ANALISIS PROSES ANTRIAN *MULTIPLE CHANNEL SINGLE PHASE* DI LOKET ADMINISTRASI DAN RAWAT JALAN RSUP Dr. KARIADI SEMARANG

skripsi
disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Matematika

oleh
Ratna Nurhayati
4150406022

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2013

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 12 September 2013

Ratna Nurhayati
4150406022

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Analisis Proses Antrian *Multiple Channel Single Phase* di Loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang

disusun oleh

Ratna Nurhayati

4150406022

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal 12 September 2013.

Panitia:

Ketua

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.
196310121988031001

Sekretaris

Drs. Arief Agoestanto, M.Si.
196807221993031005

Ketua Penguji

Putriaji Hendikawati, S.Si., M.Pd., M.Sc.
198208182006042001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Dr. Rochmad, M.Si.
195711161987011001

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Dr. Kartono, M.Si.
195602221980031002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh (Schopenhauer).
- Kegagalan itu nikmat. Tanpa merasakan kegagalan kita takkan pernah bisa menghargai sebuah keberhasilan (@KUTIPANNN).
- Usaha yang berakhir dengan kegagalan bukanlah suatu hal yang harus ditakuti, tetapi ketakutan untuk berusaha akan menjadikan kegagalan yang lebih awal.

PERSEMBAHAN

1. Ibu Kanti dan Papah Wiyana
2. Kakakku Eki dan Adikku Anis
3. Almamaterku UNNES

PRAKATA

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Analisis Proses Antrian *Multiple Channel Single Phase* di Loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang."**

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini penulis telah mendapat banyak bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Wiyanto, M.Si., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si., Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Rochmad, M.Si., Dosen pembimbing utama yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Kartono, M.Si., Dosen pembimbing pendamping yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Matematika yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Sumber cinta dan kasih sayangku Ibu Kanti serta Papah Wiyana, ucapan terimakasih takkan pernah cukup mengingat apa yang telah mereka berikan.

8. Adikku tersayang Anis dan kakakku tersayang Eki yang selalu mendo’akan serta memberikan motivasi dan semangat kerja keras.
9. Teman-teman “MIMOSA KOST” dan sahabatku Siwi Marsiana terimakasih untuk semangat dan sikap baik kalian.
10. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari, bahwa masih banyak keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bisa membangun penelititan-penelitian yang lain. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 12 September 2013

Penulis

ABSTRAK

Nurhayati, Ratna. 2013. *Analisis Proses Antrian Multiple Channel Single Phase di Loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang*. Skripsi, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Rochmad, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Dr. Kartono, M.Si.

Kata kunci : Teori Antrian, *Multiple Channel Single Phase*, Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit*, Model Antrian (M/M/s): (GD/∞/∞).

Fenomena menunggu merupakan hal yang mendasari adanya suatu antrian untuk bisa mendapatkan pelayanan. Fenomena ini terjadi disebabkan terdapat banyak pelanggan yang ingin dilayani sedangkan jumlah pelayan sangat terbatas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui apakah sistem antrian loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang memiliki pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan pasien berdistribusi eksponensial, mengetahui rata-rata jumlah pasien dalam antrian dan dalam sistem, mengetahui rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian dan dalam sistem, mengetahui persentase waktu menganggur petugas loket, mengetahui jumlah petugas loket yang ideal.

Metode penelitian yang digunakan meliputi beberapa tahap, yaitu pengumpulan data, metode analisis data, dan penarikan simpulan. Pengambilan data dilakukan dengan metode observasi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis melalui beberapa langkah yaitu: (1) melakukan uji *chi* kuadrat *goodness of fit* untuk mengetahui apakah pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial, (2) menentukan model antrian, (3) menentukan ukuran-ukuran kinerja yakni rata-rata jumlah pasien dalam antrian dan dalam sistem, rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian dan dalam sistem, dan (4) menentukan persentase waktu menganggur petugas loket.

Dari hasil analisis diperoleh bahwa sistem antrian pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang mengikuti model antrian (M/M/2) : (GD/∞/∞), artinya sistem antrian mengikuti pola kedatangan yang berdistribusi Poisson, sedangkan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial dengan jumlah loket pelayanan terdiri dari 2 loket dengan peraturan pasien yang pertama datang akan dilayani terlebih dahulu, serta kapasitas sistem dan sumber yang tak terbatas. Hasil analisis dari sistem antrian di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang untuk tiga hari, sebagai berikut: pada hari Senin $L_q = 2{,}5999$; $L = 4{,}1777$; $W_q = 3{,}1620$; $W = 5{,}0809$; X= 21,11%. Pada hari Selasa $L_q = 1{,}6227$; $L = 3{,}0754$; $W_q = 2{,}2642$; $W = 4{,}2913$; X = 27,36%. Pada hari Rabu $L_q = 3{,}3501$; $L = 4{,}9890$; $W_q = 3{,}9672$; $W = 5{,}9080$; X = 18,06%. Berdasarkan persentase waktu mengganggur petugas loket yang nilainya > 15%, jadi jumlah petugas di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUD Dr. Kariadi Semarang yang ada sudah ideal, sehingga tidak perlu menambah petugas loket.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi yang semakin canggih, hampir setiap kebutuhan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi membutuhkan peranan matematika. Tidak dapat dipungkiri bahwa matematika telah menjadi elemen dasar bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sehingga hampir dapat dipastikan bahwa setiap bagian dari ilmu pengetahuan dan teknologi baik dalam unsur kajian umum ilmu murni maupun terapannya memerlukan peranan ilmu matematika sebagai ilmu bantunya.

Penelitian Operasional atau *Research Operation (OR)* adalah bagian dari aplikasi matematika untuk memecahkan masalah optimasi. Banyak model riset operasi yang sudah dikembangkan yang berhubungan dengan matematika. Salah satunya adalah teori antrian. Menurut Dimyati & Dimyati (2004: 349), Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan.

Menurut Kakiay (2004: 10), proses antrian merupakan suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, menunggu dalam baris antrian jika belum dapat dilayani, dilayani dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut sesudah dilayani. Sebuah sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan dan suatu aturan yang mengatur pelayanan kepada pelanggan. Sedangkan Menurut Bronson (1996: 308), sistem antrian adalah suatu proses kelahiran-kematian dengan suatu populasi yang terdiri atas para pelanggan yang sedang menunggu mendapatkan pelayanan atau yang sedang dilayani. Suatu kelahiran terjadi apabila seorang pelanggan tiba di suatu fasilitas pelayanan, sedangkan apabila pelanggannya meninggalkan fasilitas tersebut maka terjadi suatu kematian.

Fenomena menunggu merupakan hal yang mendasari adanya suatu antrian untuk bisa mendapatkan pelayanan. Fenomena ini terjadi disebabkan terdapat banyak pelanggan yang ingin dilayani sedangkan jumlah pelayan sangat terbatas. Misalnya antrian di pengisian bahan bakar, antrian di kantor pos, antrian pada *teller* sebuah Bank, antrian membeli karcis kereta api, antrian di swalayan dan lain-lain. Fenomena ini juga merupakan hasil langsung dari keacakan dalam operasi sarana pelayanan secara umum, kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan tidak diketahui sebelumnya, karena jika diketahui maka pengoperasian sarana tersebut dapat dijadwalkan sedemikian hingga akan memberikan pelayanan maksimal dan efisien.

Pelayanan jasa terutama di bidang kesehatan telah menjadi perhatian bagi banyak kalangan terutama pemerintah di banyak negara. Pemerintah dan masyarakat selalu berusaha agar pasien menerima layanan tersebut haruslah seefisien mungkin. Banyak sekali program dari pemerintah dalam bidang kesehatan khususnya bagi masyarakat miskin yang telah dilakukan. Misalnya program Jaminan Kesehatan Masyarakat (JAMKESMAS) yang diperuntukkan bagi warga yang kurang mampu yang ingin berobat ke rumah sakit. Dimana pasien yang termasuk dalam JAMKESMAS tidak perlu mengeluarkan biaya untuk berobat di rumah sakit. Di samping itu dari pihak rumah sakit sendiri juga perlu meningkatkan jasa pelayanannya terhadap pasien sehingga pasien merasa puas dengan jasa pelayanan rumah sakit.

RSUP Dr. Kariadi Semarang merupakan rumah sakit terbesar sekaligus berfungsi sebagai rumah sakit rujukan bagi wilayah Jawa Tengah. Salah satu masalah yang timbul dalam pelayanan jasa di rumah sakit adalah panjangnya antrian yang terjadi dalam suatu pelayanan. Permasalahan yang akan dibahas disini yaitu masalah antrian di loket Admnistrasi dan Rawat Jalan khususnya pada pasien JAMKESMAS.

RSUP Dr. Kariadi Semarang telah memberikan waktu bagi para pasien pada setiap harinya yaitu dengan membuka pelayanan mulai dari hari senin sampai dengan hari sabtu. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak RSUP Dr. Kariadi Semarang, kunjungan pasien yang paling ramai terjadi pada hari senin sampai dengan hari rabu. Antrian pasien yang cukup panjang dalam sistem pelayanan di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang biasanya terjadi mulai pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 10.00 WIB. Hal ini akan menimbulkan suatu ketidakpuasan bagi pasien. Oleh karena itu diperlukan suatu keputusan yang tepat untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada pasien. Teori antrian dapat digunakan untuk melakukan perhitungan secara matematis sehingga dapat diambil suatu keputusan untuk memecahkan masalah pelayanan terhadap pasien yang terjadi dalam sebuah sistem antrian.

Sistem antrian di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang termasuk sistem *multiple channel single phase* (banyak saluran satu tahap) yang memiliki lebih dari satu fasilitas pelayanan yang dialiri oleh suatu antrian tunggal. Dalam skripsi ini yang akan dikaji adalah masalah optimasi sistem antrian pelayanan di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang. Atas dasar inilah penulis tergerak untuk mengkaji lebih lanjut dan membahas tentang ”Analisis Proses Antrian *Multiple Channel Single Phase* di Loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah sistem antrian loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang memiliki pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan pasien berdistribusi eksponensial?
2. Berapa rata-rata jumlah pasien dalam antrian dan dalam sistem?
3. Berapa rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian dan dalam sistem?
4. Berapa persentase waktu menganggur petugas loket?
5. Apakah jumlah petugas loket yang ada sudah ideal?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan dilakukan pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang khususnya pasien JAMKESMAS.
2. Waktu pelayanan dihitung mulai dari pasien berada di loket sampai pasien meninggalkan loket tersebut.
3. Tidak terjadi penolakan dan pembatalan terhadap kedatangan pasien walaupun memungkinkan terjadinya pembatalan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui apakah sistem antrian loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang memiliki pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan pasien berdistribusi eksponensial.
2. Mengetahui rata-rata jumlah pasien dalam antrian dan dalam sistem.
3. Mengetahui rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian dan dalam sistem.
4. Mengetahui persentase waktu menganggur petugas loket.
5. Mengetahui jumlah petugas loket yang ideal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat Teoritis

Memberikan wawasan kepada pembaca tentang aplikasi teori antrian dalam kehidupan nyata.

1.5.2 Manfaat Praktis

Sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan mengenai jumlah petugas loket yang ideal untuk meningkatkan kualitas pelayanan.

1.6 Penegasan Istilah

1. Sistem Antrian

Sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan, dan suatu aturan yang mengatur pelayanan kepada pelanggan (Kakiay, 2004: 10). Suatu antrian dicirikan oleh lima komponen, yaitu: (1) pola kedatangan para pelanggan; (2) pola pelayanan; (3) jumlah pelayan; (4) kapasitas fasilitas untuk menampung para pelanggan; dan (5) aturan yang digunakan untuk pelayanan. Untuk mencirikan suatu antrian dapat digunakan notasi Kendall, yaitu *v/w/x/y/z*, dengan *v* menunjukkan pola kedatangan, *w* menunjukkan pola pelayanan, *x* menunjukkan jumlah pelayan, *y* menunjukkan kapasitas sistem, dan *z* menunjukkan disiplin antrian (Kakiay, 2004: 12-13).

Dalam antrian ini digunakan pelayanan tunggal dengan beberapa pelayanan paralel pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi

Semarang, sistem antrian dimulai dari masuknya pasien ke dalam antrian sampai dengan pasien tersebut meninggalkan sistem setelah selesai dilayani.

2. Pasien

Dalam penelitian ini, pasien adalah orang yang berobat di RSUP Dr. Kariadi Semarang dan melakukan transaksi di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang.

3. Petugas loket

Petugas loket adalah orang yang memberikan pelayanan. Sedangkan dalam penelitian ini, petugas loket adalah orang yang melayani di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang.

4. Kapasitas Sistem

Kapasitas sistem adalah jumlah maksimum pasien, mencakup yang sedang dilayani dan yang berada dalam antrian, yang dapat ditampung oleh fasilitas pelayanan pada saat yang sama (Kakiay, 2004: 11). Fasilitas pelayanan pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang dikatakan memiliki kapasitas tak terhingga karena jumlah pasien tidak dibatasi.

5. Disiplin antrian

Disiplin antrian adalah aturan dalam mana para pasien dilayani, atau disiplin pelayanan (*service discipline*) yang memuat urutan (*order*) para pasien menerima layanan (Kakiay, 2004: 12). Disiplin antrian yang digunakan dalam antrian di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang adalah *First In First Out* (FIFO) yang merupakan suatu peraturan di mana yang akan dilayani terlebih dahulu adalah pasien yang datang terlebih dahulu.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Secara garis besar skripsi ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian awal skripsi, bagian isi skripsi dan bagian akhir skripsi. Berikut ini dijelaskan masing-masing bagian skripsi.

1. Bagian awal skripsi

Bagian awal skripsi meliputi halaman judul, pernyataan keaslian tulisan, pengesahan, motto dan persembahan, prakata, abstrak, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.

2. Bagian isi skripsi

Bagian isi skripsi secara garis besar terdiri dari lima bab, yaitu :

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini dikemukakan latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini dikemukakan konsep-konsep yang mendasari dan berhubungan dengan pemecahan masalah. Teori-teori tersebut digunakan untuk memecahkan masalah yang diangkat dalam skripsi ini.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini dikemukakan metode yang digunakan dalam penelitian yang berisi langkah-langkah yang dilakukan untuk memecahkan masalah yaitu metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berisi penyelesaian dari permasalahan yang diungkapkan.

BAB 5. PENUTUP

Bab ini berisi tentang simpulan dari pembahasan dan saran yang berkaitan dengan simpulan.

3. Bagian akhir skripsi

Bagian akhir skripsi meliputi daftar pustaka yang memberikan informasi tentang buku sumber serta literatur yang digunakan dan lampiran-lampiran yang mendukung skripsi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Probabilitas

2.1.1 Ruang Sampel dan Peristiwa

Di dalam suatu kegiatan, seringkali dilakukan berbagai percobaan atau eksperimen. Hasil eksperimen akan memberikan informasi tentang masalah yang sedang dihadapi dalam kegiatan tersebut. Eksperimen acak (*random experiment*) memiliki karakteristik-karakteristik sebagai berikut.

(1) Hasil eksperimen tidak dapat diduga sebelumnya dengan tingkat keyakinan yang pasti.

(2) Semua hasil yang mungkin dapat diberikan.

(3) Eksperimen dapat dilakukan berulang-ulang dalam kondisi yang sama (Djauhari, 1990: 3).

Definisi 2.1

Suatu himpunan S (*set*) yang terdiri dari semua hasil (*outcome*) yang mungkin dari suatu eksperimen acak disebut sebagai ruang sampel (*sample space*), dan setiap hasil disebut sebagai titik sampel (*sample point*) (Spiegel *et al*., 2004: 3).

Definisi 2.2

Peristiwa atau kejadian (*event*) adalah salah satu subhimpunan (*subset*) A dari ruang sampel S, dengan kata lain, kejadian adalah himpunan dari hasil-hasil yang mungkin (Spiegel *et al*., 2004: 4).

2.1.2 Probabilitas Suatu Peristiwa

Probabilitas adalah sebuah bilangan yang terletak di antara 0 dan 1 yang berkaitan dengan suatu peristiwa (*event*) tertentu. Jika peristiwa itu pasti terjadi, maka probabilitas peristiwa itu adalah 1 dan jika peristiwa itu mustahil terjadi, maka probabilitasnya adalah 0. Ada tiga definisi berbeda mengenai probabilitas yang sering digunakan, masing-masing cocok diterapkan pada jenis-jenis penerapan tertentu.

(1) Definisi klasik

Jika sebuah peristiwa *A* dapat terjadi dengan f_A cara dari sejumlah total *N* cara yang *mutually exclusive* dan memiliki kesempatan sama untuk terjadi, maka probabilitas terjadinya peristiwa *A* dinotasikan dengan $P(A)$ dan didefinisikan sebagai:

$$P(A) = \frac{f_A}{N}$$

(2.1)

Sedangkan probabilitas tidak terjadinya suatu peristiwa *A* atau komplemen *A* (sering disebut kegagalan *A*) dinyatakan sebagai:

$$P(\bar{A}) = P(\tilde{A}) = P(\sim A) = \frac{N - f_A}{N} = 1 - \frac{f_A}{N} = 1 - P(A) \qquad (2.2)$$

(2) Definisi frekuensi relatif

Seandainya pada sebuah eksperimen yang dilakukan sebanyak *N* kali terjadi peristiwa A sebanyak f_A kali, maka jika eksperimen tersebut dilakukan tak terhingga kali banyaknya (N mendekati tak hingga), nilai limit dari frekuensi relatif $\frac{f_A}{N}$ didefinisikan probabilitas peristiwa A atau $P(A)$.

$$P(A) = \lim_{N \to \infty} \frac{f_A}{N} \tag{2.3}$$

Definisi ini memungkinkan untuk diterapkan pada banyak masalah-masalah praktis dimana definisi klasik tidak bisa dipakai.

(3) Definisi subjektif (intuitif)

Dalam kasus ini, probabilitas $P(A)$ dari terjadinya peristiwa A adalah sebuah ukuran dari "derajat keyakinan" yang dimiliki seseorang terhadap terjadinya peristiwa A. Definisi ini mungkin merupakan definisi yang paling luas digunakan dan diperlukan jika sulit diketahui besarnya ruang sampel maupun jumlah peristiwa yang dikaji maupun jika sulit dilakukan pengambilan sampel (sampling) pada populasinya (Harinaldi, 2005: 46-47).

2.2 Peubah Acak

Misalnya untuk setiap titik dari suatu ruang sampel dipasangkan dengan sebuah bilangan. Dengan demikian terdefinisikanlah sebuah fungsi pada ruang sampel tersebut. Fungsi ini disebut peubah acak atau variabel acak. Fungsi ini biasanya diberi lambang huruf besar X atau Y (Spiegel *et al*., 2004: 30).

Apabila ruang sampel berisi sejumlah elemen yang terbatas, maka ruang sampel tersebut disebut sebagai ruang sampel diskrit dan peubah acaknya disebut peubah acak diskrit. Sebaliknya, apabila sejumlah elemen pada ruang sampel itu tidak terbatas, maka ruang sampel tersebut disebut ruang sampel kontinu dan peubah acaknya disebut peubah acak kontinu. Dalam hal ini, peubah acak diskrit akan mempresentasikan data yang dapat dihitung, sedangkan peubah acak kontinu mempresentasikan data yang dapat diukur (Dimyati & Dimyati, 2004: 303).

2.3 Fungsi Kepadatan Probabilitas

2.3.1 Fungsi Kepadatan Probabilitas dari Peubah Acak Diskrit

Definisi 2.3

Misalkan S ruang sampel dari peubah acak diskrit X, jadi S terbilang. Fungsi f dari S ke $\Re$ yang bersifat:

(1) $f(x) \geq 0$ untuk setiap x di S

(2) $\sum_{x \text{ di } S} f(x) = 1$

dinamakan fungsi kepadatan probabilitas (f.k.p) dari peubah acak diskrit X (Djauhari, 1990: 41).

Jika peubah acak diskrit X dengan f.k.p $f(x)$ dan A subhimpunan dari ruang sampel S, maka probabilitas suatu peristiwa A diberikan oleh:

$$P(A) = \sum_{x \text{ di } A} f(x) \tag{2.4}$$

2.3.2 Fungsi Kepadatan Probabilitas dari Peubah Acak Kontinu

Definisi 2.4

Misalkan S ruang sampel dari peubah acak kontinu X. Fungsi f dari S ke $\Re$ yang bersifat:

(1) $f(x) \geq 0$ untuk setiap x di S

(2) $\int_{x \text{ di } S} f(x)\,dx = 1$

dinamakan fungsi kepadatan probabilitas (f.k.p) dari peubah acak kontinu *X* (Djauhari, 1990: 43-44).

Jika peubah acak kontinu *X* dengan f.k.p $f(x)$ dan *A* subhimpunan dari ruang sampel *S*, maka probabilitas suatu peristiwa *A* diberikan oleh:

$$P(A) = \int_{x \text{ di } A} f(x) \qquad (2.5)$$

2.4 Distribusi Poisson dan Distribusi Eksponensial

2.4.1 Distribusi Poisson

Suatu eksperimen yang menghasilkan jumlah sukses yang terjadi pada interval waktu ataupun pada daerah yang spesifik dikenal sebagai eksperimen Poisson. Interval waktu tersebut dapat merupakan menit, hari, minggu, bulan, maupun tahun, sedangkan daerah yang spesifik dapat berarti garis, luas, sisi, maupun sebuah material.

Sifat suatu eksperimen Poisson adalah sebagai berikut.

(1) Jumlah sukses yang terjadi pada interval waktu atau daerah yang tertentu bersifat independen terhadap yang terjadi pada interval waktu atau daerah tertentu yang lain.

(2) Besar kemungkinan terjadinya sukses pada interval waktu atau daerah tertentu yang sempit, proporsional dengan panjang jangka waktu ataupun ukuran daerah terjadinya sukses tersebut.

(3) Besar kemungkinan terjadinya lebih dari satu sukses pada interval waktu yang singkat ataupun daerah yang sempit, diabaikan (Dimyati & Dimyati, 2004: 307).

Peubah acak yang diamati pada suatu eksperimen Poisson adalah X yang menyatakan banyaknya sukses dalam eksperimen tersebut. Contoh peubah acak Poisson X yang berhubungan dengan interval waktu, antara lain banyaknya panggilan telepon per jam yang diterima suatu kantor, banyaknya hari kerja yang terganggu karena bencana alam, dan sebagainya. Sedangkan yang berhubungan dengan daerah yang spesifik dapat berupa banyaknya kesalahan ketik dalam satu halaman laporan, banyaknya bakteri dalam air yang bersih, banyaknya presiden meninggal karena kecelakaan lalu lintas, dan lain-lain.

Distribusi probabilitas dari peubah acak Poisson X disebut distribusi Poisson. Distribusi Poisson adalah distribusi probabilitas dengan kemungkinan sukses sangat kecil dan jumlah eksperimen sangat besar. Distribusi ini biasanya digunakan untuk menghitung nilai probabilitas suatu kejadian dalam suatu selang waktu dan daerah tertentu. Distribusi Poisson digunakan untuk menghitung probabilitas suatu kejadian yang jarang terjadi (Supranto, 2009: 40).

Definisi 2.5

Peubah acak diskrit X dikatakan mempunyai distribusi Poisson dengan parameter λ jika fungsi kepadatan probabilitasnya sebagai berikut.

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad , & x = 0, 1, 2, \ldots \\ 0 \quad , & x \text{ yang lain} \end{cases} \tag{2.6}$$

di mana λ adalah rata-rata banyaknya sukses yang terjadi dan e adalah bilangan natural, e = 2,71828... (Djauhari, 1990: 163).

2.4.2 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial digunakan untuk menggambarkan distribusi waktu pada fasilitas jasa dengan asumsi bahwa waktu pelayanan bersifat acak. Artinya, waktu untuk melayani pelanggan tidak tergantung pada banyaknya waktu yang telah dihabiskan untuk melayani pelanggan sebelumnya, dan tidak bergantung pada jumlah pelanggan yang sedang menunggu untuk dilayani.

Definisi 2.6

Peubah acak kontinu X dikatakan mempunyai distribusi eksponensial dengan parameter μ jika fungsi kepadatan probabilitasnya sebagai berikut.

$$f(x) = \begin{cases} \mu e^{-\mu x}, & x > 0, \mu > 0 \\ 0, & x \text{ yang lain} \end{cases} \tag{2.7}$$

Di sini x dapat menyatakan waktu yang dibutuhkan sampai terjadi satu kali sukses dengan μ adalah rata-rata banyaknya sukses dalam selang waktu satuan (Taha, 1997: 14).

2.5 Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit*

Uji *chi* kuadrat *goodness of fit* merupakan suatu uji untuk menentukan apakah suatu populasi mempunyai suatu distribusi probabilitas tertentu didasarkan atas baiknya kesesuaian antara frekuensi observasi dalam sampel yang diamati dengan frekuensi teoritis yang diperoleh dari distribusi teoritis yang dihipotesiskan.

2.5.1 Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Peristiwa yang Berdistribusi Poisson.

Misalkan peubah acak *X* berdistribusi Poisson. Untuk menghitung frekuensi teoritis (f_e) digunakan fungsi kepadatan probabilitasnya dari distribusi Poisson.

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} & , \quad x = 0, 1, 2, \ldots \\ 0 & , \quad x \text{ yang lain} \end{cases} \tag{2.8}$$

di mana λ adalah rata-rata banyaknya sukses yang terjadi dan *e* adalah bilangan natural, *e* = 2,71828... (Djauhari, 1990: 163).

Sehingga untuk sejumlah *n* frekuensi observasi (f_o), maka frekuensi teoritis (f_e) nya adalah:

$$f_e = nf(x) \tag{2.9}$$

Nilai *chi* kuadrat hitung (χ^2) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{x=0}^{m} \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \tag{2.10}$$

dengan *m* adalah jumlah sel atau baris yang dipergunakan dalam mengembangkan fungsi kepadatan empiris (Taha, 1997: 11).

2.5.2 Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Peristiwa yang Berdistribusi Eksponensial

Misalkan peubah acak X berdistribusi eksponensial. Frekuensi teoritis (f_e) yang berkaitan dengan interval $\left[I_{i-1}, I_i\right]$ dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$f_e = n\int_{I_{i-1}}^{I_i} f(x)\,dx, \qquad i = 1, 2, \ldots, m \tag{2.11}$$

dengan m adalah banyaknya interval yang digunakan. Sedangkan $f(x)$ adalah fungsi kepadatan probabilitas dari distribusi eksponensial dengan parameter μ.

$$f(x) = \begin{cases} \mu e^{-\mu x}, & x > 0, \mu > 0 \\ 0, & x \text{ yang lain} \end{cases} \tag{2.12}$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.11) dengan persamaan (2.12), maka akan diperoleh:

$$f_e = n\int_{I_{i-1}}^{I_i} \mu e^{-\mu t}\,dt$$

Sehingga frekuensi teoritis (f_e) nya adalah:

$$f_e = n\left(e^{-\mu(I_{i-1})} - e^{-\mu(I_i)}\right) \tag{2.13}$$

Nilai *chi* kuadrat hitung (χ^2) diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$\chi^2 = \sum_{x=0}^{m} \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \tag{2.14}$$

Dalam uji *chi* kuadrat *goodness of fit*, keputusan diambil berdasarkan hipotesis penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya. Hipotesis nol (H_0)

menyatakan bahwa pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson, waktu pelayanan berdistribusi eksponensial, sedangkan (H_1) menyatakan bahwa pola kedatangan pasien tidak berdistribusi Poisson, waktu pelayanan berdistribusi eksponensial. Hipotesis nol (H_0) diterima jika harga $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ dengan derajat kebebasan $dk = m - k - 1$ dan dengan tingkat signifikansi α, dengan m adalah jumlah baris (banyaknya interval) yang digunakan dan k adalah jumlah parameter yang diestimasi dari data mentah untuk dipergunakan dalam mendefinisikan distribusi teoritis yang bersangkutan (Taha, 1997: 11-12).

2.6 Teori Antrian

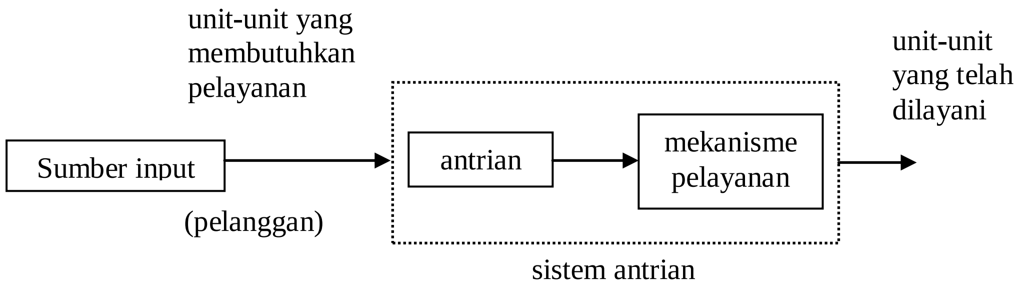
2.6.1 Sistem Antrian

Proses antrian dimulai saat pelanggan-pelanggan yang memerlukan pelayanan mulai datang. Mereka berasal dari suatu populasi yang disebut sebagai sumber masukan. Proses antrian sendiri merupakan suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, menunggu dalam baris antrian jika belum dilayani, dilayani, dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut sesudah dilayani.

Sebuah sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan, dan suatu aturan yang mengatur pelayanan kepada pelanggan. Sedangkan keadaan sistem menunjuk pada jumlah pelanggan yang berada dalam suatu fasilitas pelayanan, termasuk dalam antriannya.

2.6.2 Komponen Dasar Sistem Antrian

Komponen-komponen dasar sistem antrian disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Komponen Dasar Sistem Antrian

Berdasarkan Gambar 2.1 di atas dapat dijelaskan sebagai berikut. Unit-unit (pelanggan) yang memerlukan pelayanan yang diturunkan dari suatu sumber input memasuki sistem antrian dan ikut dalam antrian. Dalam waktu-waktu tertentu, anggota antrian ini dipilih untuk dilayani. Pemilihan ini didasarkan pada suatu aturan tertentu yang disebut disiplin pelayanan. Pelayanan yang diperlukan dilaksanakan dengan suatu mekanisme pelayanan tertentu. Setelah itu, unit-unit (pelanggan) tersebut meninggalkan sistem antrian (Dimyati & Dimyati, 2004:350).

2.6.2.1 Pola kedatangan

Pola kedatangan para pelanggan biasanya diperhitungkan melalui waktu antar kedatangan, yakni waktu antara kedatangan dua pelanggan yang berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Pola ini dapat bergantung pada jumlah pelanggan yang berada dalam sistem ataupun tidak bergantung pada keadaan sistem tersebut.

Bila pola kedatangan ini tidak disebutkan secara khusus, maka dianggap bahwa pelanggan tiba satu per satu. Asumsinya ialah kedatangan pelanggan mengikuti suatu proses dengan distribusi probabilitas tertentu. Distribusi probabilitas yang sering digunakan adalah distribusi Poisson, di mana kedatangan bersifat bebas, tidak terpengaruh oleh kedatangan sebelum ataupun sesudahnya. Asumsi distribusi Poisson menunjukkan bahwa kedatangan pelanggan sifatnya acak dan mempunyai rata-rata kedatangan sebesar *lamda* (λ).

2.6.2.2 Pola pelayanan

Pola pelayanan ditentukan oleh waktu pelayanan, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan pada fasilitas pelayanan. Besaran ini dapat bergantung pada jumlah pelanggan yang telah berada dalam fasilitas pelayanan ataupun tidak bergantung pada keadaan tersebut.

Pelayanan dapat dilakukan dengan satu atau lebih fasilitas pelayanan yang masing-masing dapat mempunyai satu atau lebih saluran atau tempat pelayanan yang disebut dengan *servers*. Apabila terdapat lebih dari satu fasilitas pelayanan maka pelanggan dapat menerima pelayanan melalui suatu urutan tertentu atau fase tertentu.

Bila pola pelayanan ini tidak disebutkan secara khusus, maka dianggap bahwa satu pelayan dapat melayani secara tuntas satu pelanggan. Pola pelayanan dapat konstan dari waktu ke waktu. Rata-rata pelayanan diberi simbol μ (*mu*) merupakan jumlah pelanggan yang dapat dilayani dalam satuan waktu, sedangkan rata-rata waktu yang dipergunakan untuk melayani setiap pelanggan diberi simbol

$\frac{1}{\mu}$ unit (satuan). Jadi $\frac{1}{\mu}$ merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk suatu pelayanan.

2.6.2.3 Kapasitas sistem

Kapasitas sistem adalah jumlah maksimum pelanggan, mencakup yang sedang dilayani dan yang berada dalam antrian, yang dapat ditampung oleh fasilitas pelayanan pada saat yang sama. Sebuah sistem yang tidak membatasi jumlah pelanggan di dalam fasilitas pelayanannya dikatakan memiliki kapasitas tak terhingga, sedangkan suatu sistem yang membatasi jumlah pelanggan di dalam fasilitas pelayanannya dikatakan memiliki kapasitas yang terhingga.

2.6.2.4 Disiplin Antrian

Disiplin antrian adalah aturan di mana para pelanggan dilayani, atau disiplin pelayanan (*service discipline*) yang memuat urutan (*order*) para pelanggan menerima layanan. Disiplin antrian menurut urutan kedatangan dapat dibedakan menjadi empat. Disiplin antrian tersebut adalah sebagai berikut.

(1) Pertama Masuk Pertama Keluar (FIFO atau FCFS)

FIFO (*First In First Out*) atau FCFS (*First Come First Served*) merupakan suatu peraturan di mana yang akan dilayani terlebih dahulu adalah pelanggan yang datang terlebih dahulu. Contohnya dapat dilihat pada antrian di loket-loket penjualan karcis kereta api.

(2) Yang Terakhir Masuk Pertama Keluar (LIFO atau LCFS)

LIFO (*Last In First Out*) atau LCFS (*Last Come First Served*) merupakan antrian di mana yang datang paling akhir adalah yang dilayani paling awal. Contohnya adalah pada sistem bongkar muat barang di dalam truk, dimana barang yang masuk terakhir justru akan keluar terlebih dahulu.

(3) Pelayanan Dalam Urutan Acak (SIRO atau RSS)

SIRO (*Service In Random Order*) atau RSS (*Random Selection for Service*) di mana pelayanan dilakukan secara acak. Contohnya pada arisan, dimana pelayanan atau service dilakukan berdasarkan undian (random).

(2) Pelayanan Berdasarkan Prioritas (PS)

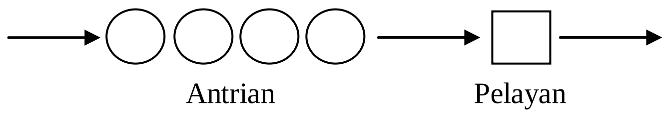
PS (*Priority Service*) di mana pelayanan didasarkan pada prioritas khusus yaitu pelayanan diberikan kepada mereka yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang mempunyai prioritas rendah. Contohnya dalam suatu pesta dimana tamu-tamu yang dikategorikan VIP akan dilayani lebih dahulu, atau seseorang yang keadaan penyakitnya lebih berat dibanding dengan orang lain dalam suatu tempat praktek dokter.

2.6.3 Struktur Dasar Proses Antrian

Proses antrian pada umumnya dikelompokkan ke dalam empat struktur dasar menurut fasilitas pelayanan. Struktur dasar proses antrian tersebut adalah sebagai berikut.

2.6.3.1 Satu saluran satu tahap (Single channel single phase)

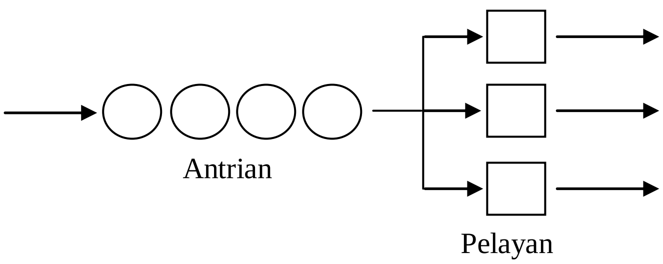
Single channel berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu pelayanan. *Single phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan sehingga yang telah menerima pelayanan dapat langsung keluar dari sistem antrian. Contohnya adalah pada pembelian tiket bus yang dilayani oleh satu loket, seorang pelayan toko dan lain-lain. Bentuk sistem antrian *single channel single phase* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Single channel single phase*

2.6.3.2 Banyak saluran satu tahap (Multiple channel single phase)

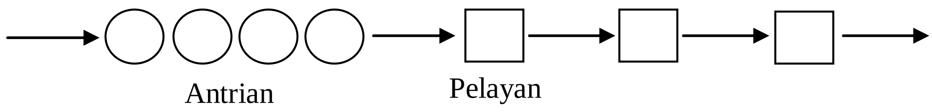
Sistem *multiple channel single phase* terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh suatu antrian tunggal. Sebagai contoh adalah pada pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket, pelayanan nasabah di Bank, dan lain-lain. Bentuk sistem antrian *multiple channel single phase* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Multiple channel single phase*

2.6.3.3 Satu saluran banyak tahap (Single channel multiple phase)

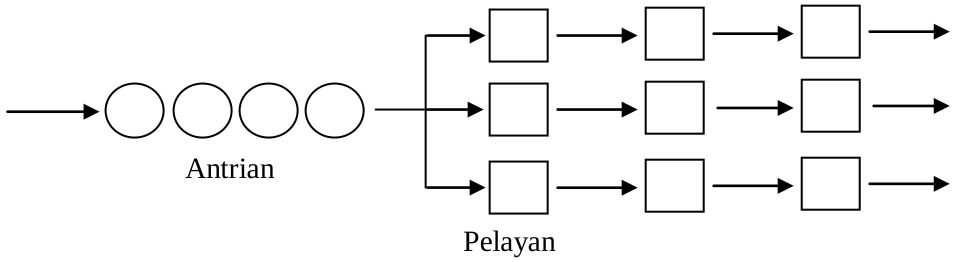
Multiple phase berarti ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan dalam *phase-phase*. Misalnya pada proses pencucian mobil, lini produksi massa dan lain-lain. Bentuk sistem antrian *single channel multiple phase* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Single channel multiple phase*

2.6.3.4 Banyak saluran banyak tahap (Multiple channel multiple phase)

Sistem ini terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dengan pelayanan pada lebih dari satu *phase*. Sebagai contoh adalah pada pelayanan kepada pasien di rumah sakit dari pendaftaran, diagnosa, tindakan medis sampai pembayaran. Setiap sistem-sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu. Bentuk sistem antrian *multiple channel multiple phase* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Multiple channel multiple phase*

2.6.4 Notasi Kendall

Bentuk kombinasi proses kedatangan dengan pelayanan pada umumnya dikenal sebagai standar universal, yaitu

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

di mana simbol-simbol *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, dan *f* adalah unsur-unsur dasar dari model antrian. Penjelasan dari simbol-simbol tersebut adalah sebagai berikut:

a : distribusi kedatangan

b : distribusi waktu pelayanan atau keberangkatan

c : jumlah pelayan paralel (di mana c = 1, 2, 3, …, ∞)

d : disiplin antrian seperti FIFO, LIFO, SIRO, PS

e : jumlah maksimum yang diijinkan dalam sistem (dalam antrian dan dalam pelayanan)

f : jumlah pelanggan yang ingin memasuki sistem sebagai sumber.

Notasi standar ini dapat diganti dengan kode-kode yang sebenarnya dari distribusi-distribusi yang terjadi dan bentuk lainnya, misalnya sebagai berikut.

M : distribusi kedatangan atau keberangkatan dari proses Poisson. Dapat juga distribusi kedatangan dan keberangkatan dari distribusi eksponensial

D : waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan yang konstan atau deterministik

k : jumlah pelayan dalam bentuk paralel atau seri

N : jumlah maksimum pelanggan (*customer*) dalam sistem

E_d : distribusi Erlang atau Gamma untuk waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan dengan parameter *d*

G : distribusi umum dari *service time* atau keberangkatan (*departure*)

GI : distribusi umum yang independen dari proses kedatangan (*Interactive time*)

GD : *General Dicipline* (disiplin umum) dalam antrian (FIFO, LIFO, SIRO, PS)

NPD : *Non-Preemtive Discipline*

PRD : *Preemtive Discipline.*

(Kakiay, 2004: 17-18).

2.6.5 Peran Distribusi Poisson dan Eksponensial

Pada situasi antrian dimana kedatangan dan kepergian (peristiwa) yang timbul selama satu interval waktu dikendalikan dengan kondisi berikut ini.

Kondisi 1: Probabilitas dari sebuah kejadian (kedatangan atau kepergian) yang timbul antara t dan $t+s$ bergantung hanya pada panjangnya s, yang berarti bahwa probabilitas tidak bergantung pada t atau jumlah peristiwa yang timbul selama periode waktu $(0, t)$.

Kondisi 2: Probabilitas peristiwa yang timbul selama interval waktu yang sangat kecil h adalah positif tetapi kurang dari satu.

Kondisi 3: Paling banyak satu peristiwa dapat timbul selama interval waktu yang sangat kecil h.

Ketiga kondisi di atas menjabarkan sebuah proses dimana jumlah peristiwa selama satu interval waktu yang diberikan adalah Poisson, dan karena itu interval waktu antara beberapa peristiwa yang berturut-turut adalah eksponensial. Dengan kasus demikian, dapat dikatakan bahwa kondisi-kondisi tersebut mewakili proses Poisson.

Definisikan bahwa $P_n(t)$ adalah probabilitas peristiwa n yang timbul selama waktu t. Kemudian, berdasarkan kondisi 1, peluang tidak adanya kejadian yang timbul selama $t + h$ adalah

$$P_0(t+h) = P_0(t)P_0(h) \tag{2.15}$$

Untuk $h > 0$ dan cukup kecil, kondisi 2 menunjukkan bahwa $0 < P_0(h) < 1$. Berdasarkan kondisi ini, persamaan diatas memiliki pemecahan sebagai berikut.

$$P_0(t) = e^{-\alpha t}, \qquad t \geq 0 \tag{2.16}$$

dimana α adalah konstanta positif.

Selanjutnya akan ditunjukkan bahwa proses yang dijabarkan dengan $P_n(t)$, interval waktu antara beberapa peristiwa yang berturut-turut adalah eksponensial. Dengan menggunakan hubungan yang diketahui antara eksponensial dan Poisson, kemudian dapat disimpulkan bahwa $P_n(t)$ pastilah Poisson.

Dipunyai $f(t)$ merupakan fungsi kepadatan probabilitas (f.k.p) dari interval waktu antar pemunculan peristiwa yang berturut-turut, $t \geq 0$. Misalkan bahwa T adalah interval waktu sejak pemunculan peristiwa terakhir, maka pernyataan probabilitas berikut ini berlaku.

$$P\begin{pmatrix} \text{Waktu antar peristiwa} \\ \text{melebihi } T \end{pmatrix} = P\begin{pmatrix} \text{Tidak ada peristiwa} \\ \text{sebelum } T \end{pmatrix}.$$

Pernyataan ini dapat diterjemahkan menjadi

$$\int_T^{\infty} f(t)\,dt = P_0(T) \tag{2.17}$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 2.16 dengan persamaan 2.17, maka akan diperoleh:

$$\int_T^{\infty} f(t)\,dt = e^{-\alpha T}, T > 0 \tag{2.18}$$

atau

$$\int_0^{T} f(t)\,dt = 1 - e^{-\alpha T}, T > 0 \tag{2.19}$$

Dengan mengambil derivatif dari kedua sisi dalam kaitannya dengan *T*, diperoleh:

$$f(t) = \alpha e^{-\alpha t}, t \geq 0 \tag{2.20}$$

yang merupakan sebuah fungsi kepadatan probabilitas dari distribusi eksponensial dengan mean $E(t) = \frac{1}{\alpha}$ unit waktu.

Dengan diketahui bahwa $f(t)$ merupakan sebuah distribusi eksponensial, teori probabilitas dapat menjelaskan bahwa $P_n(t)$ adalah fungsi kepadatan probabilitas dari distribusi Poisson, yaitu:

$$P_n(t) = \frac{(\alpha t)^n e^{-\alpha t}}{n!}, n = 0, 1, 2, ... \tag{2.21}$$

Nilai mean dari *n* selama periode waktu tertentu t adalah E{n | t} = αt peristiwa. Ini berarti bahwa α mewakili laju timbulnya peristiwa.

Kesimpulan dari hasil di atas adalah bahwa jika interval waktu antara beberapa peristiwa yang berturut-turut adalah eksponensial dengan mean $\frac{1}{\alpha}$ unit waktu, maka jumlah peristiwa dalam satu periode waktu tertentu pastilah Poisson dengan laju pemunculan rata-rata (peristiwa per unit waktu) α, dan sebaliknya.

Distribusi Poisson merupakan proses yang sepenuhnya acak (*completely random process*), karena memiliki sifat bahwa interval waktu yang tersisa sampai pemunculan peristiwa berikutnya sepenuhnya tidak bergantung pada interval waktu yang telah berlalu. Sifat ini setara dengan pembuktian pernyataan probabilitas berikut ini.

$$P(t > T + S \mid t > S) = P(t > T) \tag{2.22}$$

di mana S adalah interval waktu antara pemunculan peristiwa terakhir. Karena t bersifat eksponensial, maka

$$P(t > T + S \mid t > S) = \frac{P(t > T + S) \cap P(t > S)}{P(t > S)}$$

$$= \frac{P(t > T + S)}{P(t > S)}$$

$$= \frac{e^{-\alpha(T+S)}}{e^{-\alpha S}}$$

$$= e^{-\alpha T}$$

$$= P(t > T) \tag{2.23}$$

Sifat ini disebut sebagai *forgetfullness* atau *lack of memory* dari distribusi eksponensial, yang menjadi dasar untuk menunjukkan bahwa distribusi Poisson sepenuhnya bersifat acak.

Satu ciri unik lainnya dari distribusi Poisson adalah bahwa ini adalah merupakan distribusi dengan mean yang sama dengan varians. Sifat ini kadang-

kadang digunakan sebagai indikator awal dari apakah sebuah sampel data ditarik dari sebuah distribusi Poisson (Taha, 1997: 178-180).

2.6.6 Solusi *Steady State*

Kondisi *steady state* dalam suatu sistem antrian tercapai apabila sistem antrian tersebut akan independen terhadap keadaaan awal, dan juga terhadap waktu yang telah dilaluinya.

Jika sistem antrian telah mencapai kondisi *steady state* (keadaan tunak), maka probabilitas $\{P_n(t)\}$ menjadi konstan dan independen terhadap waktu. Solusi *steady state* untuk P_n ini bisa didapat dengan menetapkan $\frac{dP_n(t)}{dt} = 0.$

Asumsikan $\lim_{t\to\infty} P_n(t) = P_n$, sehingga

$$\lim_{t\to\infty}\left\{\frac{dP_n(t)}{dt}\right\} = 0 \tag{2.24}$$

Untuk t → ∞ maka persamaan 2.24 menjadi

Untuk n = 0 maka diperoleh:

$$0 = \lambda_{-1}P_{-1}(t) + \mu_1 P_1(t) - (\lambda_0 + \mu_0)P_0(t) \tag{2.25}$$

Karena λ_{-1} = 0 dan μ_0 = 0 maka persamaan 2.25 menjadi

$$0 = \mu_1 P_1 - \lambda_0 P_0$$

$$\Leftrightarrow \quad P_1 = \frac{\lambda_0}{\mu_1} P_0 \tag{2.26}$$

Untuk n > 0 diperoleh:

$$0 = \lambda_{n-1}P_{n-1}(\;) + \mu_{n+1}P_{n+1}(\;) - (\lambda_n + \mu_n)P_n(\;)$$

$$\Leftrightarrow \quad P_{n+1} = \frac{\lambda_n}{\mu_{n+1}}P_n + \frac{\mu_n P_n - \lambda_{n-1}P_{n-1}}{\mu_{n+1}} \tag{2.27}$$

Pada persamaan 2.27, perhatikan ruas kanan yang kedua. Jika $n > 1$ maka:

$$\mu_n P_n - \lambda_{n-1}P_{n-1} = \mu_n\left[\frac{\lambda_{n-1}}{\mu_n}P_{n-1} + \frac{\mu_{n-1}P_{n-1} - \lambda_{n-2}P_{n-2}}{\mu_n}\right] - \lambda_{n-1}P_{n-1}$$

$$= \mu_{n-1}P_{n-1} - \lambda_{n-2}P_{n-2} \tag{2.28}$$

Ulangi perhitungan dengan nilai n yang lebih kecil, sehingga diperoleh:

$$\mu_n P_n - \lambda_{n-1}P_{n-1} = \mu_1 P_1 - \lambda_0 P_0 \tag{2.29}$$

Dari persamaan 2.29 untuk $n = 0$ diketahui bahwa $\mu_1 P_1 = \lambda_0 P_0$ sehingga $\mu_n P_n - \lambda_{n-1}P_{n-1} = 0$, maka diperoleh:

$$P_n = \frac{\lambda_{n-1}}{\mu_n}P_{n-1}$$

$$= \frac{\lambda_{n-1}}{\mu_n}\left[\frac{\lambda_{n-2}}{\mu_{n-1}}P_{n-2}\right]$$

$$= \ldots$$

sehingga diperoleh:

$$P_n = \frac{\lambda_{n-1}\lambda_{n-2}\ldots\lambda_0}{\mu_n\mu_{n-1}\ldots\mu_1}P_0 \tag{2.30}$$

Persamaan ini dapat ditulis secara ringkas sebagai:

$$P_n = \frac{\prod_{i=0}^{n-1}\lambda_i}{\prod_{i=1}^{n}\mu_i}P_0 \qquad \text{untuk } n = 1, 2, \ldots \tag{2.31}$$

Karena $\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1$ maka

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\prod_{i=0}^{n-1} \lambda_i}{\prod_{i=1}^{n} \mu_i}} \tag{2.32}$$

Ukuran-ukuran kinerja yang terpenting dari situasi antrian setelah mencapai kondisi *steady state* yang dipergunakan untuk menganalisis situasi antrian adalah rata-rata banyaknya pelanggan yang menunggu dalam antrian (L_q), rata-rata waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian (W_q), dan persentase pemanfaatan sarana pelayanan yang diperkirakan.

Dengan mempertimbangkan sarana pelayanan sebanyak *s* pelayan paralel, maka dari definisi P_n diperoleh:

$$L = \sum_{n=0}^{\infty} n P_n \tag{2.33}$$

$$L_q = \sum_{n=0}^{\infty} (n - s) P_n \tag{2.34}$$

Hubungan yang lain adalah sebagai berikut.

$$W = \frac{L}{\bar{\lambda}} \tag{2.35}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\bar{\lambda}} \tag{2.36}$$

λ adalah laju kedatangan rata-rata dalam jangka waktu yang panjang di mana

$$\bar{\lambda} = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_n P_n \tag{2.37}$$

Solusi *steady state* ini diturunkan dengan asumsi bahwa parameter-parameter λ_n dan μ_n adalah sedemikian sehingga kondisi *steady state* dapat tercapai. Asumsi ini terjadi jika $\rho = \frac{\lambda}{s\mu} < 1$ (Dimyati & Dimyati, 2004: 361-364). Di mana ρ adalah faktor kegunaan yang menyatakan jumlah kedatangan yang diharapkan per rata-rata waktu pelayanan. Ukuran *steady state* adalah keadaaan yang stabil di mana laju kedatangan kurang dari laju pelayanan.

Jika $\rho > 1$ maka kedatangan terjadi dengan laju yang lebih cepat daripada yang dapat dilayani pelayan, panjang antrian yang diharapkan bertambah tanpa batas sehingga tidak terjadi *steady state*. Demikian juga jika $\rho = 1$, maka kedatangan terjadi dengan laju yang sama dengan laju pelayanan, sehingga tidak terjadi antrian. Dengan kata lain, *steady state* tidak tercapai (Dwidayati, 2005: 156).

Persentase pemanfaatan sebuah sarana pelayanan dengan *s* pelayan yang paralel dapat diperoleh dengan rumus berikut (Taha, 1997: 191).

$$\text{Persentase pemanfaatan} = \frac{\lambda}{s\mu} \text{x}100\% \qquad (2.38)$$

Dari rumus tersebut dapat dinyatakan dalam persentase waktu menganggur (*X*) adalah $X = \left(1 - \frac{\lambda}{s\mu}\right) \text{x}100\%$ (2.39)

(Dwidayati, 2005: 157).

2.6.7 Model Antrian (M/M/s) : (GD/∞/∞)

Model ini mengasumsikan bahwa kedatangan terjadi menurut input Poisson dengan parameter λ, dan bahwa waktu pelayanan untuk masing-masing unit mempunyai distribusi eksponensial dengan rata-rata $\frac{1}{\mu}$.

Rata-rata tingkat pelayanan untuk seluruh sistem antrian adalah rata-rata tingkat di mana unit yang sudah dilayani meninggalkan sistem. Rata-rata tingkat pelayanan per pelayanan yang sibuk adalah μ, karena itu tingkat pelayanan keseluruhan adalah $\mu_n = n\mu$ jika $n \leq s$. Jika $n \geq s$, berarti semua pelayan sibuk sehingga $\mu_n = s\mu$. Jadi model ini adalah kasus khusus dari proses kelahiran-kematian dengan $\lambda_n = \lambda$ (untuk n = 0, 1, 2, …) dan

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu, & \text{jika } 0 \leq n \leq s \\ s\mu, & \text{jika } n > s \end{cases} \tag{2.40}$$

Jika $\lambda < s\mu$ (rata-rata tingkat kedatangan lebih kecil dari rata-rata tingkat pelayanan maksimum), maka hasil *steady state*-nya adalah sebagai berikut.

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

$$= \left\{ \left(\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} \right) + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{s!} \left(\frac{1}{1-\frac{\lambda}{s\mu}} \right) \right\}^{-1} \tag{2.41}$$

dan

$$P_n = \begin{cases} \dfrac{\left(\dfrac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} P_0, & \text{jika } 0 \le n \le s \\ \dfrac{\left(\dfrac{\lambda}{\mu}\right)^n}{s!\,s^{n-s}} P_0, & \text{jika } n \ge s \end{cases} \qquad (2.42)$$

Dengan $\rho = \dfrac{\lambda}{s\mu}$, maka ukuran-ukuran efektif pada kondisi *steady state* untuk sistem antrian (M/M/s): (GD/∞/∞) sebagai berikut.

(1) Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L_q)

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda/\mu)^s \rho}{s!(1-\rho)^2} \qquad (2.43)$$

(2) Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L)

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \qquad (2.44)$$

(3) Rata-rata waktu yang dihabiskan satu pelanggan dalam antrian (W_q)

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \qquad (2.45)$$

(4) Rata-rata waktu yang dihabiskan satu pelanggan dalam sistem (W)

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \qquad (2.46)$$

(Dimyati & Dimyati, 2004: 373-374).

BAB 3

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap sebagai berikut.

3.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah metode observasi, yaitu pengamatan langsung pada sistem antrian di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang. Pengamatan dilaksanakan selama 3 hari pada tanggal 10, 11, dan 12 Juni 2013 mulai pukul 07.00-10.00 WIB. Pengumpulan data yang berkenaan dengan kedatangan dan pelayanan pasien dengan metode observasi yaitu:

(1) Mengukur waktu antara kedatangan dan kepergian pasien yang berturut-turut untuk memperoleh waktu antar kedatangan (pelayanan) pasien.

(2) Menghitung jumlah kedatangan pasien selama satu unit waktu yang dipilih. Dalam penelitian ini, unit waktu yang dipilih adalah 5 menit.

3.2 Metode Analisis Data

Langkah-langkah yang digunakan untuk menganalisis data adalah sebagai berikut.

(1) Menentukan distribusi pola kedatangan pasien dan waktu pelayanan. Dalam penelitian ini, pola kedatangan pasien di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang diasumsikan berdistribusi Poisson dan waktu

pelayanan berdistribusi eksponensial. Untuk meyakinkan asumsi tersebut, maka dilakukan uji *chi* kuadrat *goodness of fit*.

Hipotesis untuk pola kedatangan pasien dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson

H_1 : Pola kedatangan pasien tidak berdistribusi Poisson

Hipotesis untuk waktu pelayanan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Waktu pelayanan pasien berdistribusi eksponensial

H_1 : Waktu pelayanan pasien tidak berdistribusi eksponensial

Perhitungan secara analitik H_0 akan diterima jika harga $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ dengan derajat kebebasan $dk = m - k - 1$ dan dengan tingkat signifikansi α, dengan m adalah jumlah baris yang digunakan dan k adalah jumlah parameter yang diestimasi dari data mentah untuk dipergunakan dalam mendefinisikan distribusi teoritis yang bersangkutan.

(2) Menghitung rata-rata jumlah pasien dalam antrian dan dalam sistem dengan rumus:

(2.1) Rata-rata jumlah pasien dalam antrian

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda / \mu)^s \rho}{s!(1-\rho)^2}$$

(2.2) Rata-rata jumlah pasien dalam sistem

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

(3) Menghitung rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian dan dalam sistem dengan rumus:

(3.1) Rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

(3.2) Rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem

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

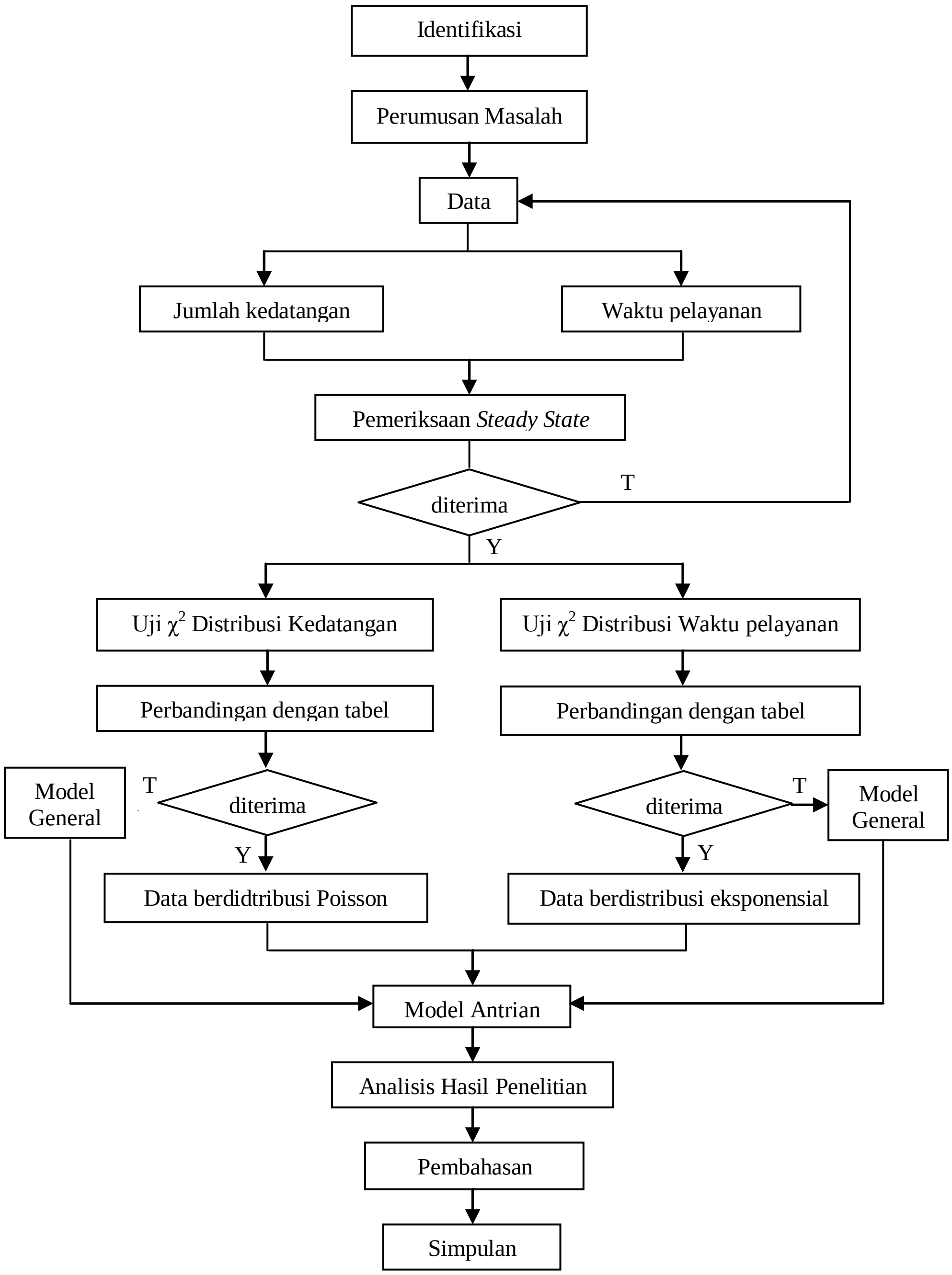
(4) Menghitung persentase waktu mengganggur untuk petugas loket dengan rumus $X = \left(1 - \frac{\lambda}{s\mu}\right) x100\%$.

(5) Menentukan apakah jumlah petugas loket yang ada sudah ideal dengan melihat persentase waktu menganggur untuk petugas loket.

3.3 Penarikan Simpulan

Langkah terakhir dalam metode penelitian adalah penarikan simpulan yang diperoleh dari rumusan masalah dan hasil pembahasan. Simpulan yang akan dicapai yaitu mengetahui apakah sistem antrian loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang memiliki pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan pasien berdistribusi eksponensial sehingga akan diperoleh model antrian pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang, mengetahui rata-rata jumlah pasien dalam antrian dan sistem, rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian dan sistem, persentase waktu menganggur untuk petugas loket dan mengetahui jumlah petugas loket yang ideal sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pengambilan suatu keputusan mengenai masalah antrian.

Metode penelitian tersebut di atas dapat digambarkan dalam diagram alur seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Metode Penelitian

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Hasil Pengamatan

Hasil pengamatan terhadap waktu kedatangan dan waktu pelayanan pasien dilihat pada Lampiran 1. Berdasarkan data tersebut dapat dihitung nilai λ dan μ dalam satuan pasien per menit. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Laju Kedatangan Pasien (λ) dan Laju Pelayanan Pasien (μ)

Hari/Tanggal	Pukul	λ (pasien per menit)	μ (pasien per menit)
Senin/10 Juni 2013	07.00-10.00	0,8222	0,5211
Selasa/11 Juni 2013	07.00-10.00	0,7161	0,4933
Rabu/12 Juni 2013	07.00-10.00	0,8444	0,5153

4.1.2 Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Pola Kedatangan Pasien

Pola kedatangan pasien pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang diasumsikan berdistribusi Poisson. Untuk mengetahui kebenarannya maka dilakukan uji *chi* kuadrat *goodness of fit.*

Dari data hasil pengamatan antrian pasien (Lampiran 1) dapat disusun rekapitulasi kedatangan pasien setiap interval waktu 5 menit (Lampiran 2). Selanjutnya data Lampiran 2 digunakan untuk uji *chi* kuadrat *goodness of fit* terhadap pola kedatangan pasien.

Berdasarkan Lampiran 3 diperoleh hasil pengujian data yang disajikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Pola Kedatangan Pasien

Hari/Tanggal	Pukul	λ	χ^2 hitung	χ^2 tabel	Ket
Senin/10 Juni 2013	07.00-10.00	4,1111	8,0634	15,5073	H_0 diterima
Selasa/11 Juni 2013	07.00-10.00	3,5833	5,7067	11,0705	H_0 diterima
Rabu/12 Juni 2013	07.00-10.00	4,2222	4,7941	16,9190	H_0 diterima

1. Senin, 10 Juni 2013

Pada Lampiran 3, terlihat bahwa rata-rata kedatangan pasien (λ) sebanyak 4,1111 pasien setiap lima menit (0,8222 pasien per menit). Sedangkan untuk nilai χ^2_{hitung} adalah 8,0634. Dari Tabel Distribusi χ^2 (Lampiran 5) dengan $dk = m - k - 1 = 10 - 1 - 1 = 8$ dan taraf signifikansi α = 5% diperoleh nilai χ^2_{tabel} sebesar 15,5073. Dengan demikian $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima. Artinya pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson dengan parameter λ.

2. Selasa, 11 Juni 2013

Pada Lampiran 3, terlihat bahwa rata-rata kedatangan pasien (λ) sebanyak 3,5833 pasien setiap lima menit (0,7167 pasien per menit). Sedangkan untuk nilai χ^2_{hitung} adalah 5,7067. Dari Tabel Distribusi χ^2 (Lampiran 5) dengan $dk = m - k - 1 = 7 - 1 - 1 = 5$ dan taraf signifikansi α = 5% diperoleh nilai χ^2_{tabel} sebesar 11,0705. Dengan demikian $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima. Artinya pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson dengan parameter λ.

3. Rabu, 12 Juni 2013

Pada Lampiran 3, terlihat bahwa rata-rata kedatangan pasien (λ) sebanyak 4,2222 pasien setiap lima menit (0,8444 pasien per menit). Sedangkan untuk nilai χ^2_{hitung} adalah 4,7941. Dari Tabel Distribusi χ^2 (Lampiran 5) dengan $dk = m - k - 1 = 11 - 1 - 1 = 9$ dan taraf signifikansi α = 5% diperoleh nilai χ^2_{tabel} sebesar 16,9190. Dengan demikian $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima. Artinya pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson dengan parameter λ.

4.1.3 Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Waktu Pelayanan Pasien

Dari hasil pengamatan sistem antrian pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang diperoleh waktu pelayanan *t*, yaitu waktu yang diperlukan untuk melayani satu orang pasien. Untuk menentukan rata-rata waktu pelayanan dapat dihitung dengan $\bar{t} = \sum_{i=1}^{m} x_i f_i$, dengan i batas-batas interval $[I_{i-1}, I_i]$ dan x_i adalah nilai tengah dari interval ke- i, serta f_i adalah frekuensi relatif yaitu frekuensi observasi (f_0) pada interval i dibagi dengan jumlah frekuensi observasi keseluruhan (n). Laju pelayanan pasien (μ) adalah rata-rata jumlah pasien yang dapat dilayani per satuan waktu. Dengan demikian harga $\mu = \frac{1}{\bar{t}}$.

Dari data hasil pengamatan antrian pasien (Lampiran 1) diperoleh data waktu pelayanan yang akan diuji dengan uji *chi* kuadrat *goodness of fit*.

Berdasarkan Lampiran 4 diperoleh hasil pengujian data yang disajikan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Waktu Pelayanan Pasien

Hari/Tanggal	Pukul	μ	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Ket
Senin/10 Juni 2013	07.00-10.00	0,5211	5,4334	9,4877	H_0 diterima
Selasa/11 Juni 2013	07.00-10.00	0,4933	8,3294	11,0705	H_0 diterima
Rabu/12 Juni 2013	07.00-10.00	0,5153	5,8082	9,4877	H_0 diterima

1. Senin, 10 Juni 2013

Pada Lampiran 4, terlihat bahwa rata-rata waktu pelayanan pasien sebesar 1,9189 menit untuk setiap pasien, sehingga diperoleh laju pelayanan (μ) sebesar 0,5211 pasien per menit. Sedangkan untuk nilai χ^2_{hitung} adalah 5,4334. Dari Tabel Distribusi χ^2 (Lampiran 5) dengan $dk = m - k - 1 = 6 - 1 - 1 = 4$ dan taraf signifikansi α = 5% diperoleh nilai χ^2_{tabel} sebesar 9,4877. Dengan demikian $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima. Artinya waktu pelayanan pasien berdistribusi eksponensial dengan parameter μ.

2. Selasa, 11 Juni 2013

Pada Lampiran 4, terlihat bahwa rata-rata waktu pelayanan pasien sebesar 2,0271 menit untuk setiap pasien, sehingga diperoleh laju pelayanan (μ) sebesar 0,4933 pasien per menit. Sedangkan untuk nilai χ^2_{hitung} adalah 8,3294. Dari Tabel Distribusi χ^2 (Lampiran 5) dengan $dk = m - k - 1 = 7 - 1 - 1 = 5$ dan taraf signifikansi α = 5% diperoleh nilai $\chi^2{}_{\text{tabel}}$ sebesar 11,0705. Dengan demikian $\chi^2{}_{\text{hitung}} < \chi^2{}_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima. Artinya pola pelayanan pasien berdistribusi eksponensial dengan parameter μ.

3. Rabu, 12 Juni 2013

Pada Lampiran 4, terlihat bahwa rata-rata waktu pelayanan pasien sebesar 1,9408 menit untuk setiap pasien, sehingga diperoleh laju pelayanan (μ) sebesar 0,5153 pasien per menit. Sedangkan untuk nilai $\chi^2{}_{\text{hitung}}$ adalah 5,8082. Dari Tabel Distribusi χ^2 (Lampiran 5) dengan $dk = m - k - 1 = 6 - 1 - 1 = 4$ dan taraf signifikansi α = 5% diperoleh nilai $\chi^2{}_{\text{tabel}}$ sebesar 9,4877. Dengan demikian $\chi^2{}_{\text{hitung}} < \chi^2{}_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima. Artinya pola pelayanan pasien berdistribusi eksponensial dengan parameter μ.

4.1.4 Menentukan Model Antrian

Dari hasil analisis uji *chi* kuadrat *goodness of fit* pada data hasil pengamatan yang dilakukan pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang ditunjukkan bahwa pasien memasuki sistem antrian mengikuti pola kedatangan yang berdistribusi Poisson dengan parameter λ, sedangkan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial dengan parameter μ. Jumlah loket pelayanan terdiri dari 2 loket dengan peraturan pasien yang pertama datang akan dilayani terlebih dahulu, serta kapasitas sistem dan sumber yang tak terbatas. Berdasarkan notasi Kendall, maka sistem antrian pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang mengikuti model antrian (M/M/2) : (GD/∞/∞).

4.1.5 Menentukan Peluang Tidak Ada Pasien dalam Sistem

Menentukan peluang tidak ada pasien dalam sistem dapat dihitung menggunakan rumus:

$$P_0 = \left\{ \left(\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} \right) + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{s!} \left(\frac{1}{1 - \frac{\lambda}{s\mu}} \right) \right\}^{-1} \tag{4.1}$$

1. Peluang tidak ada pelanggan pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00

Dari Lampiran 1, 3 dan 4 diperoleh besarnya nilai s = 2, λ = 0,8222 pasien per menit, dan μ = 0,5211 pasien per menit.

Sehingga dapat dihitung:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} = \frac{0{,}8222}{2 \text{ x } 0{,}5211} = 0{,}7889$$

Karena $\rho < 1$, maka *steady state* dapat tercapai. Dengan demikian, ukuran keefektifan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (4.1) sehingga diperoleh:

$$P_0 = \left\{ \left(\sum_{n=0}^{1} \frac{\left(1{,}5778\right)^n}{n!} \right) + \frac{\left(1{,}5778\right)^2}{2!} \left(\frac{1}{1 - 0{,}7889} \right) \right\}^{-1} = 0{,}1180$$

Jadi peluang tidak ada pelanggan dalam sistem sebesar 0,1180.

2. Peluang tidak ada pelanggan pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00

Dari Lampiran 1, 3 dan 4 diperoleh besarnya nilai s = 2, λ = 0,7167 pasien per menit, dan μ = 0,4933 pasien per menit.

Sehingga dapat dihitung:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} = \frac{0{,}7167}{2 \text{ x } 0{,}4933} = 0{,}7264$$

Karena $\rho < 1$, maka *steady state* dapat tercapai. Dengan demikian, ukuran keefektifan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (4.1) sehingga diperoleh:

$$P_0 = \left\{ \left(\sum_{n=0}^{1} \frac{(1{,}4528)^n}{n!} \right) + \frac{(1{,}4528)^2}{2!} \left(\frac{1}{1 - 0{,}7264} \right) \right\}^{-1} = 0{,}1585$$

Jadi peluang tidak ada pelanggan dalam sistem sebesar 0,1585.

3. Peluang tidak ada pelanggan pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00

Dari Lampiran 1, 3 dan 4 diperoleh besarnya nilai s = 2, λ = 0,8444 pasien per menit, dan μ = 0,5153 pasien per menit.

Sehingga dapat dihitung:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} = \frac{0{,}8444}{2 \text{ x } 0{,}5153} = 0{,}8194$$

Karena $\rho < 1$, maka *steady state* dapat tercapai. Dengan demikian, ukuran keefektifan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (4.1) sehingga diperoleh:

$$P_0 = \left\{ \left(\sum_{n=0}^{1} \frac{(1{,}6389)^n}{n!} \right) + \frac{(1{,}6389)^2}{2!} \left(\frac{1}{1 - 0{,}8194} \right) \right\}^{-1} = 0{,}0992$$

Jadi peluang tidak ada pelanggan dalam sistem sebesar 0,0992.

4.1.6 Menentukan Rata-rata Jumlah Pasien dalam Antrian

Rata-rata jumlah pasien dalam antrian dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda / \mu)^s \rho}{s!(1-\rho)^2}$$

1. Rata-rata jumlah pasien dalam antrian pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$L_q = \frac{0{,}1180 \ x \ (1{,}5778)^2 \ x \ 0{,}7889}{2!(1-0{,}7889)^2} = 2{,}5999$$

Jadi rata-rata jumlah pasien dalam antrian pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 2,5999 pasien.

2. Rata-rata jumlah pasien dalam antrian pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$L_q = \frac{0{,}1585 \ \mathrm{x} \ (1{,}4528)^2 \ x \ 0{,}7264}{2!(1-0{,}7264)^2} = 1{,}6227$$

Jadi rata-rata jumlah pasien dalam antrian pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 1,6227 pasien.

3. Rata-rata jumlah pasien dalam antrian pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$L_q = \frac{0{,}0992 \ \mathrm{x} \ (1{,}6389)^2 \ x \ 0{,}8194}{2!(1-0{,}8194)^2} = 3{,}3501$$

Jadi rata-rata jumlah pasien dalam antrian pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 3,3501 pasien.

4.1.7 Menentukan Rata-rata Jumlah Pasien dalam Sistem

Rata-rata jumlah pasien dalam sistem dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

1. Rata-rata jumlah pasien dalam sistem pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$L = 2{,}5999 + \frac{0{,}8222}{0{,}5211} = 4{,}1777$$

Jadi rata-rata jumlah pasien dalam antrian pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 4,1777 pasien.

2. Rata-rata jumlah pasien dalam sistem pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$L = 1{,}6227 + \frac{0{,}7167}{0{,}4933} = 3{,}0754$$

Jadi rata-rata jumlah pasien dalam antrian pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 3,0754 pasien.

3. Rata-rata jumlah pasien dalam sistem pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$L = 3{,}3501 + \frac{0{,}8444}{0{,}5153} = 4{,}9890$$

Jadi rata-rata jumlah pasien dalam antrian pada hari Rabu tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 4,9890 pasien.

4.1.8 Menentukan Rata-rata Waktu Pasien Menunggu dalam Antrian

Rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

1. Rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$W_q = \frac{2,5999}{0,8222} = 3,1620$$

Jadi rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 3,1620 menit.

2. Rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$W_q = \frac{1,6227}{0,7167} = 2,2642$$

Jadi rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 2,2642 menit.

3. Rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00

$$W_q = \frac{3,3501}{0,8444} = 3,9672$$

Jadi rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 3,9672 menit.

4.1.9 Menentukan Rata-rata Waktu Pasien Menunggu dalam Sistem

Rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

1. Rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$W = 3{,}1620 + \frac{1}{0{,}5211} = 5{,}0809$$

Jadi rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 5,0809 menit.

2. Rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$W = 2{,}2642 + \frac{1}{0{,}4933} = 4{,}2913$$

Jadi rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 4,2913 menit.

3. Rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00

$$W = 3{,}9672 + \frac{1}{0{,}5153} = 5{,}9080$$

Jadi rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 5,9080 menit.

4.1.10 Menentukan Persentase Waktu Menganggur Petugas loket

Persentase waktu mengganggur petugas loket dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$X = \left(1 - \frac{\lambda}{s\mu}\right) x100\%$$

1. Persentase waktu mengganggur petugas loket pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$X = (1 - 0{,}7889)x100\% = 21{,}11\%$$

Jadi persentase waktu mengganggur kedua petugas loket pada hari Senin tanggal 10 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 21,11% dari seluruh jam kerjanya.

2. Persentase waktu mengganggur petugas loket pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$X = (1 - 0{,}7264)x100\% = 27{,}36\%$$

Jadi persentase waktu mengganggur kedua petugas loket pada hari Selasa tanggal 11 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 27,36% dari seluruh jam kerjanya.

3. Persentase waktu mengganggur petugas loket pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00:

$$X = (1 - 0{,}8194)x100\% = 18{,}06\%$$

Jadi persentase waktu mengganggur kedua petugas loket pada hari Rabu tanggal 12 Juni 2013 pukul 07.00-10.00 adalah 18,06% dari seluruh jam kerjanya.

4.2 Pembahasan

Antrian pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang menggunakan sistem antrian tunggal dengan saluran ganda (*multiple channel single phase*). Pola kedatangan pasien berdistribusi Poisson sedangkan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial. Waktu pelayanan pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUD Dr. Kariadi Semarang tidak tergantung pada jumlah pasien yang ada dalam sistem tetapi waktu pelayanannya tergantung pada transaksi. Pasien dilayani oleh dua orang petugas loket dengan peraturan pelayanan FIFO, yaitu pasien yang pertama datang akan dilayani terlebih dahulu, serta kapasitas sistem dan sumber kedatangan yang tak terbatas. Berdasarkan notasi Kendall, maka sistem antrian pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang mengikuti model antrian (M/M/2) : (GD/∞/∞).

Efektifitas proses pelayanan pasien dapat ditentukan dengan menghitung faktor kegunaan, menghitung rata-rata jumlah pasien dalam antrian dan sistem, menghitung rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian dan sistem, serta menghitung persentase waktu menganggur petugas loket. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan ρ, L_q, L, W_q, W dan X

Hari/Tanggal	Pukul	ρ	L_q	L	W_q	W	X
Senin/10 Juni 2013	07.00-10.00	0,7889	2,5999	4,1777	3,1620	5,0809	21,11%
Selasa/11 Juni 2013	07.00-10.00	0,7264	1,6227	3,0754	2,2642	4,2913	27,36%
Rabu/12 Juni 2013	07.00-10.00	0,8194	3,3501	4,9890	3,9672	5,9080	18,06%

1. Senin, 10 Juni 2013

Pada hari Senin, 10 Juni 2013 terdapat antrian yang cukup lengang dengan waktu sibuk petugas loket sebesar 0,7889 atau sebesar 78,89% dari waktunya, rata-rata jumlah pasien dalam antrian sebanyak 2,5999 pasien, rata-rata jumlah pasien dalam sistem sebanyak 4,1777 pasien, rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian selama 3,1620 menit, rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem selama 5,0809 menit, dan persentase waktu mengganggur kedua petugas loket sebesar 21,11% dari seluruh jam kerjanya.

2. Selasa, 11 Juni 2013

Pada hari Selasa, 11 Juni 2013 terdapat antrian yang cukup lengang dengan waktu sibuk petugas loket sebesar 0,7264 atau sebesar 72,64% dari waktunya, rata-rata jumlah pasien dalam antrian sebanyak 1,6227 pasien, rata-rata jumlah pasien dalam sistem sebanyak 3,3501 pasien, rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian selama 2,2642 menit, rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem selama 4,2913 menit, dan persentase waktu mengganggur kedua petugas loket sebesar 27,36% dari seluruh jam kerjanya.

3. Rabu, 12 Juni 2013

Pada hari Rabu, 12 Juni 2013 terdapat antrian dimana pasien yang datang adalah yang terbanyak dibandingkan hari-hari sebelumnya dengan waktu sibuk petugas loket sebesar 0,8194 atau sebesar 81,94% dari waktunya, rata-rata jumlah pasien dalam antrian sebanyak 3,3501 pasien, rata-rata jumlah pasien dalam sistem sebanyak 4,9890 pasien, rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian selama 3,9672 menit, rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem selama

5,9080 menit, dan persentase waktu mengganggur kedua petugas loket sebesar 18,06% dari seluruh jam kerjanya.

Untuk mengetahui jumlah petugas loket yang ada sudah ideal atau belum dapat dilihat dari persentase waktu menganggur untuk petugas loket. Jumlah petugas loket yang banyak dapat mengurangi penumpukan pasien dalam antrian (mengurangi waktu menunggu pasien dalam antrian) tetapi dapat pula mengakibatkan waktu menganggur petugas yang lebih besar daripada yang diperkirakan.

Berdasarkan informasi dari bagian umum loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUD Dr. Kariadi Semarang, diharapkan waktu menganggur petugas loket sekitar 15% dari keseluruhan waktu bekerja.

Hasil analisis data diperoleh persentase waktu menganggur kedua petugas loket pada tanggal 10, 11, dan 12 Juni 2013 sebagai berikut: 21,11%; 27,36%, dan 18,06% dari seluruh jam kerjanya. Terlihat bahwa persentase waktu mengganggur kedua petugas loket untuk semua hari > 15%, jadi jumlah petugas di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUD Dr. Kariadi Semarang yang ada sudah ideal yaitu 2 loket, sehingga tidak perlu menambah petugas loket.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dapat diambil simpulan sebagai berikut.

1. Sistem antrian pada loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang mengikuti model antrian (M/M/2) : (GD/∞/∞). Ini berarti sistem antrian mengikuti pola kedatangan yang berdistribusi Poisson, sedangkan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial dengan jumlah loket pelayanan terdiri dari 2 loket dengan peraturan pasien yang pertama datang akan dilayani terlebih dahulu, serta kapasitas sistem dan sumber yang tak terbatas.
2. Rata-rata jumlah pasien dalam antrian L_q dan dalam sistem L

   Pada hari Senin, 10 Juni 2013 terdapat antrian yang cukup lengang dengan rata-rata jumlah pasien dalam antrian sebanyak 2,5999 pasien, rata-rata jumlah pasien dalam sistem sebanyak 4,1777 pasien dan pada hari Selasa, 11 Juni 2013 terdapat antrian yang cukup lengang dengan rata-rata jumlah pasien dalam antrian sebanyak 1,6227 pasien, rata-rata jumlah pasien dalam sistem sebanyak 3,3501 pasien, sedangkan pada hari Rabu, 12 Juni 2013 terdapat antrian dimana pasien yang datang adalah yang terbanyak dibandingkan hari-hari sebelumnya dengan rata-rata jumlah pasien dalam antrian sebanyak 3,3501 pasien, rata-rata jumlah pasien dalam sistem sebanyak 4,9890 pasien.

3. Rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian W_q dan dalam sistem W

   Pada hari Senin, 10 Juni 2013 rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian selama 3,1620 menit, rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem selama 5,0809 menit, dan pada hari Selasa, 11 Juni 2013 rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian selama 2,2642 menit, rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem selama 4,2913 menit, sedangkan pada hari Rabu, 12 Juni 2013 rata-rata waktu pasien menunggu dalam antrian selama 3,9672 menit, rata-rata waktu pasien menunggu dalam sistem selama 5,9080 menit.

4. Persentase waktu mengganggur petugas loket

   Pada hari Senin, 10 Juni 2013 persentase waktu mengganggur kedua petugas loket sebesar 21,11% dari seluruh jam kerjanya dan pada hari Selasa, 11 Juni 2013 persentase waktu mengganggur kedua petugas loket sebesar 27,36% dari seluruh jam kerjanya, sedangkan pada hari Rabu, 12 Juni 2013 persentase waktu mengganggur kedua petugas loket sebesar 18,06% dari seluruh jam kerjanya.

5. Berdasarkan informasi dari bagian umum loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUD Dr. Kariadi Semarang, diharapkan waktu menganggur petugas loket sekitar 15% dari keseluruhan waktu bekerja. Terlihat dari hasil analisis data diperoleh persentase waktu mengganggur kedua petugas loket untuk semua hari > 15%, jadi jumlah petugas di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUD Dr. Kariadi Semarang yang ada sudah ideal yaitu 2 loket, sehingga tidak perlu menambah petugas loket.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut.

1. Sistem antrian yang ada di loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUD Dr. Kariadi Semarang sudah cukup baik, terlihat dari waktu tunggu yang relatif singkat dan antrian yang tidak terlalu panjang, sehingga pasien tidak banyak menghabiskan waktu dalam sistem antrian. Begitu pula kinerja dari masing-masing loket yang relatif sama keefektifannya. Oleh karena itu sistem antrian yang sudah ada perlu dipertahankan.
2. Dalam penelitian skripsi ini menggunakan interval waktu dengan satuan menit. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan interval waktu dengan satuan waktu yang terkecil yaitu detik.
3. Penulisan skripsi ini menggunakan model antrian *multiple channel single phase*. Untuk penelitian selanjutnya tentang teori antrian di rumah sakit, disarankan menggunakan model antrian *multiple channel multiple phase*.

DAFTAR PUSTAKA

Aminudin. 2005. *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga.

Bronson, R. 1996. *Teori dan Soal-soal Operations Research*. Jakarta: Erlangga.

Cavas, C.K. & L. Cavas. 2007. An Application of Queueing Theory to the Relationship Between Insulin Level and Number of Insulin Receptors. *Turkish Journal of Biochemistry*, 32(1): 32-38. Tersedia di http://www. turkjbiochem.com/2007/032-038.pdf. [diakses 17-2-2011].

Dimyati, T.T. & A. Dimyati. 2004. *Operations Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung : Sinar Baru Algensindo.

Djauhari, M.A. 1990. *Statistika Matematika*. Bandung : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung.

Dwidayati, N. 2005. Optimasi Sarana Pembayaran Rekening Telepon Berdasar Model Tingkat Aspirasi. *Jurnal MIPA*, 28(3): 155-162.

Faisal, F. 2005. Pendekatan Teori Antrian: Kasus Nasabah Bank pada Pukul 08.00- 11.00 WIB di Bank BNI 46 Cabang Bengkulu. *Jurnal Gradien*, 1(2): 90-97. Tersedia di http://gradienfmipaunib.files.wordpress.com/2008 /07fachri-faisall.pdf. [diakses 23-5-2013].

Harinaldi. 2005. *Prinsip-prinsip Statistika untuk Teknik dan Sains*. Jakarta: Erlangga.

Kakiay, T.J. 2004. *Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: ANDI.

Mulyono, S. 2004. *Riset Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Siswanto. 2007. *Operations Research*. Jakarta: Erlangga.

Spiegel, M.R., J.J. Schiller, & R.A. Srinivasan. 2004. *Schaum's Outlines of Teori dan Soal-soal Probabilitas dan Statistik (2nd ed.)*. Jakarta: Erlangga.

Subagyo, P., dkk. 1993. *Dasar-Dasar Operation Research*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.

Sudjana.1996. *Metoda Statistika*. Bandung: TARSITO.

Sugiyono.1999. *Statistik untuk Penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.

Sugito & M. Fauzia. 2009. Analisis Sistem Antrian Kereta Api di Stasiun Besar Cirebon dan Stasiun Cirebon Prujakan. *Media Statistika*, 2(2): 111-120. Tersedia di http://ejournal.undip.ac.id/index.php/media_statistika/article/ download /2501/2235 [diakses 22-7-2013].

Supranto, J. 2009. *Statistik Teori dan Aplikasi* (Edisi Ketujuh). Jakarta: Erlangga.

Taha, H.A. 1997. *Riset Operasi*. Jilid Dua. Jakarta: Binarupa Aksara.

Yusuf, N. 2007. Penerapan Model Antrian pada PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk Cabang Gorontalo. *INOVASI*, 4(3): 94-105.

Lampiran 1

Data Hasil Pengamatan Sistem Antrian Loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang

Hari/Tanggal : Senin/10 Juni 2013
Waktu Penelitian : 07.00 - 10.00

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
1	07.00	07.00		07.01	1	0	1
2	07.00		07.00	07.03	3	0	3
3	07.02	07.02		07.04	2	0	2
4	07.05		07.05	07.06	1	0	1
5	07.06	07.06		07.11	5	0	5
6	07.07		07.07	07.09	2	0	2
7	07.07		07.09	07.12	3	2	5
8	07.07	07.11		07.12	1	4	5
9	07.08		07.12	07.14	2	4	6
10	07.12	07.12		07.16	4	0	4
11	07.14		07.14	07.16	2	0	2
12	07.14	07.16		07.17	1	2	3
13	07.15		07.16	07.19	3	1	4
14	07.19	07.19		07.20	1	0	1
15	07.19		07.19	07.20	1	0	1
16	07.19	07.20		07.23	3	1	4
17	07.19		07.20	07.22	2	1	3
18	07.20		07.22	07.26	4	2	6
19	07.21	07.23		07.26	3	2	5
20	07.22	07.26		07.32	6	4	10
21	07.23		07.26	07.29	3	3	6
22	07.25		07.29	07.35	6	4	10
23	07.25	07.32		07.33	1	7	8
24	07.26	07.33		07.37	4	7	11
25	07.29		07.35	07.37	2	6	8
26	07.30	07.37		07.38	1	7	8
27	07.33		07.37	07.40	3	4	7
28	07.33	07.38		07.39	1	5	6
29	07.35	07.39		07.41	2	4	6
30	07.36		07.40	07.46	6	4	10
31	07.36	07.41		07.46	5	5	10
32	07.37		07.46	07.47	1	9	10

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
33	07.38	07.46		07.48	2	8	10
34	07.42		07.47	07.48	1	5	6
35	07.42	07.48		07.54	6	6	12
36	07.43		07.48	07.51	3	5	8
37	07.46		07.51	07.54	3	5	8
38	07.51	07.54		07.59	5	2	7
39	07.52		07.54	07.56	2	4	6
40	07.52		07.56	08.00	4	4	8
41	07.53	07.59		08.00	1	6	7
42	07.56		08.00	08.02	2	4	6
43	07.57	08.00		08.01	1	3	4
44	07.59	08.01		08.03	1	4	5
45	07.59		08.02	08.03	1	3	4
46	07.59		08.03	08.05	2	4	6
47	08.02	08.03		08.05	2	2	4
48	08.03		08.05	08.06	1	2	3
49	08.04	08.05		08.10	5	2	7
50	08.08		08.08	08.12	4	0	4
51	08.09	08.10		08.11	1	1	2
52	08.11	08.11		08.15	4	0	4
53	08.11		08.13	08.14	1	2	3
54	08.12		08.14	08.17	3	2	5
55	08.12	08.15		08.20	5	3	8
56	08.16		08.17	08.20	3	1	4
57	08.16	08.20		08.21	1	4	5
58	08.17		08.20	08.21	1	3	4
59	08.18	08.21		08.26	5	3	8
60	08.19		08.21	08.24	3	2	5
61	08.21		08.24	08.25	1	3	4
62	08.21		08.25	08.27	2	4	6
63	08.21	08.26		08.29	3	5	8
64	08.25		08.27	08.31	4	2	6
65	08.26	08.29		08.30	1	3	4
66	08.26	08.30		08.33	3	4	7
67	08.27		08.31	08.34	3	4	7
68	08.28	08.33		08.34	1	5	6
69	08.28		08.34	08.36	2	6	8
70	08.29	08.34		08.38	4	5	9
71	08.33		08.36	08.39	3	3	6

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
72	08.33	08.38		08.39	1	5	6
73	08.34		08.39	08.41	2	5	7
74	08.33	08.39		08.40	1	6	7
75	08.37	08.40		08.42	2	3	5
76	08.38		08.41	08.42	1	3	4
77	08.38	08.42		08.45	3	4	7
78	08.39		08.42	08.44	2	3	5
79	08.42		08.44	08.45	1	2	3
80	08.43	08.45		08.46	1	2	3
81	08.44		08.45	08.48	3	1	4
82	08.44	08.46		08.47	1	2	3
83	08.44	08.47		08.50	3	3	6
84	08.45		08.48	08.50	2	3	5
85	08.49	08.50		08.51	1	1	2
86	08.50		08.50	08.52	2	0	2
87	08.50	08.51		08.55	4	1	5
88	08.51		08.52	08.53	1	1	2
89	08.53		08.53	08.57	4	0	4
90	08.53	08.55		08.56	1	2	3
91	08.53	08.56		08.58	2	1	3
92	08.54		08.57	09.01	4	3	7
93	08.58	08.58		09.03	5	0	5
94	08.59		09.01	09.03	2	2	4
95	08.59	09.03		09.04	1	4	5
96	09.00		09.03	09.07	4	3	7
97	09.03	09.04		09.07	3	1	4
98	09.04		09.07	09.12	5	3	8
99	09.06	09.07		09.08	1	1	2
100	09.07	09.08		09.09	1	1	2
101	09.08	09.09		09.10	1	1	2
102	09.09	09.10		09.11	1	1	2
103	09.10	09.11		09.14	3	1	4
104	09.10		09.12	09.15	3	2	5
105	09.13	09.14		09.16	2	1	3
106	09.14		09.15	09.16	1	1	2
107	09.16	09.16		09.17	1	0	1
108	09.16		09.16	09.18	2	0	2
109	09.17	09.17		09.22	5	0	5
110	09.21		09.21	09.22	1	0	1

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
111	09.22		09.22	09.24	2	0	2
112	09.22	09.22		09.24	2	0	2
113	09.24	09.24		09.25	1	0	1
114	09.25		09.25	09.27	2	0	2
115	09.27	09.27		09.31	4	0	4
116	09.28		09.28	09.29	1	0	1
117	09.30		09.30	09.35	5	0	5
118	09.34	09.34		09.37	3	0	3
119	09.35		09.35	09.36	1	0	1
120	09.35		09.36	09.37	1	1	2
121	09.35	09.37		09.38	1	2	3
122	09.37		09.37	09.39	2	0	2
123	09.38	09.38		09.40	2	0	2
124	09.38		09.39	09.45	6	1	7
125	09.40	09.40		09.41	1	0	1
126	09.41	09.41		09.42	2	0	2
127	09.41	09.42		09.43	1	1	2
128	09.42	09.43		09.45	2	1	3
129	09.42		09.45	09.46	1	3	4
130	09.42	09.45		09.46	1	3	4
131	09.44		09.46	09.50	4	2	6
132	09.45	09.46		09.48	2	1	3
133	09.45	09.48		09.50	2	3	5
134	09.47		09.50	09.56	6	3	9
135	09.48	09.50		09.51	1	2	3
136	09.49	09.51		09.56	5	3	8
137	09.50		09.56	09.57	1	6	7
138	09.53	09.56		09.58	2	3	5
139	09.53		09.57	09.59	2	4	6
140	09.55	09.58		10.02	4	3	7
141	09.56		09.59	10.00	1	3	4
142	09.57		10.00	10.04	4	3	7
143	09.57	10.02		10.07	5	5	10
144	09.57		10.04	10.06	2	7	9
145	09.57		10.06	10.07	1	9	10
146	09.58	10.07		10.08	1	9	10
147	09.58		10.07	10.11	4	9	13
148	09.58	10.08		10.09	1	10	11

Data Hasil Pengamatan Sistem Antrian Loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang

Hari/Tanggal : Selasa/11 Juni 2013
Waktu Penelitian : 07.00 - 10.00

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
1	07.01	07.01		07.04	3	0	3
2	07.03		07.03	07.04	1	0	1
3	07.03	07.04		07.06	2	1	3
4	07.04		07.04	07.05	1	0	1
5	07.07		07.07	07.11	4	0	4
6	07.07	07.07		07.10	3	0	3
7	07.08	07.10		07.11	1	2	3
8	07.09		07.11	07.12	1	2	3
9	07.10	07.11		07.13	2	1	3
10	07.10		07.12	07.15	3	2	5
11	07.10	07.13		07.18	5	3	8
12	07.11		07.15	07.16	1	4	5
13	07.13		07.16	07.19	3	3	6
14	07.13	07.18		07.19	1	5	6
15	07.17		07.19	07.21	2	2	4
16	07.19	07.19		07.20	1	0	1
17	07.20	07.20		07.21	1	0	1
18	07.23		07.23	07.27	4	0	4
19	07.23	07.23		07.27	3	0	3
20	07.24		07.27	07.28	1	3	4
21	07.24	07.27		07.32	5	3	8
22	07.27		07.28	07.32	4	1	5
23	07.29	07.32		07.33	1	3	4
24	07.30		07.32	07.34	2	2	4
25	07.34	07.34		07.35	1	0	1
26	07.36		07.36	07.37	1	0	1
27	07.37	07.37		07.39	2	0	2
28	07.38		07.38	07.39	1	0	1
29	07.39	07.39		07.42	3	0	3
30	07.39		07.39	07.40	1	0	1
31	07.41		07.41	07.42	1	0	1
32	07.45	07.45		07.48	3	0	3
33	07.45		07.45	07.49	4	0	4
34	07.45	07.48		07.50	2	3	5

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
35	07.46		07.49	07.55	6	3	9
36	07.47	07.50		07.51	1	3	4
37	07.49	07.51		07.55	4	2	6
38	07.53		07.55	07.57	2	2	4
39	07.53	07.55		07.56	1	2	3
40	07.53	07.56		08.01	5	3	8
41	07.53		07.57	08.00	3	4	7
42	07.53		08.00	08.02	2	2	4
43	07.54	08.01		08.02	1	7	8
44	07.55	08.02		08.03	1	7	8
45	07.57		08.02	08.05	3	5	8
46	07.58	08.03		08.05	2	5	7
47	08.01		08.05	08.06	1	4	5
48	08.02	08.05		08.06	1	3	4
49	08.04		08.06	08.09	3	2	5
50	08.04	08.06		08.07	1	2	3
51	08.07	08.07		08.08	1	0	1
52	08.08	08.08		08.12	4	0	4
53	08.09		08.09	08.11	2	0	2
54	08.10		08.11	08.12	1	1	2
55	08.15	08.15		08.20	5	0	5
56	08.15		08.15	08.17	2	0	2
57	08.16		08.17	08.20	3	1	4
58	08.17	08.20		08.21	1	3	4
59	08.19		08.20	08.23	3	1	4
60	08.21	08.21		08.22	1	0	1
61	08.21	08.22		08.23	1	1	2
62	08.21		08.23	08.25	2	2	4
63	08.21	08.23		08.24	1	2	3
64	08.22	08.24		08.26	2	2	4
65	08.25		08.25	08.27	2	0	2
66	08.27	08.27		08.28	1	0	1
67	08.27		08.27	08.28	1	0	1
68	08.28	08.28		08.31	3	0	3
69	08.29		08.29	08.31	2	0	2
70	08.30	08.31		08.35	4	1	5
71	08.34		08.34	08.37	3	0	3
72	08.35	08.35		08.40	5	0	5
73	08.38		08.38	08.39	1	0	1

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
74	08.39		08.39	08.41	2	0	2
75	08.42	08.42		08.46	4	0	4
76	08.44		08.44	08.45	1	0	1
77	08.45		08.45	08.49	4	0	4
78	08.45	08.46		08.48	2	1	3
79	08.46	08.48		08.49	1	2	3
80	08.47		08.49	08.50	1	2	3
81	08.50	08.50		08.52	2	0	2
82	08.51		08.51	08.52	1	0	1
83	08.54	08.54		08.56	2	0	2
84	08.57		08.57	08.59	2	0	2
85	08.57	08.57		09.01	4	0	4
86	08.57		08.59	09.00	1	2	3
87	08.59		09.00	09.01	1	1	2
88	09.01	09.01		09.03	2	0	2
89	09.01		09.01	09.03	2	0	2
90	09.01	09.03		09.05	2	2	4
91	09.04		09.04	09.10	6	0	6
92	09.05	09.05		09.08	3	0	3
93	09.08	09.08		09.09	1	0	1
94	09.14	09.14		09.19	5	0	5
95	09.14		09.14	09.16	2	0	2
96	09.15		09.16	09.20	4	1	5
97	09.16	09.19		09.22	3	3	6
98	09.16		09.20	09.24	4	4	8
99	09.16	09.22		09.23	1	6	7
100	09.17	09.23		09.29	6	6	12
101	09.19		09.24	09.27	3	5	8
102	09.22		09.27	09.34	7	5	12
103	09.23	09.29		09.33	4	6	10
104	09.24	09.33		09.36	3	9	12
105	09.25		09.34	09.36	2	9	11
106	09.26	09.36		09.39	3	10	13
107	09.26		09.36	09.41	5	10	15
108	09.29	09.39		09.43	4	10	14
109	09.31		09.41	09.42	1	10	11
110	09.31		09.42	09.46	4	11	15
111	09.31	09.43		09.45	2	12	14
112	09.34	09.45		09.48	3	11	14

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
113	09.36		09.46	09.49	3	10	13
114	09.37	09.48		09.52	4	11	15
115	09.42		09.49	09.51	2	7	9
116	09.43		09.51	09.53	2	8	10
117	09.45	09.53		09.57	5	8	13
118	09.45		09.53	09.54	1	8	9
119	09.47		09.54	09.58	4	7	11
120	09.48	09.57		10.04	7	9	16
121	09.51		09.58	10.03	5	7	12
122	09.53		10.03	10.06	3	10	13
123	09.54	10.04		10.06	2	10	12
124	09.54		10.06	10.08	2	12	14
125	09.55	10.06		10.10	4	11	15
126	09.55		10.08	10.11	3	13	16
127	09.56	10.10		10.13	3	14	17
128	09.59		10.11	10.14	3	12	15
129	09.59	10.13		10.14	1	14	15

Data Hasil Pengamatan Sistem Antrian Loket Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang

Hari/Tanggal : Rabu/12 Juni 2013
Waktu Penelitian : 07.00 - 10.00

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
1	07.00	07.00		07.01	1	0	1
2	07.01		07.01	07.03	2	0	2
3	07.01	07.01		07.02	1	0	1
4	07.01	07.02		07.05	3	1	4
5	07.02		07.03	07.04	1	1	2
6	07.05		07.05	07.09	4	0	4
7	07.06	07.06		07.08	2	0	2
8	07.10	07.10		07.13	3	0	3
9	07.12		07.12	07.13	1	0	1
10	07.12	07.13		07.15	2	1	3
11	07.13		07.13	07.17	4	0	4
12	07.13	07.15		07.16	1	2	3
13	07.18	07.18		07.19	1	0	1
14	07.21		07.21	07.23	2	0	2
15	07.22	07.22		07.24	2	0	2
16	07.23		07.23	07.28	5	0	5
17	07.25	07.25		07.31	6	0	6
18	07.27		07.28	07.30	2	1	3
19	07.27		07.30	07.31	1	3	4
20	07.31	07.31		07.33	2	0	2
21	07.33		07.33	07.37	4	0	4
22	07.34	07.34		07.37	3	0	3
23	07.35		07.37	07.38	1	2	3
24	07.35	07.37		07.39	2	2	4
25	07.35		07.38	07.42	4	3	7
26	07.35	07.39		07.44	5	4	9
27	07.36		07.42	07.43	1	6	7
28	07.39		07.43	07.44	1	4	5
29	07.39	07.44		07.47	3	5	8
30	07.40		07.44	07.46	2	4	6
31	07.41		07.46	07.47	1	5	6
32	07.43	07.47		07.53	6	4	10
33	07.45		07.47	07.52	5	2	7
34	07.47		07.52	07.53	1	5	6

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
35	07.48	07.53		07.55	2	5	7
36	07.48		07.53	07.56	3	5	8
37	07.48	07.55		07.57	2	7	9
38	07.49		07.56	07.58	2	7	9
39	07.54	07.57		08.01	4	3	7
40	07.55		07.58	07.59	1	3	4
41	07.58		07.59	08.00	1	1	2
42	07.59		08.00	08.02	2	1	3
43	08.02	08.02		08.07	5	0	5
44	08.02		08.02	08.07	5	0	5
45	08.05	08.07		08.11	4	2	6
46	08.06		08.07	08.08	1	1	2
47	08.06		08.08	08.10	2	2	4
48	08.06		08.10	08.12	2	4	6
49	08.10	08.11		08.13	2	1	3
50	08.11		08.12	08.15	3	1	4
51	08.13	08.13		08.18	5	0	5
52	08.14		08.15	08.18	3	1	4
53	08.15	08.18		08.19	1	3	4
54	08.15		08.18	08.22	4	3	7
55	08.16	08.19		08.22	3	3	6
56	08.17	08.22		08.23	1	5	6
57	08.21		08.22	08.28	6	1	7
58	08.21	08.23		08.26	3	2	5
59	08.21	08.26		08.27	1	5	6
60	08.23	08.27		08.29	2	4	6
61	08.25		08.28	08.29	1	3	4
62	08.25		08.29	08.33	4	4	8
63	08.26	08.29		08.31	2	3	5
64	08.29	08.31		08.37	6	2	8
65	08.30		08.33	08.38	5	3	8
66	08.31	08.37		08.39	2	6	8
67	08.36		08.38	08.39	1	2	3
68	08.36		08.39	08.40	1	3	4
69	08.38	08.39		08.44	5	1	6
70	08.39		08.40	08.41	1	1	2
71	08.40		08.41	08.45	4	1	5
72	08.40	08.44		08.46	2	4	6
73	08.40		08.45	08.46	1	5	6

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
74	08.40	08.46		08.48	2	6	8
75	08.40		08.46	08.50	4	6	10
76	08.40	08.48		08.51	3	8	11
77	08.43		08.50	08.55	5	7	12
78	08.43	08.51		08.53	2	8	10
79	08.44		08.55	08.58	3	11	14
80	08.45	08.53		08.54	1	8	9
81	08.47	08.54		08.57	3	7	10
82	08.49	08.57		08.59	2	8	10
83	08.50		08.58	08.59	1	8	9
84	08.54		08.59	09.01	2	5	7
85	08.56	08.59		09.03	4	3	7
86	08.56		09.01	09.03	2	5	7
87	08.58		09.03	09.09	6	5	11
88	08.59	09.03		09.05	2	4	6
89	09.02	09.05		09.08	3	3	6
90	09.03	09.08		09.09	1	5	6
91	09.06		09.09	09.10	1	3	4
92	09.08	09.09		09.11	2	1	3
93	09.08		09.10	09.13	3	2	5
94	09.09	09.11		09.12	1	2	3
95	09.09	09.12		09.14	2	3	5
96	09.09		09.13	09.15	2	4	6
97	09.09	09.14		09.15	1	5	6
98	09.10		09.15	09.18	3	5	8
99	09.10	09.15		09.20	5	5	10
100	09.11		09.18	09.21	3	7	10
101	09.12	09.20		09.21	1	8	9
102	09.13		09.21	09.24	3	8	11
103	09.15	09.21		09.22	1	6	7
104	09.16	09.22		09.26	4	6	10
105	09.19		09.24	09.25	1	5	6
106	09.21		09.25	09.27	2	4	6
107	09.21	09.26		09.27	1	4	5
108	09.21	09.27		09.30	3	6	9
109	09.22		09.27	09.28	1	5	6
110	09.23		09.28	09.29	1	5	6
111	09.23		09.29	09.31	2	6	8
112	09.23	09.30		09.32	2	7	9

No.	Waktu kedatangan pasien	Waktu mulai dilayani		Waktu selesai dilayani	Lama pelayanan (menit)	Lama dalam antrian (menit)	Lama dalam sistem (menit)
		Loket 1	Loket 2				
113	09.24		09.31	09.32	1	7	8
114	09.28	09.32		09.36	4	4	8
115	09.30		09.32	09.34	2	2	4
116	09.31		09.34	09.35	1	3	4
117	09.32		09.35	09.38	3	3	6
118	09.33	09.36		09.40	4	3	7
119	09.33		09.38	09.39	1	5	6
120	09.34		09.39	09.40	1	5	6
121	09.35	09.40		09.42	2	5	7
122	09.35		09.40	09.43	3	5	8
123	09.36	09.42		09.47	5	6	11
124	09.37		09.43	09.47	4	6	10
125	09.37	09.47		09.53	6	10	16
126	09.39		09.47	09.48	1	8	9
127	09.42		09.48	09.49	1	6	7
128	09.42		09.49	09.51	2	7	9
129	09.43		09.51	09.52	1	8	9
130	09.45		09.52	09.55	3	7	10
131	09.46	09.53		09.58	5	7	12
132	09.48		09.55	09.56	1	7	8
133	09.49		09.56	09.59	3	7	10
134	09.49	09.58		09.59	1	9	10
135	09.50	09.59		10.00	1	9	10
136	09.50		09.59	10.01	2	9	11
137	09.50	10.00		10.02	2	10	12
138	09.51		10.01	10.05	4	10	14
139	09.52	10.02		10.03	1	10	11
140	09.53	10.03		10.06	3	10	13
141	09.53		10.05	10.06	1	12	13
142	09.53	10.06		10.07	1	13	14
143	09.53		10.06	10.09	3	13	16
144	09.54	10.07		10.08	1	13	14
145	09.55	10.08		10.12	4	13	17
146	09.56		10.09	10.12	3	13	16
147	09.56	10.12		10.13	1	16	17
148	09.56		10.12	10.13	1	16	17
149	09.58	10.13		10.15	2	15	17
150	09.59		10.13	10.15	1	14	15
151	09.59	10.15		10.16	1	16	17
152	09.59		10.15	10.18	3	16	19

Lampiran 2

Rekapitulasi Kedatangan Pasien Setiap Interval Waktu 5 Menit

No.	Interval Waktu	Jumlah Kedatangan Pasien		
		Senin	Selasa	Rabu
1	07.00 - 07.04	3	4	5
2	07.05 - 07.09	6	4	2
3	07.10 - 07.14	3	6	5
4	07.15 - 07.19	5	2	1
5	07.20 - 07.24	4	5	3
6	07.25 - 07.29	4	2	3
7	07.30 - 07.34	3	2	3
8	07.35 - 07.39	5	5	7
9	07.40 - 07.44	3	1	3
10	07.45 - 07.49	1	6	6
11	07.50 - 07.54	4	6	1
12	07.55 - 07.59	5	3	3
13	08.00 - 08.04	3	4	2
14	08.05 - 08.09	2	3	4
15	08.10 - 08.14	4	1	4
16	08.15 - 08.19	5	5	4
17	08.20 - 08.24	3	5	4
18	08.25 - 08.29	7	5	4
19	08.30 - 08.34	4	2	2
20	08.35 - 08.39	4	3	4
21	08.40 - 08.44	5	2	9
22	08.45 - 08.49	2	4	3
23	08.50 - 08.54	7	3	2
24	08.55 - 08.59	3	4	4
25	09.00 - 09.04	3	4	2
26	09.05 - 09.09	4	2	7
27	09.10 - 09.14	4	2	5
28	09.15 - 09.19	3	6	3
29	09.20 - 09.24	4	3	8
30	09.25 - 09.29	3	4	1
31	09.30 - 09.34	2	4	6
32	09.35 - 09.39	6	2	6
33	09.40 - 09.44	7	2	3
34	09.45 - 09.49	5	4	5
35	09.50 - 09.54	3	4	10
36	09.55 - 09.59	9	5	8
Jumlah		148	129	152

Lampiran 3

Hasil Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Pola Kedatangan Pasien

Senin, 10 Juni 2013

Jumlah Kedatangan (x)	Frekuensi Observasi (f_0)	$x.f_0$	Frekuensi Harapan (f_e)	$(f_0 - f_e)^2$	χ^2
0	0	0	0.5900	0.3481	0.5900
1	1	1	2.4257	2.0325	0.8379
2	3	6	4.9861	3.9445	0.7911
3	11	33	6.8328	17.3659	2.5416
4	9	36	7.0226	3.9103	0.5568
5	6	30	5.7741	0.0510	0.0088
6	2	12	3.9563	3.8272	0.9674
7	3	21	2.3236	0.4576	0.1969
8	0	0	1.1941	1.4258	1.1941
9	1	9	0.5454	0.2066	0.3788
Jumlah	36	148	35.6505		8.0634

Lamda (λ) = 4.1111

Selasa, 11 Juni 2013

Jumlah Kedatangan (x)	Frekuensi Observasi (f_0)	$x.f_0$	Frekuensi Harapan (f_e)	$(f_0 - f_e)^2$	χ^2
0	0	0	1.0002	1.0004	1.0002
1	2	2	3.5840	2.5091	0.7001
2	9	18	6.4213	6.6495	1.0355
3	5	15	7.6699	7.1285	0.9294
4	10	40	6.8710	9.7908	1.4250
5	6	30	4.9242	1.1574	0.2350
6	4	24	2.9408	1.1218	0.3815
Jumlah	36	129	33.4114		5.7067

Lamda (λ) = 3.5833

Hasil Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Pola Kedatangan Pasien

Rabu, 12 Juni 2013

Jumlah Kedatangan (x)	Frekuensi Observasi (f_0)	$x.f_0$	Frekuensi Harapan (f_e)	$(f_0 - f_e)^2$	χ^2
0	0	0	0.5280	0.2788	0.5280
1	3	3	2.2292	0.5941	0.2665
2	5	10	4.7062	0.0863	0.0183
3	8	24	6.6235	1.8948	0.2861
4	7	28	6.9915	0.0001	0.0000
5	4	20	5.9039	3.6248	0.6140
6	3	18	4.1546	1.3331	0.3209
7	2	14	2.5059	0.2560	0.1021
8	2	16	1.3226	0.4589	0.3470
9	1	9	0.6205	0.1440	0.2321
10	1	10	0.2620	0.5447	2.0791
Jumlah	36	152	35.8478		4.7941

Lamda (λ) = 4.2222

Lampiran 4

Hasil Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Waktu Pelayanan Pasien

Senin, 10 Juni 2013

Waktu Pelayanan (menit)	Titik Tengah (x_i)	Frekuensi Observasi (f_0)	Frekuensi Relatif (f_i)	$x_i \cdot f_i$	Frekuensi Teoritis (f_e)	$(f_0 - f_e)^2$	χ^2
(0,1]	0.5	55	0.3716	0.1858	60.1100	26.1126	0.4344
(1,2]	1.5	35	0.2365	0.3547	35.6964	0.4850	0.0136
(2,3]	2.5	23	0.1554	0.3885	21.1984	3.2459	0.1531
(3,4]	3.5	17	0.1149	0.4020	12.5887	19.4599	1.5458
(4,5]	4.5	12	0.0811	0.3649	7.4758	20.4685	2.7380
(5,6]	5.5	6	0.0405	0.2230	4.4395	2.4351	0.5485
Jumlah		148		1.9189			5.4334

Rata-rata waktu pelayanan = 1.9189

Laju pelayanan (μ) = 0.5211

Selasa, 11 Juni 2013

Waktu Pelayanan (menit)	Titik Tengah (x_i)	Frekuensi Observasi (f_0)	Frekuensi Relatif (f_i)	$x_i \cdot f_i$	Frekuensi Teoritis (f_e)	$(f_0 - f_e)^2$	χ^2
(0,1]	0.5	42	0.3256	0.1628	50.2322	67.7688	1.3491
(1,2]	1.5	30	0.2326	0.3488	30.6719	0.4515	0.0147
(2,3]	2.5	25	0.1938	0.4845	18.7284	39.3332	2.1002
(3,4]	3.5	18	0.1395	0.4884	11.4356	43.0912	3.7682
(4,5]	4.5	9	0.0698	0.3140	6.9826	4.0698	0.5828
(5,6]	5.5	3	0.0233	0.1279	4.2636	1.5967	0.3745
(6,7]	6.5	2	0.0155	0.1008	2.6034	0.3641	0.1398
Jumlah		129		2.0271			8.3294

Rata-rata waktu pelayanan = 2.0271

Laju pelayanan (μ) = 0.4933

Hasil Uji *Chi* Kuadrat *Goodness of Fit* terhadap Waktu Pelayanan Pasien

Rabu, 12 Juni 2013

Waktu Pelayanan (menit)	Titik Tengah (x_i)	Frekuensi Observasi (f_0)	Frekuensi Relatif (f_i)	$x_i . f_i$	Frekuensi Teoritis (f_e)	$(f_0 - f_e)^2$	χ^2
(0,1]	0.5	53	0.3487	0.1743	61.2030	67.2892	1.0994
(1,2]	1.5	38	0.2500	0.3750	36.5595	2.0750	0.0568
(2,3]	2.5	26	0.1711	0.4276	21.8388	17.3157	0.7929
(3,4]	3.5	17	0.1118	0.3914	13.0454	15.6391	1.1988
(4,5]	4.5	12	0.0789	0.3553	7.7926	17.7019	2.2716
(5,6]	5.5	6	0.0395	0.2171	4.6549	1.8092	0.3887
Jumlah		152		1.9408			5.8082

Rata-rata waktu pelayanan = 1.9408

Laju pelayanan (μ) = 0.5153

Lampiran 5

Tabel Distribusi χ^2

v	α 0,995	0,975	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000	0,0010	3,8415	5,0239	6,6349	7,8794
2	0,0100	0,0506	5,9915	7,3778	9,2104	10,5965
3	0,0717	0,2158	7,8147	9,3484	11,3449	12,8381
4	0,2070	0,4844	9,4877	11,1433	13,2767	14,8602
5	0,4118	0,8312	11,0705	12,8325	15,0863	16,7496
6	0,6757	1,2373	12,5916	14,4494	16,8119	18,5475
7	0,9893	1,6899	14,0671	16,0128	18,4753	20,2777
8	1,3444	2,1797	15,5073	17,5345	20,0902	21,9549
9	1,7349	2,7004	16,9190	19,0228	21,6660	23,5893
10	2,1558	3,2470	18,3070	20,4832	23,2093	25,1881
11	2,6032	3,8157	19,6752	21,9200	24,7250	26,7569
12	3,0738	4,4038	21,0261	23,3367	26,2170	28,2997
13	3,5650	5,0087	22,3620	24,7356	27,6882	29,8193
14	4,0747	5,6287	23,6848	26,1189	29,1412	31,3194
15	4,6009	6,2621	24,9958	27,4884	30,5780	32,8015
16	5,1422	6,9077	26,2962	28,8453	31,9999	34,2671
17	5,6973	7,5642	27,5871	30,1910	33,4087	35,7184
18	6,2648	8,2307	28,8693	31,5264	34,8052	37,1564
19	6,8439	8,9065	30,1435	32,8523	36,1908	38,5821
20	7,4338	9,5908	31,4104	34,1696	37,5663	39,9969
21	8,0336	10,2829	32,6706	35,4789	38,9322	41,4009
22	8,6427	10,9823	33,9245	36,7807	40,2894	42,7957
23	9,2604	11,6885	35,1725	38,0756	41,6383	44,1814
24	9,8862	12,4011	36,4150	39,3641	42,9798	45,5584
25	10,5196	13,1197	37,6525	40,6465	44,3140	46,9280
26	11,1602	13,8439	38,8851	41,9231	45,6416	48,2898
27	11,8077	14,5734	40,1133	43,1945	46,9628	49,6450
28	12,4613	15,3079	41,3372	44,4608	48,2782	50,9936
29	13,1211	16,0471	42,5569	45,7223	49,5878	52,3355
30	13,7867	16,7908	43,7730	46,9792	50,8922	53,6719
40	20,7066	24,4331	55,7585	59,3417	63,6908	66,7660
50	27,9908	32,3574	67,5048	71,4202	76,1538	79,4898
60	35,5344	40,4817	79,0820	83,2977	88,3794	91,9518
70	43,2753	48,7575	90,5313	95,0231	100,4251	104,2148
80	51,1719	57,1532	101,8795	106,6285	112,3288	116,3209
90	59,1963	65,6466	113,1452	118,1359	124,1162	128,2987
100	67,3275	74,2219	124,3421	129,5613	135,8069	140,1697