

**ANALISIS SISTEM ANTRIAN PADA BAGIAN SERVICE
ADVISOR DI PT. DELTAMAS SURYA INDAH MULIA
(*AUTHORIZED TOYOTA DEALER*)
CABANG MEDAN**

SKRIPSI

OLEH:

DEDE ARDIANSYAH
12.815.0021



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2017**

**ANALISIS SISTEM ANTRIAN PADA BAGIAN SERVICE ADVISOR
DI PT. DELTAMAS SURYA INDAH MULIA
(AUTHORIZED TOYOTA DEALER)
CABANG MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

DEDE ARDIANSYAH

12.815.0021

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2017**

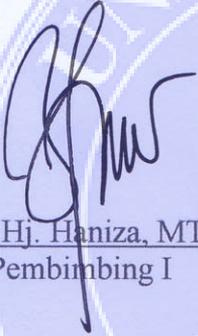
Judul skripsi : Analisis Sistem Antrian Pada Bagian *Service Advisor* di PT.
Deltamas Surya Indah Mulia (*Authorized Toyota Dealer*)
Cabang Medan

Nama : Dede Ardiansyah

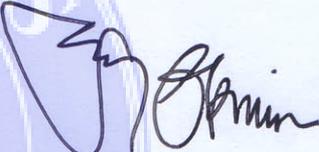
NPM : 12.815.0021

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

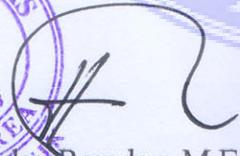


Ir. Hj. Haniza, MT
Pembimbing I

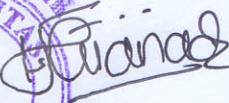


Sutrisno, ST, MT
Pembimbing II

Mengetahui



Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc
Dekan



Yuana Delvika, ST, MT
Kepala Program Studi

Tanggal Lulus : 27 November 2017

ABSTRAK

Dede Ardiansyah. 128150021. “Analisis Sistem Antrian Pada Bagian *Service Advisor* Di PT. Deltamas Surya Indah Mulia (*Authorized Toyota Dealer*) Cabang Medan”. Dibimbing oleh Ir. Hj. Haniza, MT, dan Sutrisno, ST, MT.

Hasil pengamatan yang diperoleh di PT. Deltamas Surya Indah Mulia Authorized Toyota Dealer menunjukkan sering terjadi antrian yang cukup panjang di bagian *service advisor* terutama di hari dan jam tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa sistem antrian yang dilakukan di Toyota Deltamas Cabang Medan, mengetahui kinerja sistem antrian, mengetahui kecepatan rata-rata *service advisor* dalam melakukan penerimaan pelanggan, dan mengetahui pola kedatangan kendaraan yang masuk ke bengkel. Metode yang digunakan adalah sistem *Multichannel-Single Phase (M/M/S/I/I)* yang mempunyai antrian tunggal dengan melalui beberapa fasilitas pelayanan. Model ini identik dengan Model 1 dengan perbedaan bahwa dua atau lebih individu dapat dilayani pada waktu bersamaan oleh fasilitas pelayanan yang berlainan, serta model disiplin antrian *first come firsts serve (FCFS)* atau *first in first out (FIFO)* dimana pelanggan yang pertama datang maka dilayani terlebih dahulu. Dari perhitungan didapatkan rata-rata jumlah pelanggan yang berada dalam sistem adalah 0,572 pelanggan /jam. Sedangkan rata-rata jumlah pelanggan yang berada dalam antrian adalah 0,208 pelanggan/jam. Rata-rata waktu pelanggan berada dalam sistem adalah 0,062 jam atau 3,712 menit, sedangkan rata-rata waktu pelanggan berada di dalam antrian adalah 0,023 jam atau 1,35 menit. Tingkat kegunaan sistem yang diperoleh berdasarkan perhitungan di atas adalah sebesar 36,4%. Tingkat kedatangan pelanggan rata-rata sebesar 9,25 pelanggan/jam.

Kata Kunci: Sistem Antrian, *Service Advisor*

ABSTRACT

Dede Ardiansyah. 128150021. "The Analysis of Queueing System in Service Advisor Department at PT. Deltamas Surya Indah Mulia (Authorized Toyota Dealer) Branch Office Medan." Supervised by Ir. Hj. Haniza, M.T. and Sutrisno S.T., M.T.

The gained observation result at PT. Deltamas Surya Indah Mulia Authorized Toyota Dealer shows that there often happened a long enough queue in service advisor department especially in the certain days and hours. This study aims to analyze the queueing system did at PT. Deltamas Surya Indah Mulia Branch Office Medan; to find out the performance of the queueing system, the average speed of service advisor in accepting the customers, and incoming vehicle arrival pattern to the workshop. Then, Multichannel-Single Phase (M/M/S/I/I) method was conducted to analyze queueing system. It has a single queue through some service facilities. The model is identic with Model 1 but the difference is two or more individual can be served at the same time by utilizing the different service facility, and queue discipline model *first come first serve* (FCFS) or *first in first out* (FIFO) who the first incoming customer will be served first. While, from the calculation, it reveals the average amount of customers which are in system is as much as 0.572 customer /hour. Whereas, the average amount of customers which are in queue is as much as 0.208 customer /hour. Then, the average time of customers which are in system is as much as 0.062 hour or 3.712 minutes, whereas, average time of customers which are in queue is as much as 0.023 hour or 1.35 minutes. To sum up, the level of system usage gained based on the calculation above is as much as 36.4% and the average customer arrival is as much as 9.25 customers /hour.

Keywords: Queueing System, Service Advisor



10/4/2008

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Skripsi ini adalah merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar sarjana teknik pada program studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Skripsi ini merupakan suatu penelitian tentang “Analisis Sistem Antrian Pada Bagian *Service Advisor* di PT. Deltamas Surya Indah Mulia (*Authorized Toyota Dealer*) Cabang Medan”.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Terutama kepada kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun material, dan penulis juga mengucapkan terimah kasih atas bimbingan dan arahan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng. M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Ibu Yuana Delvika, ST. MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Hj. Haniza, MT sebagai Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Sutrisno, ST. MT sebagai Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Suwarno sebagai Manager PT. Deltamas Surya Indah Mulia.
6. Bapak Poniman sebagai *Kaizen Man* PT. Deltamas Surya Indah Mulia.
7. Bapak Kasianto, sebagai *Technical Leader* dan sebagai Pembimbing Lapangan.

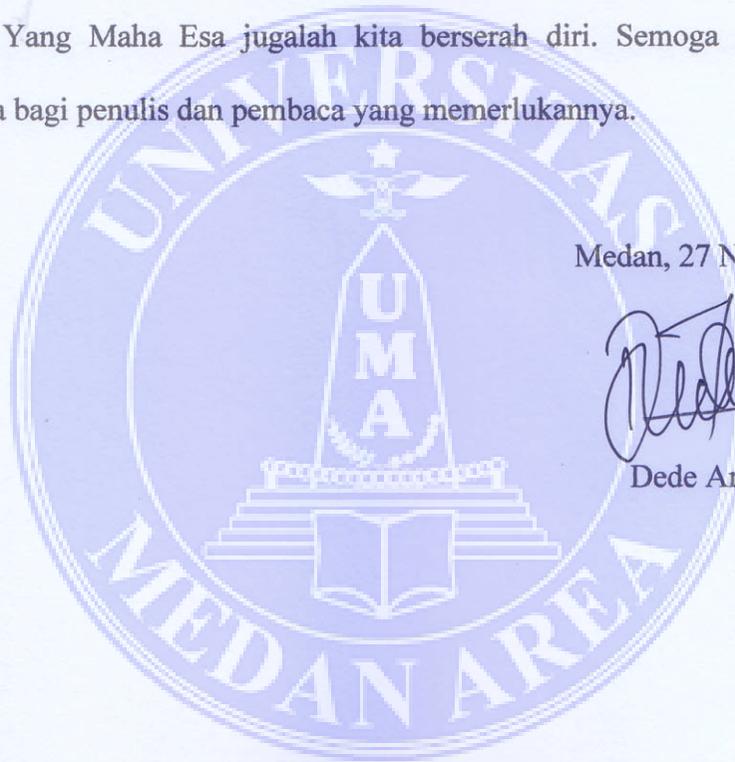
8. Kepada seluruh karyawan PT. Deltamas Surya Indah Mulia yang telah banyak membantu selama penyusunan Skripsi ini.
9. Seluruh staff Fakultas teknik Universitas Medan Area yang banyak memberikan bantuan kepada penulis.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya kepada Tuhan Yang Maha Esa jugalah kita berserah diri. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembaca yang memerlukannya.

Medan, 27 November 2017



Dede Ardiansyah



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
I.3.1. Tujuan Penelitan	4
I.3.2. Manfaat Penelitan	4
1.4. Pembatasan Masalah dan Asumsi	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sejarah Teori Antrian	7
2.2. Kerangka Dasar Model Antrian	7
2.3. Teori Antrian.....	8
2.4. Sistem Antrian.....	10
2.5. Karakteristik Sistem Antrian.....	11
2.5.1. Karakteristik Kedatangan.....	11
2.5.1.1. Sumber (Populasi Kedatangan).....	11
2.5.1.2. Populasi Kedatangan	12
2.5.1.3. Perilaku Kedatangan	13

2.5.2. Karakteristik Disiplin Antrian.....	14
2.5.3. Karakteristik Pelayanan	15
2.5.3.1. Desain Sistem Pelayanan	15
2.5.3.2. Distribusi Waktu Pelayanan.....	17
2.6. Model Antrian	20
2.7. Teori Pengambilan Sampel	27
2.8. Jumlah Pengamatan Yang Diperlukan.....	30
2.9. Penyajian Bentuk Sampel (Distribusi Sampel).....	32
2.10. Percobaan <i>Poisson</i>	33
2.11. Distribusi <i>Eksponensial</i>	34
2.12. Pengujian Kecocokan Distribusi	35

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Diskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian.....	37
3.2. Jenis Penelitian.....	37
3.3. Prosedur Penelitian.....	38
3.3.1. Pemilihan Objek Penelitian.....	39
3.3.2. Studi Pendahuluan.....	39
3.3.3. Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan.....	39
3.3.4. Identifikasi Variabel Penelitian.....	40
3.3.5. Pengumpulan Data	41
3.3.5.1. Instrumen Penelitian.....	42
3.3.6. Pengolahan Data	42
3.3.7. Analisa Data	44
3.3.8. Kesimpulan dan Saran.....	46

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	47
4.2. Pengujian Kecukupan Data.....	47
4.3. Pengujian Kecocokan Distribusi	48
4.3.1. Kecepatan Kedatangan Pelanggan Hari Pertama.....	48
4.3.2. Kecepatan Kedatangan Pelanggan Hari Kedua.....	50

4.3.3. Kecepatan Kedatangan Pelanggan Hari Ketiga	52
4.3.4. Kecepatan Kedatangan Pelanggan Hari Keempat.....	53
4.3.5. Kecepatan Kedatangan Pelanggan Hari Kelima	55
4.3.6. Kecepatan Kedatangan Pelanggan Hari Keenam.....	56
4.3.7. Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Pertama	58
4.3.8. Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Kedua	59
4.3.9. Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Ketiga	61
4.3.10. Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Keempat	62
4.3.11. Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Kelima.....	64
4.3.12. Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Keenam	66
4.4. Tingkat Kedatangan Pelanggan Secara Keseluruhan.....	67
4.5. Tingkat Pelayanan Pelanggan Secara Keseluruhan	68
4.6. Karakteristik Pelanggan	69
4.7. Analisa Data	70
4.8. Pembahasan.....	73
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Simpulan	78
5.2. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	DP
LAMPIRAN.....	L

DAFTAR TABEL

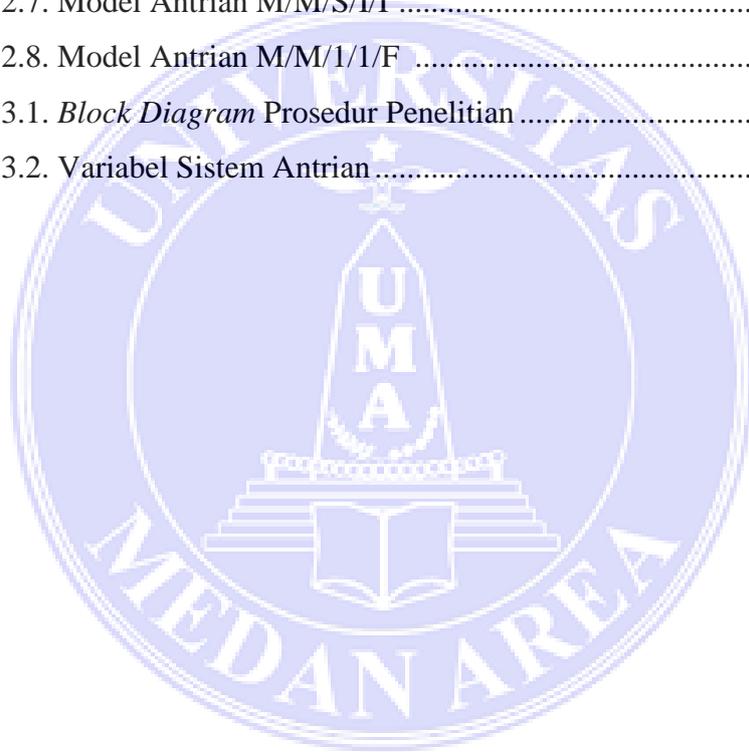
Halaman

Tabel 4.1.	Jumlah Pelanggan	47
Tabel 4.2.	Kecepatan Kedatangan Hari Pertama	49
Tabel 4.3.	Hasil Distribusi <i>Poisson</i> Hari Pertama	49
Tabel 4.4.	Kecepatan Kedatangan Hari Kedua	50
Tabel 4.5.	Hasil Distribusi <i>Poisson</i> Hari Kedua	51
Tabel 4.6.	Kecepatan Kedatangan Hari Ketiga.....	52
Tabel 4.7.	Hasil Distribusi <i>Poisson</i> Hari Ketiga.....	53
Tabel 4.8.	Kecepatan Kedatangan Hari Keempat.....	53
Tabel 4.9.	Hasil Distribusi <i>Poisson</i> Hari Keempat	54
Tabel 4.10.	Kecepatan Kedatangan Hari Kelima.....	55
Tabel 4.11.	Hasil Distribusi <i>Poisson</i> Hari Kelima.....	56
Tabel 4.12.	Kecepatan Kedatangan Hari Keenam	56
Tabel 4.13.	Hasil Distribusi <i>Poisson</i> Hari keenam	57
Tabel 4.14.	Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Pertama	58
Tabel 4.15.	Hasil Distribusi <i>Ekspensial</i> Hari Pertama.....	59
Tabel 4.16.	Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Kedua	60
Tabel 4.17.	Hasil Distribusi <i>Ekspensial</i> Hari Kedua	60
Tabel 4.18.	Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Ketiga.....	61
Tabel 4.19.	Hasil Distribusi <i>Ekspensial</i> Hari Ketiga	62
Tabel 4.20.	Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Keempat	63
Tabel 4.21.	Hasil Distribusi <i>Ekspensial</i> Hari Keempat	64
Tabel 4.22.	Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Kelima.....	65
Tabel 4.23.	Hasil Distribusi <i>Ekspensial</i> Hari Kelima	65
Tabel 4.24.	Kecepatan Pelayanan Pelanggan Hari Keenam	66
Tabel 4.25.	Hasil Distribusi <i>Ekspensial</i> Hari Keenam	67
Tabel 4.26.	Tingkat Kedatangan Pelanggan Keseluruhan	67
Tabel 4.27.	Tingkat Pelayanan Pelanggan Keseluruhan.....	68
Tabel 4.28.	Distribusi Karakteristik Pelanggan Berdasarkan Jenis Kelamin	69
Tabel 4.29.	Distribusi Identitas Pelanggan Berdasarkan Usia.....	69

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Model Sistem Antrian	8
Gambar 2.2. <i>Single Channel Single Phase</i>	16
Gambar 2.3. <i>Multiple Channel Single Phase</i>	16
Gambar 2.4. <i>Multiple Channel Multiple Phase</i>	16
Gambar 2.5. <i>Single Channel Multiple Phase</i>	17
Gambar 2.6. Model Antrian M/M/1/1/1	22
Gambar 2.7. Model Antrian M/M/S/I/I	24
Gambar 2.8. Model Antrian M/M/1/1/F	25
Gambar 3.1. <i>Block Diagram</i> Prosedur Penelitian	38
Gambar 3.2. Variabel Sistem Antrian	41



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Uji Distribusi <i>Poisson</i> Kedatangan Pelanggan	L-1
Lampiran 2 Uji Distribusi <i>Eksponensial</i> Pelayanan Pelanggan.....	L-2
Lampiran 3 Perhitungan Waktu Pelayanan Keseluruhan	L-3
Lampiran 4 Diagram Alir Service Berkala	L-4
Lampiran 5 <i>Layout</i> Area Penelitian	L-5



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dunia otomotif di Indonesia telah berkembang dan memiliki persaingan yang sangat ketat. Munculnya persaingan pada dunia otomotif disebabkan oleh pesatnya perkembangan teknologi yang sangat berpengaruh terhadap tingkat kebutuhan manusia yang sangat beragam. Agar dapat mempertahankan kelangsungan hidup perusahaan diperlukan strategi yang tepat dalam memberikan pelayanan.

Layanan service juga menjadi perhatian untuk menjaga loyalitas para pelanggan sehingga perawatan rutin merupakan keharusan bagi para konsumen. Dalam melakukan perawatan pihak produsen telah menyediakan bengkel-bengkel resmi dengan mekanik yang terlatih serta *sparepart* yang terjamin keasliannya. Selain itu harus diperhatikan juga komponen lain dalam memberikan pelayanan servis yaitu memberikan pelayanan yang cepat agar pelanggan tidak menunggu lama. Dalam mengurangi waktu tunggu, maka perlu tambahan fasilitas pelayanan untuk mengurangi antrian yang panjang, dan untuk meminimalkan waktu tunggu, maka penerapan teori antrian sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas pelayanan.

PT. Deltamas Surya Indah Mulia Authorized Toyota Dealer merupakan salah satu perusahaan jaringan jasa penjualan, perawatan, perbaikan, dan penyediaan suku cadang toyota di wilayah Medan. Hingga saat ini tercatat puluhan *After Sales Service toyota* Indonesia, baik itu *Main Dealer* maupun *Dealer* resmi Toyota lainnya. Bertambahnya jumlah cabang *Main Dealer*

mengakibatkan tingkat persaingan antar cabang semakin tinggi, tidak hanya untuk saat ini tetapi semakin tinggi di masa akan datang ditambah lagi kondisi ekonomi Indonesia saat ini lagi sulit, sehingga mempengaruhi sekali terhadap unit kendaraan servis yang masuk ke bengkel.

Kondisi persaingan yang akan dihadapi industri otomotif ini yang akhirnya membuat setiap *Dealer Toyota* yang ada selalu berupaya untuk memberikan pelayanan terbaik bagi pelanggannya. Hal ini disebabkan agar dealer mampu mempertahankan pelanggan yang telah ada dan menambah jumlah pelanggan baru. Dalam proses perjalanannya untuk memberikan pelayanan kelas dunia kepada pelanggan, PT. Deltamas Surya Indah Mulia masih menghadapi beberapa kendala yang harus segera diatasi salah satunya adalah sistem antrian, baik itu dari antrian pelanggan tunggu dilayani (dipanggil nomor antrianya) maupun proses selanjutnya. Hasil pengamatan sementara yang diperoleh di PT. Deltamas Surya Indah Mulia Authorized Toyota Dealer menunjukkan sering terjadinya antrian yang cukup panjang dibagian *service advisor* terutama dihari-hari tertentu dan jam-jam tertentu.

Service advisor adalah orang bertanggung jawab melayani kebutuhan pelanggan yang datang dan keluar bengkel dengan mendengarkan, menganalisa, dan menjelaskan tentang kerusakan kendaraan, membuat PKB (perintah kerja bengkel) dan estimasi waktu serta biaya untuk mencapai kepuasan pelanggan, serta menjaga kerapian data-data kendaraan pelanggan.

Setiap harinya jumlah pelanggan yang masuk untuk melakukan servis kendaraan berbeda-beda, dan dapat disimpulkan rata-rata unit *entry* perharinya yaitu sebanyak 110 kendaraan. Dari data tersebut, dilakukan peninjauan langsung

pada PT. Deltamas Surya Indah Mulia untuk mengetahui berapakah rata-rata waktu yang dihabiskan pelanggan dalam menunggu untuk dilayani oleh *service advisor*. Data waktu tunggu penerimaan *service* pelanggan yang menunggu dilayani dalam waktu 0-5 menit dilambangkan dengan lampu hijau di layar monitor artinya aman sekitar 31 pelanggan (28.18%), 6-10 menit dilambangkan dengan lampu kuning artinya waspada sekitar 37 pelanggan (33.63%), waktu 11-15 menit dilambangkan dengan warna merah artinya *lead* (telat dilayani atau dipanggil nomor antrianya) sekitar 42 pelanggan (38.18%). Pada umumnya setiap pelanggan yang datang untuk melakukan servis kendaraan Toyota Deltamas memiliki standart waktu tunggu diterima oleh *service advisor* yaitu maksimal 10 menit target yang diberikan oleh Toyota Astra Motor.

Dari data diatas, pelanggan yang mengalami waktu tunggu lebih dari 11 menit dipengaruhi oleh kecepatan tingkat pelayanan *service advisor*. Tidak tercapainya pelayanan dipengaruhi oleh kedatangan pelanggan, kecepatan pelayanan *service advisor*, dan kurang maksimalnya tingkat profesionalisme *service advisor* dalam melayani pelanggan.

Dengan demikian, penulis tertarik untuk mengadakan penelitian mengenai model antrian pada PT. DELTAMAS S.I.M *Authorized Toyota Dealer* yang berjudul "Analisis Sistem Antrian Pada Bagian *Service Advisor* di PT. Deltamas Surya Indah Mulia (*Authorized Toyota Dealer*) Cabang Medan".

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, penulis merumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah penerapan sistem antrian yang ada saat ini sudah sesuai dengan keinginan pelanggan?
2. Bagaimana pola kedatangan dan pola pelayanan pelanggan pada PT. Deltamas Surya Indah Mulia?
3. Berapakah kecepatan pelayanan rata-rata yang diberikan *service advisor* dalam melayani pelanggan?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui kinerja sistem antrian yang digunakan saat ini pada bagian *service advisor* di Toyota Deltamas.
2. Mengetahui pola kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan dari *service advisor*.
3. Mengetahui kecepatan pelayanan rata-rata *service advisor* dalam melayani pelanggan.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai salah satu bahan referensi dan sumbangan pikiran di masa yang akan datang bagi manajemen operasional pada PT. Deltamas

Surya Indah Mulya di kemudian hari dalam rangka meningkatkan pelayanan.

2. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan penulis dalam menerapkan beberapa teori yang diperoleh dalam perkuliahan.
3. Memberikan informasi bagi pihak perusahaan guna mengambil keputusan untuk menentukan jumlah *service advisor* yang optimal sesuai dengan kondisi antrian.

1.4. Pembatasan Masalah dan Asumsi

Dalam penelitian ini agar lebih terarah penulis membatasi hanya pada :

1. Penelitian dilakukan selama 1 minggu (rabu-senin) dengan melakukan observasi langsung di Toyota Deltamas.
2. Pengukuran waktu hanya dilakukan untuk waktu-waktu yang berkaitan langsung dengan proses penerimaan dimulai dari jam 08.00-16.00 WIB.
3. Penelitian hanya difokuskan pada fenomena antrian yang terjadi pada departemen servis terutama area penerimaan oleh *service advisor*.
4. Penelitian ini bersifat subjektif bagi perusahaan, analisis antrian akan memberikan informasi mengenai kondisi bagi beberapa *service advisor* yang akan ditambah atau dikurangi.
5. Diluar dari jam penelitian tidak dimasukan kedalam waktu pengamatan penelitian.

Asumsi-asumsi yang digunakan antara lain sebagai berikut:

- a. Kondisi pada minggu pengamatan mewakili minggu-minggu selanjutnya.
- b. Tidak terjadi perubahan metode kerja selama penelitian dilakukan.
- c. *service advisor* memiliki kemampuan yang sama dalam melayani pelanggan.
- d. Pihak Toyota Deltamas tidak melakukan diskriminasi dalam pelayanan kepada pelanggan.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Teori Antrian

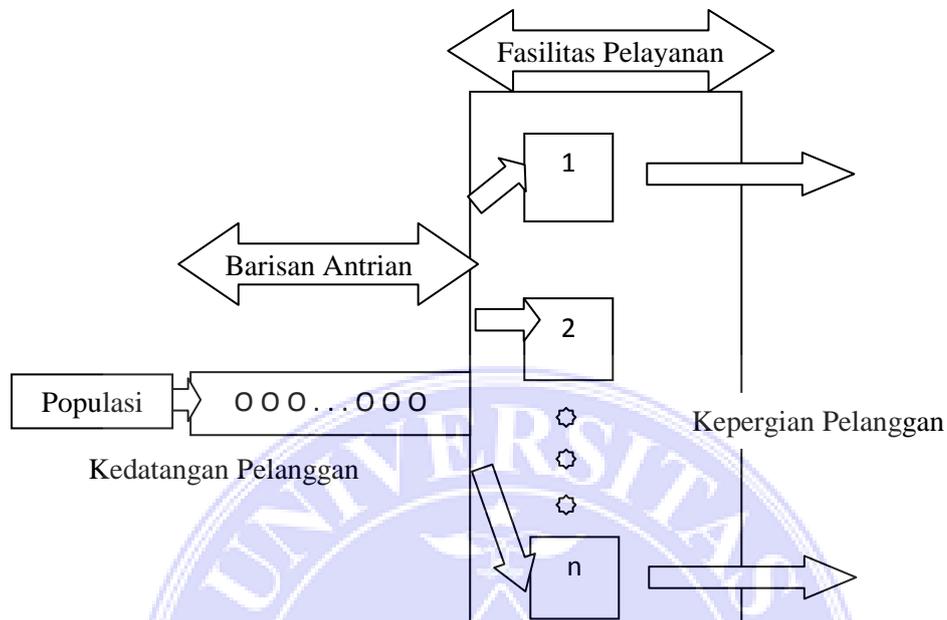
Teori antrian (*queueing theory*) diawali oleh Agner Kraup Erlang pada 1 Januari 1878-3 Februari 1929 yang pertama kali mempublikasikan makalah mengenai *queueing theory* pada tahun 1909. A.K. Erlang adalah seorang insinyur asal Denmark yang bekerja di *Copenhagen Telephone*. Pada saat itu, permintaan hubungan telepon ke satu nomor masih dilayani secara manual oleh operator dimana pada saat-saat sibuk peminta harus menunggu untuk bisa disambungkan dengan nomor yang dikehendaki karena padatnya lalu lintas komunikasi.

Pada tahun 1917, AK. Erlang memperbaiki penemuannya dan kemudian disusul oleh Molina (1927) dan Thorton (1928). Sebelum perang dunia kedua berakhir, teori ini telah diperluas penerapannya ke masalah-masalah umum dengan memasukan faktor antri dan garis tunggu. Penggunaan istilah sistem antrian (*queueing theory*) dijumpai pertama kali pada tahun 1951 di dalam *Journal Royal Statiscal Society*.

2.2. Kerangka Dasar Model Antrian

Sistem antrian merupakan sistem yang mencakup barisan antri dan fasilitas pelayanan. Langganan yang memerlukan pelayanan terbentuk dari waktu ke waktu yang berasal dari suatu sumber masukan yang disebut *calling population*. Para pelanggan ini masuk kedalam sistem antri dan bergabung membentuk barisan antri kemudian dilayani berdasarkan disiplin pelayanan yang digunakan. Pelayanan pelanggan diberikan melalui mekanisme dan setelah selesai dilayani

maka pelanggan tersebut pergi meninggalkan sistem antrian. Proses yang terjadi dalam sistem antrian dapat dilihat pada gambar 2. 1.



Gambar 2.1. Model Sistem Antrian

2.3. Teori Antrian

Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian atau baris-baris penungguan. Ilmu pengetahuan tentang bentuk antrian, yang sering disebut sebagai teori antrian (*queueing theory*), merupakan sebuah bagian penting operasi dan juga alat yang sangat berharga bagi manajer operasi. Antrian (*waiting line/queue*) adalah sebuah situasi yang umum sebagai contoh, dapat mengambil bentuk deretan mobil yang menunggu untuk diperbaiki pada Midas Muffler Shop, pekerjaan fotokopi yang sedang menunggu diselesaikan di toko percetakan Kinko, atau orang-orang yang sedang berlibur menunggu untuk masuk ke wahana Mr. Frogg's Wild Ride di Disney.

Model antrian sangat berguna baik dalam bidang manufaktur dan juga jasa. Analisis antrian dalam bentuk panjang antrian, rata-rata menunggu, dan faktor lain membantu untuk memahami sistem jasa seperti kasir di bank, aktivitas pemeliharaan berupa perbaikan mesin yang sedang rusak, dan aktivitas pengendalian shop-floor. Sebetulnya, pasien yang sedang menunggu di ruang praktik dokter dan mesin bor yang sedang menunggu di bengkel untuk diperbaiki.(Hezer dan Render, 2005, Hal 418).

Aminudin (2005, hal 169) terdapat beberapa ukuran kinerja dari sistem antrian. Ukuran-ukuran kinerja tersebut antara lain:

1. Lama waktu pelanggan harus menunggu sebelum mendapatkan pelayanan.
2. Presentase waktu fasilitas pelayanan yang tidak digunakan atau mengganggu karena tidak ada pelanggan.

Ukuran-ukuran kinerja tersebut merupakan parameter yang menentukan kinerja dari suatu fasilitas. Semakin singkat waktu bagi pelanggan untuk menunggu dan semakin sedikit waktu mengganggu fasilitas pelayanan berarti kondisi akan sistem optimal.

Tujuan sebenarnya dari teori antrian adalah meneliti kegiatan antrian dari fasilitas pelayanan dalam kondisi random dari suatu sistem antrian yang terjadi.

Untuk itu, pengukuran yang logis akan ditinjau dari 2 bagian, yaitu:

1. Berapa lama pelanggan harus menunggu, di dalam hal ini dapat diuraikan melalui waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh pelanggan untuk menunggu sampai mendapatkan pelayanan!
2. Berapa persentase dari waktu yang disediakan untuk memberikan pelayanan itu fasilitas pelayanan dalam kondisi mengganggu?

Sehingga dapat dibayangkan bahwa bila pelanggan membutuhkan waktu menunggu yang cukup lama maka akan diperoleh angka presentase yang kecil, yang berarti sama sekali tidak ada waktu menganggur dalam pelayanan tersebut. Inti dari analisa antrian adalah antri itu sendiri.

2.4. Sistem Antrian

Dalam pendekatan sistem ada empat faktor yang dominan, yaitu batasan sistem, *input*, proses, dan *output*. Batasan sistem berfungsi untuk mengetahui apakah mereka sudah berada di garis tunggu kemudian keluar masih termasuk diobservasi, demikian pula sejauh mana batasan proses pelayanan dimana fasilitas pelayanan telah selesai dengan aktivitasnya. *Input* pada model antrian adalah mereka yang menghendaki pelayanan dari sebuah fasilitas yang menawarkan jenis pelayanan tertentu. Proses adalah kegiatan tertentu untuk melayani permintaan pelanggan. Pada umumnya, sistem antrian dapat diklasifikasikan menjadi sistem yang berbeda-beda. Klasifikasi menurut *Hiller dan Lieberman* (2005, hal 199) adalah sebagai berikut:

1. Sistem pelayanan komersial, merupakan aplikasi yang sangat luas dari model antrian, seperti restoran, kafetaria, toko-toko, salon, butik, dan supermarket.
2. Sistem pelayanan bisnis industri, mencakup lini produksi, sistem *material handling*, sistem pergudangan, dan sistem-sistem informasi komputer.
3. Sistem pelayanan transportasi.

4. Sistem pelayanan sosial, merupakan sistem-sistem pelayanan yang dikelola oleh kantor-kantor, seperti kantor tenaga kerja, kantor registrasi SIM dan STNK, kantor pos, rumah sakit, dan puskesmas.

2.5. Karakteristik Sistem Antrian

Menurut Heizer dan Render (2005, hal 419) terdapat 3 komponen dalam sebuah sistem antrian, yaitu:

1. Kedatangan atau masukan sistem. Kedatangan memiliki karakteristik seperti ukuran populasi, perilaku, dan sebuah distribusi statistik.
2. Disiplin antrian, atau antrian itu sendiri. Karakteristik antrian mencakup apakah jumlah antrian terbatas atau tidak terbatas panjangnya dan orang-orang di dalamnya.
3. Fasilitas pelayanan. Karakteristiknya meliputi desain dan distribusi statistik waktu pelayanan.

2.5.1. Karakteristik Kedatangan

Sumber input yang menghadirkan kedatangan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki 3 karakteristik utama (Heizer dan Render, 2005, hal 419):

1. Ukuran Populasi Kedatangan.
2. Pola kedatangan (distribusi statistik).
3. Perilaku kedatangan.

2.5.1.1. Sumber (Populasi Kedatangan)

Ukuran populasi dilihat sebagai tidak terbatas atau terbatas. Jika jumlah kedatangan pelanggan pada sebuah waktu tertentu hanyalah sebagian kecil dari

semua kedatangan yang potensial, maka populasi kedatangan disebut sebagai populasi yang tidak terbatas (*unlimited, or infinite, population*). Contoh dari populasi yang tidak terbatas adalah mobil yang datang disebuah tempat pencucian mobil, para pengunjung yang tiba di supermarket, dan mahasiswa yang ingin mendaftarkan diri pada sebuah universitas besar. Sebagian model antrian mengasumsikan populasi kedatangan tidak terbatas. Sebuah contoh populasi terbatas (*limited, or finite, population*), ditemukan dalam sebuah toko percetakan yang memiliki delapan mesin cetak. Setiap mesin cetak merupakan seorang pelanggan yang potensial yang mungkin rusak dan memerlukan pemeliharaan.

2.5.1.2. Pola Kedatangan

Pola distribusi kedatangan pelanggan ke dalam sistem menentukan pola besarnya kedatangan pelanggan dalam sistem. Suatu anggapan yang biasa dibuat adalah kedatangan kedalam sistem selalu mengikuti proses *poisson*. Hal ini benar apabila kedatangan pelanggan terjadi secara random dengan kecepatan kedatangan rata-rata tertentu. Anggapan ini adalah distribusi probabilitas dari selang waktu antara kedatangan dengan mengikut distribusi eksponensial. Selang waktu antar dua kedatangan pelanggan yang beruntun disebut selang waktu kedatanganan.

Fungsi peluang poisson digunakan untuk menggambarkan tingkat kedatangan dengan asumsi bahwa jumlah kedatangan secara acak. Dimana persamaanya fungsi peluang poisson adalah sebagai berikut :

$$P(x) \text{ kedatangan} = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

Dimana:

$P(x)$ = Peluang bahwa ada x pelanggan dalam sistem

λ = Harga rata-rata kecepatan kedatangan

e = Bilangan navier ($e = 2,71828$)

x = Bilangan cacah (0, 1, 2, 3,...)

Uji Kesesuaian Poisson

Uji kesesuaian poisson dilakukan dengan uji χ^2 . Untuk menghitung nilai χ^2 dari data pengamatan pada H_1, H_2 sampai H_{10} terlebih dahulu ditentukan nilai data yang diharapkan ditentukan dengan rumus :

$$\chi^2 = \sum \frac{\chi_i - \chi}{\chi}$$

Kriteria keputusan dilakukan dengan terima pola kedatangan berdistribusi poisson apabila $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ dalam hal lain keputusan ditolak.

2.5.1.3. Perilaku Kedatangan

Hampir semua model antrian berasumsi bahwa pelanggan yang datang adalah pelanggan yang sabar. Pelanggan yang sabar adalah mesin atau orang-orang yang menunggu dalam antrian hingga mereka dilayani dan tidak berpindah garis antrian. Pelanggan yang menolak tidak akan mau untuk bergabung dalam antrian karena merasa terlalu lama waktu yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi keperluan mereka. Pelanggan yang membelot adalah mereka yang masuk antrian akan tetapi menjadi tidak sabar dan meninggalkan antrian tanpa melengkapinya transaksi mereka. Pada kenyataannya, kedua situasi ini baru menyoroiti kebutuhan akan analisis teori antrian saja.

2.5.2. Karakteristik Disiplin Antrian

Disiplin antrian adalah aturan dalam mana para pelanggan dilayani. Atau disiplin pelayanan (*service discipline*) yang memuat urutan (*order*) para pelanggan menerima layanan. Aturan pelayanan menurut urutan kedatangan ini dapat didasarkan pada :

1. Pertama Masuk Pertama Keluar (FIFO)

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

2. Yang Terakhir Masuk Pertama Keluar (LIFO)

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

3. Pelayanan Dalam Urutan Acak

SIRO (*Service In Random Order*) dimana pelayanan dilakukan secara acak. Sering juga dikenal dengan RSS (*Random Selection For Service*). Contohnya adalah pada arisan, dimana pelayanan atau *service* dilakukan berdasarkan undian (*random*).

4. Pelayanan Berdasarkan Prioritas (PRI).

Dimana pelayanan didasarkan prioritas khusus. Misalnya dalam suatu pesta dimana tamu-tamu yang dikategorikan VIP akan dilayani terlebih dahulu.

2.5.3. Karakteristik Pelayanan

Menurut Heizer dan Render, (2005, hal 419) komponen ketiga dari setiap sistem antrian adalah karakteristik Pelayanan. Dua hal penting dalam karakteristik pelayanan:

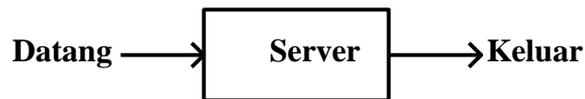
1. Desain sistem Pelayanan.
2. Distribusi waktu pelayanan

2.5.3.1. Desain Sistem Pelayanan

Mekanisme pelayanan terdiri dari satu atau lebih fasilitas pelayanan yang dipasang serial. Setiap fasilitas dapat mempunyai satu atau lebih stasiun pelayanan paralel. Atas dasar sifat proses pelayanannya, dapat diklasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan saluran atau *channel* (*single* dan *multiple*) dan *phase* (*single* atau *multiple*) yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda. Istilah saluran menunjukkan jumlah jalur untuk memasuki sistem pelayanan yang juga menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan. Ada 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam sebuah sistem antrian:

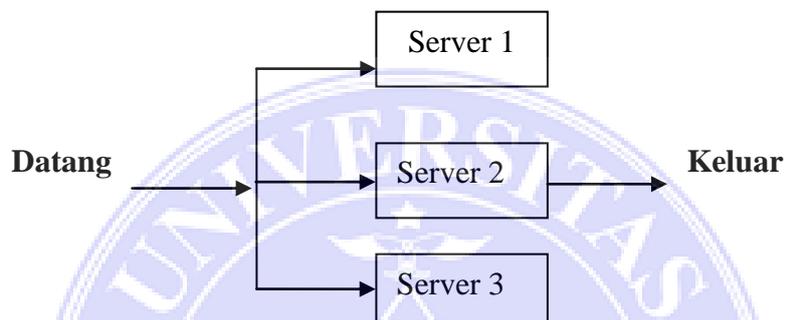
1. *Single Channel Single Phase* (Satu Antrian Satu Pelayanan).

Single Channel berarti hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau hanya ada satu fasilitas pelayanan. *Single Phase* berarti pelayanan diberikan dalam satu tahapan saja, dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Gambar 2.2. *Single Channel Single Phase*

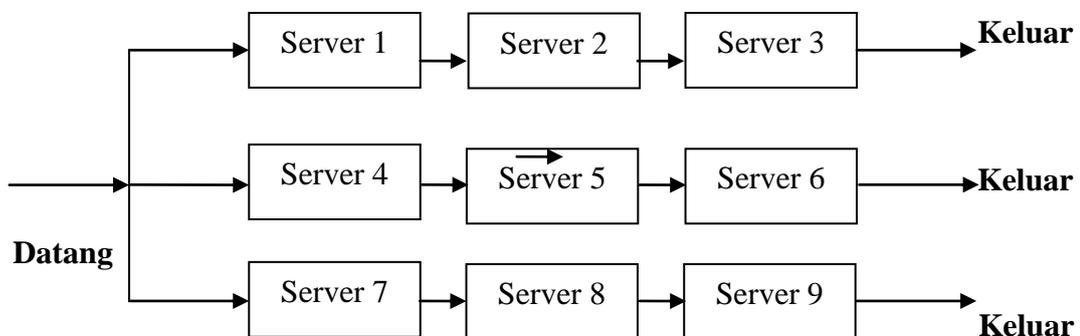
2. *Multiple Channel Single Phase* (Satu Antrian Beberapa Pelayanan *Single*)

Multiple Channel berarti ada beberapa jalur antrian yang tersedia untuk memasuki jalur dan *Single Phase* berarti pelayanan tersebut hanya dilakukan dalam satu tahapan saja, dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Gambar 2.3. *Multiple Channel Single Phase*

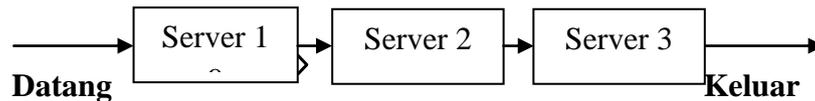
3. *Multiple Channel Multiple Phase* (Beberapa Antrian Beberapa Pelayanan Paralel).

Istilah *Multi Phase* berarti bahwa terdapat beberapa proses pelayanan sampai proses pelayanan tersebut dinyatakan selesai, dan *Multi Channel* berarti pelayanan tersebut dilakukan dengan beberapa jalur antrian, dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Gambar 2.4. *Multiple Channel Multiple Phase*

4. *Single Channel Multiple Phase* (Satu Antrian Beberapa Pelayanan Seri).

Istilah *Multi Phase* berarti bahwa terdapat beberapa proses pelayanan sampai proses pelayanan tersebut dinyatakan selesai, dan *Single Channel* berarti pelayanan tersebut dilakukan dengan satu jalur antrian saja, dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. *Single Channel Multiple Phase*

2.5.3.2. Distribusi Waktu Pelayanan

Pola pelayanan serupa dengan pola kedatangan dimana pola ini bisa konstan maupun acak. Jika waktu pelayanan konstan, maka waktu yang diperlukan untuk melayani setiap pelanggan sama. Yang lebih sering terjadi adalah waktu pelayanan yang berdistribusi secara acak. Dalam banyak kasus dapat diasumsikan bahwa waktu pelayanan acak dijelaskan oleh distribusi probabilitas eksponensial negatif.

1. Lama Pelayanan

Lama pelayanan yang dihitung sejak kedatangan pelanggan dalam sistem antrian sampai selesai pelayanan mengikuti :

1. Distribusi Eksponensial yang persamaanya sebagai berikut :

$$f(t) = \mu e^{-\mu t}$$

dengan :

μ = rata – rata lama pelayanan

e = Bilangan navier (e = 2,71828)

t = waktu lamanya pelayanan tiap unit

2. Uji kesesuaian Eksponensial

Untuk menghitung nilai χ^2 dari data pengamatan pada H_1, H_2 sampai H_{10} terlebih dahulu ditentukan nilai waktu pelayanan yang diharapkan dengan menggunakan rumus distribusi Eksponensial.

Untuk menentukan nilai χ^2 maka digunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum \frac{(\mu_i - \mu_{i \text{ harapan}})^2}{\mu_{i \text{ harapan}}}$$

Kriteria keputusan dilakukan dengan terima rata – rata pelayanan berdistribusi eksponensial apabila $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ dalam hal lain keputusan ditolak.

2. Jumlah Pelayanan

Karakteristik dari populasi yang akan dilayani (*calling population*) dapat dilihat menurut ukuranya, pola kedatangannya serta perilaku dari populasi yang akan dilayani. Menurut ukuranya, populasi yang akan dilayani bisa terbatas (*finite*) bisa juga tidak terbatas (*infinite*). Sebagai contoh jumlah mahasiswa yang antri untuk registrasi di sebuah perguruan tinggi sudah diketahui jumlahnya, sedangkan jumlah pelanggan yang masuk ke bengkel untuk antri service kendaraanya. Baik itu service 1000 km sampai service selanjutnya atau pun pekerjaan untuk general repair bisa tidak terbatas. Pola kedatangan bisa teratur, bisa juga acak (*random*). Kedatangan yang teratur sering kita jumpai pada proses booking service yang sudah distandarisasi. Pada proses semacam ini, kedatangan pelanggan untuk proses selanjutnya biasanya sudah ditentukan waktunya, misalnya setiap 30 menit. Sedangkan pola

kedatangan yang sifatnya acak atau random banyak kita jumpai misalnya kedatangan pelanggan non booking. Pola kedatangan yang sifatnya acak dapat digambarkan dengan distribusi statistik dan dapat ditentukan dua cara yaitu kedatangan per satuan waktu dan distribusi waktu antar kedatangan.

Contoh: Kedatangan digambarkan dalam jumlah satu waktu, dan bila kedatangan terjadi secara acak, informasi yang penting adalah Probabilitas n kedatangan dalam periode waktu tertentu, dimana $n = 0,1,2$. Jika kedatangan diasumsikan terjadi dengan kecepatan rata-rata yang konstan dan bebas satu sama lain disebut distribusi probabilitas Poisson. Ahli matematika dan fisika, Poisson (1781–1840), menemukan sejumlah aplikasi manajerial, seperti kedatangan pasien di RS, sambungan telepon melalui central switching sistem, kedatangan kendaraan di pintu tol, dll. Semua kedatangan tersebut digambarkan dengan variabel acak yang terputus-putus dan *nonnegative* integer (0, 1, 2, 3, 4, 5, dst). Selama 10 menit mobil yang antri di pintu tol bisa 3, 5, 8, dan seterusnya.

Ciri – ciri distribusi *Poisson* :

1. Rata-rata jumlah kedatangan setiap interval bisa diestimasi dari data sebelumnya.
2. Bila interval waktu diperkecil misalnya dari 10 menit menjadi 5 menit, maka pernyataan ini benar :
 - a. Probabilitas bahwa seorang pasien datang merupakan angka yang sangat kecil dan konstan untuk setiap interval.

- b. Probabilitas bahwa 2 atau lebih pasien akan datang dalam waktu interval sangat kecil sehingga probabilita untuk 2 atau lebih dikatakan nol (0).
- c. Jumlah pasien yang datang pada interval waktu bersifat *independent*.
- d. Jumlah pasien yang datang pada satu interval tidak tergantung pada interval yang lain.

2.6. Model Antrian

Model antrian dapat diterapkan di bidang manajemen operasi. Empat model yang sering digunakan akan diperkenalkan. Model antrian dikembangkan melalui kombinasi dari beberapa karakteristik seperti populasi masukan, disiplin antrian, mekanisme pelayanan dan lain-lain.

Terminologi dan notasi yang biasa digunakan dalam sistem antrian adalah sebagai berikut :

1. Keadaan sistem ialah jumlah atau banyaknya aktivitas pelayanan yang melayani satuan langganan yang berada dalam system.
2. Panjang antrian adalah banyaknya satuan yang berada dalam sistem dikurangi dengan jumlah satuan yang sedang dilayani.

Untuk kemudahan dalam memahami karakteristik dalam suatu sistem antrian digunakan notasi Kendall Lee yaitu format umum, $(a/ b/ c) : (d/ e/ f)$. Notasi ini dikenalkan pertama kali oleh DG Kendall dalam bentuk $(a/ b/ c)$ dan selanjutnya AM. Lee menambahkan simbol d, e dan f pada notasi Kendall.

Notasi Kendall tersebut mempunyai arti sebagai berikut :

- a : Bentuk distribusi pertibaan, yaitu jumlah pertibaan pertambahan waktu.
- b : Bentuk distribusi pelayanan.
- c : Jumlah saluran paralel dalam sistem.
- d : Disiplin pelayanan
- e : Jumlah maksimum yang diperkenankan berada dalam sistem.
- F : Besarnya populasi masukan

Simbol a dan b untuk kedatangan dan kepergian digunakan kode–kode berikut sebagai pengganti :

- M : Distribusi pertibaan Poisson atau distribusi pelayanan eksponensial
- D : Waktu pelayanan tetap
- G : Dstribusi umum keberangkatan atau waktu pelayanan

Untuk huruf d digunakan kode – kode pengganti :

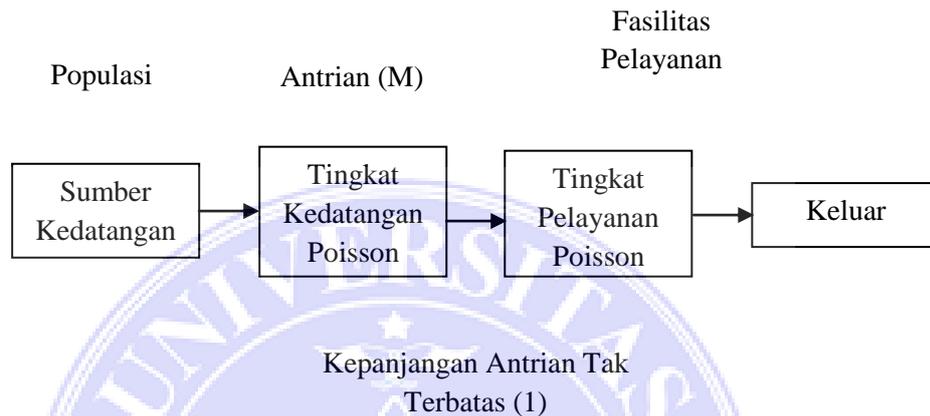
1. FIFO atau FCFS
2. LIFO atau LCFS
3. SIRO

Untuk huruf c, dipergunakan bilangan bulat positif yang menyatakan jumlah pelayanan paralel. Untuk huruf e, f digunakan kode N atau menyatakan jumlah terbatas atau tak terhingga satu–satuan dalam sistem antrian dan populasi masukan. Misalnya kalau ditulis model (M/M/1) : (FIFO/~/~), ini berarti bahwa model menyatakan pertibaan didistribusikan secara poisson, waktu pelayanan didistribusikan secara eksponensial, pelayanan adalah first in first out, tidak berhingga jumlah langganan yang boleh masuk dalam sistem antrian dan ukuran (besarnya) populasi masukan adalah tak terhingga.

Adapun empat model antrian yang sering digunakan yaitu:

a. Model M/M/1/1/1

Model ini merupakan model antrian yang paling sederhana, tetapi mengandung banyak asumsi-asumsi yang harus ditepati seperti yang dapat dilihat pada gambar 2. 6.



Gambar 2.6. Model M/M/1/1/1

Berikut rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung model antrian M/M/1/1/1:

- a. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem

$$Ls = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

- b. Jumlah pelanggan rata-rata yang dihabiskan dalam sistem

$$Ws = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

- c. Rata-rata jumlah pelanggan dalam barisan antrian

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Dimana :

λ = Jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu

μ = Jumlah orang yang dilayani persatuan waktu

- d. Waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan untuk menunggu dalam antrian sampai dilayani

$$Wq = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

- e. Faktor utilitas sistem

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

- f. Probabilitas terdapat 0 uni dalam sistem

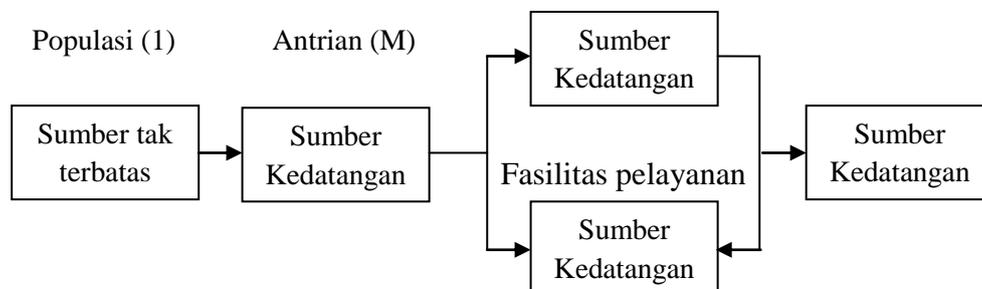
$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

- g. Probabilitas terdapat lebih dari sejumlah k unit dalam sistem, dimana n adalah jumlah unit dalam sistem

$$P_{n > k} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k+1}$$

- b. Model M/M/S/I/I

Ini adalah sistem *Multichannel-Single Phase* yang mempunyai antrian tunggal dengan melalui beberapa fasilitas pelayanan. Model ini identik dengan Model 1 dengan perbedaan bahwa dua atau lebih individu dapat dilayani pada waktu bersamaan oleh fasilitas pelayanan yang berlainan. Model ini dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Model M/M/S/I/I

Berikut ini rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung model antrian M/M/S/I/I:

- a. Probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem

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

- b. Untuk menghitung jumlah rata-rata pelanggan menunggu dalam antrian

$$L_q = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \lambda x \mu}{(c-1)! (c\mu - \lambda)^2}$$

- c. Untuk menghitung jumlah rata-rata pelanggan menunggu dalam sistem

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

- d. Untuk menghitung waktu rata-rata pelanggan menunggu dalam antrian

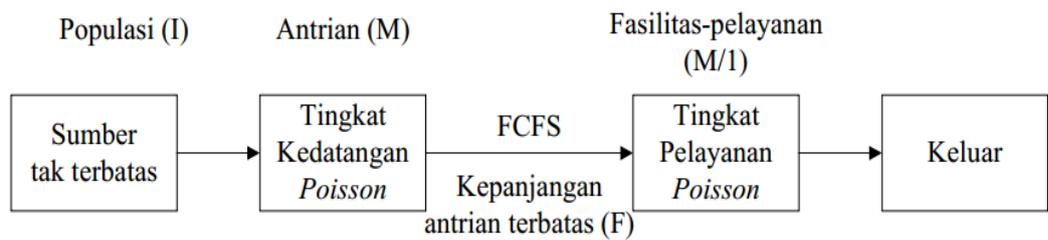
$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

- e. Untuk menghitung rata-rata pelanggan dalam sistem

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

- c. Model M/M/1/1/F

Model 3 ini identik dengan model 1, dengan perbedaan bahwa kepanjangan antrian adalah terbatas. Model M/M/1/1/F dapat dilihat pada gambar 2. 8.



Gambar 2.8. Model M/M/1/1/F

Berikut ini rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung model antrian M/M/1/1/F:

- a. panjang antrian

$$Lq = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu - \lambda)}$$

- b. waktu menunggu dalam antrian

$$Wq = \frac{\lambda}{2\mu(\mu - \lambda)}$$

- c. Jumlah pelanggan dalam sistem rata-rata

$$Ls = Lq + \lambda/\mu$$

- d. Waktu tunggu rata-rata dalam sistem

$$Ws = Wq + 1/\mu$$

- d. Model M/M/S/F/1

Model ini adalah equivalen dengan model 2, perbedaan bahwa model ini mempunyai sumber populasi yang terbatas. Sebagai contoh, sejumlah mesin-mesin dalam suatu departemen produksi yang rusak atau memerlukan penyesuaian (*adjustment*), sejumlah pasien dalam suatu rumah sakit yang memerlukan tipe-tipe perawatan tertentu dan sebagainya.

Berikut Notasi yang digunakan dalam model M/M/S/F/1:

U = Waktu rata-rata antar kedatangan per unit

- T = Waktu rata-rata pelayanan per unit
- H = Jumlah rata-rata yang sedang dilayani
- J = Jumlah rata-rata unit yang sedang beroperasi
- N = Jumlah unit dalam populasi
- M = Jumlah channel pelayanan
- X = Faktor pelayanan
- D = Probabilitas bahwa suatu kedatangan harus menunggu
- F = Faktor efisiensi menunggu dalam garis antrian

Rumus-rumus antrian yang digunakan dalam model M/M/S/F/I:

- a. Faktor pelayanan

$$X = \frac{T}{T + U}$$

- b. Jumlah antrian rata-rata

$$L = N(1 - F)$$

- c. Waktu tunggu rata-rata

$$W = \frac{L(T + U)}{N - 1} = \frac{T(1 - F)}{XF}$$

- d. Jumlah pelayanan rata-rata unit yang sedang beroperasi

$$J = NF(1 - X)$$

- e. Jumlah dalam pelayanan rata-rata pelanggan yang sedang dilayani

$$H = FNX$$

- f. Jumlah populasi

$$N = J + L + H$$

2.7. Teori Pengambilan Sampel

Sampling adalah suatu cara pengumpulan data yang sifatnya tidak menyeluruh, artinya tidak mencakup seluruh objek penelitian, akan tetapi hanya mencakup sampel yang diambil dari populasi tersebut.

Pengambilan sampel dibenarkan karena adanya keterbatasan waktu, tenaga dan biaya yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pengamatan terhadap seluruh anggota populasi. Pengambilan sampel harus dilakukan sedemikian rupa agar dapat menggambarkan populasi yang sebenarnya. Dengan istilah lain, sampel harus representatif. Ada beberapa rumus yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah sampel. Salah satu diantaranya yang paling banyak digunakan adalah rumus *Bernoulli*, yaitu:

$$N \geq \frac{(Z_{\alpha/2})^2 pq}{e^2}$$

Dimana:

N = Jumlah sampel

$Z_{\alpha/2}$ = distribusi normal (Z) yang diperoleh dari tabel

P = besarnya proporsi yang diterima

q = besarnya proporsi yang ditolak

e = besarnya kesalahan yang diijinkan

Pengambilan sampel dapat digolongkan atas dua bagian, yaitu:

1. *Non Probability Sampling*, yaitu jika sampel yang tidak dapat diketahui reabilitasnya dan tidak secara *random*. Digunakan jika setiap sampel yang diamati memiliki peluang yang berbeda untuk muncul. Yang termasuk dalam jenis *sampling* ini sebagai berikut:
 - a. *Convenience Sampling*

Pengambilan sampel dengan cara ini yaitu dengan cara mengambil anggota populasi yang dianggap sudah mewakili populasi, misalnya akan dilakukan penelitian terhadap mahasiswa tingkat persiapan yang memiliki bobot A.

b. Judgement Sampling

Untuk pengambilan sampel dengan cara ini diperlukan tenaga ahli yang akan menentukan anggota populasi yang akan menjadi anggota sampel. Misalnya akan diadakan penelitian tentang penerimaan masyarakat terhadap suatu jenis kosmetika. Para ahli biasanya mengambil segolongan orang yang selalu memakai kosmetika, jadi tidak seluruh penduduk kota akan diambil sebagai pilihan.

c. Quota Sampling

Pada *quota sampling*, sampel yang diambil adalah sekelompok anggota populasi yang mempunyai karakteristik yang sama, misalnya akan dilakukan penelitian tentang keluarga berencana (KB), maka dilakukan pengelompokan golongan penduduk seperti penduduk suku Batak, Sunda, Jawa, dan sebagainya. Dari tiap golongan diambil dengan cara sebanding dari jumlah keseluruhan.

d. Snowbal Sampling

Pemilihan pertama dilakukan terhadap satu elemen dan kemudian elemen tersebut memperbanyak jumlahnya dengan mencari anggotanya sendiri. Umumnya *Sampling* ini digunakan untuk populasi yang spesifik atau mempunyai karakteristik tertentu, seperti kalangan

profesi tertentu. Pengumpulan data biasanya dilakukan dengan *interview* atau melalui telepon.

2. *Probability Sampling*, yaitu jika *reabilit* sampelnya dapat diketahui dengan menghitung besarnya *cofindence level* dan diambil secara *random*. Digunakan jika setiap sampel memiliki peluang yang sama untuk muncul. Yang termasuk di dalam jenis *sampling* ini sebagai berikut:

- a. *Simple Random Sampling*

Sampel yang diambil secara *random*, yaitu setiap anggota populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih menjadi anggota sampel. Cara yang umum dipakai adalah dengan mempergunakan tabel *random*, atau dapat juga dipergunakan cara undian.

- b. *Stratified Random Sampling*

Teknik pengambilan sampel ini adalah teknik sampel dimana dapat diadakan kelompok-kelompok atau tingkatan dari populasi yang akan kita ambil sampelnya. Tiap-tiap tingkatan merupakan sub populasi. Pemisahan dalam tiap tingkatan berdasarkan sifat yang dimiliki dari anggota populasi, yang mempunyai sifat yang sama dimasukkan ke dalam satu tingkatan. Kemudian dari setiap tingkatan itu diambil sampelnya dengan cara *random sampling*. Jika populasi tidak homogen, terdapat tingkatan yang masing-masing homogen, maka dari tiap lapisan dapat diambil sampel secara acak. Syarat pemakaian teknik pengambilan sampel secara *stratified* ini sebagai berikut:

1. Terdapat kriteria yang jelas untuk membuat stratifikasi populasi.

2. Perlu ada data pendahuluan tentang populasi, tentang variabel yang digunakan sebagai kriteria stratifikasi.
3. Perlu diketahui jumlah individu secara tepat pada tiap strata.

c. *Cluster Sampling*

Pengambilan sampel ini, penentuan pengelompokan berdasarkan *geograpycal*, misalnya atas dasar daerah. Kemudian dari tiap sampel secara *random* dan dapat pula secara proposional dilakukan pengambilan sampel yang dibutuhkan.

d. *Systematic Sampling*

Teknik ini memiliki konsep bahwa hanya individu pertama yang terpilih secara acak sedangkan individu lain dipilih menurut pola tertentu. Individu yang berikutnya ditarik dengan interval sampel total populasi dibagi dengan jumlah sampel yang ingin diambil.

2.8. Jumlah Pengamatan Yang Diperlukan

Terhadap data yang diperoleh dilakukan pengujian secara statistik untuk mengetahui apakah jumlah data telah mencukupi. Bentuk persamaan yang dipergunakan untuk mengetahui kecukupan sampel:

$$N' = \left[\frac{k/s\sqrt{N \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]$$

Penurunan rumus jika diinginkan 10% dan tingkat keyakinan 95% maka persamaan menjadi $0.1 X = 2\sigma X$ dimana:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

$$\delta X = \left[\frac{1/N \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum \sqrt{N}} \right]$$

X_i = harga-harga waktu penyelesaian yang tercatat dalam pengukuran

N = banyaknya pengukuran yang telah dilakukan

δX = standart deviasi distribusi harga rata-rata sampel waktu penyelesaian yang diukur dan besarnya

$$0.1\bar{X} = 2\delta X$$

$$0.1 \frac{\sum Xi}{N} = \left[\frac{2/N \sqrt{N \sum Xi^2}}{\sqrt{N}} \right]$$

$$\sum Xi \cdot \sqrt{N} = 20 \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

Dimana:

N = Jumlah pengamatan yang telah dilakukan

X = data pengamatan ke-n ($n=1,2,3,4\dots n$)

Jika $N > N'$ maka jumlah pengamatan telah mencukupi. jika hal ini belum terpenuhi maka, harus dilakukan pengamatan selanjutnya sampai hal tersebut dipenuhi, dimana:

N' = Jumlah sampel yang dibutuhkan

N = Jumlah pengamatan yang telah dilakukan

X_i = Nilai pengamatan

k/s = Faktor perbandingan antara tingkat kepercayaan dengan tingkat ketelitian untuk kepercayaan 95% dan ketelitian 10%, maka nilai $k/s = 20$

jika $N \geq N'$ maka jumlah pengamatan telah mencukupi. Jika hal ini belum dipenuhi maka harus dilakukan pengamatan selanjutnya sampai hal tersebut dipenuhi.

2.9. Penyajian Bentuk Sampel Distribusi Sampel

Sampel yang diamati apabila telah mencukupi maka disusun dalam bentuk tabel distribusi. Untuk menyusun daftar distribusi frekuensi dengan panjang kelas yang sama dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah dibawah:

a. Tentang Rentang

Untuk menentukan rentang dapat dilakukan dengan mengurangkan data yang paling besar dengan data yang paling kecil.

b. Tentukan banyak kelas yang diperlukan

Menentukan banyaknya kelas yang diperlukan dapat dilakukan dengan menggunakan aturan *Sturges* yaitu banyaknya kelas = $1 + 3,322 \text{ Log } N$

c. Menentukan panjang kelas

Panjang kelas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Panjang kelas} = \frac{\text{Rentang}}{\text{Banyak Kelas}}$$

d. Tentukan tepi bawah kelas pertama

Untuk menentukan tepi bawah kelas pertama ini dapat dilakukan dengan mengambil data yang paling kecil atau mengambil bilangan sembarangan yang lebih kecil dari panjang kelas yang diterapkan.

2.10. Percobaan *Poisson*

Percobaan yang menghasilkan nilai-nilai bagi suatu perubah acak X , yaitu banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama suatu selang waktu tertentu atau di suatu daerah tertentu, sering disebut percobaan *poisson* yang diambil dari Simeon-Dennis *Poisson*, seorang ilmuwan yang menemukan rumus ini pada awal abad ke-19. Nilai-nilai $p(x, \lambda)$ dapat dihitung dengan menggunakan tabel atau algoritma.

Ciri-ciri Distribusi *Poisson*:

1. Banyaknya hasil percobaan yang terjadi dalam suatu selang waktu atau suatu daerah tertentu, tidak tergantung pada banyaknya hasil percobaan yang terjadi pada selang waktu atau daerah lain yang terpisah.
2. Peluang terjadinya suatu hasil percobaan selama suatu selang waktu yang singkat sekali atau dalam suatu daerah yang kecil, sebanding dengan panjang selang waktu tersebut atau besarnya daerah tersebut, dan tidak bergantung pada banyaknya hasil percobaan yang terjadi di luar selang waktu atau daerah tersebut.
3. Peluang bahwa lebih dari satu hasil percobaan akan terjadi dalam selang waktu yang singkat tersebut atau dalam daerah yang kecil tersebut dapat diabaikan.

Bilang X yang menyatakan banyaknya hasil percobaan dalam suatu percobaan *poisson* disebut perubah acak *poisson* dan sebaran peluangnya disebut sebaran *poisson*. Karena nilai-nilai peluangnya hanya bergantung pada μ , yaitu rata-rata banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama selang waktu, maka dilambangkan dengan:

$$p(x; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!}$$

Dimana $e = 2,71828$ dan μ adalah sebuah konstanta yang diberikan.

2.11. Distribusi Eksponensial

Menurut Sudjana (2002, hal 161) variabel random kontiniu adalah variabel random yang mempunyai nilai dalam suatu interval tertentu. Beberapa contoh variabel random kontiniu adalah lama seorang pasien dilayani oleh seorang dokter, hasil panen gandum dalam suatu lahan dan lain-lain. Waktu diantara kedatangan di dalam fasilitas pelayanan, dan waktu hingga mencapai kegagalan suku komponen dan sistem kelistrikan, sering dimodelkan dengan baik dengan sebaran eksponensial.

Suatu *continuous random* x disebut mempunyai suatu distribusi eksponensial dengan parameter λ , dimana $\lambda > 0$. Fungsi *density probability* diberikan sebagai berikut:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}, \text{ untuk } \lambda > 0$$

$F(x) = 0$, untuk yang lainnya

Dan kumulatif fungsi distribusinya:

$$f(x) = 1 - e^{-\lambda x}, \text{ untuk } x > 0$$

$F(x) = 0$, untuk yang lainy

2.12. Pengujian Kecocokan Distribusi

Untuk mengetahui distribusi sesuai dengan data yang diamati dan juga untuk mengetahui bahwa data tersebut dapat dijamin atau mendekati kebenaran

dengan distribusi populasi yang diasumsikan maka dilakukan uji kecocokan distribusi.

Pengujian kecocokan distribusi dilakukan dengan metode *Chi-square Test* untuk menguji hipotesis yang menyatakan bahwa data mengikuti distribusi tertentu, dengan perhitungan:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana:

O_i = frekuensi pengamatan pada kelas ke- i

E_i = frekuensi harapan pada kelas ke- i

$$E_i = P_i \times n$$

P_i = nilai fungsi distribusi kemungkinan yang akan diuji

N = jumlah pengamatan

Statistik tersebut dapat ditunjukkan dengan pendekatan mengikuti distribusi *chi*-kuadrat dengan $v = n - 1$ derajat kebebasan, dimana n banyak data sedangkan untuk data yang terdapat pada kelas digunakan rumus $v = k - 1$ dimana $k =$ banyak kelas. Hipotesis awal akan diterima jika $X^2 \leq X^2_\alpha$ dan akan ditolak jika terjadi sebaliknya.

Pengujian kecocokan distribusi kecepatan kedatangan mengikuti distribusi *poisson* dengan probabilitas teoritis:

$$P(x) = \frac{\lambda x e^{-\lambda}}{X!}$$

Sehingga untuk data yang disusun dalam frekuensi histogram probabilitas teoritisnya adalah:

$$P(tb \leq X \leq tb) = \sum_{tb}^{t\infty} P(X)$$

Sedangkan pengujian kecocokan distribusi kecepatan pelayanan mengikuti distribusi eksponensial dengan probabilitas teoritis.



BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian

Suryabrata (2010, hal 11), penelitian adalah suatu proses, yaitu suatu rangkaian langkah-langkah yang dilakukan secara terencana dan sistematis guna mendapatkan pemecahan masalah atau jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan tertentu.

Penelitian ini dilaksanakan pada PT. Deltamas Surya Indah mulia *Toyota Service Operation* Cabang Balai Kota (disingkat menjadi PT. Deltamas SIM-TSO cabang Balai Kota) yang berlokasi di Jl. Balai Kota No. 2 A Medan.

Outlet yang memiliki luas ± 7.500 meter persegi, dengan luas bangunan 6.500 meter persegi yang terdiri dari area penjualan, area servis, dan suku cadang atau VSP (*vehicle-service-parts*). Penelitian ini dilakukan setiap hari, selama 6 (enam) hari kerja untuk setiap minggunya. Pelayanan dilakukan dari pukul 08.00 WIB sampai pukul 16.00 WIB Waktu istirahat karyawan selama enam hari kerja tersebut adalah satu jam yaitu pukul 12.00 WIB sampai pukul 13.00 WIB.

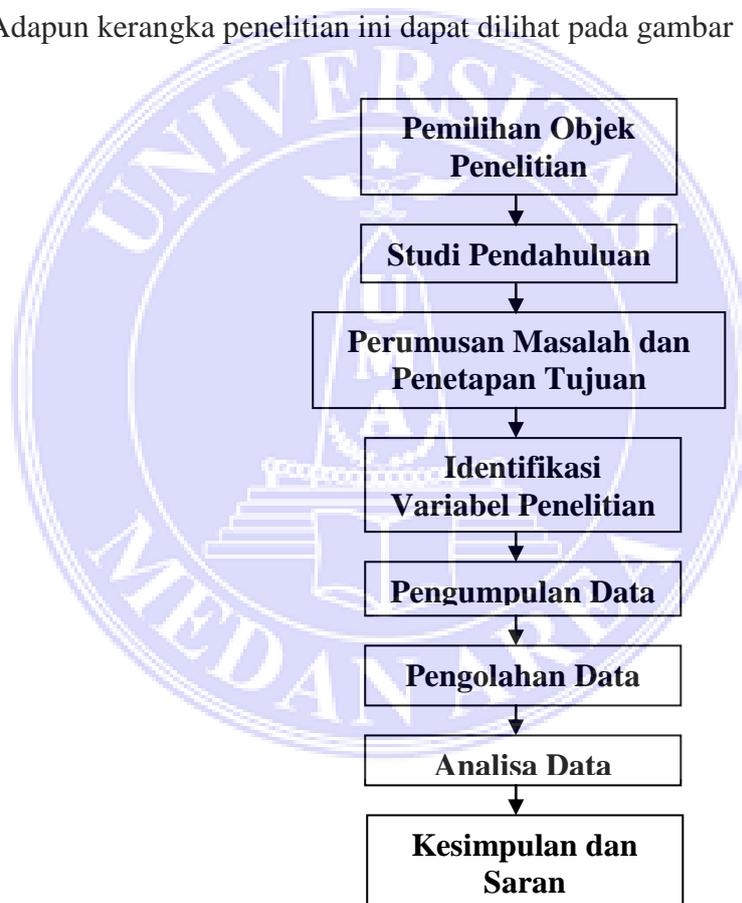
3.2. Jenis Penelitian

Berdasarkan jenisnya, maka penelitian ini digolongkan sebagai penelitian studi kasus (*case study*), yaitu penelitian rinci tentang suatu objek penelitian dalam kurun waktu tertentu. Penelitian ini merupakan penelitian untuk menerangkan apa sebab terjadinya masalah dan bagaimana menyelesaikan permasalahan tersebut.

Menurut Susilo Rahardjo dan Gudnanto (2011, hal 5) studi kasus adalah suatu metode untuk memahami individu yang dilakukan secara intergrative dan komprehensif agar diperoleh pemahaman yang mendalam tentang individu tersebut beserta masalah yang dihadapinya dengan tujuan masalahnya dapat terselesaikan dan memperoleh perkembangan diri yang baik.

3.3. Prosedur Penelitian

Adapun kerangka penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Block Diagram Prosedur Penelitian

3.3.1. Pemilihan Objek Penelitian

Yang menjadi objek penelitian dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sistem antrian pada bagian *service advisor* PT. Deltamas Surya Indah Mulia dilakukan dengan cara:

1. Pengamatan langsung terhadap karyawan departemen servis khususnya di bagian *service advisor*.
2. Pengamatan langsung terhadap pelanggan.

3.3.2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan diperlukan untuk menelusuri lebih jauh masalah apa yang akan dipecahkan dalam penelitian. Studi pendahuluan terdiri dari studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang akan digunakan untuk mencapai tujuan penelitian khususnya tentang riset operasi yaitu teori antrian. Sedangkan studi lapangan dilakukan dengan pengamatan langsung pada sistem antrian dan wawancara dengan pengamatan langsung pada sistem antrian dan wawancara pada pihak perusahaan. Masalah-masalah yang ditemui adalah adanya antrian panjang pada hari-hari tertentu.

3.3.3. Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan

Perumusan masalah dilakukan berdasarkan studi pendahuluan terhadap objek penelitian dan studi literatur tentang permasalahan yang dihadapi. Dari pengamatan dilapangan dan wawancara dengan pihak perusahaan diperoleh perumusan masalah yang terjadi yaitu jumlah *service advisor* yang bertugas belum optimal. Perumusan masalah dan penetapan tujuan telah dijelaskan pada Bab sebelumnya.

3.3.4. Identifikasi Variabel Penelitian

Menurut hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain, variabel variabel ini dibagi atas (Sugiyono, 2006: 60):

- a. Variabel independen (variabel bebas, sebab mempengaruhi)

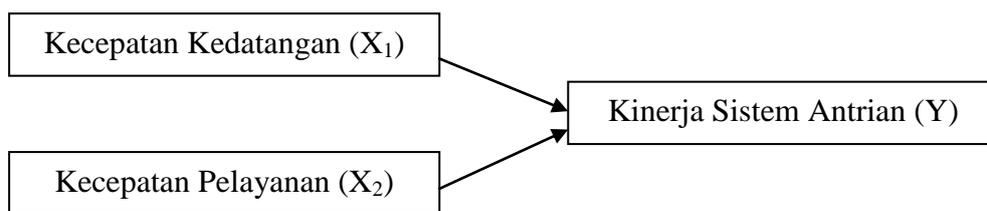
Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahannya. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

1. Kecepatan kedatangan, dinyatakan dengan waktu antar kedatangan dari pelanggan yang masuk ke sistem antrian. Waktu antar kedatangan bisa terjadi secara terjadwal maupun random (X_1).
2. Kecepatan pelayanan, waktu pelayanan dibutuhkan *service advisor* untuk melayani sejak awal dimulai hingga selesai. Waktu pelayanan bisa terjadi konstan maupun random (X_2).

- b. Variabel dependen (variabel terikat, *variabel out put*)

Variabel terikat merupakan yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat dari variabel bebas. Variabel yang terkait dalam penelitian ini adalah kinerja sistem antrian (Y) yang meliputi :

1. jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem yang sedang menunggu untuk dilayani.
2. waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam sistem antrian.
3. jumlah rata-rata yang dihabiskan pelanggan yang menunggu dalam antrian.
4. waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan untuk menunggu dalam antrian.



Gambar 3.2. Model Konseptual

3.3.5. Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan atau peninjauan langsung pada objek penelitian yaitu PT. Deltamas Surya Indah Mulia untuk mendapatkan data-data yang diperlukan sehubungan dengan penelitian yang dilakukan. Adapun pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode-metode sebagai berikut:

1. Berdasarkan sumber data, dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu data primer dan sekunder.
 - a. Data primer

Merupakan data yang dikumpulkan melalui pengamatan langsung (observasi) meliputi:

 1. Struktur dan fasilitas sistem pelayanan
 2. Jumlah kedatangan pelanggan
 3. Waktu pelayanan *service advisor* terhadap pelanggan
 - b. Data sekunder

Merupakan data yang dikumpulkan dengan mencatat data dan informasi dari laporan-laporan perusahaan yang ada atau dengan cara melihat laporan yang meliputi:

 1. Tugas dan tanggung jawab bagian *service advisor*

2. Prosedur pelayanan dari setiap *service advisor* dalam melayani pelanggan
2. Metode pengumpulan data, penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut:
 1. Melakukan observasi atau pengamatan langsung terhadap objek penelitian, yaitu melihat struktur antrian yang ada di perusahaan.
 2. Melakukan wawancara.
 3. Studi pustaka, yaitu pengumpulan data sekunder yang diperoleh dengan membaca pustaka yang memiliki hubungan dengan objek penelitian.

3.3.5.1. Instrumen Penelitian

Instrumen yang dipakai dalam pengumpulan data ada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Sistem TDMS (*Toyota Dealer Management System*) untuk pengukuran waktu kecepatan pelayanan pelanggan.
2. *Worksheet*, digunakan untuk mencatat data-data primer yang dikumpulkan seperti data jumlah kedatangan pelanggan dan data kecepatan pelayanan pelanggan.
3. Alat tulis.
4. Laptop ASUS
5. Software SPSS

3.3.6. Pengolahan Data

Penelitian ini merupakan penelitian sampel yaitu hanya mengambil sebagian atau wakil dari populasi yg diteliti. Teknik pengambilan sampel yang

digunakan adalah sampel bertujuan (*Purposive sample*) yaitu penelitian tidak didasarkan atas random tetapi dari jumlah pelanggan yang datang selama penelitian berlangsung selama 6 hari kerja mulai pukul 08.00-16.00 WIB untuk setiap proses pelayanan yang dilakukan pelanggan pada bagian *service advisor*. Dengan meneliti sebagian dari populasi, penulis mengharapkan hasil yang diperoleh dapat sifat populasi yang bersangkutan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Uji kecukupan data.
2. Pengujian kecocokan distribusi jumlah kedatangan pelanggan maupun distribusi waktu pelayanan kepada pelanggan. Pengujian dilakukan menggunakan bantuan software SPSS. Pengujian kecocokan distribusi yang digunakan untuk jumlah kedatangan pelanggan adalah distribusi *poisson*, sedangkan kecocokan distribusi yang digunakan untuk kecepatan pelayanan pelanggan adalah distribusi eksponensial.
3. Perhitungan jumlah kecepatan kedatangan pelanggan rata-rata (λ) dan kecepatan pelayanan pelanggan rata-rata (μ).
 - a. Kecepatan kedatangan rata-rata

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Pelanggan}}{\text{Jam} \times \text{Hari}}$$

- b. Kecepatan pelayanan rata-rata

$$\mu = \frac{1}{\text{Rata}} \quad (60)$$

μ = kecepatan pelayanan rata-rata dalam satuan waktu

x_i = titik tengah

f_i = jumlah pelanggan

4. Pengoptimalan proses pelayanan dilakukan perhitungan berdasarkan model antrian yang diterapkan di perusahaan yang mencakup:
 - a. Tingkat kesibukan sistem.
 - b. Jumlah rata-rata pelanggan menunggu dalam antrian.
 - c. Jumlah rata-rata pelanggan menunggu dalam sistem.
 - d. Waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan menunggu dalam antrian.
 - e. Waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan menunggu dalam sistem.

3.3.7. Analisa Data

Data yang telah selesai diolah kemudian dianalisa, analisa yang dilakukan adalah berupa analisa terhadap kinerja sistem antrian yang diterapkan di PT. Deltamas Surya Indah Mulia.

Dalam proses penerimaan *service* kendaraan, Toyota Deltamas menggunakan model antrian *Multiple Channel Query System* atau model antrian jalur berganda artinya terdapat lebih dari satu *service advisor* (layanan) yang disediakan untuk melayani para pelanggan yang ingin servis kendaraan. Dalam melayani pelanggan, waktu yang dibutuhkan oleh *service advisor* bersifat acak lamanya pelayanan tergantung pada jenis servis kendaraan yang ingin dilakukan oleh pelanggan.

PT. Deltamas Surya Indah Mulia menerapkan disiplin antrian *first come firsts serve* (FCFS) atau sering disebut juga dengan istilah *first in first out* (FIFO) dimana pelanggan yang pertama datang maka dilayani terlebih dahulu. Untuk mengoptimalkan proses pelayanan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

C = Jumlah jalur yang terbuka (jumlah pelayanan)

λ = Jumlah kedatangan rata-rata persatuan waktu

μ = Jumlah rata-rata yang dilayani persatuan waktu pada setiap jalur

Rumus pada model saluran ganda yang rumit dapat disederhanakan dengan menambah huruf (c) yang artinya (μ) atau rata-rata tingkat pelayanan per jam dikalikan jumlah fasilitas pelayanan (P. Siagian 1987:419). Berdasarkan asumsi tersebut diperoleh:

1. Tingkat kedatangan mengikuti distribusi *Poisson*.

2. Waktu pelayanan mengikuti distribusi *eksponensial*.

3. Disiplin antrian adalah FIFO.

Rumus untuk model ini berdasarkan asumsi di atas yaitu:

λ = rata-rata tingkat kedatangan pelanggan per jam

μ = rata-rata tingkat pelayanan per jam

c = jumlah fasilitas pelayanan

a. Rata-rata jumlah pelanggan yang berada dalam sistem

$$L = \frac{\lambda}{\mu c - \lambda}$$

b. Rata rata jumlah pelanggan yang berada dalam antrian

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu c(\mu c - \lambda)}$$

c. Rata-rata waktu pelanggan berada dalam sistem

$$W = \frac{1}{\mu c - \lambda}$$

d. Rata-rata waktu pelanggan berada dalam antrian

$$Wq = \frac{\lambda}{\mu c(\mu c - \lambda)}$$

e. Tingkat kegunaan sitem

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

f. Probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem (tidak adanya pelanggan dalam sistem)

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

3.3.8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan ditarik melalui hasil analisis terhadap kinerja sistem antrian yang ada dan setelah mengetahui penyebab dari masalah sistem antrian. Kemudian dirumuskan solusi yang dapat dipertimbangkan oleh pihak PT. Deltamas Surya Indah Mulia dan berupa saran-saran demi kepentingan dan kemajuan bersama.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin. 2005. Riset Operasi, Jakarta: Erlangga.
- Boediono, Wayan Koster, 2001, "*Teori dan Aplikasi Statistika dan Probabilitas,*" Bandung, PT. Remaja Rosdakarya.
- Fredick, S. Hillir dan Gerald J. Lieberman, 2005, *Introduction to Operations Research Eight Edition Jilid II*, Yogyakarta, Penerbit Andi.
- Heizer, Jay and Barry Render. 2005. *Operations Management (management Operasi)*, Jakarta: Salemba Empat.
- Indrianto, Agus, *Analisis Antrian Pada Pelayanan Jasa Gadai Studi Kasus Perum Penggadaian Cabang Condong Catur Yogyakarta*, 2008. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta: hal 70.
- Mulyono, Sri. 2007. *Riset Operasi (Edisi revisi)*, FE-UI, Jakarta.
- Rahardjo, Gudnanto & Susilo, 2011. *Pemahaman Individu Teknik Non Tes, Kudus : Nora media Enterprice.*
- Sinaga, Gagah Rezkiawan, *Analisis Penerapan Sistem Antrian pada Proses Transaksi di PT. Bank Sumut Cabang Utama Medan*, 2010. USU. Repository. Medan: hal 51.
- Sudjana, (2002). *Metoda Statistika (edisi keenam)*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono, (2006). *Metodelogi Penelitian*, Jakarta : Bumi Aksara
- Suryabrata, Sumadi, 2010. *Metodologi Penelitian*, Jakarta : Rajawali Pers

Lampiran 1 : Distribusi *Poisson* Kecepatan Kedatangan Pelanggan

Hari Pertama

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Pertama	8	10.50	5.043	5	18

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Pertama
N		8
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	10.50
Most Extreme Differences	Absolute	.263
	Positive	.228
	Negative	-.263
Kolmogorov-Smirnov Z		.744
Asymp. Sig. (2-tailed)		.638

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Hari Kedua

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Kedua	8	10.50	4.840	6	16

Sambungan Lampiran 1 :

Distribusi *Poisson* Kecepatan Kedatangan Pelanggan

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Kedua
N		8
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	10.50
Most Extreme Differences	Absolute	.321
	Positive	.321
	Negative	-.307
Kolmogorov-Smirnov Z		.909
Asymp. Sig. (2-tailed)		.380

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Hari Ketiga

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Ketiga	8	11.00	7.709	1	21

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Ketiga
N		8
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	11.00
Most Extreme Differences	Absolute	.357
	Positive	.357
	Negative	-.282
Kolmogorov-Smirnov Z		1.009
Asymp. Sig. (2-tailed)		.260

**Sambungan Lampiran 1 : Distribusi *Poisson* Kecepatan Kedatangan Pelanggan
Hari Keempat**

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Keempat	8	10.75	7.498	0	19

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Keempat
N		8
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	10.75
Most Extreme Differences	Absolute	.361
	Positive	.331
	Negative	-.361
Kolmogorov-Smirnov Z		1.020
Asymp. Sig. (2-tailed)		.249

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Hari Kelima

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Kelima	8	2.63	3.543	0	10

		Hari Kelima
N		8
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	2.63
Most Extreme Differences	Absolute	.362
	Positive	.362
	Negative	-.125
Kolmogorov-Smirnov Z		1.025
Asymp. Sig. (2-tailed)		.244

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Hari Keenam

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Keenam	8	10.25	7.851	1	24

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Keenam
N		8
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	10.25
Most Extreme Differences	Absolute	.317
	Positive	.317
	Negative	-.278
Kolmogorov-Smirnov Z		.896
Asymp. Sig. (2-tailed)		.398

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

**Lampiran 2 : Distribusi *Eksponensial* Kecepatan Pelayanan Pelanggan
Hari Pertama**

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Pertama	7	12.00	18.009	0	51

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Pertama
N		7
Exponential parameter. ^{a,b}	Mean	14.00
Most Extreme Differences	Absolute	.398
	Positive	.398
	Negative	.000
Kolmogorov-Smirnov Z		.975
Asymp. Sig. (2-tailed)		.298

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

Hari Kedua

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Kedua	7	12.00	13.317	0	31

Sambungan Lampiran 2 : Distribusi *Eksponensial* Kecepatan Pelayanan Pelanggan

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Kedua
N		7
Exponential parameter. ^{a,b}	Mean	14.00
Most Extreme Differences	Absolute	.418
	Positive	.418
	Negative	-.076
Kolmogorov-Smirnov Z		1.024
Asymp. Sig. (2-tailed)		.245

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

Hari Ketiga

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Ketiga	7	12.57	14.339	1	37

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Ketiga
N		7
Exponential parameter. ^{a,b}	Mean	12.57
Most Extreme Differences	Absolute	.281
	Positive	.281
	Negative	-.178
Kolmogorov-Smirnov Z		.745
Asymp. Sig. (2-tailed)		.636

Sambungan Lampiran 2 : Distribusi *Eksponensial* Kecepatan Pelayanan Pelanggan

Hari Keempat

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Keempat	7	12.29	16.580	0	46

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Keempat
N		7
Exponential parameter. ^{a,b}	Mean	14.33
Most Extreme Differences	Absolute	.423
	Positive	.423
	Negative	.000
Kolmogorov-Smirnov Z		1.037
Asymp. Sig. (2-tailed)		.233

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

Hari Kelima

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Kelima	5	4.20	3.271	1	8

		Hari Kelima
N		5
Exponential parameter. ^{a,b}	Mean	4.20
Most Extreme Differences	Absolute	.214
	Positive	.188
	Negative	-.214
Kolmogorov-Smirnov Z		.479
Asymp. Sig. (2-tailed)		.976

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

Hari Keenam

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hari Keenam	7	11.57	12.421	1	31

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hari Keenam
N		7
Exponential parameter. ^{a,b}	Mean	11.57
Most Extreme Differences	Absolute	.279
	Positive	.279
	Negative	-.180
Kolmogorov-Smirnov Z		.739
Asymp. Sig. (2-tailed)		.646

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

Lampiran 3 : Waktu Pelayanan Keseluruhan**Tabel 4.26****Tingkat Kecepatan Pelayanan Pelanggan**

No	Hari Pertama	Hari Kedua	Hari Ketiga	Hari Keempat	Hari Kelima	Hari Keenam
1	0.13	0.37	0.18	0.18	0.23	0.33
2	0.25	0.42	0.67	0.50	2.50	0.80
3	0.68	0.55	0.92	0.60	3.80	2.00
4	0.90	0.88	1.08	0.90	3.88	3.48
5	0.97	1.02	2.47	1.38	3.93	4.70
6	2.28	1.07	2.93	1.93	5.30	4.78
7	2.30	1.97	4.55	2.98	5.90	6.27
8	3.40	2.65	4.87	3.20	5.90	6.60
9	3.82	2.98	5.12	3.38	6.85	6.78
10	3.83	3.23	5.58	4.45	8.23	6.82
11	4.47	3.37	6.23	4.87	8.70	7.47
12	4.47	3.55	6.33	5.13	8.82	7.60
13	4.90	3.70	6.40	5.47	9.60	7.77
14	5.18	3.90	6.58	5.48	10.28	7.82
15	5.63	4.70	6.72	5.72	11.05	7.82
16	6.30	5.42	6.77	5.80	14.48	7.97
17	6.78	5.43	7.17	5.95	14.67	7.98
18	6.80	5.45	7.30	6.08	15.12	8.32
19	6.92	5.48	7.37	6.10	16.22	8.47
20	6.93	6.38	7.48	6.15	20.15	8.48
21	7.15	6.88	7.55	6.75	29.97	8.52
22	7.23	7.15	7.60	6.75	-	8.60
23	7.35	7.62	7.90	6.80	-	8.65
24	7.50	7.68	8.05	7.25	-	8.70
25	7.58	7.72	8.37	7.40	-	8.73

26	7.97	7.75	8.37	7.52	-	8.80
27	8.22	7.77	8.50	7.53	-	9.17
28	8.23	7.98	8.88	7.90	-	9.37
29	8.28	8.13	8.93	8.17	-	9.50
30	8.35	8.18	9.03	8.22	-	9.55
31	8.38	8.40	9.15	8.23	-	9.68
32	8.43	8.48	9.23	8.52	-	9.80
33	8.62	8.57	9.33	8.62	-	9.88
34	8.63	8.60	9.37	8.63	-	10.02
35	8.72	8.82	9.53	8.78	-	10.47
36	8.90	8.90	9.60	8.93	-	10.50
37	8.93	8.95	9.60	9.03	-	10.62
38	9.00	9.13	9.97	9.13	-	10.70
39	9.20	9.22	10.10	9.40	-	10.85
40	9.27	9.23	10.23	9.57	-	10.98
41	9.58	9.30	10.48	9.62	-	11.48
42	9.60	9.58	10.50	9.78	-	11.82
43	9.62	9.83	10.53	9.85	-	11.98
44	9.68	9.87	10.62	10.00	-	12.08
45	9.77	10.02	10.75	10.17	-	12.13
46	9.93	10.08	10.85	10.42	-	12.17
47	9.97	10.27	10.97	10.55	-	12.93
48	10.17	10.37	11.00	10.65	-	13.30
49	10.23	10.40	11.25	10.85	-	13.48
50	10.23	10.92	12.08	10.90	-	13.95
51	10.70	11.22	12.18	10.95	-	14.13
52	10.90	11.30	12.23	11.03	-	14.15
53	11.05	11.35	12.27	11.35	-	15.15
54	11.23	11.57	12.43	11.37	-	15.58
55	11.38	11.70	12.53	11.42	-	16.42
56	11.50	12.12	12.65	11.48	-	16.95

57	11.57	12.20	12.72	11.57	-	17.07
58	11.60	12.23	12.75	11.83	-	18.15
59	11.77	12.27	12.77	11.87	-	18.33
60	11.78	12.42	12.92	11.97	-	18.40
61	11.83	12.78	13.17	12.03	-	18.58
62	11.90	12.80	13.20	12.10	-	18.83
63	12.08	13.15	13.22	12.20	-	18.83
64	12.27	13.62	13.37	12.40	-	19.33
65	12.65	13.68	13.47	12.53	-	20.28
66	12.70	14.08	14.10	13.00	-	21.02
67	12.77	14.17	14.38	13.28	-	21.02
68	13.47	14.23	14.63	13.30	-	23.95
69	13.68	14.38	14.83	13.67	-	24.90
70	13.80	14.82	15.62	13.78	-	25.00
71	13.92	15.10	15.73	14.77	-	25.73
72	14.10	15.22	15.90	14.97	-	26.90
73	14.93	15.22	15.90	15.38	-	29.33
74	18.25	15.27	16.05	15.43	-	34.42
75	19.37	15.35	16.93	15.65	-	43.82
76	19.70	15.95	16.95	16.32	-	45.10
77	19.73	16.40	17.35	16.88	-	45.28
78	21.32	17.15	18.28	17.47	-	46.27
79	23.13	17.68	18.50	18.42	-	52.12
80	24.70	17.77	19.32	19.65	-	59.80
81	32.88	18.57	19.83	21.92	-	59.85
82	36.00	22.82	20.05	24.05	-	-
83	45.02	24.13	20.37	25.35	-	-
84	45.53	37.80	20.62	35.93	-	-
85	-	-	26.35	41.80	-	-
86	-	-	29.18	45.18	-	-
87	-	-	30.07	-	-	-

88	-	-	37.48	-	-	-
$\sum r$	930.90	848.82	1025.35	944.48	205.58	1285.37
	5240.50					



Simbol	Uraian	Keterangan
	Penerimaan mobil oleh petugas dan memarkirkannya pada area parkir <i>service</i> yang disediakan	Penerimaan kendaraan
	Memberikan nomor antrian, lalu pelanggan menunggu di ruangan penerimaan <i>service</i>	Antrian <i>booking</i> atau <i>nonbooking</i>
	SA melakukan diagnosis kendaraan, kondisi mobil dan menanyakan keluhan kepada pelanggan. Membuat surat perintah kerja, estimasi biaya, waktu pengerjaan <i>service</i> .	Penerimaan <i>service</i> oleh <i>service advisor</i>
	Mobil memasuki bengkel untuk diservice oleh mekanik berdasarkan petunjuk <i>service</i> resmi yang ditetapkan oleh Toyota.	Proses <i>service</i>
	Selesai di <i>service</i> , mobil akan dites oleh mekanik untuk melihat hasil serta memastikan keluhan pelanggan telah diatasi	<i>Test drive</i>

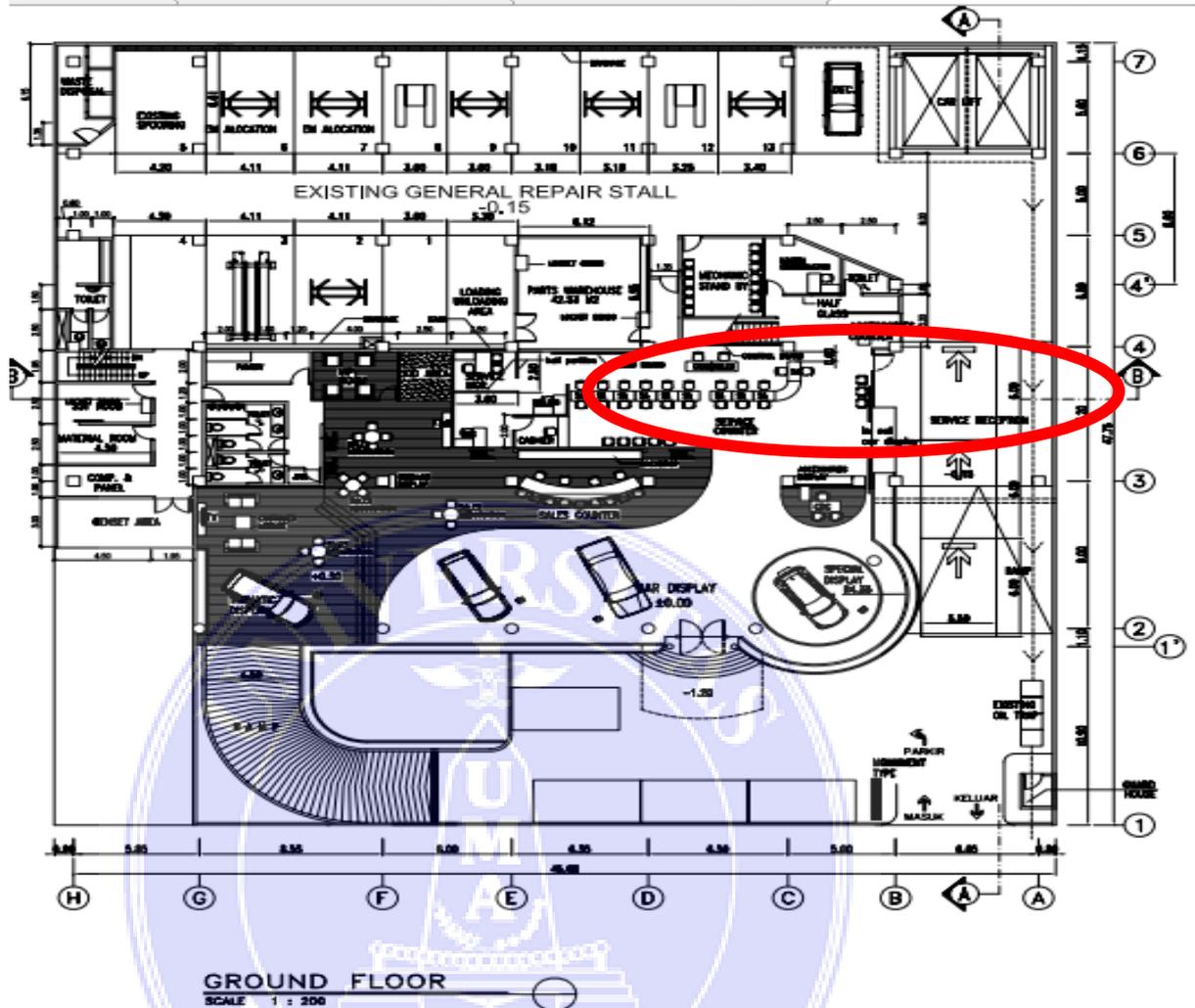
Keterangan	
Simbol	Penjelasan
	Penerimaan
	Pemberian
	Penerimaan
	Operasi
	Pemeriksaan (Inspection)

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS MEDAN AREA



DIAGRAM ALIR SERVICE BERKALA

Digambar oleh :	Dede Ardiansyah
Diperiksa oleh :	Ir. Hj. Haniza, MT
Disetujui oleh :	Sutrisno, ST, MT



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS MEDAN AREA



DIAGRAM ALIR PROSES PENERIMAAN

Digambar oleh :	Dede Ardiansyah
Diperiksa oleh :	Ir. Hj. Haniza, MT
Disetujui oleh :	Sutrisno, ST, MT