



**ANALISIS MODEL ANTRIAN PERBAIKAN SEPEDA MOTOR
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM *VISUAL BASIC***

skripsi

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

oleh

Dedy Purnawan

4150408027

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2013

PERYATAAN

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

Semarang, 20 Februari 2013

Dedy Purnawan

NIM. 4150408027

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Analisis Model Antrian Perbaikan Sepeda Motor Dengan Menggunakan
Program *Visual Basic*

disusun oleh

Dedy Purnawan

4150408027

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada
tanggal 20 Februari 2013

Panitia :

Ketua

Sekretaris

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si
196310121988031001

Drs. Arief Agoestanto, M.Si
196807221993031005

Ketua Penguji

Dr. Dra Scolastika Mariani, M.Si
196502101991022001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

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

Much Aziz Muslim, S.Kom.,
197404202008121001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ *Jangan menunggu bahagia baru tersenyum, tapi tersenyumlah maka kamu akan bahagia*
- ❖ *Sebaik-baik manusia adalah manusia yang bermanfaat bagi manusia lain..*
- ❖ *Jangan menunggu kaya baru bersedekah, tapi bersedekahlah maka kamu akan kaya.*
- ❖ *Kenikmatan dalam hidup adalah merencanakan dan menjalankannya dengan suatu keberhasilan.*

PERSEMBAHAN

- ❖ *Ibu dan Bapak, terima kasih untuk usaha finansial dan do'anya*
- ❖ *Adik-adik dan teman-teman ku di kampung, terima kasih atas semangat dan dukungannya*
- ❖ *Teman-teman matematika angkatan 2008, terimakasih atas bantuan dan semangatnya*
- ❖ *Teman-teman kontrakan watu ijo, terimakasih telah berbagi suka dukanya.*

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayahnya sehingga skripsi dengan judul “*Analisis Model Antrian Pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang*” ini dapat selesai dengan baik.

Ucapan terima kasih saya haturkan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam terselesaikannya skripsi ini. Untuk itu, pada kesempatan ini perkenankan saya menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. H. Sudijono Sastroatmodjo, M. Si, Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Kasmadi Imam S, M. Si, Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agustanto, M. Si, Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Putriaji Hendikawati S. Si. Mpd, Msc, Dosen Pembimbing yang telah Membimbing dalam pembuatan skripsi ini.
5. Much Aziz Muslim, S.kom. M.kom, Dosen Pembimbing yang telah Membimbing dalam pembuatan skripsi ini.
6. Muhammd Subakti, Kepala Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang yang telah memberi iji kepada saya untuk melaksanakan penelitian.
7. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya penyusunan skripsi ini.

ABSTRAK

Dedy Purnawan. 2013, *Analisis Model Antrian Perbaikan Sepeda Motor dengan Menggunakan Program Visual Basic*. Skripsi, Jurusan Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Putriaji Hendikawati, S.Si., M.Pd., M.Sc. dan Pembimbing Pendamping Much Aziz Muslim, S.Kom., M.Kom.

Kata kunci: Model Antrian, *Bengkel*

Pada umumnya antrian yang cukup panjang dapat menimbulkan ketidaknyamanan para pelanggan. Oleh karena itu efisiensi waktu pelayanan merupakan hal yang menarik untuk dikaji. Permasalahan yang dikaji adalah mengenai sistem antrian perbaikan sepeda motor di Bengkel Yamaha, bagaimana distribusi model antrian dan bagaimana menganalisis model antrian.

Penelitian dilakukan di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang, tepatnya di jalan Dewi Sartika Raya No 3. Penelitian dilakukan dengan mengambil data primer selama 3 hari pada hari dan waktu sibuk yang dipilih secara random yaitu pada tanggal 12 Juli pukul 09.30 s.d. 11.58, 15 Juli pukul 13.00 s.d. 15.28 dan 16 Juli pukul 10.16 s.d. 12.42. Variabel yang digunakan adalah data waktu kedatangan pelanggan dan data lama pelayanan mekanik.

Hasil penelitian yang diperoleh, sistem antrian pada Bengkel Yamaha Motor menggunakan disiplin antrian FIFO dengan 5 mekanik paralel. Distribusi waktu kedatangannya adalah distribusi *Poisson* sedangkan distribusi waktu pelayanannya berdistribusi *general* (umum). Sehingga sistem antrian yang terdapat pada Bengkel Yamaha Motor mengikuti model $(M/G/5/\infty/\infty)$. Rata-rata waktu tunggu dalam antrian adalah 34menit 48 detik, yaitu terjadi pada tanggal 16 Juni 2012. Rata-rata pelanggan dalam antrian adalah 4 pelanggan, yaitu terjadi pada tanggal 15 dan 16 Juni 2012. Rata-rata pelanggan dalam sistem adalah 9 pelanggan, yaitu terjadi pada tanggal 15 dan 16 Juni 2012. Rata-rata waktu tunggu dalam sistem adalah 93 menit 30 detik, yaitu terjadi pada tanggal 12 Juni 2012. Agar perhitungan model antrian lebih cepat diketahui maka dapat dibuat program *visual basic*. Waktu tunggu dan panjang antrian berbanding lurus dengan faktor kegunaan pelayanan. Jadi semakin lama waktu tunggu pelanggan dan semakin panjang antrian maka semakin kecil pula waktu menganggur pelayanan.

Simpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian adalah kelima mekanik yang ada dalam perbaikan sepeda motor di Bengkel Yamaha Motor sudah cukup efektif, terbukti dari waktu tunggu yang tidak terlalu lama dan antrian yang tidak terlalu panjang. Saran yang dapat diberikan adalah agar Bengkel Yamaha Motor tetap mempertahankan sistem antrian yang sudah ada.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
 BAB	
 1. PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	4
1.3 BATASAN MASALAH.....	5
1.4 TUJUAN PENELITIAN.....	5

1.5 MANFAAT.....	6
1.6 SISTEMATIKA SKRIPSI.....	7
2. LANDASAN TEORI	
2.1 RUANG SAMPEL DAN PERISTIWA.....	9
2.2 TEORI PROBABILITAS.....	10
2.3 PEUBAH ACAK.....	11
2.4 FUNGSI KEPADATAN PELUANG.....	11
2.5 UJI KEBAIKAN SUAI (<i>GODNESS OF FIT TEST</i>)- <i>CHI SQUARE</i>	12
2.6 KONSEP ANTRIAN.....	14
2.7 MODEL-MODEL ANTRIAN.....	24
2.8 KONDISI <i>STEADY STATE</i>	27
2.9 PEMROGRAMAN <i>MICROSOFT VISUAL BASIC</i>	29
3. METODE PENELITIAN	
3.1 PERMASALAHAN.....	33
3.2 PERSIAPAN.....	33
3.3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	35
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	

4.1 SISTEM ANTRIAN PELANGGAN DI BENGKEL YAMAHA	
MOTOR DEWI SARTIKA SAMPANGAN SEMARANG.....	43
4.2 DESKRIPSI DATA.....	45
4.3 ANALISIS DATA.....	46
4.4 ANALISIS PERHITUNGAN MODEL ANTRIAN.....	56
4.5 PEMBAHASAN ANALISIS MODEL ANTRIAN.....	63
4.6 ANALISIS PROGRAM VISUAL BASIC.....	68
5. PENUTUP	
5.1 SIMPULAN.....	79
5.2 SARAN.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Hasil Uji Chi-Square I Waktu Antar Kedatangan Pelanggan.....	47
4.2 Hasil Uji Chi-Square II Waktu Antar Kedatangan Pelanggan.....	48
4.3 Hasil Uji Chi-Square III Waktu Antar Kedatangan Pelanggan.....	50
4.4 Hasil Uji Chi-Square IV Waktu Pelayanan Pelanggan.....	51
4.5 Hasil Uji Chi-Square V Waktu Pelayanan Pelanggan.....	52
4.6 Hasil Uji Chi-Square VI Waktu Pelayanan Pelanggan.....	53
4.7 Model Antrian Bengkel.....	55
4.8 Hasil Perhitungan Model M/G/c.....	65
4.9 Faktor Kegunaan Pelayanan.....	65
4.10 Waktu Tunggu Rata-rata Dalam Antrian.....	66
4.11 Banyaknya Pelanggan Rata-rata Dalam Antrian.....	67
4.12 Banyaknya Pelanggan Rata-rata Dalam Sistem.....	68
4.13 Waktu Tunggu Rata-rata Dalam Sistem.....	69
4.14 Hasil Perhitungan Manual dan <i>Visual Basic</i>	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Single Channel – Single Phase</i>	20
2.2 <i>Single Channel – Multi Phase</i>	21
2.3 <i>Multi Channel – Single Phase</i>	21
2.4 <i>Multi Channel – Multi Phase</i>	22
2.5 Tampilan Utama <i>Visual Basic</i>	30
3.1 Alur Kerja Penelitian.....	32
3.2 Bagan Alur Proses Pengolahan Data	37
3.3 Flowchart Sistem.....	40
3.4 Rancangan Tampilan Menu Utama.....	41
3.5 Rancangan Tampilan Model Antrian M/G/c.....	42
4.1 Sistem Antrian Pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang.....	45
4.2 Hasil Analisis Model M/G/c.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Penelitian Di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang.....	78
2. Kedatangan Pelanggan Per-Interval Waktu Sepuluh menit.....	80
3. Data Waktu Kedatangan Dan Pelayanan.....	82
4. Uji <i>Chi-Square</i> Waktu Antar Kedatangan Pelanggan Dan Waktu Pelayanan Pelanggan.....	83

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu kejadian dalam kehidupan sehari-hari yang sering terjadi adalah kejadian menunggu. Kejadian ini biasa terjadi jika kebutuhan pada suatu pelayanan melebihi permintaan yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan tersebut. Hal ini dapat dilihat pada saat terjadi baris tunggu dari pelanggan maupun komponen atau mesin-mesin yang menunggu pelayanan, karena pada saat itu bagian pelayanan sedang melayani pelanggan yang lain sehingga tidak mampu melayani pada saat yang bersamaan.

Kejadian menunggu dalam bahasa matematika terapan dapat diidentikan dengan suatu proses antrian. Dalam kehidupan sehari-hari sering ditemukan banyak antrian pada tempat-tempat tertentu, baik skala kecil maupun skala besar yang membutuhkan penyelesaian serta solusi yang optimal. Menurut Dimiyati dan Tjutju (2004: 349) teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan. Pengguna fasilitas atau pelanggan datang dengan waktu yang acak, tidak teratur dan tidak dapat segera dilayani sehingga mereka harus menunggu cukup lama. Oleh karena itu, penyedia layanan diharapkan dapat memberikan pelayanan dengan baik kepada pelanggannya agar para pelanggan tidak harus menunggu cukup lama untuk memperoleh pelayanan.

Antrian dapat ditemukan pada beberapa fasilitas pelayanan umum dimana masyarakat atau barang akan mengalami proses antrian dari mulai proses kedatangan, memasuki antrian dan menunggu, hingga proses pelayanan berlangsung sampai pada berakhirnya pelayanan. Pelaku-pelaku utama dalam sebuah situasi antrian adalah pelanggan (*customer*) dan pelayan (*waitress*). Dalam model antrian, interaksi antara pelanggan dan pelayan berkaitan dengan periode waktu yang diperlukan pelanggan untuk menyelesaikan sebuah pelayanan. Jadi, dari sudut pandang kedatangan pelanggan yang diperhitungkan adalah interval waktu yang memisahkan kedatangan yang berturut-turut. Sedangkan dalam pelayanan, yang diperhitungkan adalah waktu pelayanan per pelanggan.

Meningkatnya kompetisi yang mengarah pada pemenuhan tuntutan kebutuhan konsumen baik secara kualitas maupun kuantitas menyebabkan dunia usaha harus terus berjuang meningkatkan pelayanan dan fleksibilitasnya untuk dapat beradaptasi dan berinovasi secara cepat dan tepat. Salah satu hal penting dalam sebuah instansi pelayanan yang langsung berhubungan dengan pelanggan adalah bagian fasilitas pelayanan (mekanik). Waktu mengantri yang terlalu panjang dapat mengakibatkan pelanggan tidak mau untuk berkunjung kembali dimasa yang akan datang, di sisi lain bila tidak ada antrian hingga tenaga kerja bagian fasilitas pelayanan (mekanik) banyak yang menganggur akan menyebabkan kerugian secara implisit bagi perusahaan.

Salah satu contoh antrian dalam kehidupan nyata dapat ditemukan pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang merupakan salah satu pusat pelayanan umum yang bergerak dalam bidang pelayanan perbaikan

mesih kendaraan bermotor kepada masyarakat. Pemilihan bengkel ini karena pada saat observasi banyak terjadi antrian dan diijinkan untuk mengadakan penelitian. Pelanggan yang datang mendaftar terlebih dahulu, kemudian menunggu untuk dilayani sampai waktu giliran antriannya telah tiba. Selain melayani masyarakat dalam melakukan perbaikan sepeda motor, bengkel ini juga melayani dalam hal lain yang berkaitan dengan kendaraan bermotor misalnya tempat penjualan sepeda motor, tempat informasi tentang berbagai macam onderdil sepeda motor dan lain sebagainya. Di bengkel terdapat hal yang cukup menarik perhatian yaitu ketika terjadi antrian yang sangat lama pada waktu-waktu tertentu, masalah yang sering ditimbulkan dari kejadian itu adalah ketidaknyamanan atau ketidaksabaran pelanggan untuk mengantri karena harus menghabiskan waktu yang cukup lama dalam situasi yang belum pasti, bahkan penolakan atau pembatalan sering terjadi. Penolakan terjadi karena ada kesalahan dalam penulisan formulir pelanggan ketika melakukan pendaftaran. Pembatalan terjadi karena pelanggan meninggalkan antrian dengan alasan tertentu seperti terlalu lama mengantri, kepentingan internal pelanggan dan lain sebagainya. Oleh karena itu waktu merupakan sumber daya yang sangat berharga, maka efisiensi dalam pelayanan pada waktu-waktu tertentu merupakan hal yang penting untuk dianalisis.

Beberapa perangkat lunak yang berkembang pesat di dunia matematika yang dapat digunakan membantu mempermudah analisis matematika saat ini diantaranya adalah *Maple*, *Visual Basic*, *Lindo*, *Mathlab*, *Delphi*, dan *Mathcard*. Dalam penelitian ini dipilih program *visual basic* untuk membuat program perhitungan pada beberapa sistem antrian. Hal ini dikarenakan program *visual*

basic lebih terstruktur dengan fasilitas yang sangat membantu di dalam pembuatan program. Selain itu dengan adanya fasilitas unit program dapat dibuat secara bertahap, dari satu program ke program lain, sehingga akan lebih mudah untuk memperbaikinya.

Salah satu masalah yang sering terjadi dan dapat diselesaikan dengan membuat analisis adalah masalah antrian seperti yang terjadi pada Bengkel Dewi Sartika Sampangan Semarang. Berdasarkan hal tersebut maka penulis tertarik untuk memecahkan masalah yang dihadapi Bengkel Dewi Sartika Sampangan Semarang dengan membuat analisis model antrian pada Bengkel Dewi Sartika Sampangan Semarang agar pelayanan yang diberikan lebih efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem antrian di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang?
2. Berapa faktor kegunaan pelayanan pada model antrian untuk proses pelayanan pelanggan Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang?
3. Berapa waktu yang dihabiskan oleh seorang pelanggan dalam antrian?
4. Berapa banyaknya rata rata pelanggan dalam antrian?
5. Berapa banyaknya rata rata pelanggan dalam sistem?
6. Berapa waktu yang di harapkan oleh seorang pelanggan selama dalam sistem (menunggu pelayanan)?

7. Bagaimana perbandingan perhitungan manual dan perhitungan dengan menggunakan program *visual basic* pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang jalan Dewi Sartika Raya No. 3 Sampangan selama 3 hari yang dipilih secara random pada periode sibuk.
2. Tidak terjadi penolakan dan pembatalan terhadap perbaikan kendaraan bermotor yang terjadi para pelanggan.
3. Tidak ada pengelompokan kerusakan sepeda motor antara mekanik dengan para pelanggan, artinya *service* kendaraan, ganti oli, dan perbaikan kelistrikan dan lain-lain dikelompokkan menjadi satu.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sistem antrian di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang.

2. Mengetahui faktor kegunaan pelayanan pada model antrian untuk proses pelayanan pelanggan Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang.
3. Mengetahui waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian.
4. Mengetahui banyaknya rata rata pelanggan dalam antrian.
5. Mengetahui banyaknya rata rata pelanggan dalam sistem.
6. Mengetahui waktu yang dihabiskan oleh seorang pelanggan selama dalam sistem (menunggu pelayanan).
7. Mengetahui perbandingan perhitungan manual dan perhitungan dengan menggunakan program *visual basic* pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang.

1.5 Manfaat Penelitian

Sesuai tujuan tersebut maka penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk:

1. Bagi Pembaca

Diharapkan para pembaca lebih memahami dan mengerti tentang teori antrian, sistem antrian, model antrian, dan analisis dari antrian.

2. Bengkel Dewi Sartika Sampangan Semarang

Memberikan informasi-informasi yang dapat membantu untuk pengambilan keputusan dan meningkatkan kualitas pelayanan kepada masyarakat serta sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan berdasarkan

aspirasi pelanggan mengenai banyaknya pelanggan yang ideal untuk meningkatkan kualitas pelayanan.

1.6 Sistematika Skripsi

Secara garis besar skripsi ini di bagi menjadi 3 bagian yaitu bagian pendahuluan, bagian isi, dan bagian akhir.

Bagian pendahuluan skripsi memuat halaman judul, halaman pengesahan, halaman motto, persembahan, kata pengantar, daftar isi, dan abstrak.

Bagian isi dibagi menjadi 5 bab, yaitu sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini dikemukakan tentang alasan pemilihan judul, permasalahan, batasan masalah, rujukan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika skripsi.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Landasan teori berisi tentang teori–teori yang digunakan antara lain sebagai pedoman dalam memecahkan permasalahan dalam skripsi ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi metode penelitian, metode pengumpulan data, dan pengolahan data.

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan sebagai jawaban dari permasalahan.

BAB 5 PENUTUP

Penutup berisi simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran.

Bagian akhir dari skripsi ini adalah daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Sampel dan Peristiwa

Dalam suatu kegiatan sering kali dilakukan beberapa percobaan atau eksperimen. Hasil eksperimen akan memberikan informasi tentang masalah yang dihadapi dalam kegiatan tersebut. Eksperimen-eksperimen tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Hasil eksperimen tidak dapat diduga sebelumnya dengan tingkat keyakinan yang pasti.
2. Semua hasil yang dapat diberikan.
3. Eksperimen dapat dilakukan berulang ulang dengan kondisi yang sama (Djauhari, 1990: 3).

Eksperimen-eksperimen yang mempunyai karakteristik di atas disebut eksperimen acak (random eksperimen). Kemudian, peristiwa adalah himpunan bagian dari ruang sampel.

Definisi 2.1

Himpunan semua hasil yang mungkin dari satu eksperimen acak disebut ruang sampel (*sample space*) dan diberi lambang S (Djauhari, 1990: 3).

Untuk memahami suatu eksperimen acak dapat dilakukan *inferensi* (pengambilan keputusan) tentang eksperimen acak tersebut, untuk melakukan

eksperimen acak diperlukan model matematika. Sedangkan untuk membangun sebuah model diperlukan pengetahuan tentang teori peluang (*probability theory*).

2.2 Teori Probabilitas

Probabilitas berhubungan dengan pengertian eksperimen yang menghasilkan hasil yang tidak pasti, artinya eksperimen yang berulang-ulang dalam kondisi yang sama akan memberikan hasil yang berbeda-beda. Probabilitas terjadinya suatu peristiwa adalah nilai yang menunjukkan seberapa kemungkinan peristiwa itu terjadi.

Definisi 2.2

Koleksi himpunan $A \neq \phi$ yang tertutup terhadap komplement dan irisan hingga disebut lapangan (Djauhari, 1990: 16).

Definisi 2.3

Misalkan S ruang sampel dari suatu eksperimen acak dan A terdiri atas himpunan-himpunan bagian dari S . Peluang adalah fungsi P dari A kedalam $[0, 1]$ yang bersifat:

1. $P(A) \geq 0$ untuk setiap A di S ;
2. $P(S) = 1$;
3. $P(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i)$ untuk setiap A_1, A_2, A_3, \dots di S .

Dengan $A_i \cap A_j$ adalah himpunan kosong bila $i \neq j$ (Djauhari, 1990: 17).

2.3 Peubah Acak

Definisi 2.4

Fungsi X dari S ke dalam R dinamakan peubah acak. Range dari X ditulis $S_x = \{ x = X(c), c \text{ di } S \}$ dinamakan ruang beubah acak dari S atau ruang dari X (Djauhari, 1990: 28).

2.4 Fungsi Kepadatan Peluang

Definisi 2.5

Misalkan S ruang sampel dari peubah acak diskrit, jadi A terbilang. Fungsi f yang bersifat:

1. $f(x) \geq 0$ untuk setiap x di S dan
2. $\sum_{x \text{ di } S} f(x) = 1$.

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

Jika peubah acak X diskrit dengan f.k.p $f(x)$, maka peluang suatu peristiwa A diberikan oleh $P(A) = \sum f(x) d_x$ (Djauhari, 1990: 41).

Definisi 2.6

Misalkan S ruang peubah acak kontinu. Fungsi f dari S ke dalam R yang memenuhi:

1. $f(x) \geq 0$ untuk setiap x di S dan
2. $\int f(x) d_x = 1$.

Dinamakan fungsi kepadatan peluang (f.k.p) dari peubah acak kontinu X (Djauhari, 1990: 43).

Jika peubah acak kontinu X memiliki f.k.p $f(x)$, maka peluang suatu peristiwa A diberikan oleh $P(A) = \int f(x) d_x$ (Djauhari, 1990: 44).

2.5 Uji Kebaikan Suai (*Goodness of fit test*) *Chi-Square*

Satu cara yang cepat untuk memeriksa apakah satu himpunan data mentah tertentu sesuai dengan distribusi teoritis tertentu adalah membandingkan secara grafik distribusi empiris kumulatif dengan fungsi kepadatan kumulatif yang bersesuaian dari distribusi teoritis yang bersangkutan. Jika fungsi tersebut tidak memperlihatkan deviasi yang berlebihan, terdapat kemungkinan yang cukup besar bahwa distribusi teoritis itu sesuai dengan data mentah tersebut.

Uji Kebaikan Suai adalah uji yang dilakukan untuk melakukan distribusi probabilitas dari data yang diperoleh dengan membandingkan frekuensi teoritis atau frekuensi yang diharapkan (Bronson, 1982: 287).

2.5.1 Uji Kebaikan Suai (*Goodness of fit test*) *Chi-Square* terhadap Peristiwa yang Berdistribusi *Poisson*

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

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

sehingga untuk sejumlah n frekuensi observasi (f_o) maka

$$(f_e) = n \times f(x)$$

Nilai *chi square* hitung (x^2) dihitung dengan rumus sebagai berikut (Taha, 1997: 11-12).

$$x^2 = \sum_{x=0}^m \frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$$

Dalam uji kebaikan suai (*Goodness of fit test*)-*chi square*, keputusan diambil berdasarkan hipotesis penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya. Hipotesis nol (H_0) diterima pada tingkat signifikansi α jika harga $X_{hitung}^2 < X_{m-k-1;1-\alpha}^2$ dengan m adalah jumlah baris yang digunakan dan k adalah jumlah parameter yang diestimasi dari data mentah untuk dipergunakan dalam mendefinisikan distribusi teoritis.

2.5.2 Uji Kebaikan Suai (*Goodnes of fit test*) *Chi-Square* Terhadap Peristiwa yang Berdistribusi *Eksponensial*

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

$$(f_e) = \int_{i-1}^i f(t) dt, i = 1, 2, 3, \dots, m$$

dengan m adalah banyak interval yang digunakan. Sedangkan $f(t)$ adalah fungsi kepadatan peluang dari distribusi *eksponensial* dengan parameter μ

$$f(t) = \frac{1}{\mu} e^{-\frac{t}{\mu}}, t > 0, \mu > 0$$

Dengan demikian diperoleh

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

Nilai *chi square* hitung diperoleh dengan menggunakan rumus berikut (Taha, 1997: 11-12).

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

Dalam uji kebaikan suai (*Goodness of fit test*)-*chi square*, keputusan diambil berdasarkan hipotesis penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya. Hipotesis nol (H_0) diterima pada tingkat signifikansi α jika harga $X^2_{hitung} < X^2_{m-k-1;1-\alpha}$ dengan m adalah jumlah baris yang digunakan dan k adalah jumlah parameter yang diestimasi dari data mentah untuk dipergunakan dalam mendefinisikan distribusi teoritis.

2.6 Konsep Antrian

2.6.1 Teori Antrian

Teori antrian pertama kali dikemukakan oleh A.K. Erlang, seorang ahli matematika bangsa Denmark pada tahun 1913 dalam bukunya *Solution of Some Problem in the Theory of Probability of Significance in Automatic Telephone Exchange*. Antrian adalah deret tunggu di dalam sebuah sistem dari unit-unit yang ingin memperoleh pelayanan dari suatu fasilitas pelayanan. Tujuan dari penggunaan teori antrian adalah untuk merancang fasilitas pelayanan, untuk mengatasi permintaan pelayanan yang berfluktuasi secara random dan menjaga keseimbangan antara biaya pelayanan dan biaya yang diperlukan selama antri (Pangestu dkk, 1983: 264).

Proses antrian dimulai pada saat pelanggan yang memerlukan pelayanan mulai datang, mereka berasal dari sebuah populasi yang disebut sumber masukan. Proses antrian sendiri merupakan suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, menunggu dalam baris tunggu jika belum dapat dilayani, dilayani dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut sesudah dilayani. Sedangkan sebuah sistem antrian adalah suatu campuran pelanggan, pelayan dan aturan yang mengatur kedatangan pelanggan dalam pemrosesan masalah (Bronson, 1996: 308). Sedangkan keadaan sistem menunjukkan pada jumlah pelanggan yang berada pada suatu fasilitas pelayanan, termasuk dalam antriannya. Salah satu populasi adalah jumlah pelanggan yang datang pada fasilitas pelayanan. Besarnya populasi merupakan jumlah pelanggan yang memerlukan pelayanan. Dalam teori antrian, kinerja sistem sangat dipengaruhi oleh kebijakan penjadwalan (Sarah, 2010: 746-755).

Dalam proses antrian, banyaknya populasi dibedakan menjadi dua, yaitu populasi terbatas (*finite*) dan populasi tidak terbatas (*infinite*). Populasi terbatas dapat ditemukan pada suatu perusahaan yang mempunyai sejumlah mesin yang memerlukan perawatan atau perbaikan pada periode tertentu. Populasi yang tidak terbatas merupakan pelanggan yang tidak terhingga, yang setiap hari melayani pelanggan yang datang secara random dan tidak dapat ditentukan berapa jumlahnya. Karena jumlah yang datang tidak ditentukan dengan pasti, maka disebut populasi tidak terbatas.

2.6.2 Unsur-unsur Dasar dari Model Antrian

Dalam sistem antrian ada 5 komponen dasar yang harus diperhatikan agar penyediaan fasilitas pelayanan dapat melayani para pelanggan yang berdatangan yaitu:

2.6.2.1 Bentuk Kedatangan Para Pelanggan

Bentuk kedatangan pelanggan biasanya diperkirakan melalui waktu antar kedatangan pelanggan (λ), yaitu waktu antara kedatangan dua pelanggan berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Bentuk ini dapat bergantung pada jumlah pelanggan yang berada dalam sistem ataupun tidak bergantung pada kapasitas sistem.

Bila bentuk kedatangan ini tidak disebut secara khusus, maka dianggap pelanggan tiba satu per satu. Asumsinya ialah kedatangan pelanggan mengikuti suatu proses dengan distribusi probabilitas tertentu. Distribusi probabilitas yang sering digunakan adalah distribusi *poisson*, dimana kedatangan bersifat bebas, tidak berpengaruh pada kedatangan sebelumnya ataupun sesudahnya. Asumsi distribusi *poisson* menunjukkan bahwa kedatangan pelanggan sifatnya acak dan mempunyai rata-rata kedatangan sebesar *lamda* (λ).

2.6.2.2 Bentuk Fasilitas Pelayanan

Bentuk pelayanan ditentukan oleh waktu pelayanan yaitu waktu yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan pada fasilitas pelayanan. Besarnya ini dapat bergantung pada jumlah pelanggan yang telah berada dalam fasilitas pelayanan atau pun tidak bergantung pada keadaan tersebut.

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

Pada suatu fasilitas pelayanan, pelanggan akan masuk dalam suatu tempat pelayanan dan menerima pelayanan secara tuntas dari pelayan. Bila tidak disebutkan secara khusus pada bentuk pelayanan ini, maka dianggap bahwa satu pelayan dapat melayani secara tuntas satu pelanggan.

Bentuk pelayanan dapat konstan dari waktu ke waktu. Rerata pelayanan (*mean server rate*) diberi simbol μ (*mu*) merupakan jumlah pelanggan yang dapat dilayani dalam satuan waktu, sedangkan rerata waktu yang dipergunakan untuk melayani setiap pelanggan diberi simbol $1/\mu$ unit (satuan). Jadi $1/\mu$ merupakan rerata waktu yang dibutuhkan untuk suatu pelayanan.

2.6.2.3 Jumlah Pelayanan atau Banyaknya Tempat Service

Jumlah pelayanan atau banyaknya tempat service dapat mencakup satu atau lebih fasilitas pelayanan. Jika semua fasilitas pelayanan menawarkan suatu pelayanan yang sama, maka mekanisme pelayanan ini dinamakan memiliki pelayanan sejajar atau *parallel*. Jika mekanisme tersebut terdiri dari serangkaian antrian, maka mekanisme pelayanan yang dihasilkan disebut antrian serial. Jika mekanisme tersebut terjadi bersama sama, maka akan dihasilkan mekanisme pelayanan yang disebut dengan antrian jaringan.

2.6.2.4 Kapasitas Fasilitas Pelayanan untuk Menampung Para Pelanggan

Kapasitas sistem adalah jumlah mekanisme pelanggan, mencakup yang sedang dilayani dan yang berada dalam antrian yang dapat ditampung oleh fasilitas pada saat yang sama. Sebuah sistem yang tidak membatasi jumlah pelanggan didalam fasilitas pelayanannya dikatakan memiliki kapasitas tak hingga, sedangkan sebuah sistem yang membatasi jumlah pelanggan yang ada didalam fasilitas pelayanannya dikatakan memiliki kapasitas yang terbatas.

2.6.2.5 Disiplin Antrian

Disiplin antrian adalah aturan yang mengatur pelayanan kepada para pelanggan sejak pelanggan itu datang sampai pelanggan itu meninggalkan tempat pelayanan. Aturan menurut kedatangan didasarkan pada:

2.6.2.5.1 FIFO (*First In First Out*)

FIFO (*First In First Out*) yaitu pelayanan menurut urutan kedatangan atau pelanggan yang pertama datang pertama keluar. Contohnya pada antrian di loket loket penjualan karcis kereta api.

2.6.2.5.2 LIFO (*Last In First Out*)

LIFO (*Last In First Out*) yaitu pelanggan yang terakhir datang yang mendapatkan pelayanan yang pertama atau pelanggan yang terakhir datang yang pertama keluar. Contohnya pada sistem bongkar muat barang didalam truk, dimana barang yang masuk terakhir justru akan keluar terlebih dahulu.

2.6.2.5.3 SIRO (*Service In Random Order*)

SIRO (*Service In Random Order*) yaitu pelayanan dalam urutan acak. Contohnya pada arisan, dimana pelayanan dilakukan secara undian (*random*).

2.6.2.5.4 PRI (*Priority service*)

PRI yaitu urutan prioritas maksudnya pelayanan dilakukan berdasarkan urutan prioritas. Contohnya dalam suatu pesta dimana tamu tamu yang dikategorikan VIP akan dilayani terlebih dahulu.

Pelaku-pelaku utama dalam sebuah situasi atau proses antrian adalah pelanggan dan pelayan. Fokus utama untuk para pelanggan adalah waktu kedatangan yang terjadi secara berturut-turut dalam arti apakah secara deterministik (pasti) kelompok atau secara acak. Sedangkan pada hal pelayan, fokus pandangan ditunjukkan pada mekanisme pelayanan.

Dalam mekanisme pelayanan terdapat 3 aspek yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Tersedianya pelayanan.
- b. Kapasitas pelayanan.

Kapasitas pelayanan dimana diukur berdasarkan jumlah pelanggan yang dapat dilayani secara bersama. Kapasitas pelayanan tidak sama untuk setiap saat, ada yang tetap dan ada yang berubah. Oleh karena itu, fasilitas pelayanan dapat memiliki satu atau lebih saluran pelayanan. Fasilitas satu saluran pelayanan disebut saluran tunggal atau sistem pelayanan tunggal dan sebaliknya fasilitas yang memiliki dua atau lebih saluran pelayanan disebut saluran ganda atau sistem pelayanan ganda.

c. Lama pelayanan.

Lama pelayanan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melayani seorang pelanggan atau satuan yang dinyatakan secara pasti. Oleh karena itu, waktu pelayanan boleh tetap dan boleh juga berbeda (Kakiay, 2004: 10-13).

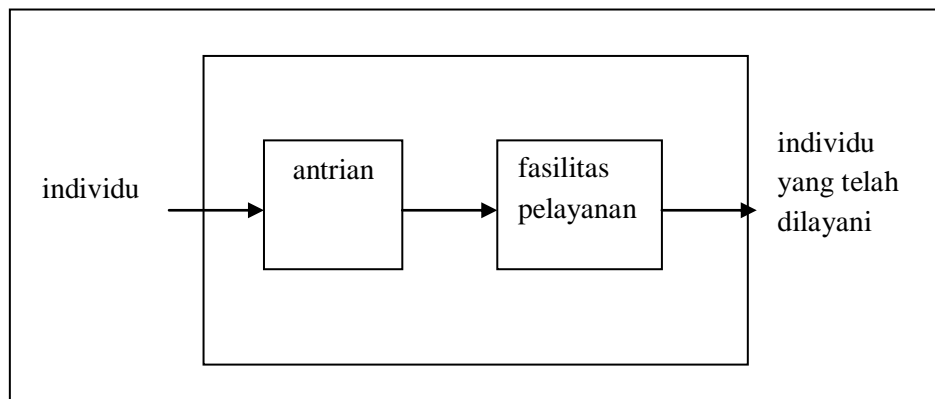
2.6.3 Struktur Dasar Sistem Antrian.

Proses antrian pada umumnya dikelompokkan kedalam empat struktur dasar menurut sifat-sifat pelayanan dari fasilitas pelayanan yaitu:

2.6.3.1 *Single Channel – Single Phase*

Single Channel – Single Phase adalah suatu bentuk antrian yang hanya terdapat satu antrian dan satu pelayanan. Contohnya dalam hal ini adalah seorang kasir (tuggal), seorang tukang parkir (tunggal), dan sebagainya.

Secara skematis dapat digambarkan sebagai berikut

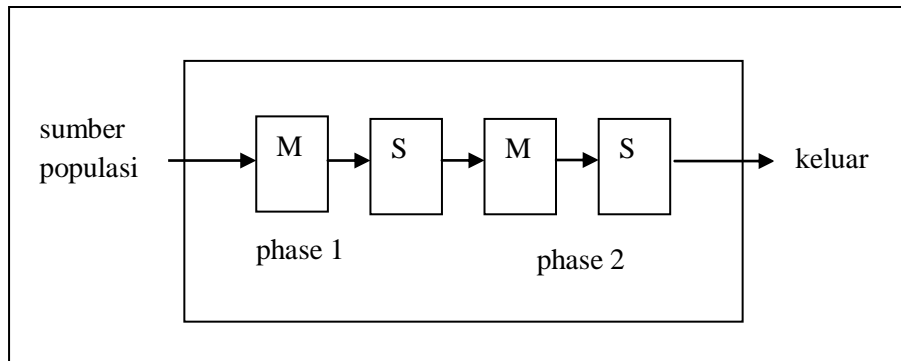


Gambar 2.1 *Single Channel – Single Phase*

2.6.3.2 *Single Channel – Multi Phase*

Single Channel – Multi Phase adalah suatu bentuk antrian yang hanya terdapat satu antrian dan terdapat dua atau lebih pelayanan. Contohnya dalam hal ini adalah pada proses pembuatan surat izin mengemudi.

Secara skematis dapat digambarkan sebagai berikut

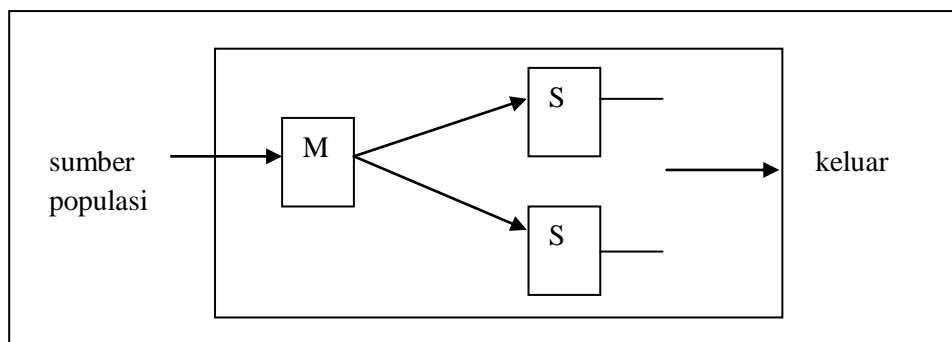


Gambar 2.2 Single Channel – Multi Phase

2.6.3.3 Multi Channel – Single Phase

Multi Channel – Single Phase adalah suatu bentuk antrian yang memiliki dua atau lebih antrian dan satu pelayan. Contohnya dalam hal ini adalah pelayan pada pembayaran rekening telepon, pelayan pada bank, dan pelayan pada rekening listrik yang terdiri dari beberapa baris antrian dan setiap antrian mempunyai masing masing satu pelayan.

Secara skematis dapat digambarkan sebagai berikut

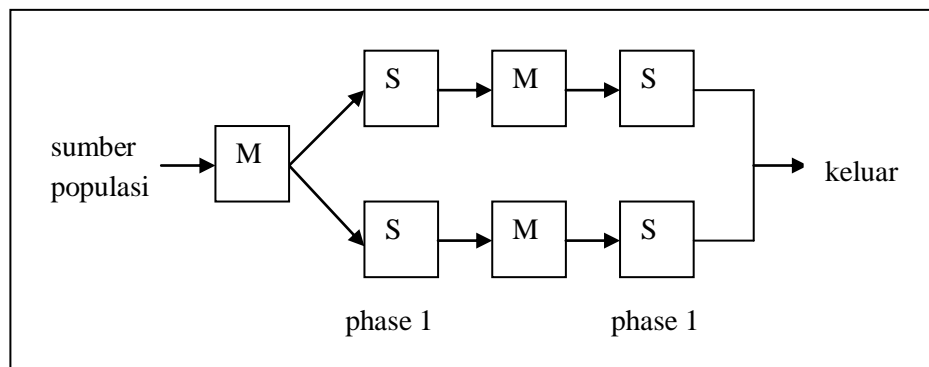


Gambar 2.3 Multi Channel – Single Phase

2.6.3.4 Multi Channel – Multi Phase

Multi Channel – Multi Phase adalah suatu bentuk antrian yang memiliki dua atau lebih antrian maupun pelayan. Contohnya dalam hal ini adalah pada pendaftaran siswa baru di SD, SMP, SMA dan sebagainya.

Secara skematis dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 2.4 Multi Channel – Multi Phase

Banyaknya saluran dalam proses antrian adalah jumlah pelayanan paralel yang tersedia. Banyaknya tahap menunjukkan jumlah pelayanan berurutan yang harus dilalui oleh setiap pelanggan.

Sistem saluran dimana antrian mempunyai satu tempat pelayanan dengan jumlah pelayan satu orang disebut sistem saluran tunggal. Sedangkan antrian dengan saluran ganda adalah antrian yang mempunyai beberapa tempat pelayanan sebanyak s pelayan dipasang secara paralel dan barisan antrian bisa tunggal ataupun sebanyak n pelanggan.

2.6.4 Notasi Kendall

Notasi $(a/b/c); (d/e/f)$ pada awalnya dirancang oleh D.G. Kendall (1953) dalam bentuk (a, b, c, d) dan dikenal dalam literatur sebagai notasi Kendall.

Selanjutnya, Lee (1966) menambahkan simbol d dan e dalam notasi Kendall tersebut, kemudian ditambahkan dengan simbol f yang mewakili kapasitas sumber pemanggilan. Simbol-simbol a, b, c, d, e, dan f adalah unsur-unsur dasar dari model ini sebagai berikut:

- a : Distribusi kedatangan (keberangkatan).
- b : Distribusi waktu pelayanan.
- c : Jumlah pelayan paralel ($c = 1, 2, 3, \dots, \infty$).
- d : Peraturan pelayanan (FIFO, LIFO, SIRO, PRI).
- e : Jumlah maksimum yang diijinkan dalam sistem.
- f : Ukuran sumber pemanggil.

Notasi standar ini dapat diganti dengan:

- M : Distribusi kedatangan atau keberangkatan dari proses *Poisson*.
Dapat juga distribusi tiba dan bertolak dari distribusi *eksponensial*.
- D : Konstanta atau *deterministic inter arrival* atau *service time* (waktu pelayanan).
- k : Jumlah pelayanan dalam bentuk paralel atau seri.
- N : Jumlah maksimum pelanggan (*customer*) dalam sistem.
- E_d : Erlang atau Gamma distribusi untuk waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan dengan parameter d.
- G : Distribusi umum dari *service time* atau keberangkatan (*departure*).
- GI : Distribusi umum yang *independent* dari proses kedatangan (*Interactive time*).

GD : *General Dicipline* (disiplin umum) dalam antrian (FIFO, LIFO, SIRO, dan PRI).

NPD : *Non-Preemptive Disclipine*.

PRD : *Preemptive Discipline*.

2.7 Model-model Antrian

2.7.1 Model M/G/1

Model (M/G/1): (GD/~/~) atau disebut juga dengan formula *Pollazck-Khintchine* (P-K) adalah suatu formula dimana akan diperoleh pada situasi pelayanan tunggal yang memenuhi tiga asumsi sebagai berikut (Kakiay, 2004: 139):

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

Rata-rata sistem untuk dilayani berhubungan dengan rata-rata jumlah atau ukuran satuan yaitu dengan menggunakan rumus *Little*.

Rumus *Little* diperoleh dari:

Misal P_n adalah probabilitas dari n kedatangan selama waktu tunggu T.

$$P_n = \int_0^{\infty} P_r \{n \text{ arrival selama waktu tunggu } T | T = t\} dW_s(t)$$

Dimana $W(t)$ adalah fungsi distribusi kumulatif dari waktu tunggu. T_q adalah waktu pelanggan menunggu dalam antrian dan T adalah waktu total pelanggan menunggu dalam sistem ($T = T_q + t$, dimana t adalah waktu pelayanan, dengan T , T_q , dan t adalah variabel random) dan $W_q = E[T_q]$ serta $W_s = E[T]$.

Maka,

$$P_n = \frac{1}{n!} \int_0^{\infty} (\lambda t)^n e^{-\lambda t} dW_s(t), n \geq 0 \text{ dan } L_s = E[n] = \sum_{n=0}^{\infty} n P_n$$

Dimana n adalah variabel random dari jumlah pelanggan dalam sistem pada saat keadaan *steady state* dan L_s adalah nilai ekspektasinya. Sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} L_s &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{n}{n!} \int_0^{\infty} (\lambda t)^n e^{-\lambda t} dW_s(t) \\ &= \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n(n-1)!} (\lambda t)^n dW_s(t) \\ &= \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(\lambda t)^n}{(n-1)!} dW_s(t) \\ &= \int_0^{\infty} \lambda t e^{-\lambda t} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(\lambda t)^{n-1}}{(n-1)!} dW_s(t) \\ &= \int_0^{\infty} \lambda t e^{-\lambda t} e^{\lambda t} dW_s(t) \\ &= \lambda \int_0^{\infty} t dW_s(t) \\ &= \lambda E[t] \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh:

$$L_s = \lambda W_s$$

Rumus *Little*:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \text{ (Gross and Harris, 1998: 11)}$$

2.7.2 Model (M/G/c): (GD/~/~)

Model antrian (M/G/c): (GD/~/~) model ini adalah model antrian dengan pelayanan ganda, distribusi kedatangan *Poisson* dan distribusi pelayanan *general/umum*. Probabilitas dari banyaknya pelanggan dalam sistem model (M/G/c) dapat dari rumus:

$$L_s = L_q + c$$

Untuk ekspektasi waktu tunggu dalam sistem model (M/G/c) didapat dari rumus:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

Untuk waktu tunggu dalam antrian didapat dari persamaan:

$$\begin{aligned} \pi_n^q &= P_r \{n \text{ dalam antrian setelah berangkat}\} \\ &= \frac{1}{n!} \int_0^{\infty} (\lambda t)^n e^{-\lambda t} dW_q(t) \end{aligned}$$

Dengan probabilitas banyaknya pelanggan dalam antrian, yaitu L_q adalah

$$L_q = \sum_{n=1}^{\infty} n \pi_n^q = \int_0^{\infty} \lambda t dW_q(t) = \lambda W_q$$

Menurut Ross (1997), sebagaimana dikutip oleh Sugito dan Marissa (2009: 113) W_q dapat dicari dengan:

$$W_q = \frac{\lambda^c E[t^2] (E[t])^{c-1}}{2(c-1)!(c - \lambda(E[t]))^2 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n E[t]^n}{n!} + \frac{\lambda E[t]^c}{(c-1)!(c - \lambda E[t])} \right]}$$

Dengan:

W_q = ekspektasi waktu tunggu dalam antrian.

2.8 Kondisi *Steady State*

Kondisi *steady state* dalam suatu sistem antrian dapat tercapai apabila sistem antrian tersebut *independent* terhadap keadaan awal, dan juga terhadap waktu yang dilaluinya. Ukuran-ukuran kinerja yang terpenting dari situasi antrian setelah tercapai kondisi *steady state* yang dipergunakan untuk menganalisis situasi antrian adalah rata-rata banyaknya pelanggan yang menunggu dalam antrian dan rata-rata waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian. Pendekatan rumus dengan menggunakan variabel tambahan memberikan formula pendekatan yang diwakili dalam hal integrasi dan rekursif (Yang, 2009: 20).

Dari persamaan Kolmogorov diperoleh:

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

Misalkan $C_n = \frac{\lambda_{n-1}\lambda_{n-2}\dots\lambda_0}{\mu_n\mu_{n-1}\dots\mu_1}$ untuk $n = 1, 2, 3, \dots$ dst maka probabilitas *steady statenya* adalah $P_n = C_n P_0$, untuk $n = 1, 2, 3, \dots$ Dst.

Diketahui $\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1$, maka dari persamaan diperoleh:

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = \sum_{n=0}^{\infty} C_n P_0$$

$$\Leftrightarrow 1 = C_0 P_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n P_0$$

$$\Leftrightarrow 1 = P_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n P_0$$

$$\Leftrightarrow [1 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n] P_0 = 1$$

$$\Leftrightarrow P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{n=0}^{\infty} C_n}$$

Dengan pertimbangan sarana pelayanan sebanyak c pelayan paralel, maka dari definisi P_n diperoleh:

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

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

Terdapat hubungan yang kuat antara L dengan W , juga antara L_q dengan W_q , sehingga diperoleh:

$$W = \frac{L}{\lambda} \text{ dan } W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

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 berlaku jika $\rho = \frac{\lambda}{s\mu} < 1$. Dengan:

λ : Rata-rata jumlah pelanggan yang datang.

μ : Rata-rata waktu pelayanan.

c : Jumlah mekanik.

ρ : Faktor kegunaan pelayanan.

2.9 Pemrograman *Microsoft Visual Basic*

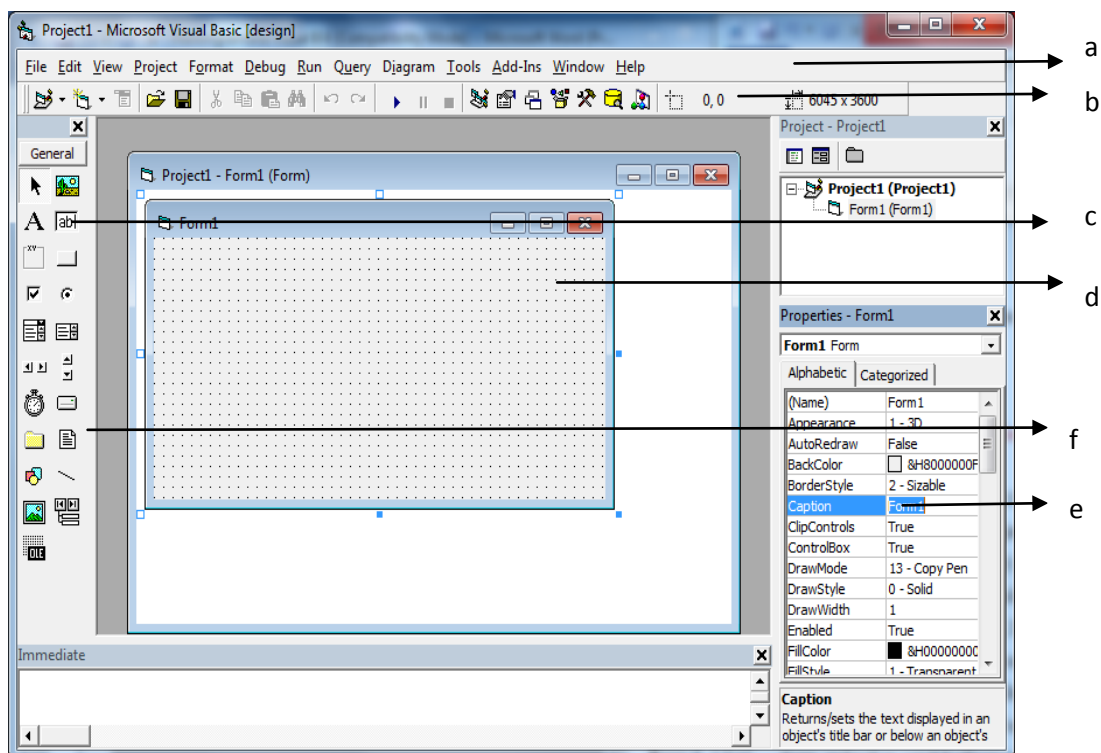
Microsoft Visual Basic 6.0 merupakan bahasa pemrograman yang cukup populer dan mudah untuk dipelajari serta dapat membuat program dengan aplikasi GUI (*Graphical User Interface*) atau program yang memungkinkan pemakai komputer berkomunikasi dengan komputer tersebut dengan menggunakan modus grafik atau gambar (Madcoms, 2001: 3).

Visual basic adalah salah satu *development tool* untuk membangun aplikasi dalam lingkungan *windows*. Dalam pengembangan aplikasi, *visual basic* menggunakan pendekatan *visual* untuk merancang *user interface* dalam bentuk *form*, sedangkan untuk kodingnya menggunakan pendekatan bahasa *basic* yang cenderung mudah dipelajari. *Visual basic* telah menjadi *tools* yang terkenal bagi para pemula maupun para *developer* dalam pengembangan aplikasi dari skala kecil sampai ke skala besar. Dalam lingkungan *windows*, *user-interface* sangat memegang peranan penting, karena dalam pemakaian aplikasi yang kita buat, pemakai senantiasa berinteraksi dengan *user-interface* tanpa menyadari bahwa dibelakangnya berjalan instruksi-instruksi program yang mendukung tampilan dan proses yang dilakukan.

Pada pemrograman *visual*, pengembangan aplikasi dimulai dengan pembentukan *user-interface*, kemudian mengatur properti dari objek-objek yang digunakan dalam *user-interface*, dan baru dilakukan penulisan kode program untuk menangani kejadian-kejadian (*event*). Tahap pengembangan aplikasi demikian dikenal dengan istilah pengembangan aplikasi dengan pendekatan *Bottom Up*.

2.9.1 Komponen Utama *Microsoft Visual Basic*

Mengenal komponen-komponen *visual basic* merupakan hal yang sangat penting. Komponen-komponen ini akan membantu kita dalam pembuatan program (Supardi, 2006: 7). Pertama kali membuka *visual basic* akan tampil beberapa komponen, yaitu antara lain baris menu, *toolbar*, *form*, jendela *project*, jendela *properties*, dan jendela *form layout*, seperti terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Tampilan Utama Visual Basic

a. Baris Menu

Menyimpan seluruh perintah yang terdapat pada *visual basic*.

b. *Toolbar*

Merupakan kumpulan ikon-ikon perintah yang sering dipakai pada *visual basic*.

c. *Toolbox*

Merupakan kumpulan ikon-ikon objek untuk membuat tampilan program atau *form*.

d. *Form*

Tempat untuk meletakkan objek-objek sebagai tampilan program.

e. *Jendela Project*

Jendela Project adalah jendela berisi *project*, *form-form*, modul-modul dan lainnya yang berhubungan dengan *project* yang kita buat.

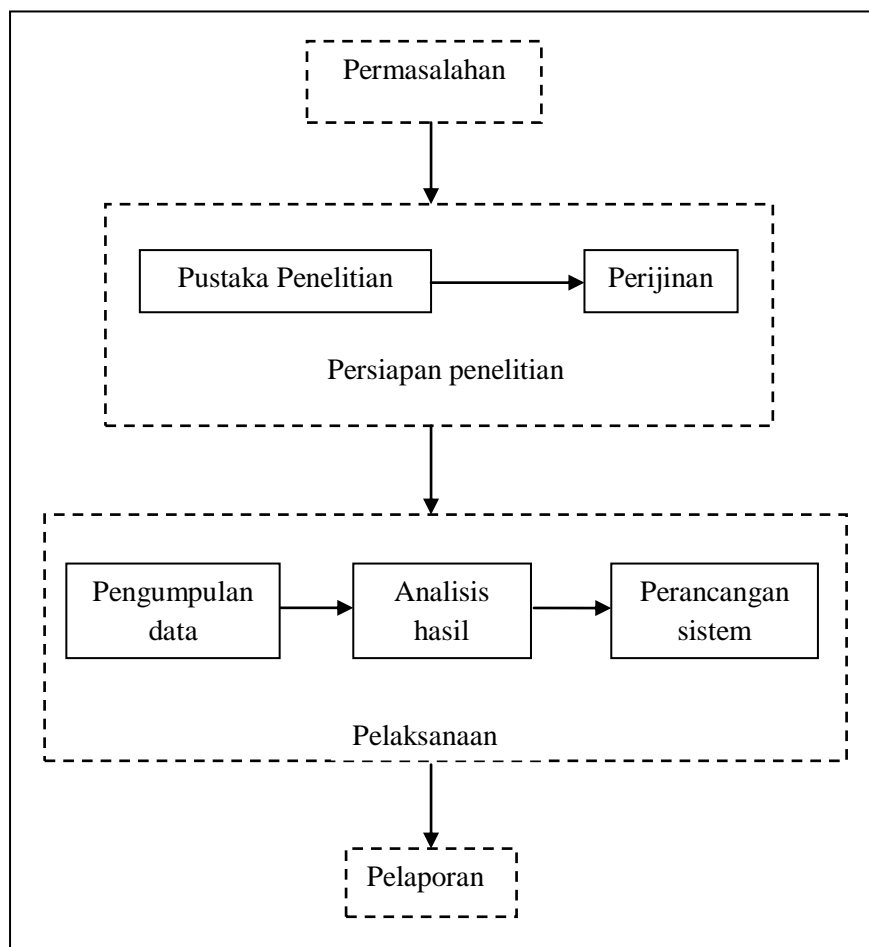
f. *Jendela Propertis*

Jendela Propertis adalah jendela berisi *propertis* (karakteristik) *form* dan objek-objek yang ada dalam *form* tersebut.

BAB 3

METODE PENELITIAN

Untuk melakukan penelitian harus memperhatikan prosedur dan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk memulai penelitian sehingga dapat terarah dan terlaksana dengan baik dalam hal pelaporan penelitian. Langkah-langkah dasar yaitu persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian dan pelaporan (Kurniati, 2007: 37). Adapun alur yang menggambarkan kerja pada penelitian ini terdapat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Kerja Penelitian

3.1 Permasalahan

Waktu mengantri yang terlalu lama dapat mengakibatkan pelanggan tidak mau untuk berkunjung kembali dimasa yang akan datang, sehingga lebih memilih tempat lain untuk melakukan perbaikan sepeda motor. Hal ini dapat merugikan bengkel maupun pelanggan yang akan melakukan perbaikan sepeda motor tersebut. Oleh karena itu dari pihak bengkel harus membuat suatu sistem antrian yang baik sehingga dapat mengatasi permasalahan para pelanggan yang akan melakukan perbaikan sepeda motor.

3.2 Persiapan

3.2.1 Pengumpulan Pustaka Penelitian

Pengumpulan pustaka dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber seperti buku-buku, artikel, jurnal, dan skripsi yang berkaitan dengan konsep dasar teori antrian dan *visual basic*. Selain itu juga berupa artikel maupun buku-buku yang berhubungan dengan obyek penelitian yaitu tentang pelayanan mekanik di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang. Pengumpulan pustaka berguna dalam menentukan variabel-variabel yang akan diteliti yang semuanya dirangkum pada dasar teori.

3.2.2 Menentukan Obyek Penelitian

Obyek penelitian dalam penelitian ini adalah pelayanan mekanik di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang yang sedang melakukan perbaikan sepeda motor, sepeda motor yang mengantri untuk perbaikan, dan sepeda motor yang mulai dilayani oleh mekanik.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang diambil adalah data primer, yaitu data yang diperoleh dengan pengamatan langsung dan pencatatan secara langsung dari obyek yang diteliti, yaitu waktu kedatangan pelanggan yang antri pada mekanik bengkel, waktu mulai dilayani oleh mekanik bengkel, dan waktu selesai pelayanan sepeda motor dari mekanik bengkel.

3.3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang, tepatnya di jalan Dewi Sartika Raya No. 3. Dengan mekanik yang melakukan pelayanan sepeda motor berjumlah 5 orang. Bengkel ini beroperasi setiap hari mulai pukul 08.00 sampai 16.00, kecuali pada hari Minggu. Disiplin antrian yang digunakan adalah yang pertama datang pertama dilayani (FIFO). Penelitian dilakukan selama 3 hari pada hari dan jam sibuk yang dipilih peneliti yaitu:

1. Hari Selasa tanggal 12 Juni 2012 mulai pukul 09.30 s.d. 11.58.
2. Hari Jum'at tanggal 15 Juni 2012 mulai pukul 13.00 s.d. 15.28.
3. Hari Sabtu tanggal 16 Juni 2012 mulai pukul 10.16 s.d. 12.42.

Pemilihan ketiga hari dan waktu penelitian tersebut dikarena banyak terjadi antrian untuk melakukan perbaikan sepeda motor. Hal ini diketahui berdasarkan informasi dari kepala mekanik sebelum melakukan penelitian. Selain melayani

dalam perbaikan sepeda motor, bengkel ini juga melayani dalam jual beli sepeda motor dan komponen-komponen sepeda motor.

3.3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data waktu kedatangan pelanggan (menit/detik).
2. Data lama pelayanan mekanik (menit/detik).

3.3.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data diambil melalui pengamatan langsung di lapangan dengan mengambil data dari populasi yang ada. Pengambilan data dilakukan melalui pengamatan secara langsung. Obyek populasi dari penelitian ini adalah semua pelanggan dari Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang dan mekanik yang berada pada bengkel tersebut.

Hasil dari pengambilan data ini akan disajikan dalam bentuk tabel yang berisikan waktu kedatangan pelanggan, waktu mulai dilayani untuk melakukan perbaikan sepeda motor dan waktu selesai pelayanan pada mekanik, dengan interval waktu yang telah ditentukan.

3.3.5 Analisis Hasil

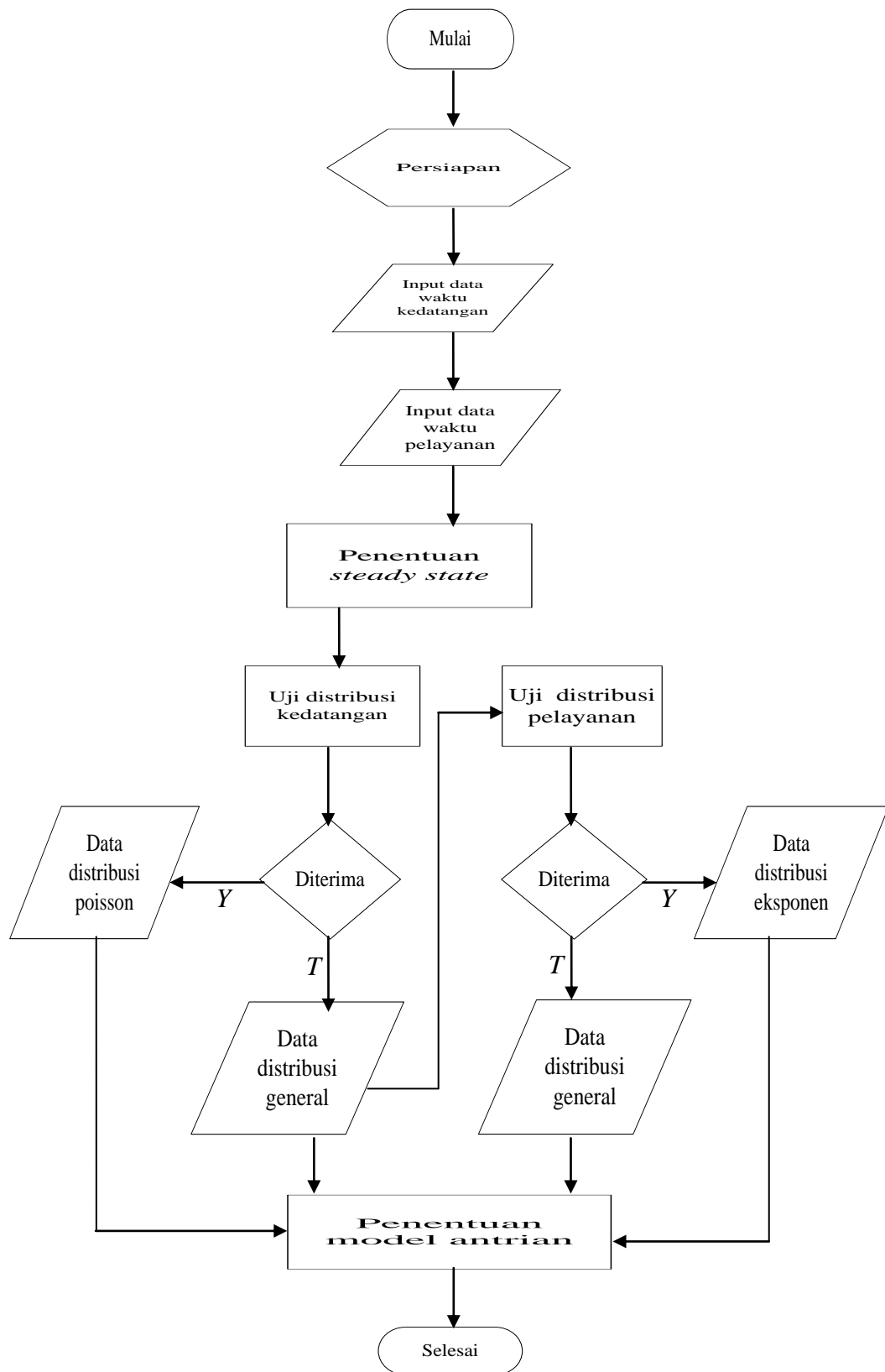
Proses analisis hasil ini akan dilakukan pada bab pembahasan yang berisi proses pengolahan data dengan menggunakan Uji Keباikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square*, kemudian hasil dari Uji Keباikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* digunakan untuk menghitung efektifitas model antrian.

3.3.6 Prosedur Pengolahan Data

Data adalah kenyataan yang menggambarkan suatu kejadian-kejadian dan kesatuan nyata. Pengolahan data adalah manipulasi data ke dalam bentuk yang lebih berarti berupa informasi. Sedangkan informasi adalah hasil dari kegiatan-kegiatan pengolahan data yang memberikan bentuk yang lebih berarti dari suatu kegiatan atau peristiwa.

Data pada penelitian ini diperoleh dengan mengamati antrian di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang secara langsung (data primer). Data yang dikumpulkan meliputi waktu kedatangan pelanggan, waktu dilayani untuk melakukan perbaikan sepeda motor, dan waktu selesai pelayanan pada mekanik. Pencatatan waktu menggunakan alat bantu berupa *stopwatch*. Pengamatan dilakukan tanpa mengganggu antrian yang sedang berlangsung, yaitu mengambil jarak yang layak di dalam ruang antrian.

Data yang telah dikumpulkan dan belum dilakukan pengolahan disebut dengan data mentah. Data mentah yang telah dikumpulkan tidak akan ada gunanya, jika tidak diolah. Data mentah yang telah diperoleh selanjutnya akan dilakukan pengolahan. Prosedur pengolahan data dapat digambarkan dengan *flowchart* seperti yang terdapat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bagan Alur Proses Pengolahan Data

Adapun penjelasan dari *flowchart* di atas adalah:

1. Adanya permasalahan yang diangkat dalam skripsi ini sehingga dilakukan penelitian dan melakukan analisis lebih lanjut.
2. Untuk memulai penelitian, terlebih dahulu dengan melakukan studi pustaka mengenai topik yang akan diangkat pada penelitian. Dalam hal ini, harus memahami permasalahan dan metode yang digunakan, cara pengumpulan data, dan teknik pengolahan data.
3. Menentukan tempat penelitian dan melakukan penelitian secara langsung. Dalam penelitian ini, harus diperoleh data kedatangan pelanggan dan data waktu pelayanan dalam satuan waktu yang ditentukan oleh peneliti.
4. Data yang sudah diperoleh harus memenuhi *steady state* ($\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$) dimana λ adalah rata-rata kedatangan dan μ adalah rata-rata pelayanan. Jika belum memenuhi *steady state* maka harus ditambah jumlah pelayanan atau mempercepat waktu pelayanan sesuai dengan kondisi dan situasi dari tempat penelitian. Hal ini dapat memberikan perbaikan bagi sistem pelayanan yang sudah ada.
5. Menguji kecocokan distribusi untuk pola kedatangan dengan menggunakan uji kecocokan distribusi, jika *hipotesis* diterima maka dapat disimpulkan bahwa data mengikuti distribusi *Poisson* dan data mengikuti model M. Jika *hipotesis* ditolak maka data tidak mengikuti distribusi *poisson* (data mengikuti distribusi umum/*general*) dan data mengikuti model G.

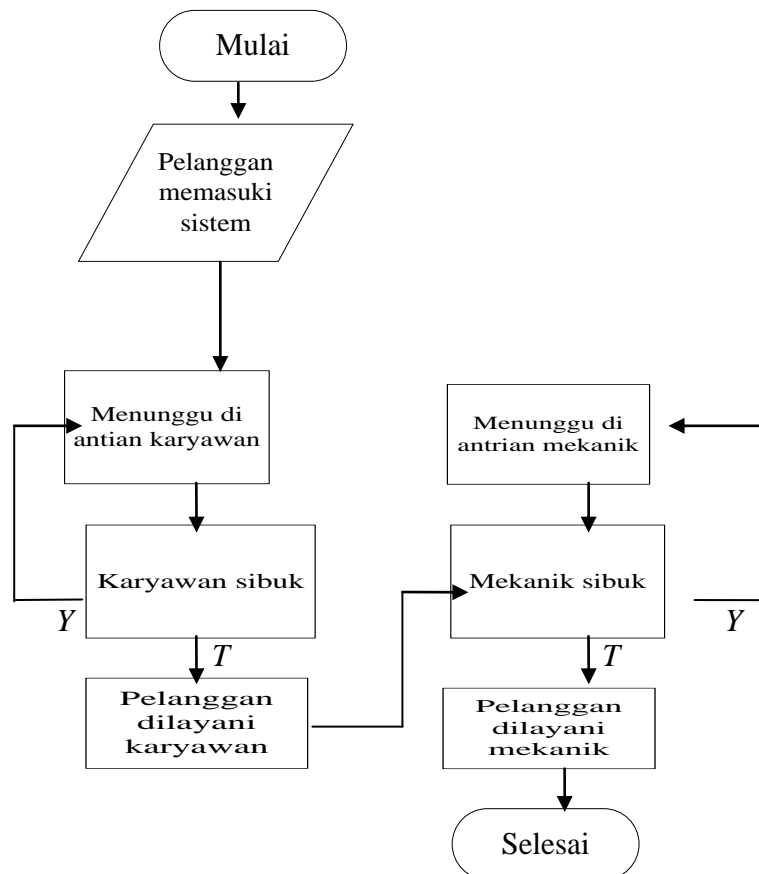
6. Menguji kecocokan distribusi untuk pola pelayanan dengan menggunakan uji kecocokan distribusi, jika *hipotesis* diterima maka dapat disimpulkan bahwa data mengikuti distribusi *eksponensial* dan data mengikuti model M. Jika *hipotesis* ditolak maka data tidak mengikuti distribusi *eksponensial* (data mengikuti distribusi umum/*general*) dan data mengikuti model G.
7. Setelah proses *Poisson* terpenuhi akan diketahui model antrian dengan distribusi dan parameternya, maka dapat dihitung dan dianalisis ukuran kinerja dari sistem antrian, yaitu banyaknya pelanggan yang diperkirakan dalam sistem (L_s), banyaknya pelanggan yang diperkirakan dalam antrian (L_q), waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem (W_s) dan waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian (W_q).

Menentukan hasil dan pembahasan yang dapat diperoleh dari ukuran kinerja sistem antrian dan mengambil kesimpulan tentang sistem pelayanan mekanik Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang.

3.3.7 Perancangan Sistem

Sistem adalah kumpulan obyek yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan logis dalam suatu lingkungan yang kompleks. Obyek yang menjadi komponen dari sistem dapat berupa obyek terkecil dan bisa juga berupa sub-sistem atau sistem yang lebih kecil lagi. Mengamati sistem bukan hanya mendefinisikan komponen-komponen pendukung sistem, tetapi lebih dari itu harus pula mengetahui perilaku dan variabel-variabel yang ada didalamnya. Paling tidak analisis terhadap sistem dapat membuat konsep tentang sistem itu.

Tahapan perancangan sistem merupakan langkah untuk menggambarkan secara umum bentuk sistem yang akan atau telah berlangsung. Tahap perancangan sistem terlihat pada *flowchart* sistem Gambar 3.3



Gambar 3.3 Flowchart Sistem

Desain sistem dapat didefinisikan sebagai penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Sebelum pembuatan program maka perlu disiapkan segala sesuatu yang berhubungan dengan program visualisasi yang akan dipakai dalam pembuatan program. Hal yang perlu disiapkan yaitu mendesain *form* yang akan digunakan, yaitu:

3.3.7.1 Desain Form Menu Utama

Program yang akan dibuat berada dalam sebuah *form* dan unit yang berbeda, sehingga belum ada kaitan antara *form* yang satu dengan *form* yang lain. Agar *form* yang satu dengan yang lain dapat menjadi satu kesatuan analisis program teori antrian, maka dibuat sebuah *form* untuk membuat sebuah menu utama analisis program teori antrian yang semuanya tersimpan dalam satu *project*. Menu utama ini berfungsi sebagai penghubung antara analisis program teori antrian M/G/c. Untuk desain *form* menu utama analisis program teori antrian dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Rancangan Tampilan Menu Utama

3.3.7.2 Desain Form Sistem Antrian M/G/c

Pada perancangan sistem antrian M/G/c dengan distribusi kedatangan *poisson* dan distribusi pelayanan *general* akan dimasukkan waktu kedatangan rata-rata (λ), waktu pelayanan rata-rata (μ) dan jumlah mekanik (c). Setelah data diproses maka akan tampil hasil dari program analisis yang telah dibuat. Tampilan dari analisis sistem ini terdapat pada Gambar 3.5.

Pelanggan ke-	Kedatangan	Dilayani	Selesai	Jumlah mekanik

Gambar 3.5 Rancangan Tampilan Model Antrian M/G/c

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknik analisis merupakan salah satu cara yang lebih baik dalam memecahkan masalah dengan distribusi waktu kedatangan dan waktu pelayanan yang random. Analisis dapat menerapkan semirip mungkin keadaan yang sebenarnya terjadi dalam sistem antrian.

Berdasarkan analisis data dengan menggunakan program *visual basic*, diperoleh hasil penelitian dan pembahasan sebagai berikut:

4.1 Sistem Antrian Pelanggan di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang

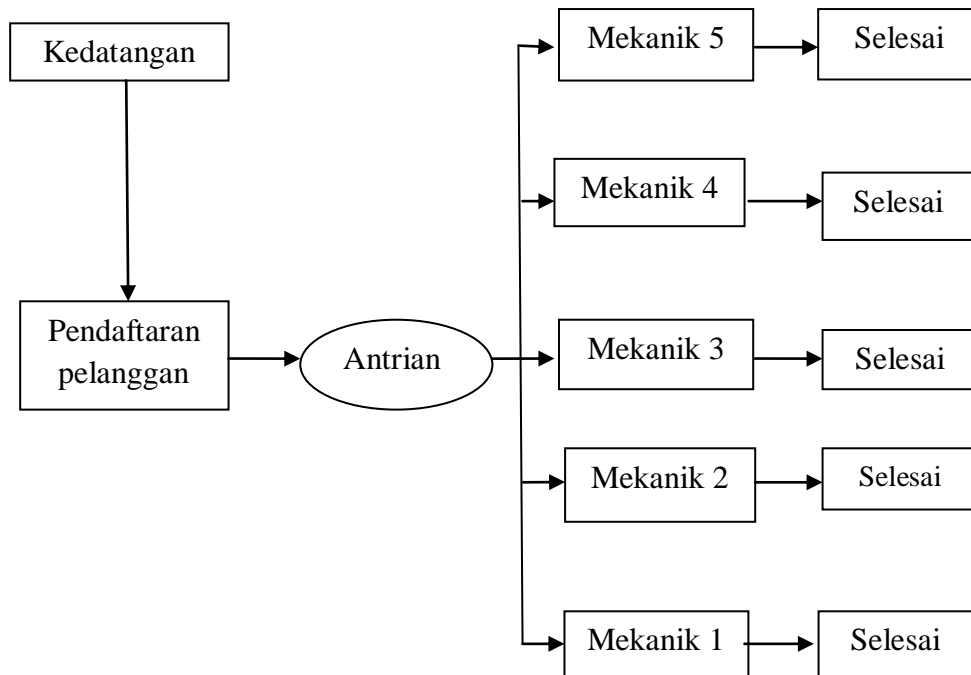
Secara umum sistem antrian pada perbaikan sepeda motor di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Mempunyai 5 mekanik, karena terdapat 5 tempat yang melayani perbaikan sepeda motor.
2. Kapasitas antrian tak terbatas.
3. Sistem antrian menggunakan disiplin antrian FIFO (*first in first out*).
4. Pelanggan yang datang langsung dapat mendaftar dengan menyerahkan STNK dan kunci kendaraan serta menerangkan masalah kerusakannya. Disinilah

mulai diperhitungkan waktu kedatangan pelanggan (pelanggan masuk ke sistem antrian).

5. Setelah proses pendaftaran selesai, pelanggan membentuk suatu antrian atau baris tunggu. Pelanggan menunggu sampai sepeda motor diambil oleh mekanik untuk melakukan proses perbaikan sampai selesai. Tahap ini merupakan waktu yang diperhitungkan sebagai waktu tunggu pelanggan di dalam sistem.
6. Tahap selanjutnya adalah proses perbaikan sepeda motor, pada tahap ini dicatat waktu yang dibutuhkan seorang pelayan dalam melayani setiap pelanggan.
7. Setelah proses perbaikan sepeda motor selesai, pelanggan meninggalkan ruang (sistem).

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, sistem antrian pada perbaikan sepeda motor di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Sistem Antrian Pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang

4.2 Deskripsi Data

4.2.1 Waktu Kedatangan Pelanggan (*Arrival In Time*)

Pengambilan data waktu kedatangan pelanggan dilakukan dengan mengelompokkan banyaknya pelanggan yang datang kedalam kelas interval dengan lebar kelas 10 menit. Pengelompokan ini didasarkan dari observasi yang telah dilakukan sebelumnya, yang bertujuan agar tidak terjadi penumpukan yang terlalu besar dalam antrian. Data waktu kedatangan pelanggan dapat dilihat pada lampiran 3.

4.2.2 Waktu Pelayanan Pelanggan (*Service Time*)

Pengambilan data waktu pelayanan pelanggan dilakukan di setiap tempat perbaikan sepeda motor, jadi waktu yang dicatat adalah waktu yang dibutuhkan seorang pelayan untuk melayani seorang pelanggan pada setiap tempat perbaikan sepeda motor yang ada. Waktu pelayanan pelanggan dikategorikan sebagai berikut:

- a. Waktu pelayanan di mekanik 1.
- b. Waktu pelayanan di mekanik 2.
- c. Waktu pelayanan di mekanik 3.
- d. Waktu pelayanan di mekanik 4.
- e. Waktu pelayanan di mekanik 5.

Data waktu pelayanan pelanggan dapat dilihat pada lampiran 3.

4.3 Analisis Data

Tahap ini merupakan identifikasi distribusi probabilitas dari kedatangan dan pelayanan dengan menggunakan Uji Keباikan Suai *Chi-Square*. Distribusi probabilitas ini akan digunakan sebagai atribut dari model analisis yang akan dibuat.

4.3.1 Uji Keباikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* Kedatangan Pelanggan

Kedatangan pelanggan Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang diasumsikan berdistribusi *Poisson*. Untuk menguji bahwa kedatangan pelanggan berdistribusi *Poisson* dilakukan Uji Keباikan Suai *Chi-Square*.

Dari data hasil pengamatan sistem antrian yang terdapat pada lampiran 1, kemudian digunakan untuk menyusun kedatangan pelanggan per interval waktu 10 menit yang terdapat pada lampiran 2. Selanjutnya data digunakan untuk melakukan Uji Keباikan Suai *Chi-Square* sebagai berikut:

1. Hari Selasa 12 Juni 2012

a. Hipotesis:

H_o : kedatangan berdistribusi *Poisson*.

H_a : kedatangan tidak berdistribusi *Poisson*.

b. Kriteria yang digunakan:

H_o diterima jika X^2 hitung $< X^2$ tabel dan H_a ditolak.

H_a diterima jika X^2 hitung $> X^2$ tabel dan H_o ditolak.

c. Dari hasil penelitian antrian pelanggan diperoleh distribusi waktu antar kedatangan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Uji Chi-Square I Waktu Antar Kedatangan Pelanggan

Jumlah kedatangan (x)	Frekuensi Observasi (f_o)	$x \cdot f_o$	Frekuensi Harapan (f_e)	$(f_o - f_e)^2$	X^2
0	4	0	5.215	1.476	0.283
1	7	7	4.345	7.048	1.620
2	0	0	1.810	3.279	1.810
3	1	3	0.503	0.247	0.491
Jumlah	12	10	11.874	12.046	4.205

Keterangan:

λ = 0,083 motor/menit.

Dk = 2.

$$\alpha = 0,05.$$

$$X^2 \text{ tabel} = 5,991.$$

d. Kesimpulan:

Dari tabel 4.1 dengan menggunakan uji *chi-square* waktu antar kedatangan pelanggan dapat kita lihat bahwa nilai $X^2 = 4,20 < 5,991 = X^2 \text{ tabel}$, maka H_o diterima dan H_a ditolak. Dengan demikian distribusi probabilitas untuk waktu antar kedatangan pelanggan berdistribusi *Poisson*.

2. Hari Jum'at 15 Juni 2012

a. Hipotesis:

H_o : kedatangan berdistribusi *Poisson*.

H_a : kedatangan tidak berdistribusi *Poisson*.

b. Kriteria yang digunakan:

H_o diterima jika $X^2 \text{ hitung} < X^2 \text{ tabel}$ dan H_a ditolak.

H_a diterima jika $X^2 \text{ hitung} > X^2 \text{ tabel}$ dan H_o ditolak.

c. Dari hasil penelitian antrian pelanggan diperoleh distribusi waktu antar kedatangan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Uji Chi-Square II Waktu Antar Kedatangan Pelanggan

Jumlah Kedatangan (x)	Frekuensi Observasi (f_o)	$x \cdot f_o$	Frekuensi Harapan (f_e)	$(f_o - f_e)^2$	X^2
0	6	0	4.046	3.815	0.942
1	1	1	4.046	9.282	2.293
2	2	4	2.023	0.0005	0.0002
3	2	6	0.674	1.757	2.605
Jumlah	11	11	10.791	14.855	5.842

Keterangan:

$$\lambda = 0,1 \text{ motor/menit.}$$

$$Dk = 2.$$

$$\alpha = 0,05.$$

$$X^2 \text{ tabel} = 5,991.$$

d. Kesimpulan:

Dari tabel 4.2 dengan menggunakan uji *chi-square* waktu antar kedatangan pelanggan dapat kita lihat bahwa nilai $X^2 = 5,84 < 5,991 = X^2 \text{ tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak. Dengan demikian distribusi probabilitas untuk waktu antar kedatangan pelanggan berdistribusi *Poisson*.

3. Hari Sabtu 16 Juni 2012

a. Hipotesis:

H_0 : kedatangan berdistribusi *Poisson*.

H_a : kedatangan tidak berdistribusi *Poisson*.

b. Kriteria yang digunakan:

H_0 diterima jika $X^2 \text{ hitung} < X^2 \text{ tabel}$ dan H_a ditolak.

H_a diterima jika $X^2 \text{ hitung} > X^2 \text{ tabel}$ dan H_0 ditolak.

c. Dari hasil penelitian antrian pelanggan diperoleh distribusi waktu antar kedatangan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Uji Chi-Square III Waktu Antar Kedatangan Pelanggan

Jumlah Kedatangan (x)	Frekuensi Observasi (f_o)	$x \cdot f_o$	Frekuensi Harapan (f_e)	$(f_o - f_e)^2$	X^2
0	4	0	4.798	0.637	0.132
1	5	5	4.398	0.361	0.082
2	3	6	2.015	0.968	0.480
Jumlah	12	11	11.212	1.967	0.695

Keterangan:

$$\lambda = 0,092 \text{ motor/menit.}$$

$$Dk = 1.$$

$$\alpha = 0,05.$$

$$X^2 \text{ tabel} = 3,841.$$

d. Kesimpulan:

Dari tabel 4.3 dengan menggunakan uji *chi-square* waktu antar kedatangan pelanggan dapat kita lihat bahwa nilai X^2 hitung = 0,69 < 3,841 = X^2 tabel, maka H_o diterima dan H_a ditolak. Dengan demikian distribusi probabilitas untuk waktu antar kedatangan pelanggan berdistribusi *Poisson*.

4.3.2 Uji Kebaikan Suai (*Goodness of Fit*) – *Chi Square* Waktu Pelayanan Pelanggan

Dalam verifikasi distribusi probabilitas waktu pelayanan digunakan data waktu pelayanan yang dibutuhkan seorang pelayan untuk melayani seorang pelanggan. Verifikasi ini dilakukan pada setiap mekanik. Pendekatan distribusi

probabilitas waktu pelayanan didekatkan berdasarkan pada lampiran 1 dengan uji *chi-square* sebagai berikut:

1. Hari Selasa 12 Juni 2012

a. Hipotesis:

H_o : pelayanan berdistribusi *eksponensial*.

H_a : pelayanan tidak berdistribusi *eksponensial*.

b. Kriteria yang digunakan:

H_o diterima jika X^2 hitung $< X^2$ tabel dan H_a ditolak.

H_a diterima jika X^2 hitung $> X^2$ tabel dan H_o ditolak.

c. Dari hasil penelitian antrian pelanggan diperoleh distribusi waktu antar kedatangan sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Uji Chi-Square IV Waktu Pelayanan Pelanggan

Waktu pelayanan (x)	Nilai tengah (x_i)	Frek. Obs (f_o)	Frek. Relatif (f_r)	$x_i.f_r$	Frek. Teoritis (f_e)	$(f_o - f_e)^2$	X^2
(0, 19]	9.5	0	0	0	0.228	0.052	0.228
(20, 39]	29.5	1	0.090	2.681	2.376	1.895	0.797
(40, 59]	49.5	10	0.909	45	1.562	71.192	45.564
Jumlah	88.5	11	1	47.681	4.167	73.139	46.589

Keterangan:

μ = 0,021 motor/menit.

Dk = 1.

α = 0,05.

X^2 tabel = 3,841.

d. Kesimpulan:

Dari tabel 4.4 dengan menggunakan uji *chi-square* waktu pelayanan pelanggan dapat kita lihat bahwa nilai X^2 hitung = 12,69 > 3,841 = X^2 tabel, maka H_a diterima dan H_o ditolak. Dengan demikian distribusi probabilitas untuk waktu pelayanan pelanggan tidak berdistribusi *eksponensial*.

2. Hari Jum'at 15 Juni 2012

a. Hipotesis:

H_o : pelayanan berdistribusi *eksponensial*.

H_a : pelayanan tidak berdistribusi *eksponensial*.

b. Kriteria yang digunakan:

H_o diterima jika X^2 hitung < X^2 tabel dan H_a ditolak.

H_a diterima jika X^2 hitung > X^2 tabel dan H_o ditolak.

c. Dari hasil penelitian antrian pelanggan diperoleh distribusi waktu pelayanan pelanggan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Uji Chi-Square V Waktu Pelayanan Pelanggan

Waktu pelayanan (x)	Nilai tengah (x_i)	Frek. Obs (f_o)	Frek. Relatif (f_r)	$x_i \cdot f_r$	Frek. Teoritis (f_e)	$(f_o - f_e)^2$	X^2
(0, 19]	9.5	0	0	0	4.126	17.026	4.126
(20, 39]	29.5	5	0.454	13.409	2.515	6.173	2.454
(40, 59]	49.5	6	0.545	27	1.533	19.956	13.010
Jumlah	88.5	11	1	40.409	8.175	43.149	19.591

Keterangan:

$$\mu = 0,025 \text{ motor/menit.}$$

$$dk = 1.$$

$$\alpha = 0,05.$$

$$X^2 \text{ tabel} = 3,841.$$

d. Kesimpulan:

Dari tabel 4.5 dengan menggunakan uji *chi-square* waktu pelayanan pelanggan dapat kita lihat bahwa nilai X^2 hitung = 39, 29 > 3,841 = X^2 tabel, maka H_a diterima dan H_o ditolak. Dengan demikian distribusi probabilitas untuk waktu pelayanan pelanggan tidak berdistribusi *eksponensial*.

3. Hari Sabtu 16 Juni 2012

a. Hipotesis:

H_o : pelayanan berdistribusi *eksponensial*.

H_a : pelayanan tidak berdistribusi *eksponensial*.

b. Kriteria yang digunakan:

H_o diterima jika X^2 hitung < X^2 tabel dan H_a ditolak.

H_a diterima jika X^2 hitung > X^2 tabel dan H_o ditolak.

c. Dari hasil penelitian antrian pelanggan diperoleh distribusi waktu pelayanan pelanggan sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Uji Chi-Square VI Waktu Pelayanan Pelanggan

Waktu pelayanan (x)	Nilai tengah (x_i)	Frek. Obs (f_o)	Frek. Relatif (f_r)	$x_i \cdot f_r$	Frek. Teoritis (f_e)	$(f_o - f_e)^2$	X^2
(0, 19]	9.5	0	0	0	3.854	14.855	3.854
(20, 39]	29.5	4	0.363	10.727	2.447	2.4100	0.984
(40, 59]	49.5	6	0.545	27	1.554	19.764	12.716
(60, 79]	69.5	1	0.09	6.318	0.987	37.029	17.555
Jumlah	158	11	1	44.045	8.843	74.058	35.11

Keterangan:

μ = 0,023 motor/menit.

dk = 2.

α = 0,05.

X^2 tabel = 5,991.

d. Kesimpulan:

Dari tabel 4.6 dengan menggunakan uji *chi-square* waktu pelayanan pelanggan dapat kita lihat bahwa nilai X^2 hitung = 35,10 > 5,991 = X^2 tabel, maka H_a diterima dan H_o ditolak. Dengan demikian distribusi probabilitas untuk waktu pelayanan pelanggan tidak berdistribusi *eksponensial*.

4.3.3 Menentukan Model Antrian

Cara untuk menentukan model dari suatu antrian dengan menggunakan Uji Keباikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square*. Hasil Uji Keباikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Model Antrian Bengkel

Tanggal	Distribusi Kedatangan	Distribusi Pelayanan	Model Antrian
12 Juni 2012	Distribusi Poisson	Distribusi General	M/G/c
15 Juni 2012	Distribusi Poisson	Distribusi General	M/G/c
16 Juni 2012	Distribusi Poisson	Distribusi General	M/G/c

Berdasarkan hasil dari Uji Kebaikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* waktu antar kedatangan dan pelayanan pelanggan yang telah dilakukan, dapat ditentukan model dari suatu antrian sebagai berikut:

1. Hari Selasa 12 Juni 2012

Berdasarkan hasil dari pengujian pada data penelitian dengan menggunakan Uji Kebaikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* yang telah dilakukan pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang, dengan peraturan pelanggan yang pertama datang pertama dilayani (FIFO) dan pelanggan yang datang dilayani oleh pelayan yang berjumlah 5 mekanik serta kapasitas sistem dan sumber yang tak terbatas. Diperoleh waktu kedatangan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanannya berdistribusi *general*. Jadi sistem antriannya mengikuti model M/G/c.

2. Hari Jum'at 15 Juni 2012

Dari hasil pengujian pada data penelitian yang dilakukan dengan menggunakan Uji Kebaikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* diperoleh kedatangan pelanggan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanan berdistribusi *general*, pelanggan dilayani oleh 5 mekanik dengan peraturan pelanggan yang pertama datang dilayani terlebih dahulu (FIFO), serta kapasitas sistem dan sumber

yang tak terbatas. Berdasarkan notasi Kendall, maka sistem antriannya mengikuti model M/G/c.

3. Hari Sabtu 16 Juni 2012

Berdasarkan hasil dari pengujian pada data penelitian dengan menggunakan Uji Keباikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* yang telah dilakukan pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang, dengan peraturan pelanggan yang pertama datang pertama dilayani (FIFO) dan pelanggan yang datang dilayani oleh pelayan yang berjumlah 5 mekanik serta kapasitas sistem dan sumber yang tak terbatas diperoleh waktu kedatangan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanannya berdistribusi *general*. Jadi sistem antriannya mengikuti model M/G/c.

Hasil dari Uji Keباikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* dapat digunakan untuk menghitung efektifitas model antrian yang bertujuan untuk mengetahui faktor kegunaan pelayanan, waktu rata-rata dalam antrian, banyaknya rata-rata pelanggan dalam antrian, banyaknya rata-rata pelanggan dalam sistem dan waktu rata-rata dalam sistem yang ada di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang.

4.4 ANALISIS PERHITUNGAN MODEL ANTRIAN

Analisis perhitungan dari model antrian adalah menentukan hasil dari perhitungan efektifitas model antrian.

1. Hari Selasa tanggal 12 Juni 2012 dari pukul 09.30 s.d. 11.58

Dari hasil Uji Kebaikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* yang telah dilakukan pada lampiran 4, diperoleh:

$$\lambda = 0,083 \text{ pelanggan per menit.}$$

$$\mu = 0,021 \text{ pelanggan per menit.}$$

$$c = 5.$$

Sehingga faktor kegunaan pelayanan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\lambda}{c \cdot \mu} \\ &= \frac{0,083}{5 \cdot 0,021} \\ &= 0,79 \end{aligned}$$

Jadi faktor kegunaan pelayanan adalah 0,8. Karena $0,8 < 1$ maka keadaan *steady state* dapat terpenuhi.

a. Menghitung rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan

Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
W_q &= \frac{\lambda^c E[t^2] (E[t])^{c-1}}{2(c-1)!(c-\lambda(E[t]))^2 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda E[t]^n}{n!} + \frac{\lambda E[t]^c}{(c-1)!(c-\lambda E[t])} \right]} \\
&= \frac{(0,083)^5 \frac{2}{(0,021)^2}}{2(5-1)! \left(5 - (0,083) \left(\frac{1}{(0,021)} \right) \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{(0,021)} \right)^4} \\
&= \frac{\left(\frac{(0,083 \frac{1}{0,021})^0}{0!} + \frac{(0,083 \frac{1}{0,021})^1}{1!} + \frac{(0,083 \frac{1}{0,021})^2}{2!} + \frac{(0,083 \frac{1}{0,021})^3}{3!} + \frac{(0,083 \frac{1}{0,021})^4}{4!} \right) + \frac{(0,083 \frac{1}{0,021})^5}{(5-1)! \left(5 - (0,083 \frac{1}{0,021}) \right)}}{91855,39924} \\
&= \frac{91855,39924}{52,68[1 + 3,952 + 7,81 + 10,29 + 10,1677] + 19,041} \\
&= \frac{91855,39924}{2753,498} \\
&= 33,359
\end{aligned}$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian adalah 33 menit 24 detik.

b. Menghitung rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
L_q &= \lambda \cdot w_q \\
&= 0,083 \cdot 33,359 \\
&= 2,76
\end{aligned}$$

Jadi rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian adalah 3 pelanggan.

- c. Menghitung rata-rata banyaknya pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} L_s &= L_q + c \\ &= 2,76 + 5 \\ &= 7,76 \end{aligned}$$

Jadi rata-rata banyaknya pelanggan dalam sistem adalah 8 pelanggan.

- d. Menghitung rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{L_s}{\lambda} \\ &= \frac{7,76}{0,083} \\ &= 93,493 \end{aligned}$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem adalah 93 menit 30 detik.

2. Hari Jum'at tanggal 15 Juni 2012 dari pukul 13.00 s.d. 15.28

Dari hasil Uji Keباikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* yang telah dilakukan pada lampiran 4, diperoleh:

$$\lambda = 0,1 \text{ pelanggan per menit.}$$

$$\mu = 0,025 \text{ pelanggan per menit.}$$

$$c = 5.$$

Sehingga faktor kegunaan pelayanan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{\lambda}{c \cdot \mu}$$

$$= \frac{0,1}{5,0,025}$$

$$= 0,8$$

Jadi faktor kegunaan pelayanan adalah 0,8. Karena $0,8 < 1$ maka keadaan *steady* *stead* terpenuhi.

- a. Menghitung rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W_q = \frac{\lambda^c E[t]^2 (E[t])^{c-1}}{2(c-1)!(c - \lambda(E[t]))^2 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda E[t]^n}{n!} + \frac{\lambda E[t]^c}{(c-1)!(c - \lambda E[t])} \right]}$$

$$= \frac{(0,1)^5 \frac{2}{(0,025)^2}}{2(5-1)! \left(5 - (0,1) \left(\frac{1}{(0,025)} \right) \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{0,021} \right)^4}$$

$$\left[\left(\frac{(0,1 \frac{1}{0,025})^0}{0!} + \frac{(0,1 \frac{1}{0,025})^1}{1!} + \frac{(0,1 \frac{1}{0,025})^2}{2!} + \frac{(0,1 \frac{1}{0,025})^3}{3!} + \frac{(0,1 \frac{1}{0,025})^4}{4!} \right) + \frac{(0,1 \frac{1}{0,025})^5}{(5-1)! \left(5 - (0,1 \frac{1}{0,025}) \right)} \right]$$

$$= \frac{81920}{48[(1 + 4 + 8 + 10,667 + 10,667) + 18,9991]}$$

$$= \frac{81920}{2559,984}$$

$$= 32,000$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian adalah 32 menit.

- b. Menghitung rata-rata banyaknya pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} L_q &= \lambda \cdot W_q \\ &= 0,1 \cdot 32 \\ &= 3,2 \end{aligned}$$

Jadi rata-rata banyaknya pelanggan dalam antrian adalah 4 pelanggan.

- c. Menghitung rata-rata banyaknya pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} L_s &= L_q + c \\ &= 3,2 + 5 \\ &= 8,2 \end{aligned}$$

Jadi rata-rata banyaknya pelanggan dalam sistem adalah 9 pelanggan.

- d. Menghitung rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{L_s}{\lambda} \\ &= \frac{8,2}{0,1} \\ &= 82 \end{aligned}$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem adalah 82 menit.

3. Hari Sabtu tanggal 16 Juni 2012 dari pukul 10.16 s.d. 12.42

Dari hasil Uji Kebaikan Suai (*Goodness of Fit*) *Chi-Square* yang telah dilakukan pada lampiran 4, diperoleh:

$$\lambda = 0,092 \text{ pelanggan per menit.}$$

$$\mu = 0,023 \text{ pelanggan per menit.}$$

$$c = 5.$$

Sehingga faktor kegunaan pelayanan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\lambda}{c \cdot \mu} \\ &= \frac{0,092}{5 \cdot 0,023} \\ &= 0,8 \end{aligned}$$

Jadi faktor kegunaan pelayanan adalah 0,8. Karena $0,8 < 1$ maka keadaan *steady state* terpenuhi.

- a. Menghitung rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W_q = \frac{\lambda^c E[t]^2 (E[t])^{c-1}}{2(c-1)(c - \lambda(E[t]))^2 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda E[t]^n}{n!} + \frac{\lambda E[t]^c}{(c-1)!(c - \lambda E[t])} \right]}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(0,092)^5 \frac{2}{(0,023)^2}}{2(5-1)! \left(5 - (0,092) \left(\frac{1}{(0,023)} \right) \right)^2} \cdot \left(\frac{1}{0,023} \right)^4 \\
&= \frac{89043,4783}{48 \left[(1 + 4 + 8 + 10,667 + 10,667) + 18,9992 \right]} \\
&= \frac{89043,4783}{2559,998} \\
&= 34,782
\end{aligned}$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian adalah 34 menit 48 detik.

- b. Menghitung rata-rata banyaknya pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
L_q &= \lambda \cdot W_q \\
&= 0,092 \cdot 34,782 \\
&= 3,2
\end{aligned}$$

Jadi rata-rata banyaknya pelanggan dalam antrian adalah 4 pelanggan.

- c. Menghitung rata-rata banyaknya pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} L_s &= L_q + c \\ &= 3,2 + 5 \\ &= 8,2 \end{aligned}$$

Jadi rata-rata banyaknya pelanggan dalam sistem adalah 9 pelanggan.

- d. Menghitung rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{L_s}{\lambda} \\ &= \frac{8,2}{0,092} \\ &= 89,13 \end{aligned}$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem adalah 89 menit 6 detik.

4.5 PEMBAHASAN ANALISIS MODEL ANTRIAN

Sistem antrian yang terdapat pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang pada semua hari mengikuti model M/G/c, yaitu waktu kedatangannya mengikuti distribusi *poisson* dan waktu pelayanannya mengikuti distribusi *general* dengan pelayanan paralel. Untuk hasil perhitungan model M/G/c dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Model M/G/c

Perhitungan	12 Juni 2012	15 Juni 2012	16 Juni 2012
ρ	0,8	0,8	0,8
Lq (pelanggan)	3	4	4
Ls (pelanggan)	8	9	9
Wq (menit)	33,4	32	34,8
Ws (menit)	93,5	82	89,1

1. Faktor Kegunaan Pelayanan

Faktor kegunaan pelayan adalah ekspektasi perbandingan dari waktu sibuk para pelayan, $\rho = \frac{\lambda}{c \cdot \mu}$. Dalam sistem ini nilai ρ harus kurang dari satu, karena sistem ini tak terbatas. Nilai faktor kegunaan pelayan terletak diantara 0% (tidak padat) dan 100% (padat). Untuk hasil faktor kegunaan pelayanan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Faktor Kegunaan Pelayanan

Tanggal	Faktor kegunaan pelayanan (ρ)
12 Juni 2012	0,8
15 Juni 2012	0,8
16 Juni 2012	0,8

Berdasarkan tabel 4.9, nilai faktor kegunaan pelayanan pada tanggal 12 Juni, 15 Juni dan 16 Juni 2012 sama yaitu sebesar 0,8. Dengan demikian, pada ketiga hari tersebut tidak terjadi kepadatan yang terlalu besar.

2. Waktu Tunggu Pelanggan Dalam Antrian

Waktu tunggu yang dihabiskan pelanggan dalam antrian pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang adalah waktu ketika

pelanggan berada dalam baris tunggu, dari mulai kedatangan hingga mulai dilayani oleh mekanik. Waktu tunggu pelanggan dalam antrian yang diperoleh dari hasil perhitungan model antrian ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Waktu Tunggu Rata-rata Dalam Antrian (Satuan menit)

Tanggal	Waktu tunggu rata-rata seorang pelanggan dalam antrian (W_q)
12 Juni 2012	33,4
15 Juni 2012	32
16 Juni 2012	34,8

Berdasarkan tabel 4.10, waktu tunggu rata-rata dalam antrian yang terlama terjadi pada tanggal 16 Juni 2012 yaitu sebesar 34 menit 48 detik. Sedangkan pada tanggal 12 Juni 2012 dan tanggal 15 Juni 2012 waktu tunggu rata-rata dalam antrian sebesar 33 menit 24 detik dan 32 menit. Waktu tunggu terlama terjadi pada tanggal 16 Juni 2012 yaitu sebesar 34 menit 48 detik. Hal ini disebabkan karena pada tanggal tersebut terjadi banyak kerusakan pada motor yang perlu diperbaiki atau diganti sehingga memerlukan waktu yang cukup lama untuk memperbaikinya.

3. Banyaknya Pelanggan Dalam Antrian

Banyaknya pelanggan dalam antiran pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang adalah banyaknya pelanggan yang berada dalam baris tunggu, mulai dari kedatangan hingga mulai dilayani oleh pelayan. Rata-rata pelanggan dalam antiran pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Banyaknya Pelanggan Rata-rata Dalam Antrian

Tanggal	Banyaknya pelanggan rata-rata dalam antrian (Lq)
12 Juni 2012	3 pelanggan
15 Juni 2012	4 pelanggan
16 Juni 2012	4 pelanggan

Berdasarkan tabel 4.11, banyaknya pelanggan dalam antrian di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang pada tanggal 12 Juni 2012 adalah sebesar 3 pelanggan. Sedangkan pada tanggal 15 Juni 2012 dan 16 Juni 2012 banyaknya pelanggan dalam antrian mencapai 4 pelanggan. Dari ketiga tanggal tersebut banyaknya pelanggan dalam antrian yang terbesar terjadi pada tanggal 15 Juni 2012 dan 16 Juli 2012 yaitu sebesar 4 pelanggan. Hal ini disebabkan oleh waktu tunggu yang cukup lama dan kedatangan rata-rata pelanggan yang cukup cepat jika dibandingkan pada tanggal 12 Juni 2012.

4. Banyaknya Pelanggan Dalam Sistem

Banyaknya pelanggan dalam sistem di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang adalah banyaknya pelanggan yang berada dalam baris tunggu, mulai dari kedatangan hingga selesai dilayani oleh pelayan. Banyaknya pelanggan rata-rata dalam sistem pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Banyaknya Pelanggan Rata-rata Dalam Sistem

Tanggal	Banyaknya pelanggan rata-rata dalam sistem (Ls)
12 Juni 2012	8 pelanggan
15 Juni 2012	9 pelanggan
16 Juni 2012	9 pelanggan

Berdasarkan tabel 4.12, banyaknya pelanggan dalam sistem di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang adalah sebesar 8 pelanggan yaitu pada tanggal 12 Juni 2012. Sedangkan pada tanggal 15 Juni 2012 dan 16 Juni 2012 banyaknya pelanggan dalam sistem mencapai 9 pelanggan. Dari ketiga tanggal tersebut banyaknya pelanggan dalam antrian yang terbesar terjadi pada tanggal 15 Juni 2012 dan 16 Juni 2012 yaitu sebesar 9 pelanggan. Hal ini disebabkan oleh jumlah pelanggan yang menunggu paling banyak jika dibandingkan pada tanggal 12 Juni 2012.

5. Waktu Tunggu Pelanggan Dalam Sistem

Waktu tunggu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang adalah waktu keseluruhan yang dihabiskan pelanggan di dalam sistem antrian. Waktu tunggu yang dihabiskan pelanggan dalam antrian pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang dihitung sejak pelanggan mendaftar pada karyawan, menunggu dalam baris tunggu sampai selesai dilayani oleh mekanik. Rata-rata waktu tunggu pelanggan dalam sistem pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang ditunjukkan pada Tabel 1.13.

Tabel 1.13 Waktu Tunggu Rata-rata Dalam Sistem (Satuan menit)

Tanggal	Waktu tunggu rata-rata seorang pelanggan dalam sistem (Ws)
12 Juni 2012	93,5
15 Juni 2012	82
16 Juni 2012	89,1

Berdasarkan tabel 1.13, rata-rata waktu tunggu yang dihabiskan pelanggan di dalam sistem pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang pada tanggal 12 Juli 2012 sebesar 9 menit 30 detik, pada tanggal 15 Juli 2012 sebesar 82 menit dan pada tanggal 16 Juni 2012 sebesar 89 menit 6 detik. Waktu tunggu yang paling lama dihabiskan pelanggan dalam sistem terjadi pada tanggal 12 Juli 2012 yaitu sebesar 93 menit 30 detik. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya pelanggan dalam sistem dan waktu kedatangan rata-rata yang cukup lama jika dibandingkan dengan tanggal-tanggal lainnya. Saran yang harus diberikan adalah meningkatkan kinerja mekanik agar lebih cepat dalam menangani permasalahan yang ada.

4.6 ANALISIS PROGRAM VISUAL BASIC

Teknik analisis merupakan salah satu cara yang lebih baik dalam memecahkan masalah dengan distribusi waktu kedatangan dan waktu pelayanan yang random. Analisis dapat menerapkan keadaan yang sebenarnya terjadi dalam sistem antrian, khususnya model M/G/c. Untuk membuat analisis antrian model M/G/c diperlukan suatu program dari *visual basic*. Dalam hal ini *visual basic*

dapat mempercepat proses perhitungan dari model antrian M/G/c sesuai dengan penghitungan manual.

4.6.1 Model (M/G/c): (GD/~/~)

Model antrian (M/G/c): (GD/~/~) adalah model antrian dengan pelayanan ganda, distribusi kedatangan *poisson* dan distribusi pelayanan *general/umum*. Probabilitas dari banyaknya pelanggan dalam sistem model (M/G/c) dapat dari rumus:

$$L_s = L_q + c$$

Untuk ekspektasi waktu tunggu dalam sistem model (M/G/c) dapat dari rumus:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

Untuk waktu tunggu dalam antrian didapat dari persamaan:

$$\begin{aligned} \pi_n^q &= P_r \{n \text{ dalam antrian setelah berangkat}\} \\ &= \frac{1}{n!} \int_0^{\infty} (\lambda t)^n e^{-\lambda t} dW_q(t) \end{aligned}$$

Dengan probabilitas banyaknya pelanggan dalam antrian, yaitu L_q adalah

$$L_q = \sum_{n=1}^{\infty} n \pi_n^q = \int_0^{\infty} \lambda t dW_q(t) = \lambda W_q$$

Menurut Ross (1997), sebagaimana dikutip oleh Sugito dan Marissa (2009: 113)

W_q dapat dicari dengan rumus:

$$W_q = \frac{\lambda^c E[t^2] (E[t])^{c-1}}{2(c-1)!(c - \lambda(E[t]))^2 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n E[t]^n}{n!} + \frac{\lambda E[t]^c}{(c-1)!(c - \lambda E[t])} \right]}$$

Dengan:

W_q = ekspektasi waktu tunggu dalam antrian.

Langkah-langkah dalam membuat program antrian model M/G/c dengan menggunakan *visual basic* adalah

1. Membuka program *visual basic* 6.0.
2. Klik *open Standart EXE* maka akan muncul tampilan menu utama *visual basic* 6.0.
3. Buat *label* pada *form* sebanyak yang diperlukan dan berilah inisial pada setiap *label*. Hal ini untuk memudahkan nantinya dalam menganalisis program.
4. Buat *textbox* pada *form* sebagai hasil dari perhitungan dan berilah inisial pada setiap *textbox*.
5. Buat *commadbutton* pada *form* yang apabila diklik dua kali akan muncul tampilan *commadbutton* untuk menuliskan rumusan-rumusan model M/G/c.
6. Setelah membuat *label*, *textbox*, *commadbutton*. Klik dua kali pada *commadbutton* dan tulis rumus-rumus model M/G/c yang dapat dilihat:

```
Dim koneksi As New MYSQL_CONNECTION
```

```
Dim rs As New MYSQL_RS
```

```
Private Sub cmdinput_Click()
```

```
On Error GoTo salah:
```

```
rs.CloseRecordset
```

```
rs.OpenRs "SELECT * FROM data", koneksi
```

```
With rs
```

```
    .AddNew
```

```
    .Fields("no_pelanggan") = Text4.Text
```

```
.Fields("kedatangan") = Text1.Text

.Fields("dilayani") = Text2.Text

.Fields("selesai") = Text3.Text

.Fields("jum_mekanik") = txtserver.Text

.Update

Text1.Text = Empty

Text2.Text = Empty

Text3.Text = Empty

Text4.Text = Empty

txtserver.Text = Empty

End With

rs.CloseRecordset

Set rs = Nothing

Exit Sub

salah:

pesan = MsgBox("Simpan Data tidak berhasil!" & Err.Description,
vbInformation + vbOKOnly, "Peringatan")

End Sub

Private Sub Command2_Click()

rs.CloseRecordset

rs.OpenRs "select no_pelanggan,kedatangan,dilayani,selesai,jum_mekanik
from data", koneksi

MSFlexGrid1.ColWidth(0) = 1100
```

```
MSFlexGrid1.ColWidth(1) = 750
MSFlexGrid1.ColWidth(2) = 750
MSFlexGrid1.ColWidth(3) = 750
MSFlexGrid1.ColWidth(4) = 1250
MSFlexGrid1.TextMatrix(0, 0) = "No pelanggan"
MSFlexGrid1.TextMatrix(0, 1) = "datang"
MSFlexGrid1.TextMatrix(0, 2) = "dilayani"
MSFlexGrid1.TextMatrix(0, 3) = "selesai"
MSFlexGrid1.TextMatrix(0, 4) = "jumlah mekanik"

baris = 0

If rs.RecordCount > 0 And Not (rs.EOF) Then
MSFlexGrid1.Rows = rs.RecordCount + 1
MSFlexGrid1.Cols = rs.FieldCount + 1

rs.MoveFirst

Do

baris = baris + 1

MSFlexGrid1.Row = baris

MSFlexGrid1.TextMatrix(baris, 0) = rs.Fields("no_pelanggan")
MSFlexGrid1.TextMatrix(baris, 1) = rs.Fields("kedatangan")
MSFlexGrid1.TextMatrix(baris, 2) = rs.Fields("dilayani")
MSFlexGrid1.TextMatrix(baris, 3) = rs.Fields("selesai")
MSFlexGrid1.TextMatrix(baris, 4) = rs.Fields("jum_mekanik")

rs.MoveNext
```

```
Loop Until rs.EOF

End If

End Sub

Private Sub Command3_Click()

'On Error GoTo salah:

koneksi.Execute "delete from data where no_pelanggan=" & Text4.Text & ""

rs.CloseRecordset

rs.OpenRs "SELECT * FROM data", koneksi

With rs

    .AddNew

    .Fields("no_pelanggan") = Text4.Text

    .Fields("kedatangan") = Text1.Text

    .Fields("dilayani") = Text2.Text

    .Fields("selesai") = Text3.Text

    .Fields("jum_mekanik") = txtserver.Text

    .Update

    Text1.Text = Empty

    Text2.Text = Empty

    Text3.Text = Empty

    Text4.Text = Empty

    txtserver.Text = Empty

End With

rs.CloseRecordset
```

Exit Sub

salah:

```
pesan = MsgBox("Simpan Data tidak berhasil!" & Err.Description,  
vbInformation + vbOKOnly, "Peringatan")
```

```
Set rs = Nothing
```

Exit Sub

'salah:

```
'pesan = MsgBox("Simpan Data tidak berhasil!" & Err.Description,  
vbInformation + vbOKOnly, "Peringatan"
```

End Sub

Private Sub Command5_Click()

```
koneksi.Execute "delete from data where no_pelanggan=" & Text4.Text & ""
```

```
rs.CloseRecordset
```

```
rs.OpenRs "SELECT * FROM data", koneksi
```

```
rs.Update
```

```
Text2.Text = Empty
```

```
Text1.Text = Empty
```

```
Text2.Text = Empty
```

```
Text3.Text = Empty
```

```
Text4.Text = Empty
```

```
txtserver.Text = Empty
```

End Sub

Private Sub Command1_Click()

```

rs.CloseRecordset

rs.OpenRs "SELECT * FROM data where no_pelanggan = " & Val(Text4),
koneksi

If rs.RecordCount = 0 Then GoTo kosong

    Text1.Text = rs.Fields("kedatangan")

    Text2.Text = rs.Fields("dilayani")

    Text3.Text = rs.Fields("selesai")

    Text4.Text = rs.Fields("no_pelanggan")

    txtserver.Text = rs.Fields("jum_mekanik")

rs.CloseRecordset

Set rs = Nothing

Exit Sub

kosong:

pesan = MsgBox("Data tidak ada", vbOKOnly, "Peringatan")

End Sub

Private Sub Command4_Click()

Dim a, b, c, d, e, f, g, Wq, Lq, Ls, Ws, Ma As Integer

For z = 1 To Text5.Text

jum1 = jum1 + Val(MSFlexGrid1.TextMatrix(z, 0))

jum2 = (0.1 * jum1) - 0.935

a = jum2 / jum1

'a = jum1

Form2.lamda.Text = Format$(a, "0.000")

```


Next z

$b = (0.1155 / (\text{jum1} / \text{Text5.Text}))$

$\text{Form2.mu.Text} = \text{Format}\$(b, "0.000")$

$c = \text{txtserver.Text}$

$d = a / (b * c)$

$\text{Form2.tktpelanggan.Text} = \text{Format}\$(d, "0.0")$

$c1 = c - 1$

$nf = 1$

$s = 1$

For i = 1 To c1

$s = s * i$

$nf = nf * i$

$g1 = (((a * (1 / b)) ^ i) + 1) / nf$

Next i

$fak = s$

$g2 = ((a * (1 / b)) ^ c) / (fak * (c - (a * (1 / b))))$

$e = (a ^ c) * (2 / (b ^ 2)) * (1 / b ^ (c - 1))$

$f = (2 * fak) * ((c - (a * 1 / b)) ^ 2)$

$g = g1 + g2$

$Wq = e / (f * g)$

$\text{Form2.wktantri.Text} = \text{Format}\$(Wq, "0.0")$

$Lq = a * Wq$

Form2.jmlantri.Text = Format\$(Lq, "0.0")

$L_s = L_q + c$

Form2.jmlsistem.Text = Format\$(Ls, "0.0")

$W_s = L_s / a$

Form2.wktsistem.Text = Format\$(Ws, "0.0")

If Form2. X^2 *hitung*.Text > Form2. X^2 *tabel*.Text Then Form2.oma.Text =
"M/G/C"

If Form2. X^2 *hitung*.Text < Form2. X^2 *tabel*.Text Then Form2.oma.Text =
"Tidak Cocok"

Form2.Show

End Sub

7. Klik *run* atau F5 maka akan muncul hasil analisis antrian model M/G/c dapat dilihat pada Gambar 4.2.

OUTPUT MODEL ANTRIAN M/G/c			
Waktu pelayanan rata - rata	0.021	Output Model Antrian	M/G/C
Waktu kedatangan rata - rata	0.083	Tingkat kegunaan pelanggan (p)	0.8
Jumlah pelanggan dalam antrian (Lq)	2.8	Jumlah pelanggan dalam sistem (Ls)	7.8
Waktu rata rata dalam sistem (Ws)	93.6	Waktu rata-rata dalam antrian (Wq)	33.3

Gambar 4.2 Hasil Analisis Model M/G/c

Setelah proses analisis antrian model M/G/c dijalankan sesuai dengan rumusan-rumusan yang ada pada model tersebut, maka hasilnya sama atau tidak jauh berbeda antara perhitungan secara manual dengan perhitungan menggunakan program *visual basic*. Untuk hasil perhitungan manual dan program *visual basic* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Manual Dan *Visual Basic*

Perhitungan	Manual			<i>Visual basic</i>		
	12 Juni 2012	15 Juni 2012	16 Juni 2012	12 Juni 2012	15 Juni 2012	16 Juni 2012
ρ	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Lq (pelanggan)	3	4	4	3	4	4
Ls (pelanggan)	8	9	9	8	9	9
Wq (menit)	33,4	32	34,8	33,4	32	34,8
Ws (menit)	93,5	82	89,1	93,6	82	89

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan analisis model antrian pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang yang telah dibuat dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Sistem antrian bermula ketika pelanggan yang datang mendaftar pada seorang karyawan, menunggu sampai dilayani oleh mekanik dan selesai keluar dari sistem ketika proses pelayanan dari mekanik berakhir. Banyaknya pelayan dalam sistem antrian ini sebanyak 5 mekanik. Baris tunggu terjadi pada antrian yang ada.
2. Nilai faktor kegunaan pelayanan yang terjadi pada ketiga tanggal tersebut sama yaitu sebesar 0,8.
3. Waktu tunggu rata-rata dalam antrian yang terlama terjadi pada tanggal 16 Juni 2012 yaitu sebesar 34 menit 48 detik. Sedangkan pada tanggal 12 Juni 2012 dan tanggal 15 Juni 2012 waktu tunggu rata-rata dalam antrian sebesar 33 menit 24 detik dan 32 menit.
4. Banyaknya pelanggan dalam antrian di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang pada tanggal 12 Juni 2012 adalah sebesar 3 pelanggan. Sedangkan pada tanggal 15 Juni 2012 dan 16 Juni 2012 banyaknya pelanggan dalam antrian mencapai 4 pelanggan .

5. Banyaknya pelanggan dalam sistem di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang adalah sebesar 8 pelanggan yaitu pada tanggal 12 Juni 2012. Sedangkan pada tanggal 15 Juni 2012 dan 16 Juni 2012 banyaknya pelanggan dalam sistem mencapai 9 pelanggan
6. Waktu tunggu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan di dalam sistem pada Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang pada tanggal 12 Juli 2012 sebesar 93 menit 30 detik, pada tanggal 15 Juli 2012 sebesar 82 menit dan pada tanggal 16 Juni 2012 sebesar 89 menit 6 detik.
7. Efektifitas proses pelayanan ditentukan oleh menghitung faktor kegunaan pelayanan, waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian, banyaknya pelanggan dalam antrian, banyaknya pelanggan dalam sistem dan waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem, yaitu sama atau tidak jauh berbeda antara penghitungan manual dengan penghitungan menggunakan program *visual basic*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah diketahui bahwa sistem antrian yang ada di Bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika Sampangan Semarang sudah cukup baik terlihat dari waktu tunggu yang relatif singkat dan antrian yang tidak terlalu panjang, sehingga pelanggan tidak banyak menghabiskan waktu dalam sistem antrian. Begitu pula kinerja dari mekanik yang sudah cukup relatif sama keefektifannya. Oleh karena itu sistem antrian yang sudah ada perlu dipertahankan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bronson, R. 1993. *Teori dan Soal-soal OPERATION RESEACH*. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Djauhari, Maman A. 1990. *Statistik Matematik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Dimiyati, A dan Tjutju Tarlihah. 2004. *Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung : PT. Sinar Baru Algesindo.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia*. 2001. Jakarta: Balai Pustaka.
- Kakiay, Thomas J. 2004. *Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: Andi.
- Lothar, B. 2006. *Continuity of the M/G/c Queue*. University of Kent, Canterbury, UK. November 2006.
- Madcoms. 2001. *Panduan Pemrograman Microsoft Visual Basic*. Yogyakarta: Andi.
- Mulyono, Sri. 2002. *Riset Operasi*. Jakarta : Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Pangestu S., Marwan A., T. Hani Handoko. 1983. *Dasar-dasar Operations Research*. Edisi 2. BPFE. Yogyakarta.
- Sugito dan Marissa Fauziah. 2009. *Analisis Sistem Antrian Kereta Api di stasiun Besar Cirebon dan Stasiun Cirebon Prujakan*. Media Statistika Vol 2 No 2: 111-120. Desember 2009.
- Supardi, Yuniar. 2006. *Microsoft Visual Basic 6.0 Untuk Segala Tingkat*. Jakarta: Gramedia

Sarah, T. 2010. *A Residual Time Based Scheduling: Performance Modeling in M/G/C Queueing Applications*. University of Connecticut, Storrs, USA. Vol 3: 746-755. June 2010.

Taha, Hamdy A. 1997. *Riset Operasi: Suatu Pengantar*. Jakarta: Binapura Aksara.

Lampiran 1

DATA HASIL PENELITIAN DI BENGKEL YAMAHA MOTOR DEWI SARTIKA SAMPANGAN SEMARANG

a. Hari Selasa 12 Juni 2012 mulai pukul 09:30:24 s.d. 11.58:54

No	Waktu kedatangan	Waktu dilayani	Waktu selesai	Mekanik
1	09:30:24	09:50:12	10:30:48	4
2	09:32:51	10:12:08	10:56:15	2
3	09:35:07	10:20:49	11:02:37	5
4	09:39:34	10:30:23	11:11:21	1
5	09:48:19	10:31:50	11:16:53	3
6	09:52:38	10:33:47	11:18:17	4
7	10:02:21	10:57:11	11:38:05	2
8	10:08:26	11:04:08	11:46:09	5
9	10:11:52	11:13:55	11:56:46	1
10	10:23:20	11:20:10	11:58:54	3

b. Hari Jum'at 15 Juni 2012 dari pukul 13:00:14 s.d. 15:28:07

No	Waktu kedatangan	Waktu dilayani	Selesai dilayani	Mekanik
1	13:00:14	13:01:26	13:40:49	1
2	13:05:54	13:06:53	13:54:23	2
3	13:08:35	13:10:58	13:40:19	3
4	13:09:57	13:11:02	13:50:25	4
5	13:14:19	13:15:24	13:55:07	5
6	13:15:42	13:42:08	14:37:21	3
7	13:18:29	13:43:01	14:42:54	1
8	13:23:55	13:54:56	14:49:40	4
9	13:35:37	13:57:04	14:54:36	2
10	13:56:05	13:58:57	14:56:38	5
11	14:07:42	14:40:05	15:28:07	3

c. Hari Sabtu 16 Juni 2012 mulai pukul 10:16:54 s.d. 12:42:57

No	Waktu kedatangan	Waktu dilayani	Selesai dilayani	Mekanik
1	10:16:54	10:29:21	10:58:53	5
2	10:20:32	10:36:52	11:13:41	3
3	10:22:12	10:39:04	11:19:36	4
4	10:25:41	10:43:27	11:22:25	1
5	10:34:03	10:46:23	11:55:21	2
6	10:36:26	11:00:02	11:46:49	5
7	10:45:17	11:15:53	11:57:24	3
8	10:48:35	11:21:40	12:17:02	1
9	11:05:28	11:25:26	12:12:38	4
10	11:20:57	11:48:20	12:26:07	5
11	11:24:08	12:00:35	12:42:57	2

Lampiran 2

Kedatangan Pelanggan Per-Interval Waktu Sepuluh Menit

a. Hari Selasa 12 Juni 2012 mulai pukul 09:30:24 s.d. 11:58:54

No	Interval Kedatangan	Mekanik					Jumlah
		1	2	3	4	5	
1	09:30 - 09:39	0	0	0	0	0	0
2	09:40 - 09:49	0	0	0	0	0	0
3	09:50 - 09:59	0	0	0	1	0	1
4	10:00 - 10:09	0	0	0	0	0	0
5	10:10 - 10:19	0	1	0	0	0	1
6	10:20 - 10:29	0	0	0	0	1	1
7	10:30 - 10:39	1	0	1	1	0	3
8	10:40 - 10:49	0	0	0	0	0	0
9	10:50 - 10:59	0	1	0	0	0	1
10	11:00 - 11:09	0	0	0	0	1	1
11	11:10 - 11:19	1	0	0	0	0	1
12	11:20 - 11:29	0	0	1	0	0	1

b. Hari Jum'at 15 Juni 2012 dari pukul 13:00:14 s.d. 15:28:07

NO	Interval Kedatangan	Mekanik					Jumlah
		1	2	3	4	5	
1	13:00 - 13:09	1	1	0	0	0	2
2	13:10 - 13:19	0	0	1	1	1	3
3	13:20 - 13:29	0	0	0	0	0	0
4	13:30 - 13:39	0	0	0	0	0	0
5	13:40 - 13:49	1	0	1	0	0	2
6	13:50 - 13:59	0	1	0	1	1	3
7	14:00 - 14:09	0	0	0	0	0	0
8	14:10 - 14:19	0	0	0	0	0	0
9	14:20 - 14:29	0	0	0	0	0	0
10	14:30 - 14:39	0	0	0	0	0	0
11	14:40 - 14:49	0	0	1	0	0	1

c. Hari Sabtu 16 Juni 2012 mulai pukul 10:16:54 s.d. 12:42:57

NO	Interval Kedatangan	Mekanik					Jumlah
		1	2	3	4	5	
1	10:10 - 10:19	0	0	0	0	1	1
2	10:20 - 10:29	0	0	0	0	0	0
3	10:30 - 10:39	0	0	1	1	0	2
4	10:40 - 10:49	1	1	0	0	0	2
5	10:50 - 10:59	0	0	0	0	0	0
6	11:00 - 11:09	0	0	0	0	1	1
7	11:10 - 11:19	0	0	1	0	0	1
8	11:20 - 11:29	1	0	0	1	0	2
9	11:30 - 11:39	0	0	0	0	0	0
10	11:40 - 10:49	0	0	0	0	1	1
11	11:50 - 11:59	0	0	0	0	0	0
12	12:00 - 12:09	0	1	0	0	0	1

Lampiran 3

Data Waktu Kedatangan

12 Juni 2012	15 Juni 2012	16 Juni 2012
9:30:24	13:00:14	10:16:54
9:32:51	13:05:54	10:20:32
9:35:07	13:08:35	10:22:12
9:39:34	13:09:57	10:25:41
9:48:19	13:14:19	10:34:03
9:52:38	13:15:42	10:36:26
10:02:21	13:18:29	10:45:17
10:08:26	13:23:55	10:48:35
10:19:52	13:35:37	11:05:28
10:23:20	13:56:05	11:20:57
	14:07:42	11:24:08

Data Waktu Pelayanan

12 Juni 2012	15 Juni 2012	16 Juni 2012
0:40:36	0:39:13	0:29:32
0:44:07	0:47:30	0:36:49
0:41:48	0:29:21	0:40:32
0:40:58	0:39:23	0:38:58
0:45:03	0:39:43	1:08:58
0:44:30	0:52:13	0:46:47
0:40:54	0:55:53	0:41:31
0:42:01	0:54:44	0:55:22
0:42:51	0:57:32	0:47:12
0:38:44	0:57:41	0:37:47
	0:39:22	0:42:22

Lampiran 4

Uji *Chi-Square* Waktu Antar Kedatangan Pelanggan

a. Hari Selasa 12 Juni 2012 mulai pukul 09:30:24 s.d. 11:58:54

Jumlah kedatangan (x)	Frekuensi Observasi (fo)	x.fo	Frekuensi Harapan (fe)	(fo-fe) ²	<i>X</i> ²
0	4	0	5.215	1.476	0.283
1	7	7	4.345	7.048	1.620
2	0	0	1.810	3.279	1.810
3	1	3	0.503	0.247	0.491
Jumlah	12	10	11.874	12.046	4.205

b. Hari Jum'at 15 Juni 2012 dari pukul 13:00:14 s.d. 15:28:07

Jumlah Kedatangan (x)	Frekuensi Observasi (fo)	x.fo	Frekuensi Harapan (fe)	(fo-fe) ²	<i>X</i> ²
0	6	0	4.046	3.815	0.942
1	1	1	4.046	9.282	2.293
2	2	4	2.023	0.0005	0.0002
3	2	6	0.674	1.757	2.605
Jumlah	11	11	10.791	14.855	5.842

c. Hari Sabtu 16 Juni 2012 mulai pukul 10:16:54 s.d. 12:42:57

Jumlah Kedatangan (x)	Frekuensi Observasi (fo)	x.fo	Frekuensi Harapan (fe)	(fo-fe) ²	<i>X</i> ²
0	4	0	4.798	0.637	0.132
1	5	5	4.398	0.361	0.082
2	3	6	2.015	0.968	0.480
Jumlah	12	11	11.212	1.967	0.695

Keterangan :

$$\lambda = \sum x \cdot f_o / \sum f_o \text{ per interval waktu}$$

$$Dk = (n - 2)$$

$$\alpha = 0,05$$

Uji Chi-Square Waktu Pelayanan Pelanggan

a. Hari Selasa 12 Juni 2012 mulai pukul 09:30:24 s.d. 11:58:54

Waktu Pelayanan (x)	Nilai Tengah (xi)	Frek. Obs (fo)	Frek. Relatif (fr)	xi.fr	Frek. Teoaritis (fe)	(fo-fe) ²	X ²
(0, 19]	9.5	0	0	0	0.228	0.052	0.228
(20, 39]	29.5	1	0.090	2.681	2.376	1.895	0.797
(40, 59]	49.5	10	0.909	45	1.562	71.192	45.564
Jumlah	88.5	11	1	47.681	4.167	73.139	46.589

b. Hari Jum'at 15 Juni 2012 dari pukul 13:00:14 s.d. 15:28:07

Waktu Pelayanan (x)	Nilai Tengah (xi)	Frek. Obs (fo)	Frek. relatif (fr)	xi.fr	Frek. Teoaritis (fe)	(fo-fe) ²	X ²
(0, 19]	9.5	0	0	0	4.126	17.026	4.126
(20, 39]	29.5	5	0.454	13.409	2.515	6.173	2.454
(40, 59]	49.5	6	0.545	27	1.533	19.956	13.010
Jumlah	88.5	11	1	40.409	8.175	43.149	19.591

c. Hari Sabtu 16 Juni 2012 mulai pukul 10:16:54 s.d. 12:42:57

Waktu Pelayanan (x)	Nilai Tengah (xi)	Frek. Obs (fo)	Frek. Relatif (fr)	xi.fr	Frek. Teoritis (fe)	(fo-fe) ²	X ²
(0, 19]	9.5	0	0	0	3.854	14.855	3.854
(20, 39]	29.5	4	0.363	10.727	2.447	2.4100	0.984
(40, 59]	49.5	6	0.545	27	1.554	19.764	12.716
(60, 79]	69.5	1	0.09	6.318	0.987	37.029	17.555
Jumlah	158	11	1	44.045	8.843	74.058	35.11

Keterangan :

$$\mu = \sum fr / \sum xi.fr$$

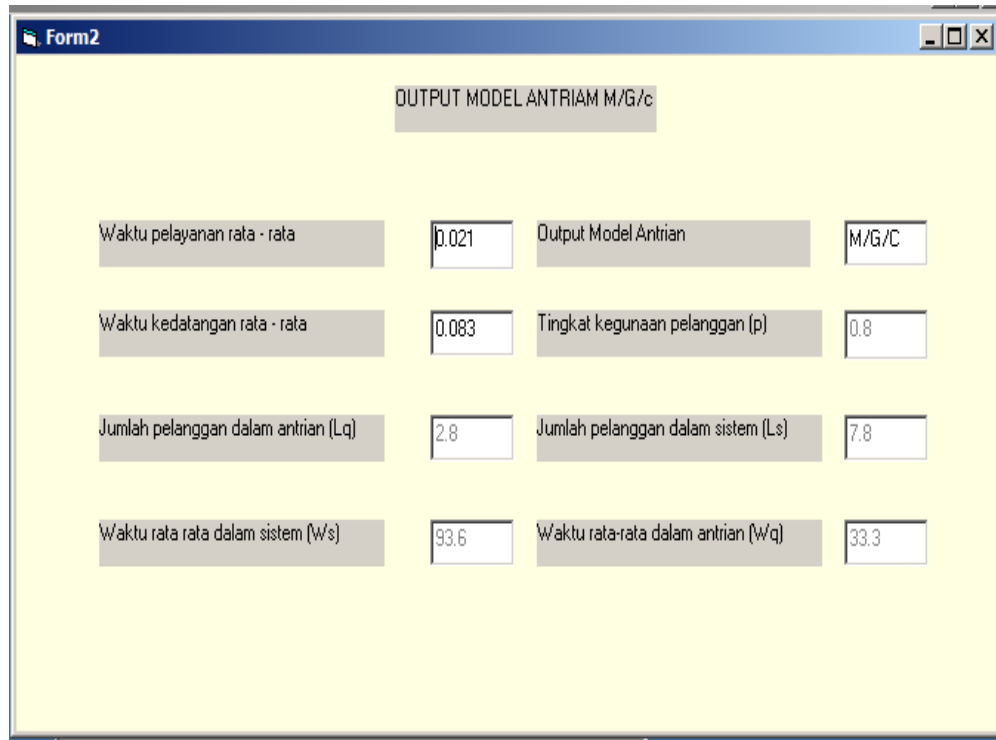
$$Dk = (n - 2)$$

$$\alpha = 0,05$$

Lampiran 5

Output Analisis Model M/G/c

a. Hari Selasa 12 Juni 2012 mulai pukul 09:30:24 s.d. 11:58:54



OUTPUT MODEL ANTRIAN M/G/c

Waktu pelayanan rata - rata	0.021	Output Model Antrian	M/G/C
Waktu kedatangan rata - rata	0.083	Tingkat kegunaan pelanggan (ρ)	0.8
Jumlah pelanggan dalam antrian (L_q)	2.8	Jumlah pelanggan dalam sistem (L_s)	7.8
Waktu rata rata dalam sistem (W_s)	93.6	Waktu rata-rata dalam antrian (W_q)	33.3

b. Hari Jum'at 15 Juni 2012 dari pukul 13:00:14 s.d. 15:28:07

Form1

Form2

OUTPUT MODEL ANTRIAM M/G/c

Waktu pelayanan rata - rata	0.025	Output Model Antrian	M/G/C
Waktu kedatangan rata - rata	0.1	Tingkat kegunaan pelanggan (p)	0.8
Jumlah pelanggan dalam antrian (Lq)	3.2	Jumlah pelanggan dalam sistem (Ls)	8.2
Waktu rata rata dalam sistem (Ws)	82.0	Waktu rata-rata dalam antrian (Wq)	32.0

c. Hari Sabtu 16 Juni 2012 mulai pukul 10:16:54 s.d. 12:42:57

Form2

OUTPUT MODEL ANTRIAM M/G/c

Waktu pelayanan rata - rata	0.023	Output Model Antrian	M/G/C
Waktu kedatangan rata - rata	0.092	Tingkat kegunaan pelanggan (p)	0.8
Jumlah pelanggan dalam antrian (Lq)	3.2	Jumlah pelanggan dalam sistem (Ls)	8.2
Waktu rata rata dalam sistem (Ws)	89.0	Waktu rata-rata dalam antrian (Wq)	34.8

