

SIMULASI SISTEM ANTRIAN DENGAN METODE *MULTIPLE CHANNEL SINGLE PHASE*

Jaka Dian Ramadhan^{1*}, Fahrul Agus², Indah Fitri Astuti³

Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman
Jl. Kuaro Gunung Kelua, Universitas Mulawarman Telp. 0541-749343, Samarinda 75119 - Kalimantan Timur
E-Mail : jaka.ramadhan92@gmail.com, fahrulagus@unmul.ac.id, indahfitriastuti@yahoo.com

ABSTRAK

Antrian merupakan suatu garis tunggu dari orang/satuan yang memerlukan pelayanan dari satu atau lebih fasilitas layanan, misalnya antrian pada *teller* di bank. Pada bank dengan jumlah *teller* yang sedikit atau tingkat pelayanan yang rendah seringkali mengakibatkan antrian yang panjang sehingga nasabah yang akan dilayani menunggu dalam jangka waktu yang lama. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan sistem antrian pada Bank Negara Indonesia Kantor Cabang Pembantu Universitas Mulawarman Samarinda menggunakan metode sistem antrian *Multiple Channel Single Phase*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total rata – rata waktu pelayanan 2 *teller* 28,32 menit/nasabah, 3 *teller* 7,66 menit/nasabah, dan 4 *teller* 5,98 menit/nasabah. Rekomendasi hasil penelitian menggunakan 3 *teller* karena total rata – rata waktu pelayanan dari 2 *teller* ke 3 *teller* mengalami penurunan secara drastis, sedangkan total rata – rata waktu pelayanan dari 3 *teller* ke 4 *teller* mengalami penurunan tidak terlalu signifikan.

Kata Kunci : Sistem Antrian, Model Sistem Antrian, BNI KCP Unmul, teller

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sejalan dengan semakin ketatnya tingkat persaingan antar bank, maka setiap bank harus meningkatkan kemampuan daya saingnya, karena keuntungan yang didapat oleh suatu bank dari produk-produk yang ada sangat peka dan sangat mudah diungguli oleh bank pesaing lainnya. Salah satu unsur daya saing yang betul - betul mengunggulkan suatu bank adalah mutu pelayanan melalui peningkatan kualitas sumber daya manusia, penggunaan teknologi yang canggih, dan perbaikan sistem prosedur.

Jumlah kedatangan nasabah yang menggunakan fasilitas pelayanan bank sangat mempengaruhi kenyamanan dari nasabah itu sendiri. Tingginya arus kedatangan para nasabah pada waktu-waktu tertentu, menyebabkan antrian yang panjang dan lama. Merupakan suatu fenomena universal bahwa nasabah tidak suka menunggu dalam waktu yang lama. Nasabah sering menilai kualitas sistem layanan suatu bank didasarkan lamanya waktu menunggu atau kecepatan pelayanan dalam memberikan layanan kepada para nasabahnya. Umumnya nasabah mengharapkan untuk segera mendapatkan pelayanan tanpa harus menunggu lama.

Bank Negara Indonesia Kantor Cabang Pembantu Universitas Mulawarman (BNI KCP Unmul) memiliki puluhan ribu nasabah, dalam sehari nasabah yang datang kurang lebih 100 orang yang tercatat dalam sistem antrian sedangkan jumlah *teller* BNI KCP Unmul yang beroperasi

sebanyak dua stasiun. BNI KCP Unmul model sistem antrian yang digunakan adalah model *multiple channel single phase* yang dimana memiliki satu jalur antrian dan terdapat beberapa stasiun pelayanan.

Simulasi sistem antrian merupakan metode berbasis numerik yang dapat membantu untuk memodelkan fenomena antrian suatu instansi. Melihat apa yang terjadi pada BNI KCP Unmul, penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih mendalam serta membuat program simulasi untuk membantu proses efisiensi antrian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

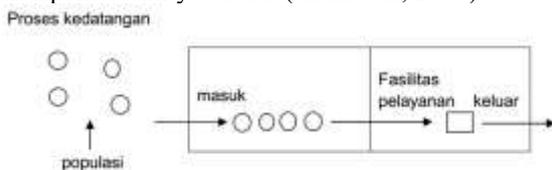
2.1 Definisi Sistem Antrian

Sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayanan serta suatu aturan yang mengatur kedatangan pelanggan dan pemrosesan masalah pelayanan antrian dimana dicirikan oleh lima buah komponen yaitu : pola kedatangan para pelanggan, pola waktu pelayanan, jumlah layanan, kapasitas fasilitas untuk menampung para pelanggan dan aturan dalam mana para pelanggan dilayani (Pangestu,dkk.2000).

2.2 Komponen Sistem Antrian

Struktur umum dari model antrian memiliki dua komponen utama yaitu: (1) garis tunggu atau antrian (*Queue*), dan (2) Fasilitas pelayanan (*Service Facility*). Pelanggan atau konsumen menunggu untuk memasuki fasilitas pelayanan, menerima pelayanan, dan akhirnya keluar dari sistem pelayanan. Selain komponen utama dari

model antrian memiliki komponen lain. Adapun komponen lainnya adalah (Aminudin, 2005) :



Gambar 1. Struktur Umum Model Antrian
(Sumber : Aminudin, 2005)

2.2.1 Karakteristik Kedatangan

Menurut (Jay and Barry, 2005), sumber input yang menghadirkan kedatangan pelanggan bagi sebuah pelayanan memiliki tiga karakteristik utama, yaitu, 1). Ukuran populasi, 2). Perilaku kedatangan, dan 3). Pola kedatangan (distribusi statistik).

Ukuran populasi kedatangan dilihat sebagai terbatas atau tidak terbatas. Sebuah populasi dinyatakan sebagai populasi terbatas jika antrian yang terjadi hanya terdapat pengguna pelayanan potensial dengan jumlah terbatas. Sementara populasi yang tidak terbatas terjadi ketika dalam antrian pengguna pelayanan yang jumlahnya tidak terbatas dapat datang dan meminta pelayanan. Kedatangan dianggap sebagai kedatangan acak bila kedatangan tersebut tidak terikat satu sama lain dan kejadian tersebut tidak dapat diramalkan secara tepat. Sering dalam permasalahan antrian, kedatangan pada setiap unit waktu dapat diperkirakan oleh sebuah distribusi peluang yang disebut distribusi *poisson*.

2.2.2 Karakteristik Antrian

Terdapat beberapa aturan antrian yang biasa digunakan, yaitu :

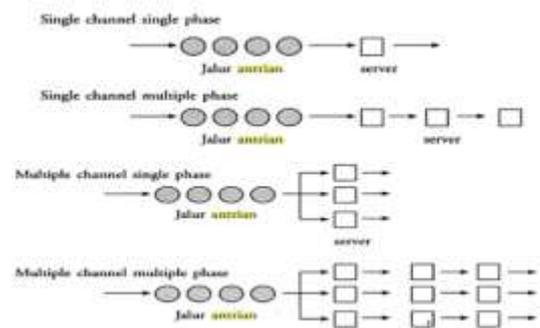
- First In First Out (FIFO)* atau *First Come First Served (FCFS)*, yaitu pelayanan dimana yang pertama masuk maka lebih dahulu keluar atau yang lebih dahulu datang maka lebih dahulu dilayani.
- Last In First Out (LIFO)* atau *Last Come First Served (LCFS)*, yaitu pelayanan dimana terakhir masuk maka lebih dahulu keluar atau yang terakhir datang maka lebih dahulu dilayani.
- Priority service (PS)*, yaitu pelayanan dimana prioritas pelayanan diberikan kepada yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan prioritas yang lebih rendah, meskipun telah lebih dahulu datang.
- Service In Random Order (SIRO)*, yaitu pelayanan dimana panggilan berdasarkan pada peluang secara acak, tidak masalah dengan yang datang lebih awal.
- General Service Diciplint (GD)*, yaitu pelayanan yang mempunyai aturan dan tata tertib yang berlaku umum dan ditaati bersama.

2.2.3 Karakteristik Waktu Pelayanan

Pelayanan umumnya digolongkan menurut jumlah saluran yang ada (contoh : jumlah *teller*)

dan jumlah tahapan (contoh : jumlah perhentian). Desain dasar sistem antrian dapat dikelompokkan ke dalam empat jenis, yaitu :

- Single Channel Single Phase* yaitu sebuah sistem pelayanan yang melayani dengan satu jalur antrian dan satu pelayanan.
- Single Channel Multiple Phase* yaitu sebuah sistem pelayanan yang melayani dengan beberapa jalur antrian dan satu pelayanan.
- Multiple Channel Single Phase* yaitu sebuah sistem pelayanan yang melayani dengan satu jalur antrian dan beberapa pelayanan.
- Multiple Channel Multiple Phase* yaitu sebuah sistem pelayanan yang melayani dengan beberapa jalur antrian dan beberapa pelayanan.



Gambar 2. Struktur Dasar Antrian
(Sumber: Aminudin, 2005)

2.3 Uji Kesesuaian

Uji kesesuaian atau kecocokan dari suatu empirik terhadap sebaran teoritis dilakukan dengan uji Chi-Kuadrat (χ^2). Uji ini membandingkan kelompok frekuensi yang diamati dengan kelompok frekuensi yang diharapkan. Frekuensi yang diharapkan ternyata timbul dari suatu dugaan atau hipotesis. Teknik (χ^2) menguji apakah frekuensi yang diamati cukup mendekati frekuensi yang diharapkan, maka pengujian Chi-Kuadrat diawali dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : data menyebar *poisson* atau *exponensial*

H_1 : tidak menyebar *poisson* atau *exponensial*

Statistik uji yang digunakan adalah (Pangestu,dkk.2000) :

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^B \sum_{j=1}^K (O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (1)$$

Nilai E_{ij} didapat dari persamaan :

$$E_{ij} = \frac{B_i \cdot K_j}{N} \quad (2)$$

Dimana:

O_{ij} : banyaknya Pelanggan yang diamati pada baris i kolom j

- E_{ij} : banyaknya pelanggan yang diharapkan pada baris i kolom j
 B : baris
 K : kolom
 B_i : baris data yang diamati
 K_j : kolom data yang diamati
 N : total data yang diamati

Kriteria keputusan yang digunakan dalam pengujian adalah :

Tolak H_0 jika $x^2 \geq x^2(1-\alpha)(B-1)(K-1)$ dalam hal lain H_0 diterima. Untuk taraf nyata sebesar α nilai $x^2 \geq x^2(1-\alpha)(B-1)(K-1)$ dapat diperoleh dari tabel distribusi Chi-Kuadrat.

2.4 Formula Model Sistem Antrian

Langkah I penunjukan variabel kedua jenis data, dengan :

$$\lambda = \frac{1}{(T1/N)} \quad (3)$$

$$\mu = \frac{1}{(T2/N)} \quad (4)$$

Dimana :

- λ : tingkat kedatangan pelanggan
 μ : tingkat pelayanan
 $T1$: total waktu antar kedatangan
 $T2$: total waktu pelayanan pelanggan
 N : total pelanggan

Langkah II menentukan nilai peluang masa menganggur (P_0).

$$P_0 = \left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c!(1-(\lambda/c.\mu))} \right)^{-1} \quad (5)$$

Dimana :

- P_0 : peluang masa menganggur
 λ : tingkat kedatangan pelanggan
 μ : tingkat pelayanan
 c : jumlah fasilitas pelayanan

Langkah III menentukan L_q , yaitu jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian.

$$L_q = \left(\frac{(\lambda/\mu)^c \cdot [(\lambda/c.\mu)]}{c!(1-(\lambda/c.\mu))^2} \right) P_0 \quad (6)$$

Dimana :

- L_q : jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian
 λ : tingkat kedatangan pelanggan
 μ : tingkat pelayanan
 P_0 : peluang masa menganggur
 c : jumlah fasilitas pelayanan

Langkah IV menentukan L_s , yaitu jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem.

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (7)$$

Dimana :

- L_s : jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem
 L_q : jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian
 λ : tingkat kedatangan pelanggan
 μ : tingkat pelayanan

Langkah V menentukan W_q , yaitu waktu rata-rata pelanggan dalam antrian.

$$W_q = \left(\frac{L_q}{\lambda} \right) \quad (8)$$

Dimana :

- W_q : waktu rata-rata pelanggan dalam antrian
 L_q : jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian
 λ : tingkat kedatangan pelanggan

Langkah VI menentukan W_s , yaitu waktu rata-rata pelanggan dalam sistem.

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (9)$$

Dimana :

- W_s : waktu rata-rata pelanggan dalam sistem
 W_q : waktu rata-rata pelanggan dalam antrian
 μ : tingkat pelayanan

2.5 Notasi dalam Sistem Antrian

Notasi berikut ini merupakan notasi yang akan digunakan dalam menggambarkan sistem antrian yaitu :

- n : jumlah pelanggan dalam sistem
 λ : tingkat kedatangan pelanggan
 μ : tingkat pelayanan
 L_q : jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian
 L_s : jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem
 P_0 : probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem
 W_q : waktu rata-rata pelanggan dalam antrian
 W_s : waktu rata-rata pelanggan dalam sistem
 c : jumlah fasilitas pelayanan

Dalam mengelompokkan model-model antrian yang berbeda-beda akan digunakan suatu notasi yang disebut *Kendall's Notation*. Hampir semua buku (*literature*) yang membahas teori antrian menggunakan notasi ini :

A. Notasi dasar Sistem Antrian

Model dasar sistem antrian adalah (a/b/c/d/e)

- a : distribusi kedatangan
 b : distribusi pelayanan

- c : jumlah fasilitas pelayanan
- d : jumlah konsumen maksimum
- e : ukuran pemanggilan populasi/sumber
- B. Notasi Standar
- M : *poisson / exponensial* untuk distribusi kedatangan dan pelayanan
- D : *interarrival* atau *service time* konstan (deterministik)
- Wk : *interarrival* atau *service time* berdistribusi selang atau gamma
- S : jumlah fasilitas pelayanan
- N : jumlah tertentu konsumen
- ~ : tidak terhingga

Tabel 1. Penjelasan Notasi Sistem Antrian

Singkatan	Penjelasan
M	Tingkat kedatangan <i>poisson</i> , Tingkat waktu pelayanan <i>exponensial</i>
D	Tingkat kedatangan atau pelayanan deterministic (diketahui konstan)
K	Distibusi erlang waktu antar kedatangan atau pelayanan
S	Jumlah fasilitas pelayanan
N	Sumber populasi atau kepanjangan antrian terbatas (finite)
~	Sumber populasi atau kepanjangan antrian tak-terbatas (infinite)

Tanda pertama notasi selalu menunjukkan distribusi tingkat kedatangan. Dalam hal ini, M menunjukkan tingkat kedatangan mengikuti suatu distribusi probabilitas *poisson*. Tanda kedua menunjukkan distribusi tingkat pelayanan. Lagi, M menunjukkan bahwa tingkat pelayanan mengikuti distribusi probabilitas *exponensial*. Tanda ketiga menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan (*channel*) dalam sistem. Tanda keempat dan kelima ditambahkan menunjukkan apakah sumber populasi dan kepanjangan antrian tak-terbatas (~). Model diatas, baik sumber populasi dan kepanjangan antrian adalah tak-terbatas. Dengan tanda-tanda tersebut empat model yang berbeda yang akan dirumuskan dan dipecahkan dalam sistem model antrian adalah :

1. (M/M/1/~/~)
2. (M/M/S/~/~)
3. (M/M/1/N/~)
4. (M/M/1/~N)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Observasi

Data antrian yang diperoleh adalah merupakan data antrian yang terjadi pada sistem pelayanan Bank Negara Indonesia Kantor Cabang Pembantu Unmul (BNI KCP Unmul) Samarinda, dengan model sistem antrian yang diterapkan yaitu antrian paralel, dimana nasabah yang datang dilayani pada dua *teller* dengan mengacuh pada disiplin antrian FIFO. Dua *teller* yang ada bertugas untuk melayani setiap nasabah yang melakukan transaksi tunai.

Walaupun pelayanan terhadap nasabah dilakukan melalui dua *teller*, namun dalam pengambilan data pelayanan pada kedua *teller* tersebut digabungkan karena model sistem antrian yang diterapkan merupakan model sistem antrian *multiple channel single phase*. Dimana nasabah akan dilayani hanya membentuk suatu antrian tetapi akan dilayani oleh salah satu dari dua *teller*. Sehingga tingkat pelayanan rata – rata (μ) yang didapat merupakan waktu rata – rata pelayanan dari kedua *teller* tersebut.

Data diperoleh melalui hasil pengamatan selama lima hari pada tanggal 07 Maret - 11 Maret 2016 dengan mencatat jumlah kedatangan nasabah, jumlah waktu antar kedatangan dan jumlah waktu pelayanan tiap *teller*. Untuk data dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengamatan

Hari	Nasabah	Waktu Antar Kedatangan	Pelayanan			
			Teller 1	Waktu Pelayanan	Teller 2	Waktu Pelayanan
Senin	120	413	60	343	60	350
Selasa	110	413	54	314	56	304
Rabu	117	403	57	320	60	326
Kamis	120	402	60	328	60	326
Jum'at	118	406	59	325	59	343
Total	585	2043	290	1630	295	1649

Data hasil pengamatan selama lima hari dapat diketahui hasil variabel yang dibutuhkan yaitu, tingkat kedatangan nasabah (λ), tingkat pelayanan teller (μ). Data dapat dilihat di tabel 3 :

Tabel 3. Data Hasil Variabel

Hari / Tanggal	λ	μ
Senin, 07 Maret 2016	0,29	0,17
Selasa, 08 Maret 2016	0,27	0,18
Rabu, 09 Maret 2016	0,29	0,18
Kamis, 10 Maret 2016	0,30	0,18
Jum'at, 11 Maret 2016	0,29	0,18
Hasil	0,29	0,18

Pengolahan data untuk pemecahan masalah dilakukan melalui beberapa tahap. Setelah data – data yang dibutuhkan diperoleh , maka pengolahan data dilakukan berdasarkan metodologi yang telah dikemukakan sebelumnya.

3.2 Uji Hipotesis

3.2.1 Pola Kedatangan

Untuk melihat distribusi pola kedatangan nasabah di BNI KCP Unmul, maka dilakukan uji hipotesis distribusi kedatangan nasabah. Data kedatangan pemohon akan diuji dengan uji Chi Kuadrat dengan tingkat ketelitian $\alpha = 5\%$. Berikut adalah data kedatangan nasabah selama lima hari dalam interval satu jam, dan nilai kedatangan nasabah yang diharapkan E_{ij} yang dihitung menggunakan persamaan (2).

Tabel 4. Kedatangan Nasabah dengan interval satu jam

Hari	O_{ij1}	O_{ij2}	O_{ij3}	O_{ij4}	O_{ij5}	O_{ij6}	O_{ij7}	Total
Senin	16	18	15	15	20	17	19	120
Selasa	11	14	17	18	19	17	14	110
Rabu	18	20	17	14	18	13	17	117
Kamis	17	16	16	23	12	17	19	120
Jum'at	14	16	19	17	19	16	17	118
Total	76	84	84	87	88	80	86	585

Berdasarkan Tabel 4, kedatangan nasabah yang diharapkan dapat dihitung. Kedatangan nasabah yang diharapkan E_{ij} selama lima hari dengan interval satu jam dituliskan dalam tabel 5 :

Tabel 5. Kedatangan Nasabah yang diharapkan

Hari	E_{ij1}	E_{ij2}	E_{ij3}	E_{ij4}	E_{ij5}	E_{ij6}	E_{ij7}	Total
Senin	15,59	17,23	17,17	17,85	18,05	16,41	17,64	120,00
Selasa	14,29	15,79	15,79	16,36	16,55	15,04	16,17	110,00
Rabu	15,20	16,16	16,16	17,40	17,60	16,00	17,20	117,00
Kamis	15,59	17,23	17,23	17,85	18,05	16,41	17,64	120,00
Jum'at	15,33	16,94	16,94	17,55	17,75	16,14	17,35	118,00
Total	76,00	84,00	84,00	87,00	88,00	80,00	86,00	585,00

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5, diperoleh nilai Chi Kuadrat hitung kedatangan nasabah yang ditunjukkan pada Tabel 6. Sebelum dilakukan Chi Kuadrat untuk pola kedatangan nasabah BNI KCP Unmul, diberikan hipotesis untuk proporsi pola kedatangan nasabah, berikut hipotesis pola kedatangan nasabah BNI KCP Unmul :

- H_0 : Pola kedatangan nasabah berdistribusi *poisson*
 H_1 : Pola kedatangan nasabah tidak berdistribusi *poisson*

Tabel 6. Nilai Chi Kuadrat hitung (x^2 hitung) distribusi *poisson*

Hari	Nilai x^2							Total
Senin	0,01	0,03	0,29	0,45	0,21	0,02	0,10	1,12
Selasa	0,76	0,20	0,09	0,16	0,36	0,25	0,29	2,13
Rabu	0,52	0,61	0,00	0,66	0,01	0,56	0,00	2,37
Kamis	0,13	0,09	0,09	1,49	2,03	0,02	0,10	3,95
Jum'at	0,12	0,05	0,25	0,02	0,09	0,00	0,01	0,53
Total	1,53	0,99	0,72	2,79	2,70	0,86	0,51	10,10

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai total Chi Kuadrat (x^2 hitung) adalah 10,10. Dengan derajat kebebasan (dk) adalah 24 dan taraf kesalahan yang telah ditetapkan 5% maka harga Chi Kuadrat tabel

(x^2 tabel) adalah 12,11. Karena (x^2 hitung) \leq (x^2 tabel) maka H_0 diterima, artinya kedatangan nasabah BNI KCP Unmul berdistribusi *poisson*.

3.2.2 Pola Waktu Pelayanan

Untuk melihat pola waktu Pelayanan nasabah BNI KCP Unmul perlu dilakukan uji kecocokan distribusi waktu pelayanan. Data waktu pelayanan akan diuji dengan uji kecocokan disribusi Chi Kuadrat dengan tingkat ketelitian $\alpha = 5\%$. Data waktu pelayanan nasabah selama lima hari dalam interval satu jam dituliskan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Waktu Pelayanan Nasabah dengan interval satu jam

Hari	O_{ij1}	O_{ij2}	O_{ij3}	O_{ij4}	O_{ij5}	O_{ij6}	O_{ij7}	Total
Senin	92	115	87	88	112	95	104	693
Selasa	70	78	107	94	101	97	71	618
Rabu	108	104	93	77	98	75	91	646
Kamis	90	99	94	119	62	99	91	654
Jum'at	88	86	112	98	100	86	98	668
Total	448	482	493	476	473	452	455	3279

Berdasarkan Tabel 7, waktu pelayanan nasabah yang diharapkan dapat dihitung. Waktu pelayanan nasabah yang diharapkan E_{ij} selama lima hari dengan interval satu jam dituliskan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Waktu Pelayanan nasabah yang diharapkan

Hari	E_{ij1}	E_{ij2}	E_{ij3}	E_{ij4}	E_{ij5}	E_{ij6}	E_{ij7}	Total
Senin	94,68	101,87	104,19	100,60	99,97	95,53	96,16	693,00
Selasa	84,44	90,84	92,92	89,71	89,15	85,19	85,75	618,00
Rabu	88,26	94,96	97,13	93,78	93,19	89,05	89,64	646,00
Kamis	89,35	96,14	98,33	94,94	94,34	90,15	90,75	654,00
Jum'at	91,27	98,19	100,43	96,97	96,36	92,08	92,69	668,00
Total	448,00	482,00	493,00	476,00	473,00	452,00	455,00	3279,00

Berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 8, diperoleh nilai Chi Kuadrat (x^2 hitung) waktu pelayanan nasabah yang ditunjukkan pada Tabel 9. Sebelum dilakukan uji Chi Kuadrat untuk pola waktu pelayanan nasabah BNI KCP Unmul, diberikan hipotesis untuk proporsi waktu pelayanan nasabah. Berikut hipotesis waktu pelayanan nasabah BNI KCP Unmul :

- H_0 : waktu pelayanan nasabah berdistribusi *exponensial*
 H_1 : waktu pelayanan nasabah tidak berdistribusi *exponensial*

Tabel 9. Nilai Chi Kuadrat hitung (x^2 hitung) distribusi *exponensial*

Hari	Nilai χ^2							Total
	0,0 8	1,6 9	2,8 4	1,5 8	1,4 5	0,00	0,6 4	
Senin	0,0 8	1,6 9	2,8 4	1,5 8	1,4 5	0,00	0,6 4	8,27
Selasa	2,4 7	1,8 2	2,1 3	0,2 0	1,5 8	1,64	2,5 4	12,38
Rabu	4,4 1	0,8 6	0,1 8	3,0 0	0,2 5	2,22	0,0 2	10,94
Kamis	0,0 0	0,0 9	0,1 9	6,1 0	11, 09	0,87	0,0 0	18,33
Jum'at	0,1 2	1,5 1	1,3 3	0,0 1	0,1 4	0,40	0,3 0	3,82
Total	7,0 8	5,9 7	6,6 7	10, 89	14, 50	5,13	3,5 0	53,74

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai total Chi Kuadrat hitung (x^2 hitung) adalah 53,74. Dengan derajat bebas (dk) 24 dan tingkat ketelitian yang telah ditetapkan 5%, nilai Chi Kuadrat table (x^2 tabel) adalah 64,49. Karena nilai Chi Kuadrat hitung (x^2 hitung) \leq nilai Chi Kuadrat table (x^2 tabel), maka ditetapkan bahwa H_0 diterima, artinya waktu pelayanan nasabah BNI KCP Unmul berdistribusi *exponensial*.

3.3 Karakteristik Sistem Antrian

Perhitungan karakteristik sistem antrian nasabah BNI KCP Unmul dilakukan dengan memasukkan data yang diperoleh untuk menghitung probabilitas tidak ada nasabah dalam sistem, jumlah rata – rata nasabah dalam antrian, jumlah rata – rata nasabah dalam sistem, waktu rata – rata nasabah dalam antrian, dan waktu rata – rata nasabah dalam sistem.

Pada Tabel 3 diketahui hasil Tingkat kedatangan (λ) adalah 0,29 dan Tingkat waktu pelayanan (μ) adalah 0,18. Secara terperinci pengolahan datanya dilakukan sebagai berikut.

a. Peluang masa menganggur

$$P_0 = \left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c!(1-(\lambda/c.\mu))} \right)^{-1}$$

$$P_0 = \frac{\left(\frac{0,29}{0,18}\right)^0}{0!} + \frac{\left(\frac{0,29}{0,18}\right)^1}{1!} + \left(\frac{\left(\frac{0,29}{0,18}\right)^2}{2!(1-\frac{0,29}{2(0,18)})}\right)^{-1}$$

$$P_0 = \frac{(1,61)^0}{1} + \frac{(1,61)^1}{1} + \left(\frac{(1,61)^2}{2!(1-0,81)}\right)^{-1}$$

$$P_0 = 0,11 \text{ atau } 11\%$$

b. Jumlah rata - rata nasabah dalam antrian

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^c \cdot [(\lambda/c.\mu)]}{c!(1-(\lambda/c.\mu))^2} P_0$$

$$L_q = \left(\frac{\left(\frac{0,29}{0,18}\right)^2 \cdot \left(\frac{0,29}{2(0,18)}\right)}{2!(1-\left(\frac{0,29}{2(0,18)}\right))^2} \right) 0,11$$

$$L_q = \left(\frac{(1,61)^2 \cdot (0,81)}{2(1-0,81)^2} \right) 0,11$$

$$L_q = 3,30 \text{ nasabah} \approx 3 \text{ nasabah}$$

c. Jumlah rata - rata nasabah dalam sistem

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = 3,30 + \frac{0,29}{0,18}$$

$$L_s = 4,91 \text{ nasabah} \approx 5 \text{ nasabah}$$

d. Waktu rata - rata nasabah dalam antrian

$$W_q = \left(\frac{L_q}{\lambda} \right)$$

$$W_q = \left(\frac{3,30}{0,29} \right)$$

$$W_q = 11,38 \text{ menit/nasabah}$$

e. Waktu rata - rata nasabah dalam sistem

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$W_s = 11,38 + \frac{1}{0,18}$$

$$W_s = 16,94 \text{ menit/nasabah}$$

Hasil pengolahan data diatas dengan menggunakan teori antrian didapatkan bahwa waktu rata-rata nasabah dalam antrian (W_q) adalah 11,38 menit/nasabah dan waktu rata-rata nasabah dalam sistem adalah 16,94/nasabah menit, sehingga total rata-rata waktu pelayanan adalah 28,32/nasabah menit/nasabah.

Hasil pengolahan data diatas menunjukkan bahwa Pelayanan BNI KCP Unmul dengan dua *teller* tidak efektif / optimal yang dimana diasumsikan bahwa rata-rata waktu pelayanan tidak boleh lebih dari 10 menit, untuk itu dilakukan uji simulasi model sistem antrian dengan penambahan *teller* untuk 3 *teller* dan 4 *teller*.

3.4 Pemodelan Sistem Antrian

Pemodelan sistem antrian didasarkan pada analisis pola kedatangan dan waktu pelayanan serta pengamatan terhadap kondisi yang ada. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh data sebagai berikut.

- Pola kedatangan berdistribusi *poisson*
- Pola waktu pelayanan berdistribusi *exponensial*

- Pelayanan terdapat dua teller
- Disiplin antrian adalah FIFO
- Jumlah pelanggan tidak terbatas
- Sumber kedatangan berasal dari populasi tak terhingga.
- Jumlah teller dikalikan dengan tingkat pelayanan > dari tingkat kedatangan.

Oleh karena itu diperoleh sumber model antrian yang dapat mewakili keadaan sistem antrian pada masing – masing tipe pelayanan pada BNI KCP Unmul yaitu dengan notasi Kendall (M/M/S) : (FIFO/~/~) atau dapat dikatakan sebagai sistem pelayanan berganda dengan satu jalur antrian. Hasil uji simulasi diatas disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Uji Simulasi

Teller	Λ	μ	P_0	L_q	L_s	W_q	W_s
3	0,29	0,18	0,18	0,32	1,93	1,10	6,66
4	0,29	0,18	0,20	0,06	1,67	0,21	5,77

Hasil di atas menunjukkan bahwa waktu rata-rata nasabah dalam antrian dengan 3 teller adalah 1,10 menit/nasabah dan waktu rata – rata nasabah dalam sistem dengan 3 teller adalah 6,66 menit/nasabah, sehingga total rata-rata waktu pelayanan adalah 7,76 menit/nasabah. Hasil total rata-rata waktu pelayanan dengan 3 teller sudah efektif / optimal karena 7,66 menit/nasabah tidak lebih dari 10 menit/nasabah. Total rata-rata waktu pelayanan dengan 4 teller juga efektif / optimal dengan hasil 5,98 menit/nasabah, tetapi dari teller 3 ke teller 4 tidak mengalami penurunan waktu yang signifikan

3.5 Program Simulasi Sistem Antrian *Multiple Channel Single Phase*

3.5.1 Tampilan Program



Gambar 3. Tampilan Program 2 Teller



Gambar 4. Tampilan Program 3 Teller



Gambar 5. Tampilan Program 4 Teller

3.5.2 Penjelasan Program

a) Tampilan Program 2 Teller

Hasil simulasi model sistem antrian 2 teller dengan menggunakan Visual Basic.NET didapatkan sebagai berikut.

- P_0 : 0,11 atau 11%
- L_q : 3,30 \approx 3 nasabah
- L_s : 4,91 \approx 5 nasabah
- W_q : 11,38 menit/nasabah
- W_s : 16,94 menit/nasabah

Total rata – rata waktu pelayanan adalah 29 menit/nasabah, waktu pelayanan dengan 2 teller tidak optimal karena lebih dari 10 menit/nasabah.

b) Tampilan Program 3 Teller

Hasil simulasi model sistem antrian 3 teller dengan menggunakan Visual Basic.NET didapatkan sebagai berikut :

- P_0 : 0,18 atau 18%
- L_q : 0,32 \approx 0 nasabah
- L_s : 1,91 \approx 2 nasabah
- W_q : 1,1 menit/nasabah
- W_s : 6,66 menit/nasabah

Total rata – rata waktu pelayanan adalah 8 menit/nasabah, waktu pelayanan dengan 3 teller optimal karena kurang dari 10 menit/nasabah.

c) Tampilan Program 4 Teller

Hasil simulasi model sistem antrian 4 teller dengan menggunakan Visual Basic.NET didapatkan sebagai berikut :

P0 : 0,20 atau 20%
Lq : 0,06 \approx 0 nasabah
Ls : 1,67 \approx 2 nasabah
Wq : 0,21 menit/nasabah
Ws : 5,77 menit/nasabah

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Waktu kedatangan nasabah berdistribusi poisson dan waktu pelayanan berdistribusi *exponensial* pada BNI KCP Unmul.
2. Jumlah Nasabah yang datang ke BNI KCP Unmul untuk dilayani oleh teller pada tanggal 07 – 11 Maret 2016 sebanyak 585 nasabah.
3. Model sistem antrian yang selama ini digunakan oleh BNI KCP Unmul menghasilkan total rata – rata waktu pelayanan 28,32 atau 28 menit/nasabah sehingga belum mencapai standar waktu rata – rata pelayanan yang diasumsikan tidak lebih dari 10 menit/nasabah.
4. Untuk mengurangi lama waktu mengantri di BNI KCP Unmul dan untuk memaksimalkan jumlah nasabah yang dilayani, maka dapat dilakukan perbaikan dengan menggunakan model sistem antrian simulasi *Multiple Channel Single Phase* dengan menambah jumlah teller dari semula 2 *teller* menjadi 3 *teller*, sehingga total rata – rata waktu pelayanan 7,66 menit/nasabah.

4.2 Saran

1. BNI KCP Unmul diharapkan perlu menambahkan tenaga pelayanan pada teller.
2. Apabila tidak dilakukan penambahan *teller* dengan tetap menggunakan dua *teller* maka total rata – rata waktu pelayanan tidak boleh lebih dari 10 menit/nasabah, dengan konsekuensi nasabah yang datang menjadi berkurang. Data sampel yang diteliti di perpanjang waktu penelitiannya semisal, karena dengan data yang semakin banyak akan bisa dilihat pola kedatangan nasabah yang lebih akurat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aminudin. 2005. Prinsip – prinsip Riset Operasi. Jakarta: Erlangga.
- [2]. Djati, B. S. L. (2007). Simulasi, Teori Dan Aplikasinya. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- [3]. Faradhika, F. (2014). Analisis dan Simulasi Sistem Antrian Pada Bank ABC. Saintia Matematika. 2(2) Maret.
- [4]. Gordon, G. (1989). System Simulation. New Delhi : Prentice Hall Of India.
- [5]. Gusti Vero W., Sahmanbanta S., Fachrosi F. (2012). Perancangan Sistem Simulasi Antrian

Kendaraan Bermotor pada Stasiun Pengisian Bahan-Bakar Umum (SPBU) Menggunakan Metode Distribusi Eksponensial. Jurnal Elektronik Ilmu Komputer. Universitas Udayana.

- [6]. Hoover, S. V., Ronald F. P. (1989). Simulation: A Problem-Solving Approach. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. :Boston, USA.
- [7]. Jay, H dan Barry, R. (2005). Operation Management, edition. (Manajemen Operasi edisi 7, Buku 1) Penerbit Salemba Empat. Jakarta.
- [8]. Law, A. M. and Kelton, D. W. (1991). Simulation Modeling & Analysis, detikond edition, McGraw-Hill, International.
- [9]. Pangestu, dkk. 2000. Dasar – dasar Operation Research. BPFE. Yogyakarta.
- [10]. Purnama, A. (2012). Penerapan Model Simulasi Antrian Multi Channel Single Phase Pada Antrian Di Apotek Purnama Semarang. Skripsi. Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Widya Manggala. Semarang.
- [11]. Prihati, Yani. (2012). Simulasi dan Permodelan Sistem Antrian Pelanggan di Loket Pembayaran Rekening XYZ Semarang. Majalah Informatika. Universitas AKI
- [12]. Sahar, A.H. 2007. Analisis Kinerja Sistem Antrian pada Industri Pengolahan Fillet Ikan Beku (Studi Kasus di PT Global Tropical Seafood, Jawa Barat). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.