

## **SIMULASI MODEL ANTRIAN OPTIMAL LOKET PEMBAYARAN PARKIR**

Taufiqur Rachman  
Program Studi Teknik Industri Universitas Esa Unggul, Jakarta  
Jalan Arjuna Utara Nomor 9, Kebon Jeruk, Jakarta  
taufiqur.rahman@esaunggul.ac.id

### **Abstract**

*The purpose of this research is to determine whether the number of motorcycle parking checkouts at Esa Unggul University is optimal in serving all customers. While the specific objectives of this research was to find out how many motorcycle checkouts amount of parking that should be owned by Esa Unggul University so that it can serve customers optimally. To solve that problem and obtain the expected goals, so in this research using the queue model to determine the performance of the parking checkouts. In addition, simulation techniques are also used to provide an overview of areal system in order to evaluate and improve system performance. From the calculation and simulation ProModel obtained that the optimal number of counters for motorcycle parking payment counter at Esa Unggul University is as much as 2 counters. So the performance of the queue for the current conditions that exist at the University of Esa Unggul especially on motorcycle parking payment counter that uses 2 counters were optimal. From the calculations, the level of service and optimal performance of the queue contained in  $M = 2$  (the number of motorcycle parking payment counter as much as 2 counters) with details of its performance are  $P_0$  (the probability of no customers/motors in the queuing system) is 0.3249 ;  $L_s$  (number of customers/average motor in the queuing system) is 1.4257 ;  $W_s$  (the average time spent on customer/motors in line or being served) is 0.0475 ;  $L_q$  (number of customers/average motor waiting in the queue) is 1.4749 ; dan  $W_q$  (the average time spent by the customer/motor to wait in the queue) is 0.0492. From the ProModel simulation results obtained service levels and optimal performance of the queue contained in 2 Line/Lane Model with an % Idle average value of 51.17.*

**Keywords:** *Queue, Queue Systems, Modeling, Simulation, Model*

### **Abstrak**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah jumlah loket pembayaran parkir motor di Universitas Esa Unggul sudah optimal dalam melayani seluruh pelanggan. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa jumlah loket pembayaran parkir motor yang sebaiknya dimiliki oleh Universitas Esa Unggul sehingga dapat melayani pelanggan secara optimal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dan memperoleh tujuan yang diharapkan, maka dalam penelitian ini digunakan model antrian untuk mengetahui kinerja loket pembayaran parkir. Selain itu teknik simulasi juga digunakan untuk memberikan gambaran dari suatu sistem nyata dalam rangka mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Dari hasil perhitungan dan simulasi ProModel diperoleh bahwa jumlah loket optimal untuk loket pembayaran parkir motor di Universitas Esa Unggul adalah sebanyak 2 loket. Sehingga kinerja antrian untuk kondisi saat ini yang ada di Universitas Esa Unggul khususnya pada loket pembayaran parkir motor yang menggunakan 2 loket sudah optimal. Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat pelayanan dan kinerja antrian optimal terdapat pada  $M = 2$  (jumlah loket pembayaran parkir motor sebanyak 2 loket) dengan rincian kinerjanya adalah  $P_0$  (probabilitas tidak adanya pelanggan/motor dalam sistem antrian) sebesar 0.3249 ;  $L_s$  (jumlah pelanggan/motor rata-rata dalam sistem antrian) sebesar 1.4257 ;  $W_s$  (waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan/motor dalam antrian atau sedang dilayani) sebesar 0.0475 ;  $L_q$  (jumlah pelanggan/motor rata-rata yang menunggu dalam antrian) sebesar 1.4749 ; dan  $W_q$  (waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan/motor untuk menunggu dalam antrian) sebesar 0.0492. Dari hasil simulasi ProModel diperoleh tingkat pelayanan dan kinerja antrian optimal terdapat pada Model 2 Jalur/Lajur dengan nilai rata-rata % Idle sebesar 51.17.

**Kata kunci:** Antrian, sistem antrian, pemodelan, simulasi, model

### **Pendahuluan**

Dalam kehidupan sehari-hari setiap manusia pasti dihadapkan pada sebuah situasi yang mengharuskannya untuk menunggu. Fenomena menunggu adalah hasil langsung dari keacakan dalam proses operasi pelayanan. Menunggu dapat diidentikkan dengan suatu proses antrian yang

tentunya memiliki permasalahan yang dapat dipecahkan. Pelaku-pelaku utama dalam sebuah situasi antrian adalah pelanggan (*customer*) dan pelayan (*server*). Dalam model antrian, interaksi antara pelanggan dan pelayan adalah periode waktu yang diperoleh pelanggan untuk menyelesaikan sebuah pelayanan. Jadi, dari sudut pandang

kedatangan pelanggan yang diperhitungkan adalah interval waktu yang memisahkan kedatangan yang berturut-turut. Juga dalam pelayanan, yang diperhitungkan adalah waktu pelayanan per kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan diringkaskan dalam distribusi probabilitas yang umumnya disebut sebagai distribusi kedatangan (*arrival distribution*) dan distribusi waktu pelayanan (*service time distribution*). (Gerson, dkk, 2013)

Universitas Esa Unggul merupakan salah satu perguruan tinggi swasta yang memiliki loket pembayaran parkir untuk melayani kepentingan seluruh pelanggan. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, sering terjadi antrian pada loket pembayaran parkir sehingga menyebabkan pelanggan akan menjadi jenuh dan merasa waktunya terbuang dengan percuma.

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan masalah antrian dapat disimulasikan dengan bantuan komputer sebelum perencanaan diimplementasikan. Pemilihan metode simulasi dilandasi suatu kenyataan bahwa sistem antrian memiliki kriteria tertentu yaitu kriteria ketidakpastian baik berkaitan dengan jumlah pengunjung maupun waktu antrian. Simulasi juga memberikan berbagai ide alternatif rancangan tanpa menimbulkan biaya, waktu implementasi sistem yang lama serta resiko kegagalan dalam melakukan perbaikan suatu sistem. Adapun perangkat simulasi yang digunakan adalah *software* simulasi Promodel. (Gerson, dkk, 2013)

Teknik simulasi adalah alat untuk menganalisis dan mengevaluasi sebelum menerapkan dalam sistem yang nyata. Karena kemajuan teknologi komputer, sehingga penggunaan teknik simulasi sebagai alat untuk penelitian dan pemecahan masalah menjadi lebih populer. Konsep teknik simulasi untuk meniru sistem nyata sebagai model dan setelah itu menggunakan model untuk bekerja dalam berbagai kondisi dan mempelajari efek untuk mengevaluasi strategi solusi untuk sistem nyata. Karena model simulasi akan menunjukkan hasil dan efek samping dari kondisi yang berbeda sebagai asumsi dalam tahap pengujian model simulasi. Hasil ini membantu dalam analisa untuk lebih memahami tahap sementara sistem dan memprediksi pengaruh yang terjadi pada sistem. (Pochamarn, et al, 2008)

Karena adanya permasalahan antrian pada layanan loket pembayaran parkir di Universitas Esa Unggul, maka penelitian secara sistematis perlu dilakukan untuk menganalisis antrian tersebut. Sehingga pada akhirnya antrian tersebut dapat dikurangi bahkan dicegah sehingga pelanggan puas terhadap pelayanan yang diberikan dan dari pihak universitas sendiri dapat memberikan pelayanan yang optimal.

## Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dipilihlah studi penelitian pada loket pembayaran parkir di Universitas Esa Unggul untuk menentukan jumlah loket yang optimal dalam upaya mengurangi jumlah antrian.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana model simulasi antrian yang optimal untuk penentuan jumlah loket pembayaran parkir dalam upaya mengurangi jumlah antrian pada loket pembayaran parkir di Universitas Esa Unggul.

## Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah jumlah loket pembayaran parkir di Universitas Esa Unggul sudah optimal dalam melayani pelanggan. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa jumlah loket pembayaran parkir yang sebaiknya dimiliki oleh Universitas Esa Unggul sehingga dapat melayani pelanggan secara optimal.

## Teori Antrian

Menurut Heizer dan Render (2009) antrian adalah ilmu pengetahuan tentang bentuk antrian dan merupakan orang-orang atau barang dalam barisan yang sedang menunggu untuk dilayani atau meliputi bagaimana perusahaan dapat menentukan waktu dan fasilitas yang sebaik-baiknya agar dapat melayani pelanggan dengan efisien. Menurut Ma'arif dan Tanjung (2003) antrian adalah situasi barisan tunggu dimana jumlah kesatuan fisik (pendatang) sedang berusaha untuk menerima pelayanan dari fasilitas terbatas (pemberi layanan), sehingga pendatang harus menunggu beberapa waktu dalam barisan agar mendapatkan giliran untuk dilayani. Suatu antrian adalah suatu garis tunggu dari pelanggan (satuan) yang memerlukan layanan satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Studi matematika dari kejadian atau gejala garis tunggu inidisebut teori antrian. Kejadian garis tunggu timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan/kapasitas pelayanan atau fasilitas pelayanan, sehingga nasabah yang tiba tidak bisa segera mendapatkan layanan disebabkan kesibukan pelayanan. (Margaret, dkk, 2012).

Rata-rata lamanya waktu menunggu (*waiting time*) sangat tergantung kepada rata-rata tingkat kecepatan pelayanan (*rate of services*). Teori tentang antrian ditemukan dan dikembangkan oleh A.K. Erlang, seorang insinyur dari Denmark yang bekerja pada perusahaan telepon di Kopenhagen pada tahun 1910. Erlang melakukan eksperimen tentang fluktuasi permintaan fasilitas telepon yang berhubungan dengan *automatic dialing equipment*, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Tujuan sebenarnya dari

teori antrian adalah meneliti kegiatan dari fasilitas pelayanan dalam rangkaian kondisi random dari suatu sistem antrian yang terjadi. Untuk itu pengukuran yang logis akan ditinjau dari dua bagian, yaitu berapa lama para pelanggan harus menunggu yang dalam hal ini diuraikan melalui waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh pelanggan untuk menunggu hingga mendapatkan pelayanan dan berapa persenkah dari waktu yang disediakan untuk memberikan pelayanan itu fasilitas pelayanan dalam kondisi menganggur.

Teori antrian merupakan sebuah bagian penting operasi dan juga bermanfaat di dalam dunia usaha karena masalah dunia usaha yang berkaitan dengan kedatangan dan kemacetan akan terbantu dengan adanya teori antrian ini. Tujuan utama teori antrian ini adalah mencapai keseimbangan antara ongkos pelayanan dengan ongkos yang disebabkan oleh waktu menunggu. Tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian. Namun, hal ini menyebabkan timbulnya biaya. Sebaliknya, sering timbulnya antrian yang panjang akan mengakibatkan hilangnya langganannya. (Margaret, dkk, 2012)

### Karakteristik Sistem Antrian

Dalam sistem antrian terdapat tiga komponen karakteristik menurut Heizer dan Render (2009) yaitu: (1) karakteristik kedatangan atau masukan sistem; (2) karakteristik antrian; (3) karakteristik pelayanan.

Karakteristik yang pertama adalah karakteristik kedatangan atau masukan sistem, yaitu sumber input yang mendatangkan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki karakteristik utama sebagai berikut.

- a. Ukuran populasi, merupakan sumber konsumen yang dilihat sebagai populasi tidak terbatas dan terbatas. Populasi tidak terbatas adalah jika jumlah kedatangan atau pelanggan pada sebuah waktu tertentu hanyalah sebagian kecil dari semua kedatangan yang potensial. Sedangkan populasi terbatas adalah sebuah antrian ketika hanya ada pengguna pelayanan yang potensial dengan jumlah terbatas.
- b. Perilaku kedatangan, perilaku setiap konsumen berbeda-beda dalam memperoleh pelayanan, ada tiga karakteristik perilaku kedatangan yaitu: pelanggan yang sabar, pelanggan yang menolak bergabung dalam antrian dan pelanggan yang membelot.
- c. Pola kedatangan, menggambarkan bagaimana distribusi pelanggan memasuki sistem. Distribusi kedatangan terdiri dari: *Constant arrival distribution* dan *Arrival pattern*

*random*. *Constant arrival distribution* adalah pelanggan yang datang setiap periode tertentu sedangkan *Arrival pattern random* adalah pelanggan yang datang secara acak.

Karakteristik yang kedua adalah karakteristik antrian, yaitu merupakan aturan antrian yang mengacu pada peraturan pelanggan yang ada dalam barisan untuk menerima pelayanan yang terdiri dari:

- a. *First Come First Served* (FCFS) atau *First In First Out* (FIFO) yaitu pelanggan yang pertama datang, pertama dilayani. Misalnya: sistem antrian pada bioskop, supermarket, pintu tol, dan lainlain.
- b. *Last Come First Served* (LCFS) atau *Last In First Out* (LIFO) yaitu sistem antrian pelanggan yang datang terakhir, pertama dilayani. Misalnya: sistem antrian pada elevator lift untuk lantai yang sama.
- c. *Service in Random Order* (SIRO) yaitu panggilan berdasarkan pada peluang acak, tidak peduli siapa yang datang terlebih dahulu.
- d. *Shortest Operation Times* (SOT) yaitu sistem pelayanan yang membutuhkan waktu pelayanan tersingkat mendapat pelayanan pertama.

Karakteristik yang ketiga yaitu karakteristik pelayanan. Karakteristik pelayanan terdapat dua hal penting yaitu, desain sistem pelayanan dan distribusi waktu pelayanan.

- a. Desain sistem pelayanan, pada umumnya digolongkan menurut jumlah saluran yang ada dan jumlah tahapan, antara lain:
  1. Menurut jumlah saluran yang ada adalah sistem antrian jalur tunggal dan sistem antrian jalur berganda.
  2. Menurut jumlah tahapan adalah sistem satu tahap dan sistem tahapan berganda.
- b. Distribusi waktu pelayanan, pola pelayanan serupa dengan pola kedatangan dimana pola ini bisa konstan ataupun acak. Jika waktu pelayanan konstan, maka waktu yang diperlukan untuk melayani setiap pelanggan sama. Sedangkan waktu pelayanan acak merupakan waktu untuk melayani setiap pelanggan adalah acak atau tidak sama.

### Model Antrian

Beragam model antrian dapat digunakan di bidang Manajemen Operasi. Empat model yang paling sering digunakan oleh perusahaan dengan menyesuaikan situasi dan kondisi masing-masing. Dengan mengoptimalkan sistem pelayanan, dapat ditentukan waktu pelayanan, jumlah saluran antrian, dan jumlah pelayanan yang tepat dengan

menggunakan model-model antrian. Empat model antrian tersebut adalah sebagai berikut. (Heizer dan Render, 2009)

**Model A: M/M/I (Single Channel Query System atau model antrian jalur tunggal).**

Dalam situasi ini, kedatangan membentuk satu jalur tunggal untuk dilayani oleh stasiun tunggal. Rumus antrian untuk model A adalah:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:  $\lambda$  = jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu,  $\mu$  = jumlah rata-rata yang dilayani per satuan waktu pada setiap jalur, dan  $L_s$  = jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem.

1. Jumlah waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem (waktu menunggu ditambah waktu pelayanan)

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} \dots\dots\dots (2)$$

2. Jumlah unit rata-rata yang menunggu dalam antrian

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \dots\dots\dots (3)$$

3. Waktu rata-rata antrian dalam sistem

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \dots\dots\dots (4)$$

4. Faktor utilisasi sistem (populasi fasilitas pelayanan sibuk)

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (5)$$

5. Probabilitas terdapat 0 unit dalam sistem (yaitu unit pelayanan kosong)

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (6)$$

6. Probabilitas terdapat lebih dari sejumlah  $k$  unit dalam sistem, dimana  $n$  adalah jumlah unit dalam sistem.

$$P_{n>k} = \left[ \frac{\lambda}{\mu} \right]^{k+1} \dots\dots\dots (7)$$

**Model B: M/M/S (Multiple Channel Query System atau model antrian jalur berganda)**

Sistem antrian jalur berganda terdapat dua atau lebih jalur atau stasiun pelayanan yang tersedia untuk menangani pelanggan yang akan datang. Asumsi bahwa pelanggan yang menunggu pelayanan membentuk satu jalur yang akan dilayani pada stasiun pelayanan yang tersedia pertama kali pada saat itu. Pola kedatangan mengikuti distribusi Poisson dan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial negatif. Pelayanan dilakukan secara *first-come, first-served*, dan semua stasiun pelayanan yang sama. Rumus antrian untuk model B adalah sebagai berikut.

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

$$P_0 = \frac{1}{\left[ \sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M \frac{M!}{M\lambda - \mu}} \dots\dots\dots (8)$$

2. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2 P_0} + \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (9)$$

3. Waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian atau sedang dilayani (dalam sistem)

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \dots\dots\dots (10)$$

4. Jumlah orang atau unit rata-rata yang menunggu dalam antrian

$$L_q = L_s \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (11)$$

5. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh seorang pelanggan atau unit untuk menunggu dalam antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana:  $M$  = jumlah jalur yang terbuka,  $\lambda$  = jumlah kedatangan rata-rata persatuan waktu,  $\mu$  = jumlah orang dilayani persatuan waktu pada setiap jalur,  $n$  = jumlah pelanggan,  $P_0$  = probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem,  $L_s$  = jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem, dan  $L_q$  = jumlah unit rata-rata yang menunggu dalam antrian.

**Model C: M/D/1 (constant service atau waktu pelayanan konstan)**

Beberapa sistem memiliki waktu pelayanan yang tetap, dan bukan berdistribusi eksponensial seperti biasanya. Rumus antrian untuk model C adalah sebagai berikut.

1. Panjang antrian rata-rata

$$L_q = \frac{x^2}{2\mu(\mu - \lambda)} \dots\dots\dots (13)$$

2. Waktu menunggu dalam antrian rata-rata

$$W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu - \lambda)} \dots\dots\dots (14)$$

3. Jumlah pelanggan dalam sistem rata-rata

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (15)$$

4. Waktu tunggu rata-rata dalam sistem

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots (16)$$

**Model D: (limited population atau populasi terbatas)**

Model ini berbeda dengan ketiga model yang lain, karena saat ini terdapat hubungan *saling ketergantungan* antara panjang antrian dan tingkat kedatangan. Ketika terdapat sebuah populasi pelanggan potensial yang terbatas bagi sebuah fasilitas pelayanan, maka model antrian berbeda harus dipertimbangkan.

1. Faktor pelayanan

$$X = \frac{T}{T + U} \dots\dots\dots (17)$$

2. Jumlah antrian rata-rata

$$L = N(1 - F) \dots\dots\dots (18)$$

3. Waktu tunggu rata-rata

$$W = \frac{L(T + U)}{N - L} = \frac{T(1 - F)}{XF} \dots\dots\dots (19)$$

4. Jumlah pelayanan rata-rata

$$J = NF(1 - X) \dots\dots\dots (20)$$

5. Jumlah dalam pelayanan rata-rata

$$H = FNX \dots\dots\dots (21)$$

6. Jumlah populasi

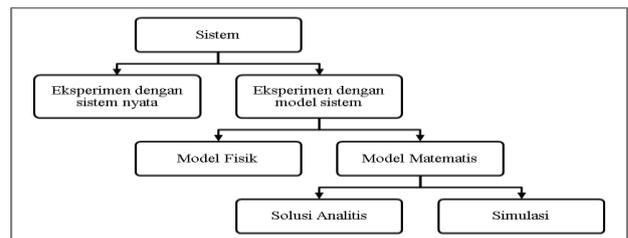
$$N = J + L + H \dots\dots\dots (22)$$

Dimana: **D** = probabilitas sebuah unit harus menunggu didalam antrian, **F** = faktor efisiensi, **H** = rata-rata jumlah unit yang sedang dilayani, **J** = rata-rata jumlah unit yang tidak berada dalam antrian, **L** = rata-rata jumlah unit yang menunggu untuk dilayani, **M** = jumlah jalur pelayanan, **N** = jumlah pelanggan potensial, **T** = waktu pelayanan rata-rata, **U** = waktu rata-rata antara unit yang membutuhkan pelayanan, **W** = waktu rata-rata sebuah unit menunggu dalam antrian, dan **X** = faktor pelayanan.

**Sistem, Model dan Simulasi**

Sistem didefinisikan sebagai kumpulan anggota misalnya orang atau mesin yang berperilaku dan saling berinteraksi untuk mencapai tujuan yang logis. Kumpulan dari anggota yang membentuk sebuah sistem mungkin hanya sebagian dari seluruh sistem yang lain. (Margaret, dkk, 2012)

Sistem dikategorikan menjadi dua tipe: diskrit dan kontinu. Sistem diskrit adalah sistem dimana keadaan variabel berubah secara cepat pada titik-titik waktu yang berbeda. Sistem kontinu adalah sistem dimana keadaan variabel berubah secara kontinu terhadap waktu. Dalam praktek, hanya sedikit sistem yang sepenuhnya diskrit atau sepenuhnya kontinu. Ada berbagai cara untuk mempelajari suatu sistem, seperti ditunjukkan dalam gambar 1.



**Gambar 1**  
**Cara Mempelajari Sistem**  
(Sumber: Margaret, dkk, 2012)

Sistem adalah seperangkat objek yang bekerja sama atau berinteraksi dan biasanya saling ketergantungan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Sistem sering dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi di luar sistem, dapat dikatakan terjadi dilingkungan sistem. Dalam pemodelan sistem, keputusan harus dilakukan dalam batas sistem dan lingkungan. Menurut

Blanchard, sistem didefinisikan sebagai kumpulan elemen yang bekerja sama untuk mencapai yang diinginkan. Isu-isu penting yang dibahas dalam suatu sistem adalah: a) Sistem terdiri dari beberapa elemen, b) Elemen yang saling berkaitan dan bekerja sama, dan c) Sistem yang ada dalam rangka mencapai tujuan tertentu. (Dahyar, 2012)

Simulasi adalah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari suatu sistem nyata. Ide dasar dari simulasi adalah menggunakan beberapa perangkat untuk menirukan sistem nyata untuk mempelajari dan memahami sifat-sifat, tingkah laku dan karakter operasinya. Karena itu, simulasi berkaitan dengan perencanaan untuk menaksir perilaku dari sistem nyata untuk tujuan perancangan sistem atau perubahan perilaku sistem. (Margaret, dkk, 2012)

Simulasi model diklasifikasikan dalam tiga dimensi yang berbeda. (Margaret, dkk, 2012)

1. Simulasi model statis vs dinamis  
Simulasi model statis adalah representasi dari sistem pada tiap waktu tertentu. Sedangkan Simulasi model dinamis adalah representasi dari sistem yang berubah sepanjang waktu.
2. Simulasi model deterministik vs stokastik  
Jika simulasi model tidak memuat unsur probabilitas maka disebut deterministik, banyak sistem yang paling tidak memiliki beberapa unsur input yang acak sehingga muncul simulasi model stokastik.
3. Simulasi model kontinu vs diskrit  
Model diskrit tidak selalu digunakan untuk memodelkan sistem diskrit, keputusan untuk menggunakan model diskrit atau kontinu tergantung dari tujuan spesifik penelitian.

Dalam simulasi, sistem dapat terdiri dari entitas (*entities*), aktivitas (*activities*), sumber daya (*resources*), dan kontrol (*control*). Unsur-unsur ini mendefinisikan siapa, apa, di mana, kapan, dan bagaimana entitas diproses. Simulasi adalah tiruan dari operasi proses atau sistem, dalam rangka untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Simulasi adalah proses merancang model simulasi sistem dan membuat eksperimen dengan model untuk tujuan memahami perilaku sistem dan mengevaluasi berbagai strategi untuk sistem operasi. Simulasi pemodelan proses atau sistem adalah model yang meniru respon dari sistem yang sebenarnya yang terjadi dari waktu ke waktu. Namun, perkembangan teknologi komputer dan kemampuan perangkat lunak dapat mendukung penggunaan simulasi yang membantu untuk masalah manajemen. (Dahyar, 2012)

## Langkah-Langkah Simulasi

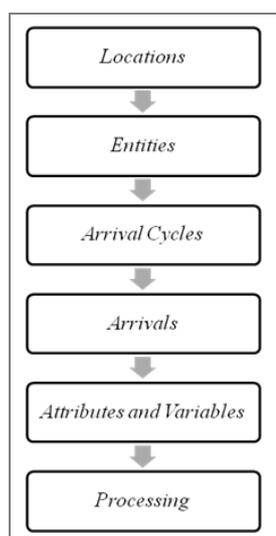
Semua simulasi yang baik memerlukan perencanaan dan pengorganisasian yang baik. Namun simulasi tidak tetap untuk selamanya, tetapi berubah dari waktu ke waktu. Dalam melakukan simulasi umumnya ada 5 langkah pokok yang harus dilakukan. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut: (Margaret, dkk, 2012)

1. Menentukan sistem atau persoalan yang akan disimulasikan.
2. Mengembangkan model simulasi yang akan digunakan.  
Ada 5 langkah yang perlu diperhatikan:
  - a. Menentukan tujuan simulasi.
  - b. Menentukan variabel-variabel keadaan.
  - c. Memilih waktu yang tepat (*fixed time* atau *variable time*).
  - d. Menggambarkan sifat gerakannya.
  - e. Mempersiapkan proses generator.
3. Menguji model dan membandingkan tingkah lakunya dengan tingkah laku dari sistem nyata, setelah itu model simulasi diberlakukan.
4. Merancang percobaan-percobaan simulasi.
5. Menjalankan simulasi dan menganalisis data.

## Pembuatan Model Simulasi

Model adalah representasi dari sebuah sistem. Untuk kebanyakan studi, penting untuk mempertimbangkan aspek dari sistem yang mempengaruhi masalah yang dipelajari. Aspek-aspek yang diwakili dalam model sistem, sehingga model dikatakan penyederhanaan sistem, tapi cukup rinci untuk membuat keputusan pada sistem. Model adalah representasi dari faktayang sedang disederhanakan. Dengan demikian, cara yang tepat di mana operasi dilakukan tidak penting sebagai cara di mana operasi dapat berdampak ke seluruh sistem. Suatu kegiatan harus selalu dilihat dari bagaimana kegiatan ini mempengaruhi unsur-unsur dari sistem lain, bukan bagaimana aktivitas dilakukan. Model biasanya diambil dari sejumlah asumsi yang berkaitan dengan sistem operasi. Asumsi dinyatakan dalam hubungan matematis, logis, dan simbolik dalam elemen sistem. Melalui pemodelan, akan menjelaskan beberapa sistem nyata yang dapat digunakan untuk memprediksi dan merumuskan strategi sistem pengendalian. (Dahyar, 2012)

Dalam pembuatan model simulasi, diperlukan penentuan elemen-elemen dasar seperti ditunjukkan dalam gambar 2.



**Gambar 2**

**Urutan Langkah Pembuatan Model Sistem**

(Sumber: Margaret, dkk, 2012)

**Metodologi Penelitian**

**Rancangan Penelitian**

Penelitian yang berjudul “Simulasi Model Antrian Optimal Loket Pembayaran Parkir” merupakan penelitian tindakan atau *action research* yaitu suatu pencarian sistematis yang dilaksanakan oleh para pelaksanaan program dalam kegiatannya sendiri. *Action research* juga merupakan proses yang mencakup siklus aksi, yang mendasarkan pada refleksi; umpan balik (*feedback*); bukti (*evidence*); dan evaluasi atas aksi sebelumnya dan situasi sekarang. Dalam penelitian ini, yang menjadi objek penelitian yaitu pada permasalahan antrian loket pembayaran parkir di Universitas Esa Unggul.

**Jenis dan Sumber Data**

**Jenis Data**

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kuantitatif, yaitu data yang merupakan perhitungan statistik yang digunakan untuk menghitung jumlah loket yang optimal dan kinerja waktu pelayanan pembayaran parkir pada tingkat optimal di Universitas Esa Unggul.

**Sumber Data**

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer yaitu merupakan data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung dari sumber datanya. Contoh data primer dari penelitian ini adalah observasi tentang jumlah kedatangan pelanggan atau orang yang akan mengantri untuk pembayaran parkir di Universitas Esa Unggul dan wawancara tentang mekanisme pelayanan pembayaran parkir di Universitas Esa Unggul.

**Populasi dan Sampel**

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pelanggan yang datang ke loket pembayaran parkir di Universitas Esa Unggul. Dalam menentukan sampel, teknik yang digunakan adalah teknik *Purposive Sampling*, yaitu pemilihan sekelompok subjek berdasarkan atas ciri-ciri tertentu yang dipandang mempunyai keterkaitan yang erat dengan populasi yang diketahui sebelumnya atau unit sampel yang dihubungi disesuaikan dengan kriteria-kriteria tertentu yang diterapkan berdasarkan tujuan penelitian. Pengambilan sampel berdasarkan kriteria-kriteria sebagai berikut.

- a. Pelanggan yang datang untuk antri di loket pembayaran parkir di Universitas Esa Unggul.
- b. Penelitian dilakukan selama 7 hari pelayanan loket pembayaran.

**Metode Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini teknik data dilakukan dengan metode observasi yaitu pengumpulan data dengan mengamati secara langsung terhadap objek penelitian yang bersangkutan. Hasil observasi dapat dijadikan sebagai data pendukung untuk menganalisis dan mengambil keputusan.

**Definisi Operasional Variabel**

Model Antrian Jalur Berganda merupakan model antrian yang terdapat dua atau lebih jalur atau stasiun pelayanan yang tersedia untuk menangani pelanggan yang akan datang. (Heizer dan Render, 2009). Kinerja sistem antrian memiliki indikator pemikiran:

- a. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem ( $L_s$ ), dihitung dengan menggunakan persamaan (9).
- b. Waktu rata-rata antrian dalam sistem ( $W_s$ ), dihitung dengan menggunakan persamaan (10).
- c. Jumlah orang atau unit rata-rata yang menunggu dalam antrian ( $L_q$ ), dihitung dengan menggunakan persamaan (11).
- d. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh seorang pelanggan atau unit untuk menunggu dalam antrian ( $W_q$ ), dihitung dengan menggunakan persamaan (12).

**Metode Analisis Data**

Dalam proses pelayanan pembayaran parkir guna melayani pelanggan, Universitas Esa Unggul menggunakan Model Antrian Jalur Berganda artinya terdapat lebih dari satu jalur fasilitas dan hanya ada satu tahapan pelayanan yang harus dilalui oleh pelanggan untuk menyelesaikan pelayanan. Waktu yang dibutuhkan oleh pelanggan bersifat acak (*random*), karena jumlah kebutuhan setiap pelanggan berbeda-beda. Universitas Esa Unggul menerapkan pelayanan pembayaran parkir dengan metode *first-come first-served* (FCFS) dimana

pelanggan yang datang pertama akan dilayani terlebih dahulu. Untuk mengoptimalkan proses pelayanan dapat digunakan rumus antrian untuk Model B: M/M/S (Heizer dan Render, 2009) sebagai berikut:

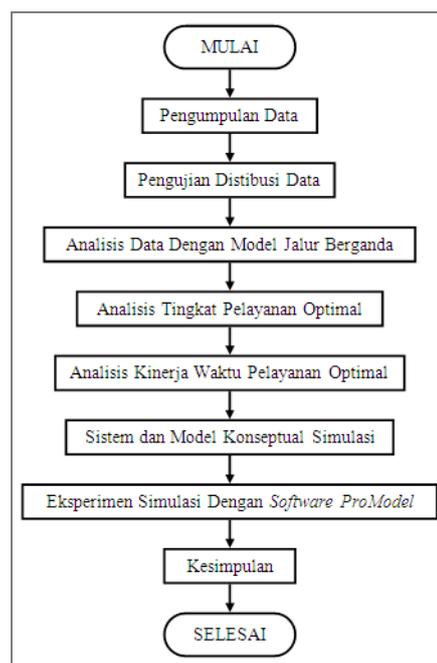
- a. Probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem (tidak adanya pelanggan dalam sistem), dihitung dengan menggunakan persamaan (8).
- b. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem, dihitung dengan menggunakan persamaan (9).
- c. Waktu rata-rata dalam sistem, dihitung dengan menggunakan persamaan (10).
- d. Jumlah orang atau unit rata-rata yang menunggu dalam antrian, dihitung dengan menggunakan persamaan (11).
- e. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh seorang pelanggan atau unit untuk menunggu dalam antrian, dihitung dengan menggunakan persamaan (12).

### Desain Penelitian

Desain penelitian diperlukan untuk memberikan gambaran sistematis yang digunakan dalam menjawab permasalahan dari penelitian ini. Adapun tahapan dalam desain penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data waktu kedatangan dan waktu pelayanan.
2. Pengujian distribusi data waktu kedatangan dan waktu pelayanan.
3. Menganalisis data yang dikumpulkan dengan menggunakan rumus Model Jalur Berganda.
4. Menganalisis tingkat pelayanan optimal untuk menentukan jumlah loket pembayaran parkir yang optimal.
5. Menganalisis kinerja waktu pelayanan pada tingkat optimal.
6. Mendefinisikan deskripsi sistem dan model konseptual dalam melakukan simulasi.
7. Merancang eksperimen simulasi dengan menggunakan *software ProModel*.
8. Mengambil kesimpulan dari hasil penelitian berdasarkan analisis yang dilakukan.

Tahapan dalam desain penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 Tahapan Desain Penelitian

### Hasil dan Pembahasan

#### Data Kedatangan dan Pelayanan

Data kedatangan dan pelayanan didapatkan dengan pengamatan langsung di area parkir Universitas Esa Unggul khususnya untuk jalur keluar motor. Pengamatan dilakukan pada bulan Mei 2016 selama 1 minggu pada waktu yang merupakan periode sibuk yaitu pada pkl. 10.00–13.00 dan pkl. 15.00–19.00. Sehingga terdapat 7 hari pengamatan dan 7 interval waktu.

Untuk data kedatangan dikumpulkan dengan mencatat jumlah kendaraan (motor) yang datang ke loket pembayaran parkir sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan. Hasil pengamatan data kedatangan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Data Kedatangan

Hari	Jumlah Kedatangan Pada Interval Waktu						
	10 – 11	11 – 12	12 – 13	15 – 16	16 – 17	17 – 18	18 – 19
Senin	161	179	216	249	216	239	253
Selasa	163	160	189	230	221	215	250
Rabu	157	193	202	264	236	235	259
Kamis	174	168	204	259	240	243	238
Jum'at	172	169	186	242	218	246	219
Sabtu	143	171	193	228	210	251	248
Minggu	151	155	165	221	219	213	235

Sedangkan untuk data pelayanan dikumpulkan dengan mencatat jumlah kendaraan (motor) yang telah selesai melakukan transaksi

pembayaran sesuai dengan interval waktu yang telah di tentukan. Hasil pengamatan data kedatangan dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2**  
**Data Pelayanan**

Hari	Jumlah Pelayanan Pada Interval Waktu						
	10 – 11	11 – 12	12 – 13	15 – 16	16 – 17	17 – 18	18 – 19
Senin	158	175	213	239	215	241	249
Selasa	161	148	194	223	215	220	244
Rabu	154	190	196	257	232	238	257
Kamis	172	163	196	252	233	244	241
Jum'at	168	166	186	236	216	249	214
Sabtu	140	169	185	225	208	246	242
Minggu	149	153	162	217	212	215	235

**Pengujian Kecocokan Distribusi Data**

Pengujian kecocokan distribusi data ini dilakukan untuk mengetahui jenis distribusi dari data kedatangan dan data pelayanan yang terjadi di loket pembayaran parkir motor. Pengujian kecocokan distribusi ini menggunakan *Kolgomorov–Smirnov Test* dengan bantuan *software SPSS* dengan taraf nyata 5% ( $\alpha=0.05$ ). Hasil pengujian dilihat dengan cara membandingkan nilai signifikansi (*Asymp. Sig*) yang terdapat pada output *Kolgomorov–Smirnov Test* dengan nilai  $\alpha$  yang telah ditetapkan. Jika nilai signifikansi (*Asymp. Sig*) lebih besar dari nilai  $\alpha$ , maka Hipotesa awal ( $H_0$ ) diterima.

**Pengujian Kecocokan Distribusi Data Kedatangan**

Secara umum tingkat kedatangan untuk sistem antrian berdistribusi Poisson, sehingga hipotesis untuk data kedatangan motor ditetapkan sebagai berikut:

$H_0$  : Kedatangan setiap motor ke loket pembayaran parkir berdistribusi Poisson.

$H_1$  : Kedatangan setiap motor ke loket pembayaran parkir tidak berdistribusi Poisson.

Hipotesis tersebut akan diuji untuk data kedatangan pada tabel 1 dengan menggunakan *software SPSS*. Output dari *Kolgomorov–Smirnov Test* untuk hipotesis data kedatangan dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3**  
**Output Kolgomorov–Smirnov Test Data Kedatangan**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test								
		Dtg_J1	Dtg_J2	Dtg_J3	Dtg_J4	Dtg_J5	Dtg_J6	Dtg_J7
N		7	7	7	7	7	7	7
Poisson Parameter <sup>a,b</sup>	Mean	160.1429	170.7143	193.5714	241.8571	222.8571	234.5714	243.1429
Most Extreme Differences	Absolute	.129	.185	.147	.194	.246	.217	.185
	Positive	.129	.185	.123	.194	.246	.180	.147
	Negative	-.106	-.122	-.147	-.143	-.186	-.217	-.185
Kolmogorov-Smirnov Z		.341	.490	.389	.514	.651	.574	.490
Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000	.970	.998	.954	.790	.897	.970

a. Test distribution is Poisson.  
b. Calculated from data.

Dimana: Dtg\_J1 : Jumlah motor yang datang ke loket pembayaran parkir pada jam 10 – 11,  
Dtg\_J2 : Jumlah motor yang datang ke loket pembayaran parkir pada jam 11 – 12,  
Dtg\_J3 : Jumlah motor yang datang ke loket pembayaran parkir pada jam 12 – 13,  
Dtg\_J4 : Jumlah motor yang datang ke loket pembayaran parkir pada jam 15 – 16,  
Dtg\_J5 : Jumlah motor yang datang ke loket pembayaran parkir pada jam 16 – 17,  
Dtg\_J6 : Jumlah motor yang datang ke loket pembayaran parkir pada jam 17 – 18,

dan Dtg\_J7 : Jumlah motor yang datang ke loket pembayaran parkir pada jam 18 – 19.

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai signifikansi (*Asymp. Sig*) semua interval kedatangan motor dari Dtg\_J1 hingga Dtg\_J7 lebih besar dari nilai  $\alpha$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, data kedatangan (jumlah motor yang datang ke loket pembayaran parkir) berdistribusi Poisson.

**Pengujian Kecocokan Distribusi Data Pelayanan**

Secara umum tingkat pelayanan untuk sistem antrian berdistribusi Eksponensial, sehingga hipotesis untuk data pelayanan loket pembayaran parkir motor ditetapkan sebagai berikut:

$H_0$  : Pelayanan loket pembayaran parkir motor berdistribusi Eksponensial.

$H_1$  : Pelayanan loket pembayaran parkir motor tidak berdistribusi Eksponensial.

Hipotesis tersebut akan diuji untuk data pelayanan pada tabel 2 dengan menggunakan software SPSS. Output dari *Kolmogorov-Smirnov Test* untuk hipotesis data pelayanan dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4**  
**Output Kolmogorov-Smirnov Test Data Pelayanan**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test								
		Ply_J1	Ply_J2	Ply_J3	Ply_J4	Ply_J5	Ply_J6	Ply_J7
N		7	7	7	7	7	7	7
Exponential parameter <sup>a,b</sup>	Mean	157.4286	166.2857	190.2857	235.5714	218.7143	236.1429	240.2857
Most Extreme Differences	Absolute	.589	.589	.573	.602	.614	.598	.590
	Positive	.335	.319	.326	.336	.345	.348	.343
	Negative	-.589	-.589	-.573	-.602	-.614	-.598	-.590
Kolmogorov-Smirnov Z		1.558	1.559	1.516	1.593	1.624	1.581	1.560
Asymp. Sig. (2-tailed)		.016	.015	.020	.013	.010	.013	.015

a. Test Distribution is Exponential.  
b. Calculated from data.

Dimana: Ply\_J1 : Jumlah pelayanan loket pembayaran parkir motor pada jam 10 – 11, Ply\_J2 : Jumlah pelayanan loket pembayaran parkir motor pada jam 11 – 12, Ply\_J3 : Jumlah pelayanan loket pembayaran parkir motor pada jam 12 – 13, Ply\_J4 : Jumlah pelayanan loket pembayaran parkir motor pada jam 15 – 16, Ply\_J5 : Jumlah pelayanan loket pembayaran parkir motor pada jam 16 – 17, Ply\_J6 : Jumlah pelayanan loket pembayaran parkir motor pada jam 17 – 18, Ply\_J7 : Jumlah pelayanan loket pembayaran parkir motor pada jam 18 – 19.

Dari tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai signifikansi (*Asymp. Sig*) semua interval pelayanan loket pembayaran parkir motor dari Ply\_J1 hingga Ply\_J7 lebih kecil dari nilai  $\alpha$ , sehingga  $H_0$  ditolak. Jadi, data pelayanan (jumlah pelayanan loket pembayaran parkir motor) tidak berdistribusi Eksponensial.

Karena hipotesis bahwa data pelayanan tidak berdistribusi Eksponensial, maka hipotesis data pelayanan dirubah menjadi sebagai berikut:

$H_{0rev}$  : Pelayanan loket pembayaran parkir motor berdistribusi Poisson.

$H_{1rev}$  : Pelayanan loket pembayaran parkir motor tidak berdistribusi Poisson.

Output dari *Kolmogorov-Smirnov Test* untuk hipotesis data pelayanan berdistribusi Poisson dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5**  
**Output Kolmogorov-Smirnov Test Data Pelayanan Poisson**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test								
		Ply_J1	Ply_J2	Ply_J3	Ply_J4	Ply_J5	Ply_J6	Ply_J7
N		7	7	7	7	7	7	7
Poisson Parameter <sup>a,b</sup>	Mean	157.4286	166.2857	190.2857	235.5714	218.7143	236.1429	240.2857
Most Extreme Differences	Absolute	.116	.125	.198	.171	.269	.254	.224
	Positive	.116	.125	.180	.171	.269	.192	.134
	Negative	-.098	-.105	-.198	-.136	-.226	-.254	-.224
Kolmogorov-Smirnov Z		.307	.331	.525	.452	.713	.671	.593
Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000	1.000	.946	.987	.690	.758	.874

a. Test distribution is Poisson.  
b. Calculated from data.

Dari tabel 5 dapat diketahui bahwa nilai signifikansi (*Asymp. Sig*) semua interval pelayanan loket pembayaran parkir motor dari Ply\_J1 hingga Ply\_J7 lebih besar dari nilai  $\alpha$ , sehingga  $H_{0rev}$  diterima. Jadi, data pelayanan (jumlah pelayanan loket pembayaran parkir motor) berdistribusi Poisson.

**Perhitungan Antrian Model Jalur Berganda**

Perhitungan teori antrian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Model B: M/M/S (*Multiple Channel Query System* atau model antrian jalur berganda) karena sesuai dengan model antrian yang saat ini digunakan oleh Universitas Esa Unggul.

Untuk memulai perhitungan, terlebih dahulu harus diketahui nilai  $\lambda$  (jumlah kedatangan motor per satuan waktu) dan nilai  $\mu$  (jumlah motor yang dilayani di loket pembayaran parkir per satuan waktu).

Untuk nilai  $\lambda$  diperoleh dengan melihat nilai pada bagian *Mean Poisson Parameter* dari output *Kolgomorov-Smirnov Test Data* Kedatangan pada tabel 3. Untuk perhitungan nilai  $\lambda$  disajikan pada tabel 6 berikut.

**Tabel 6**  
**Perhitungan Nilai  $\lambda$**

Pengamat n	Mean Poisson Parameter	Jumlah Jam Pengamatan	Jumlah Kedatangan Per Jam
Dtg_J1	160.1429	7	22.8776
Dtg_J2	170.7143	7	24.3878
Dtg_J3	193.5714	7	27.6531
Dtg_J4	241.8571	7	34.5510
Dtg_J5	222.8571	7	31.8367
Dtg_J6	234.5714	7	33.5102
Dtg_J7	243.1429	7	34.7347
<b>Nilai <math>\lambda</math> =</b>			<b>29.9359</b>

Dari tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai  $\lambda$  adalah  $29.9359 \approx 30$  yang dapat diartikan terdapat 30 motor yang datang ke loket pembayaran parkir.

Sedangkan untuk nilai  $\mu$  diperoleh dengan melihat nilai pada bagian *Mean Poisson Parameter* dari output *Kolgomorov-Smirnov Test Data* Pelayanan pada tabel 5. Untuk perhitungan nilai  $\mu$  disajikan pada tabel 7 berikut.

**Tabel 7**  
**Perhitungan Nilai  $\mu$**

Pengamat n	Mean Poisson Parameter	Jumlah Jam Pengamatan	Jumlah Pelayanan Per Jam
Ply_J1	157.4286	7	22.4898
Ply_J2	166.2857	7	23.7551
Ply_J3	190.2857	7	27.1837
Ply_J4	235.5714	7	33.6531
Ply_J5	218.7143	7	31.2449
Ply_J6	236.1429	7	33.7347
Ply_J7	240.2857	7	34.3265
<b>Nilai <math>\mu</math> =</b>			<b>29.4840</b>

Dari tabel 7 dapat diketahui bahwa nilai  $\mu$  adalah  $29.4840 \approx 29$  yang dapat diartikan terdapat 29 motor yang dapat dilayani oleh loket pembayaran parkir.

Untuk mengetahui kinerja antrian saat ini digunakan persamaan (8) hingga (12) yang ada pada Bab II dengan jumlah jalur/jumlah loket yang terbuka ( $M$ ) adalah 2 loket, maka diperoleh:

1. Probabilitas terdapat 0 (nol) pelanggan/motor dalam sistem (tidak adanya pelanggan/motor dalam sistem).

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

$$P_0 = \frac{1}{\left[ \frac{1}{0!} \left(\frac{30}{29}\right)^0 + \frac{1}{1!} \left(\frac{30}{29}\right)^1 \right] + \frac{1}{2!} \left(\frac{30}{29}\right)^2 \left(\frac{2 \times 29}{(2 \times 30) - 29}\right)}$$

$$P_0 = \frac{1}{2.0345 + 1.0011} = 0.3294$$

2. Jumlah pelanggan/motor rata-rata dalam sistem

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2 P_0} + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = \left( \frac{(30 \times 29) \left\{ \left(\frac{30}{29}\right)^2 \right\}}{(2-1)! \left( (2 \times 29) - 30 \right)^2 \times 0.3294} \right) + \frac{30}{29}$$

$$L_s = \left( \frac{931.0345}{784} \times 0.3294 \right) + 1.0345 = 1.4257$$

3. Waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan/motor dalam antrian atau sedang dilayani (dalam sistem)

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{1.4257}{30} = 0.0475$$

4. Jumlah pelanggan/motor rata-rata yang menunggu dalam antrian

$$L_q = L_s \frac{\lambda}{\mu} = 1.4257 \left(\frac{30}{29}\right) = 1.4749$$

5. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan/motor untuk menunggu dalam antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{1.4749}{30} = 0.0492$$

**Perhitungan Tingkat Pelayanan dan Kinerja Antrian Optimal**

Setelah kondisi antrian yang saat ini digunakan telah diketahui kinerjanya, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan antrian dengan merubah jumlah jalur/jumlah loket yang terbuka ( $M$ ) hingga diperoleh tingkat pelayanan dan kinerja antrian yang optimal.

Untuk memperoleh tingkat pelayanan dan kinerja antrian yang optimal digunakan perhitungan dengan persamaan (8) hingga (12) yang ada di Bab II. Hal ini sama seperti yang digunakan oleh antrian kondisi saat ini, perbedaannya hanya pada nilai  $M$  yang digunakan. Dalam hal ini akan di gunakan beberapa nilai  $M$  (jumlah jalur/jumlah loket yang terbuka). Tabel 8 merupakan hasil perhitungan tingkat pelayanan dan kinerja antrian optimal

dengan menggunakan nilai  $M$  yang lebih besar dari 2.

**Tabel 8**  
**Hasil Perhitungan Tingkat Pelayanan Dan Kinerja Antrian Optimal**

Kinerja Antrian	Jumlah jalur/jumlah loket yang terbuka (M)					
	M=2	M=3	M=4	M=5	M=6	M=7
$P_0$	0.3249	0.3530	0.3553	0.3554	0.3554	0.3554
$L_s$	1.4257	1.0868	1.0504	1.0414	1.0381	1.0367
$W_s$	0.0475	0.0362	0.0350	0.0347	0.0346	0.0346
$L_q$	1.4749	1.1243	1.0867	1.0773	1.0739	1.0724
$W_q$	0.0492	0.0375	0.0362	0.0359	0.0358	0.0357

Dari tabel 8 dapat diketahui tingkat pelayanan dan kinerja antrian optimal diperoleh jika jumlah jalur/jumlah loket yang terbuka sebanyak 2 buah ( $M = 2$ ), karena memiliki nilai  $P_0$  (Probabilitas terdapat 0 (nol) pelanggan/motor dalam sistem atau tidak adanya pelanggan/motor dalam sistem) yang paling kecil. Nilai  $P_0$  juga dapat diartikan sebagai probabilitas petugas loket menganggur. Maka semakin kecil nilai  $P_0$ , berarti semakin sedikit petugas loket menganggur.

Hasil yang diperoleh dari perhitungan tingkat pelayanan dan kinerja antrian optimal ini memberikan kesimpulan bahwa sistem antrian loket pembayaran parkir motor di Universitas Esa Unggul sudah optimal.

### Simulasi Tingkat Pelayanan dan Kinerja Antrian Optimal Model Konseptual

Model antrian yang akan disimulasikan adalah model jalur berganda, karena sesuai dengan yang diterapkan oleh antrian loket pembayaran parkir motor di Universitas Esa Unggul. Selain itu untuk simulasi antrian ini digunakan beberapa model konseptual, antara lain:

- 1) Waktu pelayanan tiap loket berdistribusi poisson (sesuai dengan hasil uji kecocokan distribusi data) dengan *mean* 122.10 detik, yang

diperoleh dengan cara merubah satuan nilai  $\mu$  yang terdapat pada tabel 7 menjadi satuan detik.

$$\mu = \frac{3600}{29.4840} = 122.10 \text{ detik}$$

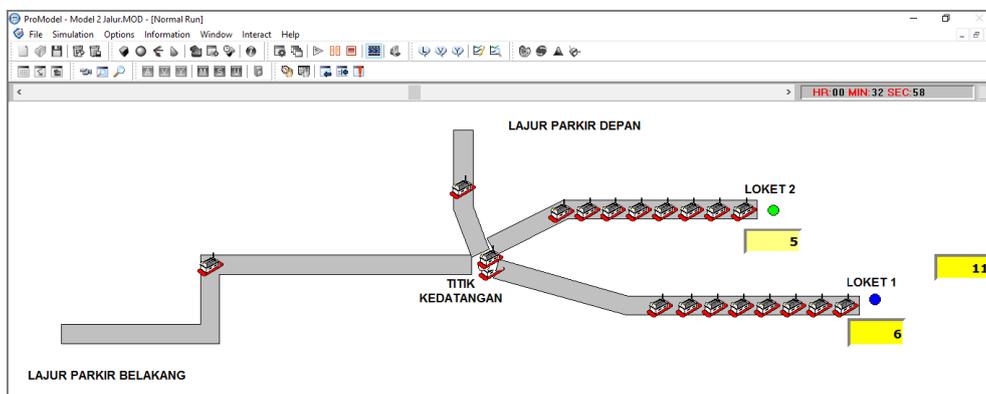
- 2) Waktu kedatangan motor di tiap loket juga berdistribusi poisson (sesuai dengan hasil uji kecocokan distribusi data) dengan *mean* 120.26 detik, yang diperoleh dengan cara merubah satuan nilai  $\lambda$  yang terdapat pada tabel 6 menjadi satuan detik.

$$\lambda = \frac{3600}{29.9359} = 120.26 \text{ detik}$$

- 3) Probabilitas kedatangan motor untuk masing-masing lajur dianggap sama.
- 4) Simulasi dijalankan selama 7 jam dengan 1 kali replikasi dengan menggunakan Software ProModel 7.5.

### Simulasi Promodel

Untuk membuat simulasi dari loket pembayaran parkir motor yang ada di Universitas Esa Unggul maka Model 2 Lajur/Jaluran diterapkan terlebih dahulu. Gambar 4 merupakan desain simulasi untuk model loket pembayaran parkir motor yang digunakan oleh Universitas Esa Unggul.



**Gambar 4**  
**Desain Simulasi Model 2 Jalur/Lajur**

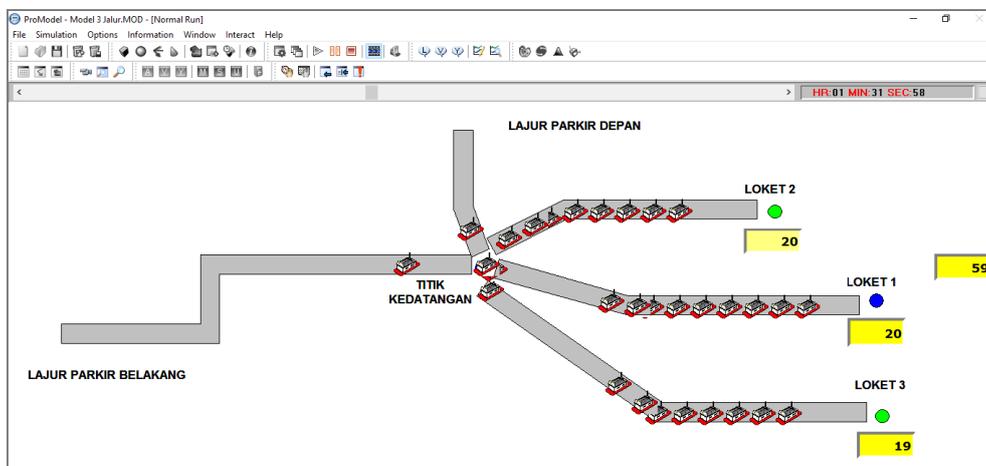
Dari simulasi yang dilakukan untuk model 2 jalur/lajur di hasilkan kinerja antrian seperti yang tertera pada tabel 9.

**Tabel 9**  
**Kinerja Antirian Dari Hasil Simulasi Model 2 Jalur/Lajur**

Model 2 Jalur.MOD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Scheduled Time (MIN)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
LOKET 2	420.00	49.01	0.00	50.99	0.00	0.00	0.00
LOKET 1	420.00	48.66	0.00	51.34	0.00	0.00	0.00

Dari tabel 9 tersebut dapat diketahui bahwa nilai % *Idle* untuk Loket 1 adalah 50.99 dan untuk Loket 2 adalah 51.34. Sehingga rata-rata dari nilai % *Idle* untuk model 2 jalur/lajur adalah 51.17. Nilai % *Idle* dapat juga diartikan sama dengan nilai  $P_0$ .

Selanjutnya untuk mendapatkan kinerja antrian yang optimal, akan diterapkan Model 3 Jalur/Lajur dengan desain simulasi seperti yang tertera pada gambar 5.



**Gambar 5**  
**Desain Simulasi Model 3 Jalur/Lajur**

Dari simulasi yang dilakukan untuk model 3 jalur/lajur di hasilkan kinerja antrian seperti yang tertera pada tabel 10.

**Tabel 10**  
**Kinerja Antirian Dari Hasil Simulasi Model 3 Jalur/Lajur**

Model 3 Jalur.MOD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Scheduled Time (MIN)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
LOKET 2	420.00	48.72	0.00	51.28	0.00	0.00	0.00
LOKET 1	420.00	48.47	0.00	51.53	0.00	0.00	0.00
LOKET 3	420.00	48.58	0.00	51.42	0.00	0.00	0.00

Dari tabel 10 tersebut dapat diketahui bahwa nilai % *Idle* untuk Loket 1 adalah 51.28 dan untuk Loket 2 adalah 51.53 serta untuk loket 3 adalah 51.42. Sehingga rata-rata dari nilai % *Idle* untuk model 2 jalur/lajur adalah 51.41.

Untuk mengetahui kinerja antrian optimal dari hasil simulasi dapat dilakukan dengan cara membandingkan nilai % *idle* dari masing-masing

model. Tabel 11 merupakan perbandingan nilai % *idle* dari model simulasi yang diterapkan.

**Tabel 11**  
**Perbandingan Nilai % Idle Model 2 Jalur/Lajur dan 3 Jalur/Lajur**

Nama	% Idle	
	Model 2 Jalur/Lajur	Model 3 Jalur/Lajur
Loket 1	50.99	51.28
Loket 2	51.34	51.53
Loket 3	-	51.42
Rata-rata	51.17	51.41

Dari tabel 11 dapat diketahui bahwa nilai % Idle untuk model 2 jalur/lajur lebih kecil dari pada model 3 jalur/lajur, sehingga dapat ditentukan bahwa jumlah loket yang optimal untuk pembayaran parkir motor di Universitas Esa Unggul adalah sebanyak 2 loket.

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, antara lain:

1. Dari hasil perhitungan dan simulasi ProModel diperoleh bahwa jumlah loket optimal untuk loket pembayaran parkir motor di Universitas Esa Unggul adalah sebanyak 2 loket. Sehingga kinerja antrian untuk kondisi saat ini yang ada di Universitas Esa Unggul khususnya pada loket pembayaran parkir motor yang menggunakan 2 loket sudah optimal.
2. Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat pelayanan dan kinerja antrian optimal terdapat pada  $M = 2$  (jumlah loket pembayaran parkir motor sebanyak 2 loket) dengan rincian kinerjanya adalah  $P_0$  (probabilitas tidak adanya pelanggan/motor dalam sistem antrian) sebesar 0.3249 ;  $L_s$  (jumlah pelanggan/motor rata-rata dalam sistem antrian) sebesar 1.4257 ;  $W_s$  (waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan/motor dalam antrian atau sedang dilayani) sebesar 0.0475 ;  $L_q$  (jumlah pelanggan/motor rata-rata yang menunggu dalam antrian) sebesar 1.4749 ; dan  $W_q$  (waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan/motor untuk menunggu dalam antrian) sebesar 0.0492.
3. Dari hasil simulasi ProModel diperoleh tingkat pelayanan dan kinerja antrian optimal terdapat pada Model 2 Jalur/Lajur dengan nilai rata-rata % Idle sebesar 51.17.

### Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini antara lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan metode/model antrian lain agar dapat diketahui perbandingan kinerjanya.

2. Untuk pihak pengelola parkir di Universitas Esa Unggul khususnya pada loket pembayaran parkir motor agar dapat mempertimbangkan hasil penelitian ini dan melakukan perbaikan terhadap tata kelola parkir atau tetap mempertahankan dan konsisten dengan pengelolaan saat ini karena sudah optimal.

### Daftar Pustaka

- Ade Momon dan Ana Ahdiat. 2012. Perancangan Dan Implementasi Model Sistem Antrian Pelayanan di Puskesmas Mulya Mekar. Majalah Ilmiah Solusi Unsika ISSN 1412-86676 Vol. 10 No. 22 Ed. Mar - Mei 2012
- Charissa Margaret, Kartika Suhada, Victor Suhandi. 2012. Usulan Rancangan Sistem Antrian yang Optimal dan Ekonomis dengan Menggunakan Simulasi ProModel (Studi Kasus di Fiesta Steak Restaurant). JURNAL INTEGRA VOL. 2, NO. 1, JUNI 2012:41-56
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2009. *Operation Management*. Terjemahan oleh Dwianoeprawati Setyoningsih dan Indra Almahdy. Edisi 7. Buku I. Jakarta: Salemba Empat.
- M. Dachyar. 2012. Simulation and Optimization of Services at Port in Indonesia. International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 44, July, 2012
- Ma'arif dan Tanjung. 2003. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Revisi. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Jakarta.
- Nana Syaodih S. 2009. Metode Penelitian Pendidikan. Edisi 5. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset
- Pochamarn Tearwattanarattikal, Suwadee Namphacharoen, and Chonthicha Chamrasporn. 2008. Using ProModel as A Simulation Tools to Assist Plant Layout Design and Planning: Case Study Plastic Packaging Factory. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 30 (1), 117-123, Jan-Feb 2008
- Veni Rianti Gerson, Syaripuddin, Darnah A. Nohe. 2013. Simulasi Antrian di Bank Kaltim KCP Sei.Pinang Samarinda Menggunakan Promodel. Journal Science East Borneo Volume 1 No.1 Juni 2013.