

ANALISIS MODEL ANTRIAN MULTIPLE CHANNEL MULTIPLE PHASE SERVICE DALAM PROSES PEMBUATAN KARTU MAHASISWA (KTM) PADA BANK BNI UNTAD

R. Usman¹, A. I. Jaya², dan D. Lusiyanti³

^{1,2,3}Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Tadulako

Jalan Soekarno-Hatta Km. 09 Tondo, Palu 94118, Indonesia.

¹rachmatpares@gmail.com, ²agusindrajaya@yahoo.com, ³desylusiyanti@yahoo.com.

ABSTRACT

The queue is a common situation that is common in our daily lives as consumers waited in front of the booth to get a turn to the service or service facilities. One example is the manufacture queue Student Identity Card (KTM) Tadulako in Bank BNI UNTAD. The purposes of this research is to analyze the characteristics of the making of queue Student Identity Card (KTM) Tadulako in Bank BNI of UNTAD. By calculating the probability were no queues (P_0), the average customer in the queue (L_a), the average customer in the system (L_s), the average waiting time for customers in the queue (W_a), the average time waiting for customers in the system (W_s). The results showed that the model type of queue that is used in the manufacture of Student Card (KTM) Tadulako in Bank BNI UNTAD is a model of multiple channels-multiple phase ($M/M/S$) with a Poisson arrival pattern distribution and exponential distribution service time. The analysis shows the performance characteristics of a queuing system manufacture KTM BANK BNI of UNTAD can be said to have been effective, because of the steady state in each stage. On Wednesday, the value of (P_0) at CS is 0,145 and the teller is 0.8879, for the value of (L_a) in CS is 1.8821 and the teller customer is a customer 0.0004 to the value (L_s) 3.4948 is the customer, to the value of (W_a) on CS is 33.5373 minutes and the teller was 0.0075 minutes, to the value of (W_s) is 74.1952 minutes. On Thursday, the value of (P_0) on CS was 0.121 and the teller is 0.8837, for the value of (L_a) in CS is 2.4998 and the teller customer is a customer 0.0005 to the value (L_s) 4.1918 is the customer, to the value of (W_a) on CS is 42.4061 minutes and the teller was 0.0081 minutes, to the value of (W_s) is 71.1808 minutes.

Keywords : Exponential Distribution, Poisson Distribution, Queue Multi Phase

ABSTRAK

Antrian adalah suatu situasi umum yang biasa terjadi dalam kehidupan sehari-hari dimana konsumen menunggu di depan loket untuk mendapatkan giliran pelayanan atau fasilitas layanan. Salah satu contohnya adalah pembuatan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) Universitas Tadulako di Bank BNI UNTAD. Tujuan dalam penelitian ini adalah menganalisa karakteristik antrian pembuatan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) Universitas Tadulako di Bank BNI UNTAD. Dengan menghitung peluang tidak ada antrian (P_0), rata-rata pelanggan dalam antrian (L_a), rata-rata pelanggan dalam sistem (L_s), rata-rata waktu menunggu pelanggan dalam antrian (W_a), rata-rata waktu menunggu dalam sistem (W_s). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model jenis antrian yang digunakan pada pembuatan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) Universitas Tadulako di Bank BNI UNTAD adalah model multiple channel-multiple phase ($M/M/S$) dengan pola kedatangan berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan berdistribusi Eksponensial.

Analisis karakteristik antrian menunjukkan kinerja sistem antrian pembuatan KTM di Bank BNI UNTAD dapat dikatakan sudah efektif, karena steady state di setiap tahap. Pada hari rabu nilai P_0 pada CS adalah 0,145 dan pada teller adalah 0,8879, untuk nilai L_a pada CS adalah 1,8821 pelanggan dan pada teller adalah 0,0004 pelanggan untuk nilai L_s adalah 3,4948 pelanggan, untuk nilai W_a pada CS adalah 33,5373 menit dan pada teller adalah 0,0075 menit, untuk nilai W_s adalah 74,1952 menit. Pada hari kamis nilai P_0 pada CS adalah 0,121 dan pada teller adalah 0,8837, untuk nilai L_a pada CS adalah 2,4998 pelanggan dan pada teller adalah 0,0005 pelanggan untuk nilai L_s adalah 4,1918 pelanggan, untuk nilai W_a pada CS adalah 42,4061 menit dan pada teller adalah 0,0081 menit, untuk nilai W_s adalah 71,1808 menit.

Kata Kunci : **Distribusi Eksponensial, Distribusi Poisson, Antrian Multi Phase**

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era modern seperti sekarang ini kecepatan dan penghematan waktu menjadi salah satu kebutuhan utama dalam menunjang segala kegiatan manusia. Kebutuhan akan kecepatan pelayanan jasa sangat diperlukan manusia dalam segala kegiatan terutama dalam hal penghematan waktu.

Salah satu permasalahan dalam kehidupan manusia yaitu masalah permintaan. Sering kita melihat banyak orang menunggu di suatu tempat fasilitas pelayanan umum, misalnya pada aktifitas pembuatan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) Universitas Tadulako. Umumnya setiap orang pernah mengalami antrian di dalam hidupnya. Oleh karena itu, bisa dikatakan bahwa antrian sudah menjadi bagian dari kehidupan setiap orang.

Universitas Tadulako adalah salah satu universitas negeri di Indonesia yang didirikan pada tanggal 14 Agustus 1981 sesuai dengan kepres no.36 tahun 1981 dengan jumlah mahasiswa aktif sebanyak 13.000 mahasiswa. kartu identitas yang mengukuhkan pencatatan resmi seseorang sebagai mahasiswa Universitas Tadulako adalah KTM yang diterbitkan oleh Bank Negara Indonesia (BNI). KTM Universitas Tadulako dipaketkan dengan rekening tabungan BNI. Pembuatan KTM Universitas Tadulako seringkali terkendala karena panjangnya antrian pembuatan KTM sehingga terjadinya penundaan dan larinya mahasiswa yang bersangkutan dalam proses pembuatan KTM.

Antrian adalah suatu kejadian yang biasa dalam kehidupan sehari-hari. Menunggu di depan loket untuk mendapatkan tiket kereta api atau tiket bioskop, pada pintu jalan tol, pada bank, pada kasir supermarket, pada tempat pencucian mobil, dan situasi-situasi yang lain merupakan kejadian yang sering ditemui.

Antrian timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan, sehingga pengguna fasilitas yang baru tiba tidak bisa dengan segera mendapatkan layanan disebabkan kesibukan dari layanan tersebut. Pada

banyak hal, tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian. Akan tetapi biaya karena memberikan pelayanan tambahan, akan menimbulkan pengurangan keuntungan mungkin sampai di bawah tingkat yang dapat diterima. Sebaliknya, sering timbulnya antrian yang panjang akan mengakibatkan hilangnya pelanggan/nasabah. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih dalam terkait dengan masalah antrian ini sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam menentukan kebijakan yang diambil sehingga dapat memberikan pelayanan yang terbaik kepada pelanggan.

Permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana mengusahakan keseimbangan antara biaya tunggu (antrian) terhadap biaya mencegah antrian, guna memberikan pelayanan yang optimal. Salah satu cara untuk memperbaiki fasilitas pelayanan dengan optimal adalah dengan menggunakan analisa Teori Antrian. Dengan analisa Teori Antrian dapat diketahui apakah sistem pelayanan yang ada sudah mencapai suatu keadaan yang optimal atau belum. Model antrian yang akan dibahas merupakan suatu metode yang penting untuk sistem pengolahan yang mengoptimalkan pelayanan dengan meminimalkan antrian. Pada model ini karakteristik sistem antrian antara lain meliputi: tingkat kesibukan server, jumlah rata-rata dalam antrian dan sistem untuk setiap pelayanan, probabilitas antrian pada tahap pelayanan, rata-rata waktu menunggu dalam sistem dan antrian untuk setiap tahap pelayanan.

Pada proses antrian pembuatan KTM terjadi jenis antrian *Multiple Channel Multiple Phase Service*. Pada model antrian ini, terdapat lebih dari satu jalur pelayanan dan lebih dari satu fase pelayanan. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk mengkaji lebih jauh mengenai beberapa parameter yang mempengaruhi kinerja dari sistem antrian pada proses pembuatan KTM.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model sistem antrian pada proses pembuatan KTM pada Bank BNI UNTAD?
2. Bagaimana hasil analisis dan solusi dari sistem antrian pada proses pembuatan KTM?

1.3. Batasan Penelitian

Adapun batasan dalam penelitian ini adalah untuk pengumpulan data dilakukan selama 2 hari, yaitu pada hari Rabu dan Kamis, dikarenakan pada hari tersebut mengikuti sistem antrian *Multi Channel-Multi Phase*. Pengambilan data hanya dilakukan selama 4 jam dalam sehari, yaitu dari jam 8 pagi sampai jam 12 siang.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan sesuai prosedur di bawah ini:

- a. Mempersiapkan penelitian.
- b. Mengkaji literatur tentang teori antrian, model antrian, distribusi eksponensial dan distribusi poisson
- c. Mengumpulkan data dengan teknik wawancara dan observasi di Bank BNI cabang UNTAD.
- d. Merumuskan model antrian
- e. Menguji data tentang antrian yang terjadi pada tingkat kedatangan menggunakan distribusi poisson dan tingkat pelayanan menggunakan distribusi eksponensial.
- f. Menguji data dengan menggunakan program WinQSB sebagai hasil perbandingan dengan hasil secara manual.
- g. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer yang berasal dari observasi dan wawancara singkat pada sistem pembuatan KTM UNTAD di Bank BNI cabang UNTAD. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah waktu kedatangan dan waktu pelayanan pada proses pembuatan KTM yang meliputi 2 fase pelayanan dan 2 server pada masing-masing fase

3.2. Uji Kolmogorov Smirnov Menggunakan SPSS

Tabel 1 : Data antrian pada hari rabu

waktu kedatangan	pelayanan di CS		pelayanan di Teller	
	mulai	selesai	mulai	selesai
8:18	8:23	8:39	8:40	8:41
8:21	8:26	8:51	8:52	8:54
8:23	8:44	9:16	9:17	9:20
8:40	8:57	9:24	9:25	9:28
9:06	9:24	9:46	9:47	9:49
9:12	9:30	10:02	10:03	10:05
9:23	9:58	10:26	10:27	10:28
9:27	10:12	10:40	10:41	10:43
10:03	10:49	11:17	11:18	11:21

Tabel 2 : Data antrian hari kamis

Waktu Kedatangan	Pelayanan di CS		Pelayanan di Teller	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
8:16	8:25	8:41	8:42	8:43

8:30	8:32	8:55	8:56	8:58
8:30	8:48	9:18	9:19	9:22
8:40	9:02	9:35	9:36	9:38
8:40	9:25	9:53	9:54	9:56
9:00	9:46	10:13	10:14	10:16
9:00	9:57	10:27	10:28	10:31
9:28	10:25	10:45	10:47	10:49
10:02	10:38	11:09	11:10	11:11
10:27	10:59	11:29	11:30	11:33

Data pada Tabel 1 dan Tabel 2 dianalisis dengan menggunakan uji kolmogorov Smirnov satu sampel, dengan tujuan untuk menaksir nilai tingkat kedatangan (λ) berdistribusi poisson dan nilai tingkat pelayanan (μ) berdistribusi eksponensial. Hasil pengujian distribusi data tingkat kedatangan dan data tingkat pelayanan ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 : Pengujian Distribusi Poisson pada Tingkat Kedatangan di CS dan Teller

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		D_Rabu_ CS	D_Rabu_ _Teller	D_Kamis_ CS	D_Kamis_ Teller
N		9	9	10	10
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	13,67	18,67	14,80	16,80
Most Extreme Differences	Absolute	,427	,277	,300	,187
	Positive	,427	,277	,300	,100
	Negative	-,228	-,200	-,290	-,187
Kolmogorov-Smirnov Z		1,281	,830	,949	,592
Asymp. Sig. (2-tailed)		,075	,495	,329	,875

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Dari tabel 3 menyatakan bahwa tingkat kedatangan di CS dan Teller mengikuti distribusi poisson karena nilai Asymp. Sig. (2-tailed) berturut-turut 0.75, 0.495, 0.329 dan 0.875 > nilai $\alpha = 0.05$. Sehingga data tingkat kedatangan pada CS dan Teller yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi asumsi dasar teori antrian.

Tabel 4 : Pengujian Distribusi Eksponensial Pada Tingkat Pelayanan di CS dan Teller

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		P_Rabu_CS	P_Rabu_T eller	P_Kamis_CS	P_Kamis_ Teller
N		9	9	10	10
Exponential parameter. ^{a,b}	Mean	26,67	2,11	26,90	2,10
Most Extreme Differences	Absolute	,451	,390	,427	,414
	Positive	,301	,241	,293	,240
	Negative	-,451	-,390	-,427	-,414
Kolmogorov-Smirnov Z		1,354	1,170	1,352	1,310
Asymp. Sig. (2-tailed)		,051	,129	,052	,065

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

Dari Tabel 4 menyatakan bahwa Tingkat pelayanan mengikuti distribusi Eksponensial karena nilai Asymp. Sig. (2-tailed) berturut-turut 0.051, 0.129, 0.052 dan 0.065 > nilai $\alpha = 0.05$, sehingga data tingkat pelayanan pada CS dan Teller yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi asumsi dasar teori antrian.

3.3. Tingkat Pelayanan Efektif

Tingkat pelayanan efektif dihitung menggunakan rumus $J \times \mu$. Tingkat pelayanan efektif menurut asumsi dasar teori antrian harus memenuhi syarat dimana Tingkat pelayan efektif lebih besar dibandingkan dengan Tingkat kedatangan pelanggan, sehingga:

$$J\mu > \lambda$$

Tabel 5 : Pengujian Tingkat Pelayanan efektif pada tingkat kedatangan

Hari	λ		$j\mu$	
	CS	Teller	CS	Teller
Rabu	0,0563	0.0563	0,0754	0,9474
Kamis	0,0588	0,0588	0,075	0,9524

3.4. Analisis Karakteristik Antrian Pembuatan KTM

Dengan menggunakan rumus karakteristik model antrian (M/M/S)

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{J-1} \frac{(\lambda_1)^n}{n!} + \frac{(\lambda_1)^J}{J_1! \left(1 - \frac{\lambda_1}{J_1 \mu_1}\right)}} \quad (1)$$

$$L_a = \frac{\left(\frac{\lambda_1}{\mu_1}\right)^{J_1+1}}{(J_1-1)! \left(J_1 - \frac{\lambda_1}{\mu_1}\right)^2} P_0 \quad (2)$$

$$L_s = L_a + \frac{\lambda_1}{\mu_1} \quad (3)$$

$$W_a = \frac{\left(\frac{\lambda_1}{\mu_1}\right)^{J_1+1}}{\lambda_1 (J_1-1)! \left(J_1 - \frac{\lambda_1}{\mu_1}\right)^2} P_0 \quad (4)$$

$$W_s = W_a + \frac{1}{\mu_1} \quad (5)$$

dengan J adalah fasilitas pelayanan yang paralel, P_0 adalah rata-rata kedatangan pelanggan, adalah rata-rata pelayanan dalam satuan waktu, adalah tingkat kegunaan fasilitas pelayanan, adalah probabilitas tidak ada pelanggan, L_a adalah rata-rata pelanggan dalam antrian, L_s adalah rata-rata pelanggan dalam sistem, adalah waktu menunggu dalam antrian, dan adalah rata-rata waktu menunggu dalam sistem.

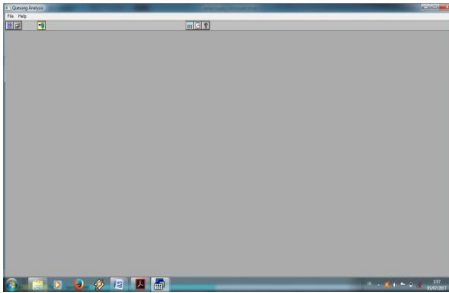
Sehingga dari hasil penghitungan tingkat kedatangan, tingkat pelayanan dan jumlah server yang tersedia pada masing-masing fase pada Tabel 1 dan Tabel 2, diperoleh:

Tabel 6 : Hasil analisis sistem antrian pembuatan KTM

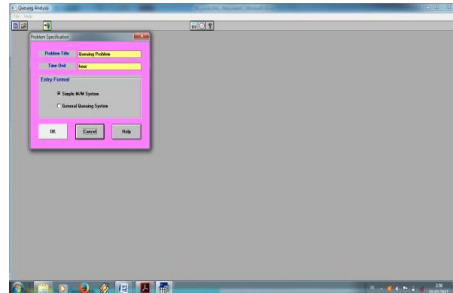
Karakteristik Antrian	Rabu		Kamis	
	CS	Teller	CS	Teller
Kemungkinan tidak ada antrian	0.145 atau 14,5 %	0.8879 atau 88,79 %	0.121 atau 12,1 %	0.8837 atau 88,37%
Rata-Rata Pelanggan Dalam Antrian L_a	1.8821 pelanggan	0.0004 pelanggan	2.4998 pelanggan	0.0005 pelanggan
Rata-Rata Jumlah Dalam Sistem L_s	3.3755 pelanggan	0.1193 pelanggan	4.0678 pelanggan	0.124 pelanggan
Rata-Rata Waktu Menunggu Dalam Antrian W_a	33.5373 menit	0.0075 menit	42.4061 menit	0.0081 menit
Rata-Rata Waktu Menunggu Dalam Sistem W_s	60.0625 menit	2.1185 menit	69.0728 menit	2.108 menit
Kemungkinan Menunggu P_t	0.6383	0.0067	0.6886	0.0071

3.5. Analisis Antrian Pembuatan KTM Dengan Program WinQSB

Untuk membandingkan hasil yang diperoleh dengan penghitungan manual maka digunakan program WinQSB untuk penghitungan dengan menggunakan program.



Gambar 1 : Tampilan utama



Gambar 2 : Tampilan spesifikasi masalah

Data Description	ENTRY
Number of servers	2
Service rate (per server per minute)	0.0375
Customer arrival rate (per minute)	0.0588
Queue capacity (maximum waiting space)	M
Customer population	M
Busy server cost per minute	
Idle server cost per minute	
Customer waiting cost per minute	
Customer being served cost per minute	
Cost of customer being balked	
Unit queue capacity cost	

Gambar 3 : Tampilan input

05-09-2017	Performance Measure	Result
1	System: M/M/2	From Formula
2	Customer arrival rate (λ) per minute =	0,0588
3	Service rate per server (μ) per minute =	0,0375
4	Overall system effective arrival rate per minute =	0,0588
5	Overall system effective service rate per minute =	0,0588
6	Overall system utilization =	78,4000 %
7	Average number of customers in the system (L) =	4,0691
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	2,5011
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	3,6296
10	Average time customer spends in the system (W) =	69,2022 minutes
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	42,5356 minutes
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	61,7284 minutes
13	The probability that all servers are idle (Po) =	12,1076 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw or Pb) =	68,9076 %

Gambar 4 : Tampilan

3.6. Pembahasan Analisis Model Antrian

Sistem antrian yang terdapat pada BANK BNI UNTAD mengikuti model M/M/S, yaitu kedatangan mengikuti distribusi poisson dan waktu pelayanannya mengikuti distribusi eksponensial

1. Banyaknya pelanggan dalam antrian

Dari hasil yang didapatkan secara manual nilai (L_a) pada hari rabu yaitu $L_a = 1,8821$ pengantri pada loket CS dan $L_a = 0,0004$ pengantri pada loket teller, sedangkan dari hasil yang didapatkan dengan menggunakan program adalah 1,8818 pelanggan pada *server* CS dan 0,0004 pelanggan pada *server* teller. Sedangkan pada hari kamis, dengan menggunakan cara manual nilai $L_a = 2,4998$ pengantri pada loket CS dan $L_a = 0,0005$ pengantri pada loket teller, sedangkan dari hasil yang didapatkan dengan menggunakan program WinQSB adalah 2,5011 pelanggan pada *server* CS dan 0,0005 pada *server* teller. Dari nilai yang didapatkan dengan cara manual maupun program mempunyai hasil yang sama

2. *Banyaknya pelanggan dalam sistem (l_s)*

Dari hasil yang didapatkan secara manual, nilai (l_s) pada hari rabu yaitu $l_s = 3,3755 + 0,1193 = 3,4948$ pada keseluruhan *server*, sedangkan pada hari kamis yaitu $l_s = 4,0678 + 0,124 = 4,1918$ pada keseluruhan *server*. Sedangkan dari hasil yang didapatkan dengan menggunakan program WinQSB pada hari rabu adalah $l_s = 3,4944$ dan pada hari kamis adalah $l_s = 4,193$. Sehingga banyaknya pelanggan dalam sistem sama atau tidak jauh berbeda antara penghitungan manual dengan penghitungan menggunakan program WinQSB.

3. *Waktu tunggu pelanggan dalam antrian (W_a)*

Dari hasil yang didapatkan secara manual, nilai (W_a) pada hari rabu yaitu (W_a) = 33,5373 menit pada *server* CS dan (W_a) = 0,0075 menit pada *server* teller, sedangkan pada hari kamis (W_a) = 42,4061 menit pada *server* CS dan (W_a) = 0,0081 menit pada *server* teller. Sedangkan dari hasil yang didapatkan dengan menggunakan program WinQSB pada hari rabu adalah 33,4238 menit pada *server* CS dan 0,0075 menit pada *server* teller, sedangkan pada hari kamis 42,5356 menit pada *server* CS dan 0,008 menit pada *server* teller. Sehingga waktu tunggu dalam antrian sama atau tidak jauh berbeda antara penghitungan manual dengan penghitungan menggunakan program WinQSB.

4. *Waktu tunggu pelanggan dalam sistem (W_s)*

Dari hasil yang didapatkan, nilai (W_s) pada rabu yaitu (W_s) = 60,0625 + 2,1185 = 62,181 menit, sedangkan pada hari kamis yaitu (W_s) = 69,0728 + 2,108 = 71,1808 menit. Sedangkan dari hasil yang didapatkan dengan menggunakan program WinQSB pada hari rabu adalah (W_s) = 62,1675 dan pada hari kamis adalah (W_s) = 71,3102. Sehingga waktu tunggu pelanggan dalam sistem sama atau tidak jauh berbeda antara penghitungan manual dengan penghitungan menggunakan program WinQSB.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis antrian pada BANK BNI UNTAD Palu, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem antrian di BANK BNI UNTAD Kota Palu Termasuk kedalam model *multi phase (M/M/S)* atau sistem antrian dengan serve ryang disusun secara berurutan.
2. Pelayanan di BANK BNI UNTAD Palu masih dalam kondisi stabil dilihat dari ukuran steady state yaitu sebesar 0,7957, 0,784, 0,0593 dan 0,0617.
3. Banyaknya pelanggan dalam antrian pada hari rabu adalah 3 pelanggan di CS dan 1 pelanggan di teller. Sedangkan pada hari kamis adalah 2 pelanggan di CS dan 1 pelanggan di teller.

4. Banyaknya pelanggan dalam sistem pada hari rabu dan kamis adalah sama yaitu 4 pelanggan.
5. Rata-rata waktu yang digunakan pelanggan dalam antrian untuk mendapatkan pelayanan pada hari rabu adalah 45,3514 dan 0,0076. Sedangkan pada hari kamis adalah 42,4061 menit dan 0,0081 menit.
6. Rata-rata waktu yang digunakan dalam sistem pada hari rabu dan kamis adalah 74,1952 menit dan 71,1808 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Handoko, H. *Manajemen*. Edisi Kedua, Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta, 2000.
- [2]. Heizer, J dan Render. B. *Operation Management*, Terjemahan oleh Dwianoegrawati Setyoningsih dan Indra Almahdy, Edisi 7, Buku I, Jakarta: Salemba Empat, 2006.
- [3]. Ma'arif dan Tanjung. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi, Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Jakarta, 2003.
- [4]. Supranto, J. *Riset Operasi Untuk Pengambilan Keputusan*, Jakarta: UI-Press, 1988.
- [5]. Suyadi. *Riset Operasi dan Ekonofisika*, Jakarta : Bumi Akasara, 2004.
- [6]. Taha, A.H, *Riset Operasi*. Jakarta : Binarupa Aksara, 1996.
- [7] Tampubolon, M.P. *Manajemen Operasional*, Jakarta: PT, Ghalia Indonesia, 2004.