

**Analysis of (M/G/c): (GD/∞/∞) Menggunakan Software Lazarus
(Studi Kasus: Bengkel Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang)**

**Analysis of (M/G/c): (GD/∞/∞) queuing models using Lazarus Software
(Case study: Workshop Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang)**

Akbar Maulana¹, Yuki Novia Nasution², dan Nanda Arista Rizki³

¹Laboratorium Statistika Komputasi FMIPA Universitas Mulawarman

^{2,3}Jurusan Matematika FMIPA Universitas Mulawarman

¹E – mail: akbarmaulana.cisco@gmail.com

Abstract

Queueing theory is a theory that concerns in the mathematical study of queue or row of waiting. The formation of the queue is occurs when the need for a service exceed the capacity of the service. In this study, an analysis is done to determine whether the queue model (M/G/c) : (GD/∞/∞) can be applied to the Workshop of Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang. Primary data is used and is taken for 3 days in a random busy period selected in May to August 2017. The result is the queue system on Utomo Motor Yamaha using FCFS queue discipline with 4 parallel mechanics, and follows the (M/G/4) : (GD/∞/∞) model. The average of the waiting time in the queue on Monday is 0,38 hours and Wednesday is 0,35 hours. The average of the customers in the queue on Monday and Wednesday is the same as much 2 customer. The average of the customers in the system on Monday and Wednesday is the same as 5 customers. The average of the waiting times that customers spend on the system on Monday is 0,93 hour and Wednesday is 0,94 hours and on May 22nd, 2017 is 0,81 hours. In order to calculate the queue model more quickly, a program is made using Lazarus software to search the queue model on daily data.

Keywords: Queue Model, Poisson, Customers, Lazarus

Pendahuluan

Teori antrian (*queueing theory*) ditemukan dan dikembangkan oleh ahli matematika dan insinyur berkebangsaan Denmark bernama A.K. Erlang pada Tahun 1909. Menurut Dimiyati dan Tarliah (2004) teori antrian merupakan suatu teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau barisan-barisan penungguan. Formasi baris-baris penungguan itu tentu saja merupakan fenomena biasa yang terjadi apabila kebutuhan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu. Keputusan-keputusan yang berkenaan dengan jumlah kapasitas ini harus dibuat dengan suatu prediksi yang tepat sehingga kinerja pelayanan berjalan dengan baik.

Teori antrian (*queueing theory*) ditemukan dan dikembangkan oleh ahli matematika dan insinyur berkebangsaan Denmark bernama A.K. Erlang pada Tahun 1909. Teori antrian merupakan suatu teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau barisan-barisan penungguan. Formasi baris-baris penungguan itu tentu saja merupakan fenomena biasa yang terjadi apabila kebutuhan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu. Keputusan-keputusan yang berkenaan dengan jumlah kapasitas ini harus dibuat dengan suatu prediksi yang tepat sehingga kinerja pelayanan berjalan dengan baik.

Dua hal utama yang diamati dalam sistem antrian adalah laju kedatangan dan laju pelayanan. Bila laju kedatangan hampir mendekati laju

pelayanan maka akan menimbulkan penumpukan pelanggan yang berada dalam suatu barisan tunggu. Waktu tunggu haruslah diminimalkan agar pelanggan mendapat kepuasan dari fasilitas pelayanan yang ada. Dalam model antrian, interaksi antara pelanggan dan penyedia jasa berkaitan dengan periode waktu yang diperoleh pelanggan untuk menyelesaikan sebuah pelayanan. Dalam teori antrian kedatangan pelanggan biasanya disebut sebagai distribusi kedatangan (*arrival distribution*), bentuk distribusi kedatangan ada dua yaitu distribusi jumlah pelanggan dan distribusi waktu antar kedatangan. Sedangkan bentuk distribusi pelayanan juga ada dua yaitu jumlah pelayanan dan distribusi waktu pelayanan.

Penelitian mengenai analisis antrian sebelumnya oleh Purnawan, Hendikawati (2013) mendapatkan hasil bahwa penerapan analisis antrian pada bengkel Yamaha Motor Dewi Sartika mengikuti model (M/G/5/∞/∞). Berdasarkan hal tersebut maka penulis tertarik untuk memecahkan masalah yang dihadapi Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang dengan membuat analisis model antrian pada Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang tersebut agar pelayanan yang diberikan lebih efektif dan efisien.

Teori Antrian

Teori antrian pertama kali dikemukakan dan dikembangkan oleh A.K. Erlang, Seorang insinyur Denmark pada Tahun 1910. Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari penguraian waktu tunggu yang terjadi dalam

barisan antrian. Adapun tujuan dari teori antrian adalah meneliti kegiatan dari fasilitas pelayanan dalam rangkaian kondisi *random* dari suatu sistem antrian yang terjadi. Sedangkan suatu proses antrian (*queueing process*) adalah suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan seorang pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu baris (antrian) jika semua pelayanannya sibuk, dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut. Yang dimaksud sistem antrian adalah orang atau nasabah yang sedang dilayani oleh *server* atau *teller*, sedangkan antrian adalah gambaran atau kondisi kinerja yang ditandai dengan adanya suatu panjang antrian dan waktu tunggu tertentu (Kakiay, 2004)

Sebuah sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayanan dan suatu aturan yang mengatur pelayanan kepada pelanggan. Sedangkan keadaan sistem merujuk pada jumlah pelanggan yang berada dalam suatu fasilitas yang akan terjadi pada pelayanan, termasuk dalam antriannya. Besarnya populasi merupakan jumlah pelanggan yang memerlukan pelayanan.

Sistem Antrian

Sebuah sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayanan dan suatu aturan yang mengatur pelayanan kepada pelanggan. Sedangkan keadaan sistem merujuk pada jumlah pelanggan yang berada dalam suatu fasilitas yang akan terjadi pada pelayanan, termasuk dalam antriannya. Besarnya populasi merupakan jumlah pelanggan yang memerlukan pelayanan. Dalam proses antrian, banyaknya populasi dibedakan menjadi dua, yaitu populasi terbatas (*finite*) dan populasi tidak terbatas (*infinite*). Dalam sistem antrian ada lima komponen dasar yang harus diperhatikan agar penyedia fasilitas pelayanan dapat melayani para pelanggan yang berdatangan, yaitu:

1. Bentuk kedatangan para pelanggan,
2. Bentuk fasilitas pelayanan,
3. Jumlah pelayanan atau banyaknya tempat *service*,
4. Kapasitas fasilitas pelayanan untuk menampung para pelayanan,
5. Disiplin antrian yang mengatur pelayanan kepada para pelanggan sejak pelanggan itu datang sampai pelanggan tersebut meninggalkan tempat pelayanan.

Bentuk Kedatangan

Bentuk kedatangan para pelanggan biasanya diperhitungkan melalui waktu antar kedatangan, yaitu antara kedatangan dua pelanggan yang berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Bentuk ini dapat bergantung pada jumlah pelanggan yang berada dalam sistem ataupun tidak, tergantung pada keadaan sistem tersebut. Bila bentuk kedatangan tidak disebut secara khusus, maka dianggap bahwa pelanggan tiba satu per satu.

Asumsinya ialah kedatangan pelanggan mengikuti suatu proses dengan distribusi probabilitas tertentu. Distribusi probabilitas yang sering digunakan adalah distribusi Poisson, dimana kedatangan bersifat bebas, tidak terpengaruh oleh kedatangan sebelum ataupun sesudahnya. Asumsi distribusi Poisson menunjukkan bahwa kedatangan pelanggan bersifat acak dan mempunyai rata-rata kedatangan sebesar λ . Menurut Aminudin (2005) terdapat beberapa sifat pelanggan yang biasa disebut sebagai tingkah laku pemanggilan populasi. Banyak model antrian mengasumsikan bahwa pelanggan cenderung sabar dan bersedia menunggu. Ada tiga istilah yang biasa digunakan dalam antrian untuk menggambarkan tingkah laku pemanggilan populasi, yaitu:

1. Tidak mengikuti (*renege*), yakni bila seseorang bergabung dalam antrian dan kemudian meninggalkannya.
2. Menolak (*balking*), berarti serta-merta tidak mau bergabung.
3. Merebut (*bulk*), menunjukkan kondisi dimana kedatangan terjadi secara bersama-sama ketika memasuki sistem sehingga pelanggan berebut untuk dilayani.

Bentuk Pelayanan

Bentuk pelayanan ditentukan oleh waktu pelayanan, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan pada fasilitas pelayanan. Waktu pelayanan dapat bergantung pada jumlah pelanggan yang telah berada di dalam fasilitas pelayanan maupun tidak bergantung pada keadaan tersebut. Pelayanan dapat dilakukan dengan satu atau lebih fasilitas pelayanan yang masing-masing dapat mempunyai satu atau lebih saluran atau tempat pelayanan yang disebut dengan server. Apabila terdapat lebih dari satu fasilitas pelayanan maka pelanggan dapat menerima pelayanan melalui suatu urutan tertentu atau fase tertentu. Fasilitas bentuk pelayanan juga berkaitan erat dengan bentuk baris antrian, yaitu:

1. Bentuk *series*, dalam satu garis lurus ataupun garis melingkar
2. Bentuk *parallel*, dalam beberapa garis lurus yang antara satu dengan yang lain
3. Bentuk *network stations* (jaringan), dapat didesain *series* maupun *parallel* dengan pelayanan lebih dari satu setiap *station*.

Apabila waktu pelayanan didistribusikan secara acak, maka harus ditentukan distribusi probabilitas yang paling sesuai untuk menggambarkan perilakunya. Aminudin (2005) menyatakan bahwa biasanya jika waktu pelayanannya acak, maka analisis antrian menggunakan distribusi probabilitas Eksponensial.

Jumlah Pelayanan dan Kapasitas Sistem

Kapasitas sistem adalah jumlah maksimum pelanggan, yang mencakup sedang dilayani dan

yang berada dalam antrian, yang dapat ditampung oleh fasilitas pelayanan pada saat yang sama. Sebuah sistem yang tidak membatasi jumlah pelanggan di dalam fasilitas pelayanannya memiliki kapasitas tak terhingga, sedangkan suatu sistem yang membatasi jumlah pelanggan memiliki kapasitas berhingga (Kakiay, 2004).

Disiplin Antrian

Menurut Kakiay (2004), disiplin antrian adalah aturan dimana para pelanggan dilayani, atau disiplin pelayanan yang memuat urutan para pelanggan yang menerima sebuah layanan. Kebiasaan ataupun kebijakan dimana para pelanggan dipilih dari antrian untuk dilayani. Ada 4 bentuk disiplin antrian yang biasa digunakan dalam praktek, yaitu:

- 1) *First-come first-served (FCFS)* atau *first-in first-out (FIFO)*, artinya, lebih dulu datang (sampai) lebih dulu dilayani. Disiplin antrian ini merupakan suatu peraturan dimana pelanggan yang akan dilayani terlebih dahulu adalah pelanggan yang datang terlebih dahulu. Contoh disiplin antrian dapat dilihat pada antrian di loket penjualan tiket kereta api dan juga pada antrian pada bank dimana pelanggan mengantri untuk dilayani oleh teller.
- 2) *Last-come last-served (LCFS)* atau *last-in first-out (LIFO)*, artinya yang tiba terakhir lebih dulu keluar. Misalnya, sistem antrian dalam elevator (*lift*) untuk lantai yang sama.
- 3) *Service in random order (SIRO)*, artinya, panggilan didasarkan pada peluang secara random, tidak soal siapa yang datang lebih dulu tiba.
- 4) *Priority service (PS)*, artinya, pelayanan berdasarkan prioritas khusus. Contohnya dalam suatu pesta di mana tamu-tamu yang dikategorikan *Very Important Person (VIP)* akan dilayani lebih dulu. (Siagian, 2006).

Struktur Dasar Model Antrian

Berdasarkan sifat dan pola bentuk pelayanan, dapat diklasifikasikan fasilitas-fasilitas dalam susunan saluran dan tahapan yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda. Istilah saluran menunjukkan jumlah jalur untuk memasuki sistem pelayanan. Sedangkan istilah tahapan berarti jumlah stasiun-stasiun pelayanan, di mana para pelanggan harus melaluinya sebelum pelayanan dikatakan lengkap. Ada lima metode struktural antrian dasar yang terjadi dalam sistem antrian, yaitu:

1. *Single Channel-Single Phase*

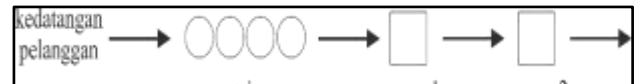
Suatu bentuk antrian yang hanya terdapat satu antrian dan satu pelayanan. Sebagai contoh adalah, seorang pelayan toko tunggal dan seorang tukang cukur. Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Single Channel-Single Phase

2. *Single Channel-Multi Phase*

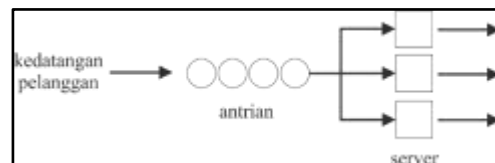
Suatu bentuk antrian yang hanya terdapat satu antrian dan terdapat dua atau lebih pelayanan. Proses pelayanan semacam ini misalnya mengurus izin usaha melalui beberapa orang pejabat Pemerintahan. Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Single Channel-Multi Phase

3. *Multi Channel-Single Phase*

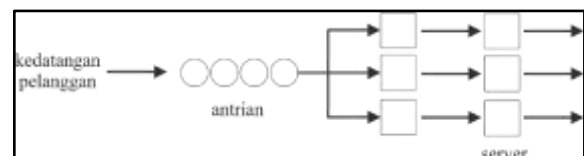
Suatu bentuk antrian yang memiliki dua atau lebih antrian dan satu tahapan pelayanan. Sebagai contoh dari proses pelayanan seperti ini adalah pelayanan pembelian tiket yang dilayani lebih dari satu loket, pelayanan cukur rambut yang memiliki lebih dari satu tukang cukur dan pelayanan di suatu bank yang memiliki beberapa loket. Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Multi Channel-Single Phase

4. *Multi Channel-Multi Phase*

Suatu bentuk antrian yang memiliki dua atau lebih antrian maupun pelayanan. Contoh dari struktur pelayanan semacam ini adalah pelayanan kepada pasien di rumah sakit. Di dalam rumah sakit tersebut, beberapa perawat akan mendatangi pasien secara teratur dan memberikan pelayanan dengan kontinu (sebagai suatu urutan pekerjaan). Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Multi Channel-Multi Phase

5. *Mixed Arrangements*

Struktur campuran ini merupakan campuran dari dua atau lebih struktur fasilitas pelayanan tersebut di atas. Struktur ini dipergunakan misalnya oleh toko-toko besar, yang memiliki beberapa pelayan toko untuk melayani pembeli, namun pembayaran hanya kepada seorang kasir saja (Supranto, 2009).

Notasi Kendall

Pada pengelompokan model-model antrian yang berbeda-beda akan digunakan suatu notasi yang disebut dengan Notasi Kendall. Notasi ini sering dipergunakan karena beberapa alasan. Diantaranya, karena notasi tersebut merupakan alat yang efisien untuk mengidentifikasi tidak hanya model-model antrian, tetapi juga asumsi-asumsi yang harus dipenuhi (Subagyo, dk, 2000). Menurut Taha (1997), notasi (a/b/c):(d/e/f) pada awalnya dirancang oleh 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 dan dijelaskan sebagai berikut:

- a : Distribusi kedatangan (keberangkatan).
- b : Distribusi waktu pelayanan.
- c : Jumlah pelayan paralel (c = 1, 2, 3, ..., ∞).
- d : Peraturan pelayanan (FCFS, LCFS, SIRO, PS).
- e : Jumlah maksimum yang diizinkan dalam sistem.
- f : Ukuran sumber pemanggil.

Kondisi Steady State

Ukuran *steady state* berlaku ketika perilaku sistem terus bergantung pada waktu. Sedangkan antrian dengan gabungan kedatangan dan keberangkatan dimulai berdasarkan kondisi *transient* dan secara bertahap mencapai kondisi *steady state* setelah cukup banyak waktu berlalu, asalkan parameter dari sistem tersebut memungkinkan dicapainya *steady state* (laju kedatangan $\lambda >$ laju pelayanan μ tidak akan mencapai *steady state* tanpa bergantung pada waktu yang telah lalu, karena ukuran antrian akan meningkat dengan waktu). Ukuran *steady state* untuk tingkat kegunaan *server* dihitung dengan rumus:

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

Keadaan *steady state* dapat terpenuhi apabila $\rho < 1$ yang berarti bahwa rata-rata jumlah pelanggan yang datang kurang dari rata-rata waktu pelayanan. Sedangkan jika $\rho > 1$, maka kedatangan terjadi dengan kelajuan yang lebih cepat dari pada waktu pelayanan, keadaan yang sama berlaku apabila $\rho = 1$.

Probabilitas *steady state* dari n pelanggan dalam sistem (P_n), sebagai fungsi dari λ dan μ , dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$P_n = \rho^n P_0$$

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

dengan:

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

P_0 : Probabilitas pelayanan kosong / tidak ada antrian = $1 - \rho$.

Distribusi Kedatangan

Pada umumnya dalam distribusi kedatangan menggunakan distribusi Poisson ini dikarenakan sifatnya yang bebas dan tidak terpengaruh oleh kedatangan sebelum dan sesudahnya. Menurut Walpole (1986), banyaknya X dalam suatu percobaan Poisson disebut suatu peubah acak Poisson. Distribusi peluang suatu peubah acak Poisson X disebut distribusi Poisson dan dinyatakan dengan $p(x; \lambda)$, Karena nilainya hanya tergantung pada λ , yaitu rata-rata banyaknya sukses yang terjadi dalam selang waktu atau daerah tertentu. Distribusi peluang peubah acak Poisson X, menyatakan peluang banyaknya sukses yang terjadi dalam selang waktu atau daerah tertentu. Fungsi probabilitas untuk X diberikan sebagai berikut:

$$p(x; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

Karakteristik dari distribusi Poisson adalah:

1. Distribusi Poisson merupakan distribusi diskrit.
2. $E(x) = \lambda$
3. $Var(x) = \lambda$
4. $P(x=0) = e^{-\lambda}$

Sifat-sifat dari distribusi Poisson adalah:

1. Banyaknya sukses yang terjadi dalam suatu selang waktu atau daerah tertentu tidak berpengaruh oleh (bebas dari) apa yang terjadi pada selang waktu atau daerah yang terpilih.
2. Peluang terjadinya suatu sukses (tunggal) dalam selang waktu yang amat pendek atau dalam daerah yang kecil sebanding dengan panjang selang waktu atau besarnya daerah dan tidak tergantung pada banyaknya sukses yang terjadi di luar selang waktu atau daerah tersebut.
3. Peluang terjadinya lebih dari satu sukses dalam selang waktu yang pendek atau daerah yang sempit tersebut dapat diabaikan.

Distribusi Pelayanan

Untuk distribusi pelayanan sendiri umumnya diasumsikan mempunyai distribusi eksponensial, apabila didapatkan dalam pengujian bahwa H_1 diterima bahwa data tidak berdistribusi Eksponensial, maka dapat diputuskan bahwa data pelayanan mengikuti suatu distribusi *General*. Suatu variabel kontinu acak X disebut mempunyai suatu distribusi Eksponensial dengan parameter μ , di mana $\mu > 0$. Apabila fungsi probabilitas densitas diberikan sebagai berikut:

$$f(x) = \begin{cases} \mu e^{-\mu x} & , \quad \mu > 0 \\ 0 & , \quad \text{yang lainnya} \end{cases} \tag{2}$$

Adapun fungsi distribusi kumulatif Eksponensial adalah sebagai berikut:

$$f(t) = \int_0^t f(x)dx = 1 - e^{-\mu x} \quad , x > 0 \quad (3)$$

Karakteristik dari distribusi Eksponensial adalah:

1. Distribusi Eksponensial adalah distribusi kontinu.
2. Mean $= \frac{1}{\mu}$
3. Variansi $= \frac{1}{\mu^2}$

Sifat-sifat dari distribusi Eksponensial diantaranya:

1. Apabila di anggap X adalah distribusi dari umur suatu benda maka probabilitas menunjukkan benda atau produk tersebut akan tahan (hidup/baik) paling sedikit (s + t) jam di mana daya tahannya sebanyak t jam adalah sama dengan probabilitas semula yang tahan paling sedikit s jam.
2. Dengan kata lain apabila produk tersebut tahan selama selang waktu t maka distribusi dari sejumlah sisa waktunya bisa bertahan (*survive*) adalah sama dengan *original lifetime* distribusinya, yang mana produk tersebut tidak lagi diingat bahwa ia sudah digunakan di dalam waktu t jam.

Model (M/G/c): (GD/∞/∞)

Dalam kehidupan sehari-hari yang sering terjadi biasanya server dalam (M/G/c): (GD/∞/∞). model ini adalah model antrian dengan pelayanan ganda, distribusi kedatangan Poisson dan distribusi pelayanan *general/umum*. Secara khusus jika sebuah pelayanan memiliki server tunggal maka digunakan model sebelumnya yang telah dibahas yaitu (M/G/1): (GD/∞/∞). Jika didapatkan pada hasil penelitian bahwa terdapat pelayanan ganda dengan distribusi kedatangan Poisson dan distribusi pelayanan Eksponensial maka menggunakan model M/M/c.

Untuk ekspektasi waktu tunggu dalam antrian dapat dicari dengan:

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

Untuk waktu tunggu dalam antrian didapat dari persamaan:

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

Dengan probabilitas banyaknya pelanggan dalam antrian, yaitu L_q adalah

$$L_q = \sum_{n=1}^\infty n \pi_n^q = \int_0^\infty \lambda t dW_q(t) = \lambda \cdot W_q \quad (5)$$

Apabila Probabilitas dari banyaknya pelanggan dalam sistem model (M/G/c) dapat dari rumus:

$$L_s = L_q + \rho \quad (6)$$

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

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \quad (7)$$

Pemrograman Lazarus

Lazarus adalah Lingkungan Pengembangan Terpadu (LPT) sumber terbuka bagi pengguna bahasa pemrograman *Pascal* dan objek *Pascal* yang menyediakan lingkungan pengembangan yang mirip dengan *Delphi*. LPT ini dibangun untuk dan didukung oleh kompilator *Free Pascal* (FPC). Program ini mempunyai moto *Write Once Compile Anywhere* artinya hanya dengan sebuah kode sumber program dapat dikompilasi di semua platform OS (*Windows, Linux, Mac OS* dan lain-lain).Lazarus dibangun di atas kerangka yang juga digunakan untuk menghasilkan aplikasi yang dibuat di atasnya, yaitu *Lazarus Component Library* (LCL). Baik Lazarus maupun LCL murni ditulis dalam Bahasa Object Pascal. LCL ini merupakan abstraksi untuk berbagai pustaka grafis yang digunakan untuk menampilkan antarmuka dari aplikasi.

Saat ini, terdapat beberapa pustaka grafis. Untuk mempermudah pembuatan grafis bagi lingkungan baru (misalnya Android), sedang dikembangkan pula pustaka *Custom Drawn* yang hanya memanfaatkan kemampuan paling dasar sistem operasi untuk menggambar. Semua tombol, kotak isian, gambar, dan kendali lain-lain penggambaran dan penanganan kejadian dilakukan oleh pengguna secara bebas. Seperti *Free Pascal, Lazarus* adalah perangkat lunak bebas. Bagian yang berbeda didistribusikan di bawah lisensi perangkat lunak bebas yang berbeda, termasuk *General Public Licence* (GPL), *Lesser General Public Licence* (LGPL), *Mozilla Public Licence* (MPL), dan versi modifikasi dari (LGPL).

Metodologi Penelitian Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2017. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Statistika Komputasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman. Adapun pengambilan data penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Utomo Motor Yamaha, Jalan Sultan Hasanuddin Samarinda Seberang.

Rancangan Penelitian

Sifat dari metode penelitian ini termasuk dalam penelitian *survey* yang dengan maksud memahami atau meramalkan beberapa perilaku dari populasi yang diamati. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengamati langsung ke objek penelitian dengan cara mengamati kedatangan konsumen yang datang per menit pada Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang. Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari sumber asli tanpa media perantara. Data primer tersebut dibantu oleh beberapa tenaga survei yaitu, mekanik dari bengkel tersebut yang bersedia membantu proses pencatatan waktu dari

pelanggan mulai dilayani sampai selesai dilayani, proses pencatatan waktu dilakukan oleh tiap tiap mekanik yang berada dalam server.

Populasi Dan Sampel

Dalam penelitian ini yang menjadi populasi adalah sistem antrean yang berada di tempat perbaikan sepeda motor dari Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang. Sedangkan sampel dari penelitian ini adalah sistem antrean yang berada pada tempat perbaikan sepeda motor pada periode sibuk, yaitu;

1. Hari Senin, tanggal 8, 22 Mei dan tanggal 7 Agustus 2017, jam sibuk pagi pada pukul 09:30 sampai dengan 11:15.
2. Hari Rabu, tanggal 17 Mei dan tanggal 2 Agustus 2017, jam sibuk siang pada pukul 13:00 sampai dengan 15:30.

Teknik Sampling

Teknik sampling yang dilakukan pada penelitian ini adalah sampling purposive atau sampling pertimbangan. Sampling purposive yaitu terjadi apabila pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pertimbangan peneliti yang sesuai dengan kasus yang diteliti. Pertimbangan peneliti adalah mengambil hari di mana λ dan μ memenuhi kondisi *steady state*.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data waktu kedatangan pelanggan, dimana dicatat waktu jam pelanggan memasuki customer service dan menyerahkan kunci dan STNK.
2. Data lama pelayanan, dimana pada data tersebut dilihat seberapa lama mekanik melayani seorang pelanggan. Dimulai dari mekanik mengambil kendaraan bermotor pelanggan hingga pelanggan membayar dan mengambil kunci serta STNK.

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. Data yang dikumpulkan berupa waktu kedatangan pelanggan dan lama pelayanan.

Data waktu kedatangan dibagi ke dalam beberapa interval dalam 15 menit, interval 15 menit dipilih agar dalam pengambilan data tidak terjadi penumpukan pelanggan dan juga tidak terjadi rentang waktu antar pelanggan yang terlalu panjang. Langkah berikutnya adalah menghitung banyaknya kedatangan pelanggan dalam interval waktu yang telah dibuat. Untuk data waktu lama pelayanan didapatkan dengan cara mengurangkan

waktu pelayanan selesai dengan waktu ketika dilayani, kemudian data waktu lama pelayanan tersebut dikelompokkan menjadi beberapa interval waktu pelayanan yang telah dibuat.

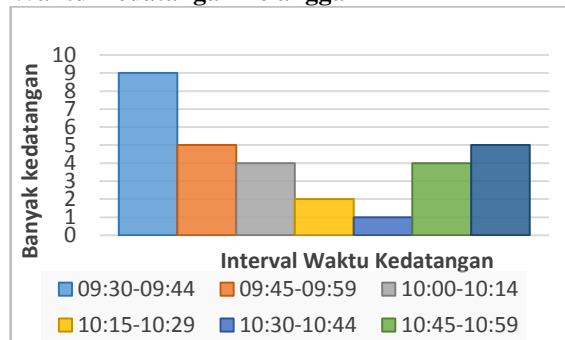
Hasil dari pengambilan data akan disajikan dalam bentuk tabel yang berisi waktu kedatangan pelanggan, waktu mulai dilayani untuk melakukan perbaikan sepeda motor dan waktu selesai pelayanan pada mekanik, dengan interval waktu 20 menit dimaksudkan agar nilai rata-rata interval tidak berbeda terlalu jauh dengan nilai interval lainnya. Pengambilan data dan pengujian merupakan hasil pemilihan dari analisis kasus terhadap situasi sistem antrean. Pada umumnya, hal ini didasarkan atas distribusi kedatangan dan pelayanan. Dalam prakteknya penguraian dari distribusi seluruh data dilakukan dari hasil observasi sistem antrean selama pelaksanaan dan pengambilan data.

Hasil Dan Pembahasan

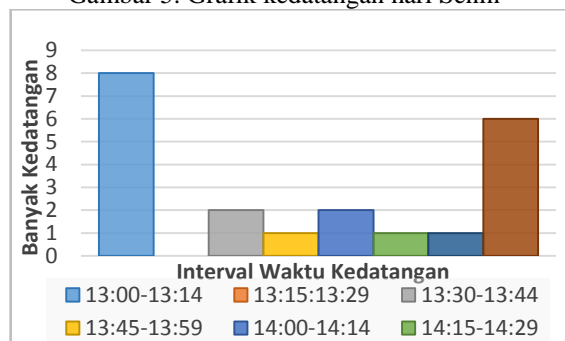
Data yang dianalisis dalam penelitian tugas akhir ini adalah mengenai jumlah kedatangan pelanggan yang menggunakan lebih dari satu jasa mekanik dengan pelayanan pelanggan pada Bengkel Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang pada periode sibuk data tersebut diperoleh pada hari Senin tanggal 8 Mei, 22 Mei dan 6 Agustus 2017 pukul 09:30-11:15 WITA, dan hari Rabu tanggal 17 Mei dan 2 Agustus 2017 pukul 09:30-11:30 WITA. Variabel penelitian yang diperlukan adalah data waktu kedatangan pelanggan dan data lama pelayanan pelanggan.

Analisis Deskriptif

Waktu Kedatangan Pelanggan



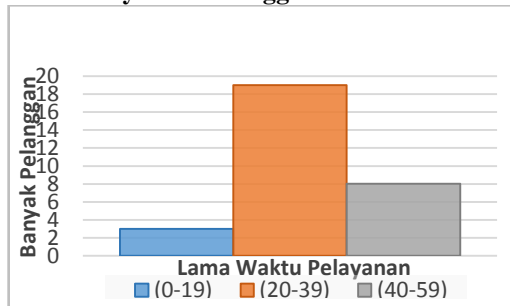
Gambar 5. Grafik kedatangan hari Senin



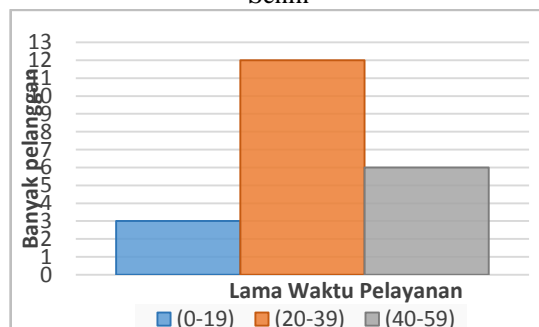
Gambar 6. Grafik waktu kedatangan hari Rabu

Berdasarkan pada kedua grafik waktu kedatangan dapat dilihat bahwa, untuk kedatangan pelanggan terbanyak pada hari Senin berada pada interval waktu antara pukul 09:30-09:44, sedangkan kedatangan pelanggan terkecil berada pada interval waktu antara pukul 10:30-10:44. Untuk kedatangan pelanggan terbanyak pada hari Rabu berada pada interval waktu antara pukul 13:00-13:14, sedangkan tidak ada kedatangan pelanggan berada pada interval waktu antara 13:15-13:29.

Waktu Pelayanan Pelanggan



Gambar 7. Grafik lama waktu pelayanan hari Senin



Gambar 8. Grafik lama waktu pelayanan hari Rabu

Berdasarkan pada kedua grafik lama waktu pelayanan dapat dilihat bahwa, untuk lama pelayanan pelanggan terbanyak pada hari Senin berada pada interval waktu antara 20-39 menit sebanyak 19 pelanggan. Untuk lama pelayanan pelanggan terbanyak pada hari Rabu berada pada interval waktu antara 20-39 menit sebanyak 12 pelanggan.

Menentukan Model Antrian

Cara menentukan model dari suatu antrian dengan menggunakan uji kecocokan distribusi dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Model antrian bengkel

Hari	Distribusi Kedatangan	Distribusi Pelayanan	Model Antrian
Senin	Distribusi Poisson	Distribusi General	M/G/c
Rabu	Distribusi Poisson	Distribusi General	M/G/c

Berdasarkan hasil uji kecocokan distribusi banyak kedatangan dan lama waktu pelayanan

yang telah dilakukan, dapat ditentukan model dari suatu antrian sebagai berikut:

1. Hari Senin

Berdasarkan hasil data pengujian pada data penelitian dengan menggunakan uji kecocokan distribusi *Chi-Square* yang telah dilakukan pada Bengkel Utomo Yamaha Motor Samarinda Seberang, dengan peraturan pelanggan yang datang pertama akan pertama dilayani (FCFS) dan pelanggan yang datang dilayani oleh pelayan yang berjumlah 4 mekanik serta kapasitas sistem dan sumber pemanggil yang tidak dibatasi. Diperoleh banyak kedatangan berdistribusi Poisson dan lama waktu pelayanan berdistribusi General. Jadi sistem antriannya mengikuti model antrian (M/G/c):(GD/∞/∞).

2. Rabu

Berdasarkan hasil data pengujian pada data penelitian dengan menggunakan uji kecocokan distribusi *Chi-Square* yang telah dilakukan pada Bengkel Utomo Yamaha Motor Samarinda Seberang, dengan peraturan pelanggan yang datang pertama akan pertama dilayani (FCFS) dan pelanggan yang datang dilayani oleh pelayan yang berjumlah 4 mekanik serta kapasitas sistem dan sumber pemanggil yang tidak dibatasi. Diperoleh banyak kedatangan berdistribusi Poisson dan lama waktu pelayanan berdistribusi General. Jadi sistem antriannya mengikuti model antrian (M/G/c):(GD/∞/∞).

Pembahasan Analisis Model Antrian

Sistem antrian yang terdapat pada Bengkel Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang 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 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan model M/G/c

Perhitungan	Senin	Rabu
Faktor kegunaan	79%	77%
L_q (pelanggan)	2	2
L_s (pelanggan)	5	5
W_q (Jam)	0,38	0,35
W_s (Jam)	0,93	0,94

Faktor kegunaan pelayanan adalah perbandingan dari waktu sibuk para pelayan. Nilai faktor kegunaan pelayanan terletak di antara 0% (tidak padat) dan 100% (padat). Nilai faktor kegunaan pada hari ketiga Senin dan kedua Rabu adalah berkisar di antara yaitu 0,7 sampai dengan 0,8 atau sekitar 70-80%. Dengan demikian, pada hari tersebut tidak terjadi kepadatan yang terlalu besar. Waktu tunggu yang dihabiskan pelanggan dalam antrian pada hari Senin adalah 22,8 menit,

dan pada hari Rabu adalah 21 menit. Banyaknya pelanggan dalam antrian pada hari Senin dan hari Rabu adalah sama yaitu sebanyak 2 pelanggan. Banyaknya pelanggan dalam sistem antrian di Bengkel Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang adalah banyaknya pelanggan yang berada di baris tunggu, dimulai dari kedatangan hingga selesai dilayani oleh pelayan. Berdasarkan Tabel 4.11 tersebut banyaknya pelanggan dalam sistem pada hari Senin dan hari Rabu adalah sama yaitu sebanyak 5 pelanggan. Waktu tunggu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem di Bengkel Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang adalah waktu keseluruhan yang dihabiskan pelanggan di dalam sistem antrian. Berdasarkan Tabel 4.11 tersebut banyaknya rata-rata waktu tunggu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem pada hari Senin adalah 55,8 menit dan pada hari Rabu adalah 56,4 menit.

Analisis Program Model Antrian

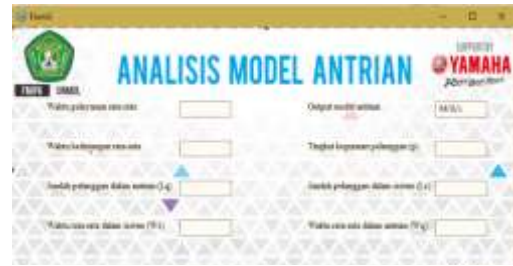
Teknik analisis merupakan salah satu cara yang lebih baik dalam memecahkan masalah dengan distribusi kedatangan dan distribusi pelayanan yang random. Analisis dapat menerapkan keadaan yang sebenarnya terjadi dalam sistem antrian, khususnya Model (M/G/c). Untuk membuat analisis antrian model diperlukan suatu program dari software Lazarus. Dalam hal ini Lazarus dapat mempercepat proses perhitungan dari model antrian (M/G/c) sesuai dengan perhitungan manual. Langkah pertama dalam pembuatan program menggunakan Lazarus yaitu membuat tampilan program adapun tampilan yang dibuat yaitu halaman menu utama, database dan analisis antrian yang dapat dilihat pada Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11. Pada halaman database terdapat menu penginputan data, menampilkan data, mencari rata-rata dan tombol perhitungan model antrian.



Gambar 9. Halaman menu utama



Gambar 10. Database bengkel



Gambar 11. Analisis Antrian

Sebagai contoh menjalankan program model antrian ini data telah dimasukkan ke dalam database sebanyak 3 hari, dipilih hari pertama untuk langsung dicari λ dan μ , data hari pertama tersebut diambil dari hasil observasi yang kemudian data tersebut diinput ke dalam database, tampilan untuk database dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan untuk hasil dari tabel λ dan μ akan keluar setelah klik tombol rata-rata pada halaman database. Selanjutnya untuk proses perhitungan model antrian dapat dilakukan dengan menekan tombol hitung dengan syarat tabel λ , μ dan jumlah server harus diisi terlebih dahulu. Hasil dari perhitungan hari pertama dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 12. Menampilkan database



Gambar 13. Informasi program database



Gambar 14. Hasil output model antrian

Tabel 3. Hasil perhitungan program model M/G/c dengan program Lazarus

Perhitungan	08 Mei 2017	17 Mei 2017	22 Mei 2017	2 Agustus 2017	6 Agustus 2017
Faktor kegunaan	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8
L_q (pelanggan)	2	1	1	4	3
L_s (pelanggan)	5	4	4	7	6
W_q (Jam)	0,41	0,20	0,25	0,68	0,46
W_s (Jam)	0,97	0,75	0,81	1,29	0,98

Analisis Program Model Antrian

Setelah proses analisis antrian model (M/G/4):(GD/∞/∞) dijalankan sesuai dengan program Lazarus yang telah dibuat dalam bentuk per hari, *output* program terdapat pada lampiran 6. Untuk hasil perhitungan program dapat dilihat pada Tabel 3.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis model antrian (M/G/c):(GD/∞/∞) dimana pola kedatangan berdistribusi Poisson dan pola pelayanan berdistribusi General dengan sebanyak 4 server serta mengikuti disiplin antrian *First Come First Served* pada Bengkel Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Diketahui bahwa dari hasil analisis nilai faktor kegunaan pelayanan yang terjadi pada hari Senin yaitu sebesar 0,79 dan pada hari Rabu yaitu sebesar 0,77 Dengan demikian, pada ketiga hari tersebut tidak terjadi kepadatan yang terlalu besar.
2. Banyaknya pelanggan dalam antrian di Bengkel Utomo Motor Yamaha Samarinda Seberang pada hari Senin dan pada hari Rabu adalah sama yaitu sebanyak 2 pelanggan. Sedangkan banyaknya pelanggan dalam sistem pada bengkel tersebut yang terjadi pada hari Senin dan pada hari Rabu adalah sama yaitu sebanyak 5 pelanggan
3. Waktu tunggu rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam antrian yang terjadi pada pada hari Senin adalah 22,8 menit dan pada hari Rabu adalah 21 menit. Sedangkan waktu tunggu rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam sistem pada hari Senin adalah sebesar 55,8 menit dan pada hari Rabu adalah sebesar 56,4 menit.
4. Efektifitas proses pelayanan ditentukan oleh menghitung faktor kegunaan pelayanan, waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian dan dalam sistem, banyaknya pelanggan dalam antrian dan dalam sistem dengan menghitung per hari, yaitu sama atau tidak jauh berbeda antara penghitungan manual perhitungan

menggunakan program yang dibuat dengan *software* Lazarus.

Daftar Pustaka

- Aditama, W. (2013). Distribusi Waktu Tunggu Pada Antrian Dengan Menggunakan Displin Pelayanan Prioritas. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits, Vol 1(102), 1-6*.
- Aminudin. (2005). *Prinsip-Prinsip Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga.
- Bronson, R. (1993). *Teori dan Soal-soal : Operation Research*. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Dedy, P Dan Putriaji, H. (2013). Analisis Model Antrian Perbaikan Sepeda Motor. *UNNES Journal Of Mathematics, Vol 2(2), 42-45*.
- Dimiyati, A dan Tjutju, T. (2004). *Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung : PT. Sinar Baru Algesindo.
- Gross, D and Haris, C. M. (1998). *Fundamental of Queueing Theory*, Third Edition. New York: John Willey and Sons, Inc.
- Kakiay, T.J. (2004). *Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: Andi.
- Lee, H dan Bilington, C. (1992). *Managing Supply Chain Inventoris: Pit-Falls and Opportunities, Sloan Management Review, Vol 33(50), 239-249*.
- Supranto, J. (1988). *Riset Operasi (Untuk Pengambilan Keputusan)*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Taha, H.A. (1997). *Riset Operasi: Suatu Pengantar*. Jakarta: Binapura Aksara.
- Siagian. (2006). *Penelitian Oprasional Teori dan Praktek*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Subagyo, P. (2009). *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: BPF.
- Sudaryono. (2012). *Statistika Probabilitas Teori & Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- Ross, M. (2010). *Introduction to Probability Models 10th Edition*. Los Angles, California: *University of Southren California*.
- Walpole, Ronald E. (1990). *Pengantar Statistika*. Edisi Ketiga. Jakarta: PT. Gramedia.

