ISSN: 2339-2541
JURNAL GAUSSIAN, Volume 3, Nomor 4, Tahun 2014, Halaman 761 - 770
Online di: http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian

ANALISIS SISTEM ANTRIAN PELAYANAN TIKET KERETA API STASIUN TAWANG SEMARANG

Merlia Yustiti[1], Sugito[2], Agus Rusgiyono[3]
[1]Mahasiswa Jurusan Statistika FSM UNDIP
[2,3]Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

ABSTRACT

Semarang Tawang Station is one of the stations visited by customers. As it is known, the train journey is faster than the bus ride. Therefore, it is necessary to analyze queueing models that describe the condition to determine the size of the system performance and to see how the service provided by Customer Service, Ticket Reservation Counters/ Schedule Change/ Refund, Cancellation of the Ticket Counters, and Self Printing Ticket (CTM). Queueing model at the Customer Service and Self Printing Ticket (CTM) is (M/M/2):(GD/∞/∞), Ticket Reservation Counters/ Schedule Change/ Refund is (M/M/4):(GD/∞/∞), and Cancellation of the Ticket Counters is (M/G/1):(GD/∞/∞).

Keywords : Arrival Distribution, Queueing Models, Size of the System Performance

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak lepas dari masalah antrian. Hampir semua orang pernah mengalami kegiatan antri. Fenomena ini menjadi kegiatan yang dianggap membosankan atau boros waktu karena tidak efisien. Akan tetapi baik suka atau tidak, menunggu atau mengantri sudah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari yang tidak bisa dihindari.

Fenomena menunggu adalah hasil langsung dari keacakan dalam operasi sarana pelayanan. Secara umum, kedatangan pelanggan dan waktu perbaikan tidak diketahui sebelumnya, karena jika dapat diketahui, pengoperasi sarana tersebut dapat dijadwalkan sedemikian rupa sehingga akan sepenuhnya menghilangkan keharusan untuk menunggu (Taha, 1996) dan (Kakiay, 2004).

Salah satu tempat yang tidak terlepas dari masalah antrian adalah pelayanan pada stasiun kereta api. Banyak orang yang menggunakan jasa kereta api untuk melakukan perjalanan ke suatu tempat. Diketahui bahwa dengan kereta api dapat menempuh perjalanan yang lebih cepat daripada bus. Hal ini yang membuat orang lebih senang menggunakan jasa kereta api.

Salah satu stasiun yang ramai dikunjungi oleh pembeli tiket adalah Stasiun Tawang Semarang. Setiap harinya Stasiun Tawang selalu ramai oleh pembeli tiket. Hal ini terlihat pada pelayanan tiket kereta api yang terdiri dari bagian *Customer Service*, loket Pemesanan Tiket/ Ubah Jadwal/ *Refund*, loket Pembatalan Tiket, dan bagian Cetak Tiket Mandiri (CTM). Pemberian pelayanan terhadap pembeli tiket secara cepat dan tanggap merupakan hal yang sangat penting agar pembeli tiket tidak banyak meluangkan waktu dalam antrian.

Masing-masing pembeli tiket akan mendapat pelayanan dengan waktu yang berbeda-beda, tergantung dengan cepat lambatnya pelayanan yang diberikan dan juga banyaknya fasilitas pelayanan yang tersedia. Kemampuan dan jumlah petugas yang dioperasikan juga akan berpengaruh terhadap kelancaran pelayanan pembeli tiket. Karena secara umum kedatangan pembeli tiket dan waktu pelayanan tidak diketahui secara pasti sebelumnya (bersifat acak) maka pengoperasian sarana yang ada tidak dapat dijadwalkan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, digunakan aplikasi penerapan teori antrian, yaitu dengan menentukan karakteristik, model dan ukuran-ukuran kinerja sistem antrian di bagian *Customer Service*, Pemesanan Tiket/ Ubah Jadwal/ *Refund*, Pembatalan Tiket, dan Cetak Tiket Mandiri (CTM) yang menggambarkan kondisi Stasiun Tawang Semarang sehingga akan meningkatkan pelayanan stasiun. Sehingga pada penelitian ini penulis memilih judul "Analisis Sistem Antrian Pelayanan Tiket Kereta Api Stasiun Tawang Semarang".

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang berjudul "Analisis Sistem Antrian Pelayanan Tiket Kereta Api Stasiun Tawang Semarang" adalah :

1. Menentukan model yang tepat untuk menggambarkan keadaan antrian di bagian *Customer Service*, loket Pemesanan Tiket/ Ubah Jadwal/ *Refund*, loket Pembatalan Tiket, dan bagian Cetak Tiket Mandiri (CTM).
2. Menentukan ukuran-ukuran kinerja sistem antrian pada bagian *Customer Service*, loket Pemesanan Tiket/ Ubah Jadwal/ *Refund*, loket Pembatalan Tiket, dan bagian Cetak Tiket Mandiri (CTM).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tujuan

Menurut Kakiay (2004), tujuan sebenarnya dari teori antrian adalah meneliti kegiatan di fasilitas pelayanan dalam rangkaian kondisi acak dari suatu sistem antri yang terjadi.

Tujuan dasar model-model antrian adalah untuk meminimumkan total dua biaya, yaitu biaya langsung penyediaan fasilitas pelayanan dan biaya tidak langsung yang timbul karena para individu harus menunggu untuk dilayani. Bila suatu sistem mempunyai fasilitas pelayanan lebih dari jumlah optimal, ini berarti membutuhkan investasi modal yang berlebihan, tetapi bila jumlahnya kurang dari optimal hasilnya adalah tertundanya pelayanan (Subagyo, dkk, 1984).

2.2. Faktor Sistem Antrian

Menurut Kakiay (2004), faktor-faktor yang berpengaruh terhadap barisan antrian dan pelayanannya adalah sebagai berikut :

1. Distribusi Kedatangan
   a. Kedatangan secara individu (*single arrivals*)
   b. Kedatangan secara kelompok (*bulk arrivals*)

   Kedua komponen ini harus mendapatkan perhatian yang memang di saat pendesainan sistem pelayanan.
2. Distribusi Waktu Pelayanan
   a. Pelayanan secara individual (*single service*)

b. Pelayanan secara kelompok (*bulk service*)

3. Fasilitas Pelayanan
   a. Bentuk seri, dalam satu garis lurus maupun garis melingkar.
   b. Bentuk paralel, dalam beberapa garis lurus antara yang seri dengan yang paralel.
   c. Bentuk rangkaian stasiun, yang dapat didesain secara seri dengan pelayanan lebih dari satu pada setiap stasiun. Bentuk ini dapat juga dilakukan secara paralel dengan stasiun yang berbeda-beda.
4. Disiplin Pelayanan

   Disiplin pelayanan terbagi dalam empat bentuk, yaitu :
   a. Pertama datang, pertama dilayani (*FCFS = first come first service*)
   b. Terakhir datang, pertama kali yang dilayani (*LCFS = last come first service*)
   c. Pelayanan dalam random order (*SIRO = service in random order*)
   d. Prioritas pelayanan, yang berarti pelayanan dilakukan khusus pada pembeli tiket utama (*VIP customer*)
5. Ukuran dalam Antrian
   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 pembeli tiket.

2.3. Ukuran *Steady State*

Menurut Taha (1996), probabilitas *steady-state* dari P_n untuk *n* pembeli tiket dalam sistem ditentukan yaitu $\lambda < \mu$ dimana λ adalah rata-rata laju kedatangan pembeli tiket dan μ adalah rata-rata laju pelayanan, maka ρ dapat ditulis sebagai berikut: $\rho = \dfrac{\lambda}{\mu} < 1$

Notasi dalam kondisi *steady-state*:
L_s = frekuensi pembeli tiket yang diperkirakan dalam sistem
L_q = frekuensi pembeli tiket yang diperkirakan dalam antrian
W_s = waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem
W_q = waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian

2.4. Notasi Kendall

Menurut Kakiay (2004), bentuk kombinasi proses kedatangan dengan pelayanan umumnya dikenal sebagai standar yaitu :

(a/b/c) : (d/e/f)

Dimana symbol a, b, c, d, e, dan f ini merupakan unsur-unsur dasar dari model baris antrian.

dimana :
a = distribusi kedatangan (*arrival distribution*),
b = distribusi waktu pelayanan atau keberangkatan (*service time departure)*
c = jumlah pelayan dalam parallel (dimana c = 2, 3, …, ∞)
d = disiplin pelayanan, seperti *FCFS, LCFS, SIRO, atau PR.*

e = jumlah maksimum yang diizinkan dalam sistem (*Queue* dan *System*)
f = jumlah pembeli tiket yang ingin memasuki sistem sebagai sumber.

2.5. Distribusi Poisson

Menurut Gross dan Harris (1998), umumnya proses antrian diasumsikan bahwa waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial, atau sama dengan frekuensi kedatangan dan frekuensi pelayanannya mengikuti distribusi Poisson. Menurut Praptono (1986), proses Poisson adalah proses cacah yang mempunyai batasan tertentu diantaranya N(t) mengikuti distribusi poisson dengan rata-rata λt dimana λ suatu konstanta. Beberapa asumsi untuk proses poisson diantaranya :

1. Independen
   N(t) independen terhadap banyaknya kejadian yang terjadi didalam selang waktu yang lalu. Artinya N(t) tak tergantung pada kejadian sebelumnya.
2. Homogenitas dalam Waktu
   $P_n(t)$ hanya bergantung pada panjang t atau panjang selang waktu tetapi tidak tergantung dimana selang waktu berada. $P_n(t)$ adalah probabilitas terjadinya n kejadian dalam waktu t.
3. Regularitas
   Regularitas yaitu dalam suatu interval kecil (Δt), probabilitas bahwa tepat satu kejadian terjadi adalah $\lambda(\Delta t)$ + $o(\Delta t)$ dan probabilitas bahwa banyaknya kejadian terjadi lebih dari sekali adalah $o(\Delta t)$ dalam interval Δt, sedangkan simbol $o(\Delta t)$ digunakan untuk menyatakan fungsi Δt yang mendekati 0 lebih cepat dari Δt sendiri mendekati 0, artinya

$$f(\Delta t) \text{ disebut } o(\Delta t) \Leftrightarrow \lim_{\Delta t \to 0} \frac{f(\Delta t)}{\Delta t} = 0$$

Suatu variabel acak yang berdistribusi Poisson mempunyai rata-rata kedatangan yaitu λt dan fungsi probabilitas sebagai frekuensi kedatangan dapat dituliskan di bawah ini :

$$f(n) = \frac{e^{-\lambda t}(\lambda t)^n}{n!} \; ; \; n = 0,1,2,\ldots ; 0 \leq \lambda \leq \infty$$

dengan : n= frekuensi kedatangan per satuan waktu
λt = rata-rata kedatangan
e = 2,71828

Menurut Gupta dan Kapoor (1982), fungsi distribusi kumulatif poisson yaitu :

$$F(n) = \sum_{n=0}^{k} f(n) = \sum_{n=0}^{k} \frac{e^{-\lambda t}(\lambda t)^n}{n!}; \; n = 0,1,2,\ldots ; 0 \leq \lambda \leq \infty$$

2.6. Distribusi Eksponensial

Menurut Gross dan Harris (1998), jika frekuensi kedatangan suatu variabel acak mengikuti distribusi Poisson maka waktu antar kedatangannya mengikuti distribusi Eksponensial.

Bukti:

f (t) = fungsi densitas probabilitas dari interval waktu t antar pemunculan kejadian yang berturut-turut, $t \geq 0$.
F (t) = fungsi distribusi kumulatif dari t

Jika dimisalkan T adalah suatu variabel acak yang menyatakan waktu antar kedatangan yang berurutan, maka:

$P\{T \geq t\} = $ P{tidak ada kedatangan dalam waktu t} = $P_0(t) = e^{-\lambda t}$

Kemudian diambil F(t) sebagai fungsi distribusi kumulatif dari T, sehingga diperoleh:

$F(t) = P\{T \leq t\} = 1 - e^{-\lambda t}$,

maka fungsi densitas $f(t)$ diberikan oleh:

$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \lambda e^{-\lambda t}$, untuk $\lambda > 0,\ 0 < t < \infty$

Jika waktu antar kedatangan yang berurutan mengikuti distribusi eksponensial dengan rata-rata $1/\lambda$ maka jumlah kejadian dalam satu periode waktu tertentu pastilah distribusi Poisson dengan rata-rata kedatangan λ.

2.7. Model (M/M/c):(GD/∞/∞)

Dalam model ini, para pembeli tiket tiba dengan laju konstan λ dan maksimum n pembeli tiket dapat dilayani secara bersamaan. Laju pelayanan per pelayan yaitu μ, sehingga rat-rata laju kedatangan efektif : $\lambda_{eff} = \lambda$. Dimana λ_{eff} adalah rata-rata laju kedatangan efektif yang tidak bergantung pada frekuensi kedatangan dalam sistem (Taha, 1996).

Menurut Gross dan Harris (1998), dengan memisalkan $r = \lambda / \mu$ dan $\rho = r / c = \lambda / c\mu$, diperoleh probabilitas pelayanan ketika tidak ada pembeli tiket yang datang dapat ditulis:

$$P_0 = \left\{ \sum_{m=0}^{c-1} \frac{(c\rho)^m}{m!} + \frac{(c\rho)^c}{c!\,(1-\rho)} \right\}^{-1}$$

Sedangkan probabilitas untuk *n* pembeli tiket dapat ditulis:

$$P_n = \frac{P_0}{c!\,c^{n-c}} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n = \frac{\lambda^n}{c!\,c^{n-c}\mu^n} P_0$$

Dengan demikian diperoleh ukuran kinerja sistem untuk model (M/M/c) : (GD/∞/∞) sebagai berikut:

1. Frekuensi pembeli tiket yang diperkirakan dalam antrian

$$L_q = \left(\frac{r^c \rho}{c!(1-\rho)^2} \right) P_0$$

2. Frekuensi pembeli tiket yang diperkirakan dalam sistem

$$L_s = L_q + r$$

$$L_s = \left(\frac{r^c \rho}{c!(1-\rho)^2} \right) P_0 + r$$

3. Waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \left(\frac{r^c}{c!(c\mu)(1-\rho)^2} \right) P_0$$

4. Waktu yang diperkirakan dalam sistem

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

$$= \frac{1}{\mu} + \left(\frac{r^c}{c!(c\mu)(1-\rho)^2} \right) P_0$$

2.8. Model (M/G/1):(GD/∞/∞)

Model (M/G/1):(GD/∞/∞) atau disebut juga dengan *The Pollaczek-Khintchine* (P–K) adalah suatu formula yang akan diperoleh pada situasi pelayanan tunggal yang memenuhi tiga asumsi berikut:

1. Kedatangan Poisson dengan rata-rata kedatangan λ.
2. Distribusi waktu pelayanan umum atau general dengan ekspektasi rata-rata pelayanan $E[t] = \frac{1}{\mu}$ dan varian var[t].
3. Keadaan *steady state* dengan $\rho = \lambda E\{t\} < 1$ atau $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$.

Dengan $E[t] = \frac{1}{\mu}$ dan $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, maka : $L_s = \rho + \frac{\rho^2 + \lambda^2 \operatorname{var}(t)}{2(1-\rho)}$

Persamaan di atas dikenal sebagai formula P-K, dimana:
L_s = frekuensi pembeli tiket dalam sistem
λ = rata-rata kedatangan pembeli tiket
E[t] = ekspektasi waktu pelayanan.

Menurut Kakiay (2004), rumus untuk mencari ukuran-ukuran kinerja pada model (M/G/1) : (GD/∞/∞) adalah sebagai berikut:

$L_s = \lambda E(t) + \frac{[\lambda^2 (E(t))^2 + \lambda^2 \operatorname{var}(t)]}{2(1-\lambda E(t))}$ atau $L_s = \rho + \frac{\rho^2 + \lambda^2 \operatorname{var}(t)}{2(1-\rho)}$

$L_q = L_s - \lambda E(t)$ atau $L_q = L_s - \rho$ atau $L_q = \frac{\rho^2 + \lambda^2 \operatorname{var}(t)}{2(1-\rho)}$

$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$, $W_q = \frac{L_q}{\lambda}$

2.9. Uji Kecocokan Distribusi

Langkah-langkah uji Kolmogorov Smirnov adalah sebagai berikut:

a. Menentukan hipotesis
   H_0 : Data yang diamati berdistribusi Poisson/ Eksponensial
   H_1 : Data yang diamati tidak berdistribusi Poisson/ Eksponensial
b. Menentukan taraf signifikansi
   Taraf signifikansi dengan $\alpha = 5\%$
c. Statistik uji

$$D = Sup|S(n) - F_0(n)|$$

   dengan:
   $S(n)$: distribusi kumulatif data sampel (distribusi empiris)
   $F_0(n)$: distribusi kumulatif dari distribusi yang dihipotesiskan (fungsi peluang kumulatif)
d. Kriteria Uji
   Tolak H_0 pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ jika nilai D > nilai $D^*(\alpha)$. Nilai $D^*(\alpha)$ adalah nilai kritis yang diperoleh dari tabel Kolmogorov-Smirnov.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diambil dari hasil observasi di Stasiun Tawang Semarang pada bagian *Customer Service*, loket Pemesanan Tiket/ Ubah Jadwal/ *Refund*, loket Pembatalan Tiket, dan bagian Cetak Tiket Mandiri (CTM). Penelitian dilakukan pada tanggal 26 Mei 2014 sampai 3 Juni 2014 dari pukul 08.00-15.00 WIB. Untuk setiap bagian, pengambilan data dilakukan selama 3 hari. Data yang diambil yaitu frekuensi kedatangan, waktu antar kedatangan, frekuensi pelayanan, dan waktu pelayanan. Asumsi yang diambil adalah proses kedatangan dan pelayanan setiap hari sama dan dianggap dapat mewakili populasi hari-hari lainnya.

Langkah-langkah analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tema yang akan diangkat, selanjutnya menentukan tempat penelitian dan metode penelitian yang akan digunakan.
2. Melakukan penelitian secara langsung di tempat yang sudah ditentukan. Data penelitian yang diambil adalah data frekuensi kedatangan, waktu antar kedatangan pembeli tiket, frekuensi pelayanan dan waktu pelayanan pembeli tiket dalam satuan waktu yang ditentukan oleh peneliti.
3. Melakukan pengecekan *steady-state*. Data yang diperoleh memenuhi *steady-state* ($\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$), dimana λ adalah rata-rata frekuensi kedatangan dan μ adalah rata-rata waktu pelayanan.
4. Melakukan uji kecocokan distribusi dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov untuk data frekuensi kedatangan dan frekuensi/ waktu pelayanan. Menentukan model antrian yang sesuai dengan data.
5. Menentukan ukuran kinerja sistem, yaitu jumlah pembeli tiket dalam antrian (Lq), jumlah pembeli tiket dalam sistem (Ls), waktu menunggu dalam antrian (Wq), dan waktu menunggu dalam sistem (Ws).
6. Membuat hasil pembahasan dari ukuran kinerja sistem yang sudah diperoleh dan menentukan model baru.
7. Pengambilan kesimpulan tentang sistem pelayanan tiket kereta api di Stasiun Tawang Semarang.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Ukuran *Steady State* dari Kinerja

Dari data yang diperoleh pada saat penelitian selama 3 hari diperoleh nilai ρ sebagai berikut:

Bagian/Loket	c	λ	μ	ρ=λ/cμ	*Steady State*
Customer Service	2	13,54762	13,23256	0,51190	Terpenuhi
Pemesanan/Ubah Jadwal/*Refund*	4	24,11905	11,64368	0,51786	Terpenuhi
Pembatalan Tiket	1	1,83333	4,88372	0,375397	Terpenuhi
Cetak Tiket Mandiri (CTM)	2	9,11905	8,90698	0,511905	Terpenuhi

Nilai tingkat kegunaan kurang dari satu, artinya bahwa rata-rata laju kedatangan pembeli tiket tidak melebihi rata-rata laju pelayanan sehingga keadaan ini memenuhi kondisi *steady state*.

4.2. Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi yang digunakan untuk menguji data kedatangan dan pelayanan pembeli tiket di bagian *Customer Service*, loket Pemesanan Tiket/ Ubah Jadwal/ *Refund*, loket Pembatalan Tiket, dan bagian Cetak Tiket Mandiri (CTM) adalah uji Kolmogorov Smirnov. Dengan uji ini akan diketahui apakah data kedatangan dan pelayanan pembeli tiket berdistribusi Poisson.

Bagian/Loket	D	Dtabel	Keputusan	Kesimpulan
Customer Service	0,126	0,210	Ho diterima	Data berdistribusi Poisson
Pemesanan/Ubah Jadwal/ *Refund*	0,091	0,207	Ho diterima	Data berdistribusi Poisson
Pembatalan Tiket	0,071	0,210	Ho diterima	Data berdistribusi Poisson
Cetak Tiket Mandiri (CTM)	0,153	0,210	Ho diterima	Data berdistribusi Poisson

Bagian/Loket	D	Dtabel	Keputusan	Kesimpulan
Customer Service	0,115	0,207	Ho diterima	Data berdistribusi Poisson
Pemesanan/Ubah Jadwal/ *Refund*	0,142	0,203	Ho diterima	Data berdistribusi Poisson
Pembatalan Tiket	0,284	0,115	Ho ditolak	Data tidak berdistribusi Eksponensial
CTM	0,174	0,207	Ho diterima	Data berdistribusi Poisson

4.3. Model Sistem Antrian

Dari hasil analisis *steady-state*, ukuran kinerja sistem, dan uji kecocokan distribusi kedatangan dan pelayanan pembeli tiket dapat diketahui bahwa model sistem antrian pada bagian pelayanan tiket kereta api Stasiun Tawang yaitu :

Customer Service	(M/M/2):(GD/∞/∞)
Pemesanan/Ubah Jadwal/ *Refund*	(M/M/4):(GD/∞/∞)
Pembatalan Tiket	(M/G/1):(GD/∞/∞)
Cetak Tiket Mandiri (CTM)	(M/M/2):(GD/∞/∞)

4.4. Ukuran Kinerja Sistem

Berdasarkan output dari *software WinQSB* pada Lampiran 3, diperoleh ukuran-ukuran kinerja sistem pelayanan pembeli tiket di bagian *Customer Service* sebagai berikut:

Bagian	P_0	Ls	Lq	Ws	Wq
Customer Service	0,3228	1,3874	0,3636	0,1024	0,0268
Pemesanan/Ubah Jadwal/ *Refund*	0,1206	2,2776	0,2062	0,0944	0,0085
Pembatalan Tiket	0,6246	1,4746	1,0992	0,8043	0,5996
Cetak Tiket Mandiri (CTM)	0,3228	1,3874	0,3636	0,1521	0,0399

Keterangan :

L_s : Frekuensi pembeli tiket yang diperkirakan dalam sistem
L_q : Frekuensi pembeli tiket yang diperkirakan dalam antrian
W_s : Waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem
W_q : Waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian
P_0 : Probabilitas banyaknya pelayanan ketika tidak ada pembeli tiket yang datang

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis data penelitian yang dilakukan di Stasiun Tawang Semarang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Model antrian yang menggambarkan keadaan bagian *Customer Service* dan bagian Cetak Tiket Mandiri (CTM) adalah (M/M/2):(GD/∞/∞) dan loket Pemesanan Tiket/ Ubah Jadwal/ *Refund* modelnya adalah (M/M/4):(GD/∞/∞).
2. Dilihat dari nilai ukuran kinerja-kinerja sistemnya dapat disimpulkan bahwa sistem antrian dan pelayanan yang diberikan di bagian *Customer Service*, loket Pemesanan Tiket/ Ubah Jadwal/ *Refund*, dan bagian Cetak Tiket Mandiri (CTM) sudah baik dan efektif.
3. Model antrian yang menggambarkan keadaan loket Pembatalan Tiket adalah (M/G/1):(GD/∞/∞).
4. Dilihat dari nilai ukuran kinerja-kinerja sistemnya dapat disimpulkan bahwa sistem antrian dan pelayanan yang diberikan di loket Pembatalan Tiket sudah baik dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Daniel, W. W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta : Gramedia.
2. Gross, D and Harris, C. M. 1998. *Fundamental of Queueing Theory Third Edition*. John Wiley and Sons, INC. New York.
3. Gupta, C and Kapoor, V.K. 1982. *Fundamentals of Mathematical Statistics*. Sultan Chand & Sons. New Delhi.
4. Kakiay, T. J. 2004. *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata.* Yogyakarta : Andi.
5. Praptono. 1986. *Pengantar Proses stokastik I*. Jakarta : Karunika.

6. Siswanto. 2006. *Operations Research*. Jakarta : Erlangga.
7. Subagyo, P, Marwan, A, dan Handoko, T.H. 1984. *Dasar-Dasar Operation Research*. BPFE. Yogyakarta.
8. Supranto, J. 2006. *Riset Operasi : Untuk Pengambilan Keputusan*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
9. Taha, H. A. 1996. *Riset Operasi : Jilid 2*. Jakarta : Binarupa Aksara.