berikut ini merupakan *probability mass function* dari distribusi *poisson*:

$$P(x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}, x = 0,1,2,\dots, \lambda > 0$$

(1)

Distribusi Hyperexponential

Distribusi *Hyperexponential* terjadi dalam teori antrian ketika waktu pelayanan untuk satu unit berdistribusi eksponensial dengan jumlah parameter lebih dari satu. Berikut ini *probability density function* dari distribusi *Hyperexponential* : [3]

$$f(t) = \sum_{i=1}^k p_i \mu_i e^{-\mu_i t}, t > 0, \quad (2)$$

Untuk mendefinisikan model suatu sistem antrian dan merincikan ciri dari suatu sistem antrian digunakan notasi kendall a/b/c/d/e/f yang artinya adalah : [2]

- a : distribusi kedatangan (*Arrival Distribution*)
- b : distribusi waktu pelayanan / keberangkatan (*Service Time Departure*)
- c : jumlah fasilitas pelayanan paralel (dimana c = 1, 2, 3...∞)
- d : disiplin pelayanan (FIFO,LCFS, SIRO)
- e : jumlah maksimum yang diizinkan dalam sistem (*Queue and System*)
- f : jumlah pelanggan yang ingin memasuki sistem sebagai sumber.

Untuk distribusi kedatangan pelanggan (a) dan distribusi waktu pelayanan pelanggan (b) yang sering digunakan di dalam suatu sistem antrian, yaitu :

- M : Distribusi Markovian, Poisson, Eksponensial, atau Memoryless
- G : Distribusi General, Gamma, Weibull, dll
- GI : Distribusi General Independel
- D : Distribusi Deterministic
- E_k : Distribusi Erlang-k atau Gamma-k
- H_k : Distribusi Hyperexponensial-k
- C_k : Distribusi Cox-k
- PH_k : Distribusi Phase type at k stages

Bilangan Acak

Untuk menentukan *input probabilistic*, dibangkitkan bilangan acak yang sesuai dengan distribusi kejadian yang akan disimulasikan. ^[2]

a. Bilangan Acak Distribusi *Hyperexponential*

Untuk membangkitkan suatu bilangan acak yang berdistribusi *Hyperexponential* dapat diperoleh algoritma dengan metode *inverse transformation* sebagai berikut :

$$1. \text{ Bangkitkan } U = U(0,1) \quad (3)$$

$$2. \text{ Hitung } \chi = - \frac{1}{\sum p_i \mu_i} \ln(U) \quad (4)$$

b. Bilangan Acak Distribusi Eksponensial

Untuk membangkitkan suatu bilangan acak yang berdistribusi Eksponensial dapat diperoleh algoritma dengan metode *inverse transformation* sebagai berikut (Pardede (2013, h.18)).

$$3. \text{ Bangkitkan } U = U(0,1) \quad (5)$$

$$4. \text{ Hitung } \chi = - \frac{1}{\mu} \ln(U) \quad (6)$$

c. Bilangan Acak Distribusi Weibull

Untuk membangkitkan suatu bilangan acak yang berdistribusi Weibull dapat diperoleh dengan metode *inverse transformation*. ^[2]

$$\text{Bangkitkan } U = U(0,1) \quad (7)$$

$$1. \text{ Hitung } \chi = \frac{1}{\mu} (-\ln(U)) \quad (8)$$

METODE PENELITIAN

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi Pustaka, penelitian ini dilakukan dengan cara pemahaman terhadap literature yang berupa buku – buku wajib, catatan perkuliahan yang berhubungan dengan Teori Antrian.
2. Penelitian Lapangan berupa

pengamatan, yaitu peneliti melakukan berbagai pengamatan mengenai proses antrian pelayanan pada Bank Syariah Mandiri, peneliti mengamati bagaimana antrian terjadi, waktu antrian dan lama pelayanan pada antrian tersebut.

Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini peneliti membahas mengenai antrian dimana kedatangan nasabah secara tunggal mengikuti proses Poisson yang memiliki *single Teller* atau antrian tunggal dan *single queue* atau satu antrian dengan aturan FIFO. Nasabah yang datang lebih dulu akan dilayani sampai semua nasabah yang ada dalam kelompok itu selesai dilayani baru kemudian *Teller* memulai pelayanan terhadap nasabah yang datang berikutnya.

Nasabah yang datang akan dilayani oleh *Teller*, dimana urutan pelayanan terhadap nasabah yang berada dalam satu antrian sesuai dengan waktu kedatangan nasabah. Apabila *Teller* dalam keadaan menganggur, maka salah satu nasabah dalam antrian akan langsung di layani. Waktu antar kedatangan nasabah berdistribusi Poisson, waktu pelayanan berdistribusi Eksponensial.

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

λ : Laju Kedatangan

μ : Laju pelayanan

C : *Teller*

ρ : Probabilitas *Teller* sibuk

L_s : Rata-rata nasabah dalam sistem

L_q : Rata-rata nasabah 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:

- Waktu tunggu nasabah dalam antrian
= Waktu dimulai pelayanan - waktu kedatangan nasabah
- Waktu tunggu nasabah dalam sistem
= Waktu selesai pelayanan - waktu kedatangan nasabah
- Rata-rata waktu tunggu dalam antrian (Wq)

$$\sum \frac{\text{waktutunggu pelanggandalamantrian}}{\text{total pelanggan}}$$

- Rata-rata waktu tunggu dalam sistem (Ws)

$$\frac{\sum \text{Waktutunggu pelanggandalamsistem}}{\text{Total Pelanggan}}$$

- Rata-rata nasabah dalam antrian (Lq)
- f.

$$\left[\frac{\sum \text{Waktutunggu pelanggandalamantrian}}{\text{Durasi}} \right]$$

- Rata-rata nasabah dalam sistem (Ls)

$$\frac{\sum \text{Waktutunggu pelanggandalamsistem}}{\text{Durasi}}$$

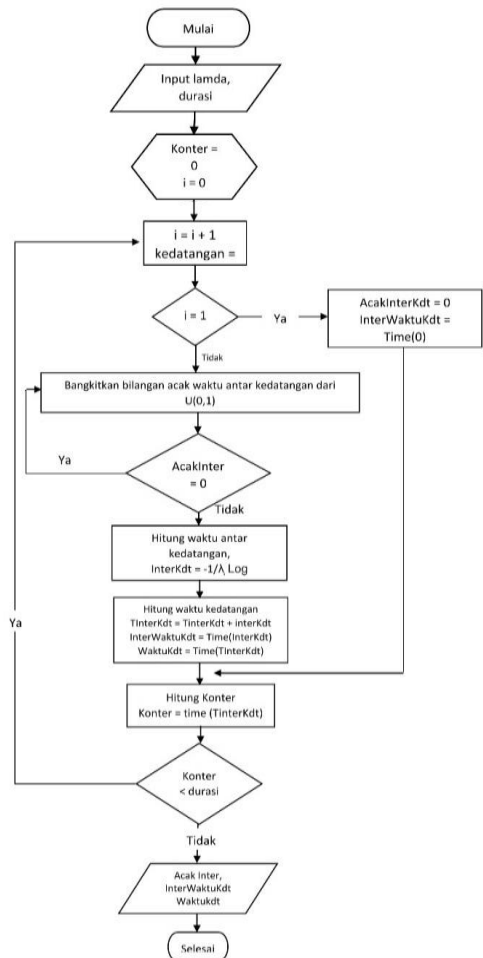
- Probabilitas Teller sibuk (ρ)

$$\frac{\sum \text{Waktu pelayanan}}{\text{Banyak server} * \text{Durasi}}$$

Flowchart Kedatangan

Proses kedatangan merupakan suatu proses untuk membangkitkan kedatangan nasabah. Waktu antar kedatangan nasabah adalah acak (*random*). 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.

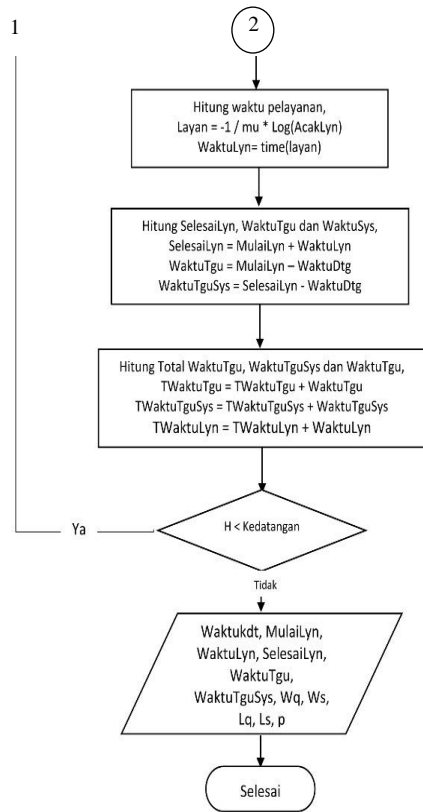
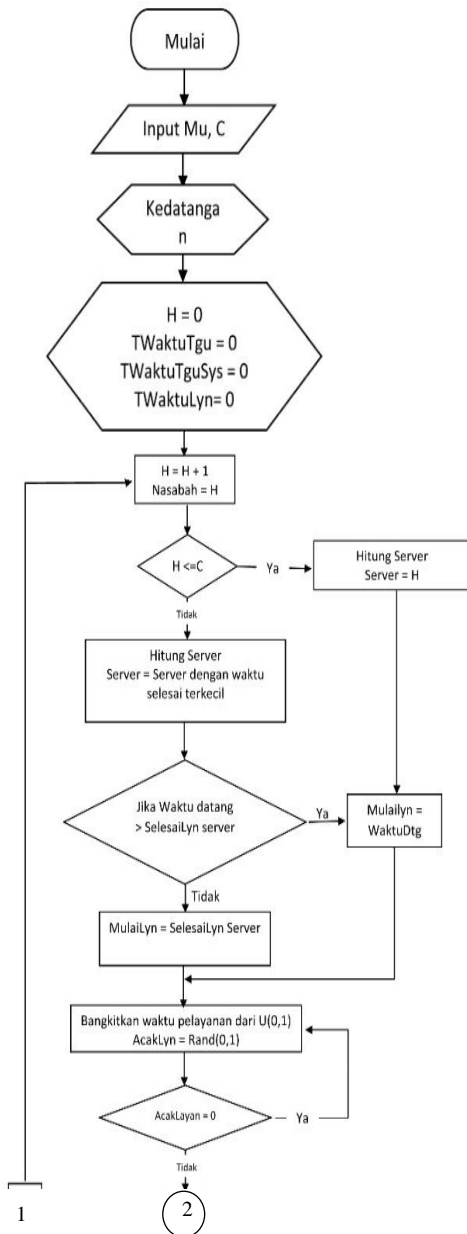


Gambar 2. Flowchart kedatangan

Flowchart 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



Gambar 3. Flowchart Pelayanan

HASIL DAN PEMBAHASAN Implementasi Metode *Hyperexponential* pada Simulasi Antrian

1. Kedatangan

Untuk membangkitkan kedatangan digunakan distribusi waktu kedatangan

Poisson dengan: $-\frac{1}{\lambda} \cdot \log(U)$, misalnya

$\lambda = 5$ dengan durasi = 1 jam.

Kedatangan 1 :

Acak = 0

Interval waktu kedatangan = 0

Waktu kedatangan = 0

Kedatangan 2 :

Bangkitkan $U = U(0,1)=0,5757$

$$\text{Interval waktu kedatangan} = -\frac{1}{5} \cdot \log(0,5757) = 0,0480$$

$$x = \text{Interval waktu kedatangan} * 3600 = 172,8$$

$$\text{Menit} = x / 60 = 2,88 = 2 \text{ menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ mod } 60 = 53 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu kedatangan} = 0 + 0,0480 = 0,0480$$

$$x = \text{Waktu kedatangan} * 3600 = 172,8$$

$$\text{Menit} = x / 60 = 2,88 = 2 \text{ menit}$$

$$\text{Detik} = x \text{ mod } 60 = 53 \text{ detik}$$

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 $<$ durasi maka bangkitkan kedatangan berikutnya.

Tabel 1. Kedatangan

Kedatangan	acak	Interval Waktu Kedatangan	Waktu kedatangan
1	0	0	0
2	0.5757	0.0480	0.0480
3	0.9431	0.0051	0.0531
4	0.1421	0.1695	0.2226
5	0.0661	0.2360	0.4586

Tabel 2. Kedatangan dalam waktu

Kedatangan	acak	Interval Waktu Kedatangan (mm:dd)	Waktu kedatangan (mm:dd)
1	0	00 : 00	00 : 00
2	0.5757	02 : 53	02 : 53
3	0.9431	00 : 18	03 : 11
4	0.1421	10 : 10	13 : 21
5	0.0661	14 : 10	27 : 31

2. Pelayanan

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

dengan : $\sum -\frac{1}{p_i \mu_i} \cdot \log(U)$, misalnya

$\mu_1 = 10$ dan $\mu_2 = 6$ dengan total kedatangan sebelumnya = 5.

Nasabah 1 :

Waktu mulai = waktu kedatangan = 0

Bangkitkan $U = U(0,1) = 0,1127$

Waktu Layanan =

$$\frac{\left(\left(-\frac{1}{10} \cdot \log(0,1127) \right) + \left(-\frac{1}{6} \cdot \log(0,1127) \right) \right)}{2}$$

$$= 0,1264$$

Selesai layanan = 0 + 0,1264 = 0,1264

Waktu tunggu antrian = 0

Waktu tunggu sistem = 0,1264

Nasabah 2 :

Jika waktu kedatangan \leq selesai layanan nasabah sebelumnya :

Waktu mulai = selesai layanan nasabah sebelumnya

Jika waktu kedatangan $>$ selesai layanan nasabah sebelumnya :

Waktu mulai = waktu kedatangan

Waktu kedatangan = 0,0480 $<$ 0,1264, maka waktu mulai = 0,1264

$x = \text{waktu mulai} * 3600 = 455,04$

Menit = $x / 60 = 7.58 = 7$ menit

Detik = $x \text{ mod } 60 = 35,04 = 35$ detik

Bangkitkan $U = U(0,1) = 0,9712$

Waktu Layanan =

$$\frac{\left(\left(-\frac{1}{10} \cdot \log(0,9712) \right) + \left(-\frac{1}{6} \cdot \log(0,9712) \right) \right)}{2}$$

$$= 0,0017$$

Selesai layanan = 0,1264 + 0,00171 = 0,1281

$x = \text{selesai layanan} * 3600 = 461,16$

Menit = $x / 60 = 7.67 = 7$ menit

Detik = $x \text{ mod } 60 = 41,16 = 41$ detik

Waktu tunggu antrian = 0,1264 - 0,0480 = 0,0784

$x = \text{waktu tunggu antrian} * 3600 = 282,24$

Menit = $x / 60 = 4,704 = 4$ menit

Detik = $x \text{ mod } 60 = 42,24 = 42$ detik

Waktu tunggu sistem = $0,1281 - 0,04080 = 0,0801$

$x = \text{waktu tunggu sistem} \times 3600 = 288,36$

Menit = $x / 60 = 4,806 = 4$ menit

Detik = $x \text{ mod } 60 = 48,36 = 48$ detik

Untuk menit berlaku pembulatan ke bawah, sisa desimal masuk ke detik.

Demikian dengan nasabah ke- n dihitung dengan rumus yang sama.

Tabel 3. Pelayanan

Nasabah		1	2	3	4	5
	Waktu Kedatangan	0	0.048	0.0531	0.2226	0.4586
	Mulai Layanan	0.0000	0.1264	0.1281	0.2225	0.4586
	acak	0.1127	0.9712	0.4113	0.2195	0.6404
	Waktu Layanan	0.1264	0.0017	0.0514	0.0878	0.0258
	Selesai Layanan	0.1264	0.1281	0.1795	0.3103	0.4843
	Waktu tunggu antrian	0.0000	0.0784	0.0751	0.0000	0.0000
	Waktu tunggu sistem	0.1264	0.0801	0.1265	0.0878	0.0258

Tabel 4. Pelayanan dalam waktu

Nasabah	1	2	3	4	5
Waktu Kedatangan (mm:dd)	00 : 00	02 : 53	03 : 11	13 : 21	27 : 31
Mulai Layanan (mm:dd)	00 : 00	07 : 35	07 : 41	13 : 21	27 : 31
acak	0.1127	0.9712	0.4113	0.2195	0.6404
Waktu Layanan (mm:dd)	07 : 35	00 : 06	03 : 05	05 : 16	01 : 33
Selesai Layanan (mm:dd)	07 : 35	07 : 41	10 : 46	18 : 37	29 : 03
Waktu tunggu antrian (mm:dd)	00 : 00	04 : 42	04 : 30	00 : 00	00 : 00
Waktu tunggu system (mm:dd)	07 : 35	04 : 48	07 : 35	05 : 16	01 : 33

Tabel 5. Hasil Simulasi

Hasil Simulasi	
Wq ($\sum \text{WaktuTgu}/5$)	0,0307
Ws ($\sum \text{WaktuTguSys}/5$)	0,0893
Lq ($\sum \text{WaktuTgu}/60$)	0,0026
Ls ($\sum \text{WaktuTguSys}/60$)	0,0074
ρ	0,0049

Dari perhitungan simulasi dengan $\lambda = 5$ dengan durasi = 1 jam, $\mu_1 = 10$ dan $\mu_2 = 6$ didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 3:

$$\rho = 0,0049 \times 100\% = 0,49\%$$

$$Wq = 0,0307$$

$x = Wq * 3600 = 110,52$
 Menit = $x / 60 = 1,84 = 1$ menit
 Detik = $x \text{ mod } 60 = 50,52 = 51$ detik
 $Ws = 0,0893$
 $x = Ws * 3600 = 321,48$
 Menit = $x / 60 = 5,36 = 5$ menit
 Detik = $x \text{ mod } 60 = 21,48 = 21$ detik

Dapat dilihat bahwa probabilitas server sibuk adalah 0,49% dengan rata-rata waktu tunggu dalam antrian 0,0307 atau 1 menit 51 detik dan rata-rata waktu dalam sistem 0,0893 atau 5 menit 21 detik.

KESIMPULAN

Tabel 6. Data rata-rata kedatangan (λ) dan pelayanan (μ)

waktu	h1		h2		h3		h4		h5	
	λ	μ	λ	μ	λ	μ	λ	μ	λ	μ
08.00 - 09.00	13	9	7	7	7	6	4	2	7	4
09.00 - 10.00	12	8	12	12	1	4	6	9	9	13

$$\lambda = \frac{(13+7+7+4+7+12+12+4+9+13)}{10} = 8,8 = 9 \text{ (dibulatkan)}$$

$$\mu_1 = \frac{(9+7+6+2+4)}{5} = 5,6 = 6$$

$$\mu_2 = \frac{(8+12+6+9+9)}{5} = 8,8 = 9$$

Dengan melakukan simulasi dari data diatas di dapatkan hasil sebagai berikut :

Simulasi dilakukan pertama kali dengan durasi simulasi 5 jam dan jumlah server yang melayani pelanggan adalah 4 server, maka hasil simulasi dengan distribusi waktu pelayanan *Hyperexponential* dapat diperoleh sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan 1 server Jumlah nasabah dalam durasi 5 jam adalah 48, probabilitas server sibuk (*utility server*) 126.29%, rata-rata waktu tunggu (Wq) 0 Jam 53 menit 53 detik, rata-rata waktu tunggu dalam sistem (Ws) 1 Jam 1 menit 46 detik, dan rata-rata jumlah

pelanggan dalam sistem (Lq) 8.6203, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (Ls) 9.8831 dan *service* berakhir pada 6:19:19

2. Dengan menggunakan 2 server Jumlah nasabah dalam durasi 5 jam adalah 48, probabilitas server sibuk (*utility server*) 85.17 %, rata-rata waktu tunggu (Wq) 17 menit 40 detik, rata-rata waktu tunggu dalam sistem (Ws) 28 menit 19 detik, dan rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (Lq) 2.8264, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (Ls) 4.5297 dan *service* berakhir pada 5:13:11
3. Dengan menggunakan 3 server Jumlah nasabah dalam durasi 5 jam adalah 48, probabilitas server sibuk (*utility server*) 51.53 %, rata-rata waktu tunggu (Wq) 0 menit 32 detik, rata-rata waktu tunggu dalam sistem (Ws) 10 menit 11 detik, dan rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (Lq) 0.0842, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (Ls) 1.6302 dan *service* berakhir pada 5:07:59
4. Dengan menggunakan 4 server Jumlah nasabah dalam durasi 5 jam adalah 48, probabilitas server sibuk (*utility server*) 26.74 %, rata-rata waktu tunggu (Wq) 0 menit 0 detik, rata-rata waktu tunggu dalam sistem (Ws) 6 menit 41 detik, dan rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (Ls) 0, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (Lq) 1.0696 dan *service* berakhir pada 5:09:22

Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah simulasi antrian dengan pola kedatangan tunggal, untuk dapat menganalisa performansi antrian. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat dikembangkan simulasi antrian yang memiliki kedatangan atau pelayanan dengan distribusi yang lain dan dapat digunakan sebagai acuan dalam mengambil keputusan agar dapat memaksimalkan waktu pelayanan terhadap pelanggan atau menambah jumlah server sebagai pelayan,

dan meminimumkan *server* jika dianggap berlebihan dalam suatu pelayanan agar dapat memperkecil biaya operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Pardede, A.M.H. 2014. *Simulasi Antrian Kedatangan Berkelompok Dengan Pelayanan Weibull Oleh Banyak Server*. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, ISSN : 2338-5839, Volume : III, Nomor : 1.1-10.BBPPKI, Medan.
- [2]Pardede, A.M.H. 2013. *Simulasi Antrian Pelayanan Berkelompok Oleh Banyak Server*, (Master's Thesis), Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [3]Adan, I., and Resing, J. 2002. *Queueing Theory*. Departemen of Mathematics and Computing Science Eindhoven University of Technology, Netherlands.
- [4]Kakiay, T. J. 2004. *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [5]Syahputra, Agustian. 2016. *Perancangan Aplikasi Keamanan Data Menggunakan Metode Hill Cipher Pada Database SQL Server*. STMIK Kaputama, Binjai.
- [6]Yatini, Indra. 2010. *Flowchart, Algoritma, dan Pemrograman Menggunakan Bahasa C++ Builder*. Edisi Pertama, Cetakan Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [7]<https://id.wikipedia.org/wiki/Bank>
di akses tanggal 8 Juli 2017