



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota Batu merupakan salah satu daerah yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki populasi penduduk yang tercatat sebanyak 222.540 jiwa, jumlah tersebut belum termasuk penduduk yang belum tercatat dan penduduk dari luar kota Batu (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil kota Batu). Daerah ini sangat gencar dalam hal pengembangan potensi pariwisata yang menjadikan kota Batu menjadi lebih berkembang dalam sektor pariwisata yang dapat kita lihat dari adanya peningkatan aktifitas ekonomi pada kehidupan masyarakatnya. Kota Batu banyak didatangi oleh para wisatawan baik lokal maupun mancanegara. Selain masyarakat, pemerintah juga merasakan manfaatnya salah satunya adalah meningkatnya pendapatan di sektor pajak yang diperoleh dari berbagai tempat wisata.

*Batu Night Spectacular* merupakan salah satu tempat wisata yang ada di kota Batu yang dikunjungi para wisatawan pada akhir pekan oleh para wisatawan baik dari dalam kota Batu maupun wisatawan luar kota Batu. Wisata *Batu Night Spectacular* beralamatkan di jalan Hayam Wuruk no.1 Oro-oro Ombo, Kecamatan Batu. *Batu Night Spectacular* memiliki wahana yang cukup banyak diantaranya *Mega Mix, Pirates Ship, Sepeda Udara, Twist In Tower, Sepeda Elektrik, Banji Trampollin, Go-Kart* dan masih banyak ragam wahana yang lain.

Wahana yang menjadi primadona *Batu Night Spectacular* adalah Sepeda Elektrik. Suasana yang santai langsung terasa ketika memasuki wahana Sepeda Elektrik, maka tidak mengejutkan jika antrian pengunjung selalu nampak. Jumlah wisatawan yang berkunjung di *Batu Night Spectacular* pada weekend rata-rata 9000 orang, jumlah tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan hari biasa yang

berkisar antara 5000 sampai 7000 wisatawan per hari. Setiap wahana memiliki satu buah loket atau lintasan antrian yang memang sengaja disediakan oleh pihak pengelola agar antrian menjadi lebih rapi dan terkelompok. Karena sistem antrian yang disediakan menggunakan satu lajur pada tiap wahananya, maka antrian pun tidak bisa dihindari lagi. Dapat terlihat beberapa wahana yang memiliki tingkat antrian yang cukup banyak dibandingkan dengan wahana yang lain. Wahana yang memiliki antrian banyak ini adalah jenis wahana yang paling diminati oleh para pengunjung. Penelitian kali ini hanya akan mengambil beberapa wahana yang dinilai cukup panjang antriannya dari tiga puluh empat wahana untuk diteliti menggunakan metode *Jackson*.

Metode *Jackson* merupakan metode penghitungan antrian *multi workstation* yang sangat cocok dan tepat untuk digunakan pada sistem antrian yang memiliki banyak *workstation* (wahana). Hal ini disebabkan metode *Jackson* juga memperhitungkan kedatangan dari luar dan dari dalam sistem itu sendiri, sehingga metode *Jackson* mampu menghitung peluang untuk pengunjung berpindah-pindah dari suatu *workstation* ke *workstation* lainnya. *Batu Night Spectacular* memiliki jenis sistem antrian *Open Jackson*. *Open Jackson* atau sistem terbuka *Jackson* mempunyai ciri-ciri, yakni suatu sistem dengan banyak fasilitas dalam tiap *workstation* (wahana) dan memiliki pengunjung yang berasal dari *workstation* itu sendiri maupun dari luar *workstation*.

Pada penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Stevan Wijaya Djatmiko. yang dilakukan di Surabaya *Carnival* dengan jumlah pengamatan wahana sebanyak 6 wahana dari 15 wahana yang ada.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan, diantaranya adalah:

1. Bagaimanakah model sistem antrian wahana yang ada di *Batu Night Spectacular* ?



2. Berapakah nilai performansi setiap wahana dengan menggunakan metode *Jackson* ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan model terhadap sistem antrian setiap wahana yang ada di *Batu Night Spectacular* dengan menggunakan *software* Arena.
2. Menghitung nilai performansi sistem antrian setiap wahana yang ada di *Batu Night Spectacular* menggunakan metode *Jackson*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat-manfaat yang dapat diberikan dari penelitian ini, yakni:

1. Manfaat bagi *Batu Night Spectacular* :  
Dapat memperoleh masukan mengenai kondisi dan permasalahan yang dihadapi beserta dengan solusi untuk mengatasi antrian tersebut.
2. Manfaat bagi penulis:  
Mengembangkan wawasan berpikir, menganalisa dan mengantisipasi suatu permasalahan, yang mengacu pada materi dan mengaplikasikannya untuk menyelesaikan permasalahan yang sebenarnya.
3. Manfaat bagi perpustakaan UKDC:

Menambah referensi dan pustaka terkait dengan metode, serta penelitian di bidang antrian.

### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk lebih mengarahkan pemecahan masalah dan menghindari pembahasan yang terlalu meluas, maka pembatasan permasalahan perlu dilakukan. Pembatasan masalah tersebut adalah :

1. Dari 35 wahana yang ada di *Batu Night Spectacular*, hanya akan diambil yang setiap pengunjungnya membeli



tiket di setiap wahana dan 7 wahana saja yang memiliki jumlah pengunjung tertinggi untuk diteliti.

2. Analisa lapangan dilaksanakan setiap hari Sabtu dan Minggu pada rentang waktu selama satu bulan.

### **1.6 Asumsi – Asumsi**

1. Jam operasional BNS pukul 16.00-23.00 WIB
2. Semua pengunjung bisa sabar mengantri.
3. Kondisi mesin wahana normal
4. Kondisi tidak hujan

### **1.7 Sistematika Penulisan**

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan diutarakan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah, asumsi-asumsi, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini akan dikemukakan tentang teori-teori dasar yang berkaitan dengan pemodelan sistem antrian, simulasi, dan metode-metode yang berkaitan dengan permasalahan.

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan mengenai langkah-langkah dalam penelitian, termasuk lokasi penelitian, waktu, metode pelaksanaan, metode pengambilan data, dan materi yang dipaparkan.

#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Dalam bab ini mendeskripsikan lokasi obyek penelitian serta perhitungan untuk pengolahan data yang diambil dari obyek penelitian. Pengumpulan data diambil pada wahana yang terlihat cukup ramai terjadi antrian.

#### **BAB V INTREPETASI DATA**

Bab ini berisi tentang cara mengintrepetasi data yang telah kita olah untuk di olah kedalam sebuah software yang digunakan pada penelitian ini yaitu software arena 14.00



**BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari rumusan masalah yang terdapat pada bab I

Karya Ilmiah Milik Perpustakaan Universitas Katolik Darma Cendika. Hanya dipergunakan untuk keperluan pendidikan dan penelitian. Segala bentuk pelanggaran/plagiasi akan dituntut sesuai dengan undang-undang yang berlaku.



Halaman ini sengaja dikosongkan

Karya Ilmiah Milik Perpustakaan Universitas Katolik Darma Cendika. Hanya dipergunakan untuk keperluan pendidikan dan penelitian. Segala bentuk pelanggaran/plagiasi akan dituntut sesuai dengan undang-undang yang berlaku.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pemodelan Sistem dan Simulasi

#### 2.1.1 Pemodelan Sistem

Untuk mendapatkan suatu definisi yang dapat dipahami dengan baik dari pengertian pemodelan sistem, maka harus diketahui secara mendalam apa arti sebenarnya dari dua kata tersebut, yakni pemodelan (model) dan sistem. Model adalah pola (contoh, acuan dan ragam) dari sesuatu yang akan dibuat atau dihasilkan (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Model didefinisikan sebagai suatu representasi dalam bahasa tertentu dari suatu sistem yang nyata. Sebuah sistem terdiri dari bagian-bagian yang saling berkaitan yang beroperasi bersama untuk mencapai beberapa sasaran dan maksud (Gordon B. Davis, 1976). Sedangkan menurut Anatol Rapoport, Sistem adalah satu kesatuan yang berfungsi sebagai satu kesatuan karena bagian-bagian yang saling bergantung. Maka, Pemodelan Sistem adalah suatu bentuk penyederhanaan dari sebuah elemen dan komponen yang sangat kompleks untuk memudahkan pemahaman dari informasi yang dibutuhkan.

Prinsip pemodelan sistem tidak terlalu menitik beratkan kepada bentuk model apa untuk merancang sebuah sistem, bentuk model ini bebas, bisa menggunakan bentuk apa saja sesuai dengan keinginan, contohnya bisa berupa narasi, *prototype*, maupun gambar, yang terpenting adalah harus mampu merepresentasikan visualisasi bentuk sistem yang diinginkan oleh *user*, karena sistem akhir yang dibuat bagi *user* akan diturunkan dari hasil model tersebut.

#### 2.1.2 Simulasi

Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi



tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah (Law and Kelton, 1991).

Dalam simulasi digunakan komputer untuk mempelajari sistem secara numerik, dimana dilakukan pengumpulan data untuk melakukan estimasi statistik untuk mendapatkan karakteristik asli dari sistem.

Simulasi merupakan alat yang tepat untuk digunakan terutama jika diharuskan untuk melakukan eksperimen dalam rangka mencari komentar terbaik dari komponen-komponen sistem. Hal ini dikarenakan sangat mahal dan memerlukan waktu yang lama jika eksperimen dicoba secara riil. Dengan melakukan studi simulasi maka dalam waktu singkat dapat ditentukan keputusan yang tepat serta dengan biaya yang tidak terlalu besar karena semuanya cukup dilakukan dengan komputer.

Pendekatan simulasi diawali dengan pembangunan model sistem nyata. Model tersebut harus dapat menunjukkan bagaimana berbagai komponen dalam sistem saling berinteraksi sehingga benar-benar menggambarkan perilaku sistem. Setelah model dibuat maka model tersebut ditransformasikan ke dalam program komputer sehingga memungkinkan untuk disimulasikan.

### 2.1.3 Klasifikasi Model Simulasi

Pada dasarnya model simulasi dikelompokkan dalam tiga dimensi yaitu (Law and Kelton, 1991):

- a) Model Simulasi Statis dengan Model Simulasi Dinamis.

Model simulasi statis digunakan untuk mempresentasikan sistem pada saat

tertentu atau sistem yang tidak terpengaruh oleh perubahan waktu. Sedangkan model simulasi dinamis digunakan jika sistem yang dikaji dipengaruhi oleh perubahan waktu.

- b) Model Simulasi Deterministik dengan Model Simulasi Stokastik. Jika model simulasi yang akan dibentuk tidak mengandung variabel yang bersifat *random*, maka model



simulasi tersebut dikatakan sebagai simulasi deterministik. Pada umumnya sistem yang dimodelkan dalam simulasi mengandung beberapa input yang bersifat *random*, maka pada sistem seperti ini model simulasi yang dibangun disebut model simulasi stokastik.

- c) Model simulasi Kontinu dengan Model Simulasi Diskret. Untuk mengelompokkan suatu model simulasi apakah diskret atau kontinyu, sangat ditentukan oleh sistem yang dikaji. Suatu sistem dikatakan diskret jika variabel sistem yang mencerminkan status sistem berubah pada titik waktu tertentu, sedangkan sistem dikatakan kontinyu jika perubahan variabel sistem berubah seiring dengan perubahan waktu.

#### **2.1.4 Software Simulasi Arena**

Arena merupakan nama dari perangkat lunak atau aplikasi (*software*) yang dapat membantu pengguna untuk mensimulasikan suatu model sistem. Simulasi yang dimaksud berkaitan dengan peristiwa, waktu, model, dan fleksibilitas suatu proses. Hal ini sangat berguna khususnya untuk pengambilan keputusan dari suatu perusahaan. Sedikit perubahan yang terjadi di salah satu area perusahaan dapat berdampak besar pada area perusahaan yang lain dimana perubahan yang terjadi ini jarang sekali diantisipasi oleh perusahaan. Dengan melakukan proses simulasi menggunakan Arena dapat memberikan evaluasi yang efektif untuk pengambilan keputusan dari suatu bisnis atau perusahaan. (*Official Site Arena*, 2016).

Agar menghasilkan hasil simulasi yang baik, maka diperlukan *input* data terkait waktu proses, atau waktu tunggu yang baik pula. Penentuan mengenai jenis distribusi data waktu juga sangat berpengaruh dalam menghitung waktu menggunakan *software* Arena ini. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam penentuan jenis distribusi suatu data, maka dapat menggunakan



*tools padasoftware* Arena yang bernama *Input analyzer*. Dengan *Input Analyzer*, suatu data dapat diolah dan ditentukan jenis distribusinya sesuai dengan uji *Chi Square* atau dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

## 2.2 Antrian

### 2.2.1 Definisi Antrian

Kata antrian berasal dari kata antri ditambah dengan imbuhan –an. Kata antri di sini memiliki arti berdiri berderet-deret memanjang menunggu untuk mendapat giliran (membeli karcis, mengambil ransum, membeli bensin, dan sebagainya).

Sedangkan untuk kata antrian berarti deretan orang, barang olahan, atau unit yang sedang menunggu giliran untuk dilayani, diolah, dan sebagainya. (Kamus Besar Bahasa Indonesia).

### 2.2.2 Definisi Sistem Antrian

Sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan (loket) serta suatu aturan yang mengatur kedatangan pelanggan dan pemrosesan masalah pelayanan antrian dimana dicirikan oleh lima buah komponen, yaitu: pola kedatangan para pelanggan, pola pelayanan, jumlah pelayanan, kapasitas fasilitas untuk menampung para pelanggan dan aturan dalam mana para pelanggan dilayani.

### 2.2.3 Karakteristik Dalam Antrian

#### 2.2.3.1 Karakteristik Kedatangan

Menurut Jay dan Barry, sumber *input* yang menghadirkan kedatangan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki tiga karakteristik utama:

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



Ukuran populasi kedatangan dilihat sebagai terbatas atau tidak terbatas. Sebuah populasi dinyatakan sebagai populasi terbatas jika di antrian yang terjadi hanya terdapat pengguna pelayanan potensial dengan jumlah terbatas. Sementara populasi yang tidak terbatas terjadi ketika di dalam antrian terdapat materi atau orang-orang yang jumlahnya tidak terbatas, dan dapat datang kapan saja.

Kedatangan dianggap sebagai kedatangan yang acak (*random*) bila kedatangan tersebut tidak terikat satu sama lain dan kejadian kedatangan tersebut tidak dapat diramalkan secara tepat. Sering dalam permasalahan antrian, kedatangan pada setiap setiap unit waktu dapat diperkirakan oleh sebuah distribusi peluang yang disebut sebagai distribusi *Poisson*.

Perilaku kedatangan menggambarkan perilaku pelanggan yang sabar menunggu dalam antrian hingga mereka dilayani atau tidak berpindah baris antrian dan pelanggan yang menolak untuk bergabung dalam antrian karena merasa waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan pelayanan terlalu lama. (Jay dan Barry, 2005)

### **2.2.3.2 Karakteristik Antrian**

Baris antrian merupakan komponen kedua pada sebuah sistem antrian. Panjangnya sebuah baris antrian dapat bersifat terbatas dan tidak terbatas. Sebuah baris antrian disebut terbatas jika di dalam antrian tersebut tidak dapat ditingkatkan lagi menjadi tanpa batas. Sedangkan baris antrian disebut tidak terbatas jika ukuran antrian tidak dibatasi dan dapat terus ditingkatkan.

Karakteristik antrian yang selanjutnya berkaitan dengan aturan antrian (disiplin antrian). Aturan antrian mengacu pada aturan urutan pelanggan dalam barisan yang akan menerima pelayanan. Sebagian besar sistem menggunakan aturan antrian *first-in, first-out* (FIFO) dimana pelanggan yang datang terlebih dahulu, dialah yang pertama dilayani (Jay dan Barry, 2005).



Dalam prakteknya terdapat beberapa aturan antrian yang biasa digunakan, antara lain:

1. *First in First Out* (FIFO) atau *First Come First Served* (FCFS).
2. *Last In First Out* (LIFO) atau *Last Come First Served* (LCFS).
3. *Priority Service* (PS).
4. *Service In Random Order* (SIRO).
5. *General Service Diciplint* (GSD).

### **2.2.3.3 Karakteristik Pelayanan**

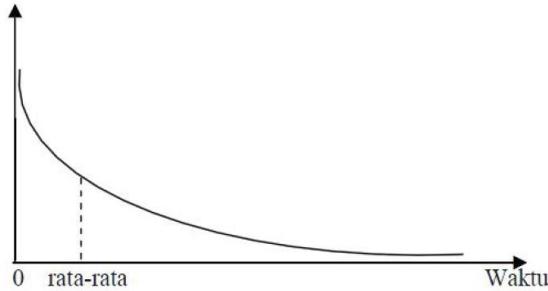
Karakteristik pelayanan merupakan komponen ketiga dalam sistem antrian. Terdapat dua hal penting dalam karakteristik pelayanan, yakni desain sistem antrian dan distribusi waktu pelayanan.

Desain dasar sistem antrian biasanya digolongkan menurut jumlah saluran yang ada (contoh: jumlah kasir) dan jumlah tahapan (contoh: jumlah pemberhentian). Desain dasar sistem antrian dapat dikelompokkan ke dalam empat jenis, yaitu:

1. Sistem antrian jalur tunggal (satu jalur dan satu titik pelayanan).
2. Sistem antrian jalur ganda (satu jalur dan beberapa titik pelayanan).
3. Sistem satu tahap, yaitu sebuah sistem dimana pelanggan menerima dari hanya satu stasiun dan kemudian pergi meninggalkan sistem.
4. Sistem tahapan berganda, yaitu sebuah sistem dimana pelanggan menerima jasa dari beberapa stasiun sebelum meninggalkan sistem.
5. Distribusi waktu pelayanan menggambarkan waktu yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan. Biasanya waktu pelayanan ini diasumsikan dengan menggunakan distribusi peluang eksponensial negatif (*negative*



*exponential probability distribution*) seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 2.1. Distribusi Eksponensial (Jay dan Barry, 2005)

#### 2.2.4 Faktor – Faktor Model Antrian

Berikut merupakan beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi suatu model antrian menurut Jay dan Barry:

1. Distribusi Kedatangan

Kedatangan langganan ke dalam sebuah sistem menurut proses *Poisson* yang berarti banyaknya langganan yang datang sampai pada waktu tertentu, mempunyai distribusi *Poisson*. Hal ini benar apabila kedatangan langganan secara *random* pada kecepatan kedatangan rata-rata tertentu.

2. Barisan Antri

Suatu antrian selalu ditandai dari besarnya jumlah langganan yang ada di dalam sebuah sistem untuk mendapatkan pelayanan. Antrian disebut terbatas apabila jumlah langganan yang dibolehkan masuk ke dalam sistem dibatasi sampai jumlah tertentu, bila pembatasan yang demikian tidak diadakan, maka antrian dikatakan tidak terbatas.

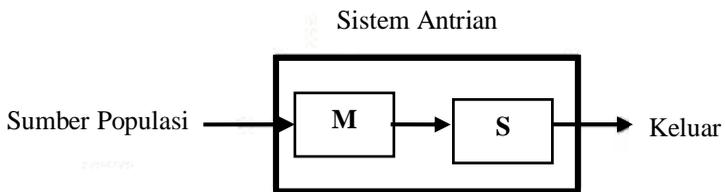
3. Disiplin Pelayanan  
Disiplin pelayanan adalah suatu urutan yang digunakan di dalam pemilihan langganan dari barisan antri untuk segera menerima layanan. Aturan yang biasa digunakan adalah “*First in First Out*”, yakni siapa yang lebih dahulu datang, maka ia akan dilayani terlebih dahulu. Aturan-aturan lainnya seperti “*Last in First Out*” (LIFO), yakni yang terakhir datang, ialah yang dilayani pertama, dan contoh lain seperti kedatangan *random*, prioritas, dan lain sebagainya.
4. Mekanisme Pelayanan  
Mekanisme pelayanan adalah jumlah susunan stasiun yang terdiri dari satu atau lebih stasiun pelayanan yang disusun seri atau paralel, gabungan atau sirkuler. Suatu model pelayanan tunggal, apabila sistemnya hanya memiliki satu stasiun pelayanan, sedangkan suatu sistem dikatakan model pelayanan ganda bila stasiun pelayanan lebih dari satu.
5. Waktu Pelayanan  
Waktu yang diperlukan untuk pelayanan, sejak pelayanan dimulai hingga selesai disebut waktu pelayanan. Waktu pelayan ini juga mempunyai suatu distribusi probabilitas, yakni ditentukan berdasarkan sampel dari keadaan sebenarnya. Dalam keadaan tertentu, dapat berupa distribusi Erlang (Gamma), Eksponensial, Uniform, dan lain-lain.
6. Sumber Masukan  
Sumber populasi jumlah langganan yang mempunyai kemungkinan memasuki sistem untuk mendapatkan pelayanan. Ukuran populasi dikatakan tidak terbatas, apabila jumlah langganan cukup besar dan dikatakan terbatas, apabila jumlah langganan kecil.



**2.2.5 Model – Model Struktur Antrian**

Berikut merupakan beberapa model struktur antrian menurut Jay dan Barry:

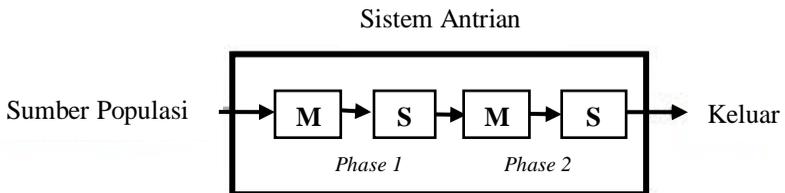
1. *Single channel – single phase*, berarti hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem dan hanya ada satu stasiun pelayanan. Contoh untuk model struktur ini adalah pelayanan pada pembelian tiket KA, supermarket, dsb.



Gambar 2.2. Sistem Antrian *Single Channel-Single Phase*

Keterangan : M = antrian  
 S = stasiun pelayanan

2. *Single channel – multiphase*, yang berarti hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem, tetapi ada lebih dari satu stasiun pelayanan yang berurutan. Contoh model antrian ini adalah pada lini produksi massa, pencucian mobil, bengkel motor, dan sebagainya.



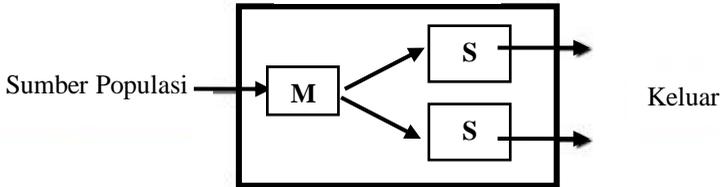
Gambar 2.3. Sistem Antrian *Single Channel – Multiphase*

3. *Multichannel – single phase*, yang berarti ada lebih dari satu jalur untuk memasuki sistem, namun hanya ada satu



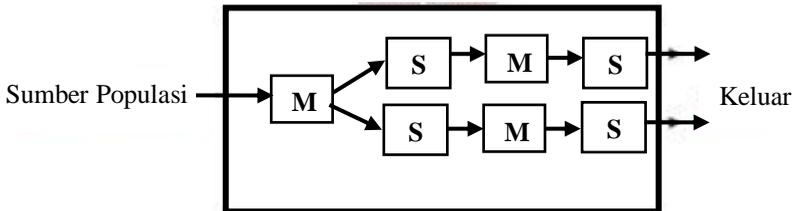
stasiun pelayanan. Contoh model ini terdapat pada sistem pembayaran di supermarket, pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket, dll.

Sistem Antrian

Gambar 2.4. Sistem Antrian *Multichannel – Single Phase*

4. *Multichannel – multiphase*, yang berarti ada lebih dari satu jalur untuk memasuki sistem dan ada lebih dari satu stasiun pelayanan. Contoh model struktur antrian ini terdapat pada pelayanan pasien di rumah sakit, produksi massa dengan lebih dari satu lini produksi, dan lain-lain.

Sistem Antrian

Gambar 2.5. Sistem Antrian *Multichannel – Multiphase*

## 2.2.6 Rumus Dasar Dalam Perhitungan Antrian

### 2.2.6.1 Tingkat Kedatangan

Pola kedatangan atau yang biasa disebut dengan tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) dapat dihitung dengan mencari waktu antar kedatangan ( $1/\lambda$ ) terlebih dahulu. Waktu antar kedatangan didapat



dari total waktu pemantauan dibagi dengan total pelanggan masuk kesistem, dengan rumus:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\text{Total Waktu Pemantauan}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.1})$$

Dengan:

$$\frac{1}{\lambda} = \text{Waktu Antar Kedatangan (waktu/orang)}$$

$$\lambda = \text{Tingkat Kedatangan (orang/waktu)}$$

**2.2.6.2 Tingkat Pelayanan**

Lama pelayanan ( $1/\mu$ ) ialah total waktu yang dihitung sejak kedatangan pelanggan dalam sistem antrian sampai selesai pelayanan dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani. Sedangkan untuk tingkat pelayanan ( $\mu$ )ialah mengikuti:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total Waktu Pelayanan}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.2})$$

Dengan:

$$\mu = \text{Tingkat Pelayanan (orang/waktu)}$$

$$= \text{Waktu Pelayanan atau Lama Pelayanan (waktu/orang)}$$

Untuk mengetahui suatu proses kedatangan berdistribusi *Poisson* atau tidak, dapat digunakan uji kesesuaian dengan menggunakan Chi-Kuadrat, dengan rumus: (Pangestu, dkk: 2000)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^B \sum_{j=1}^K \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.3})$$

Dengan:

$O_{ij}$ = Banyaknya orang yang diamati pada baris i kolom j

$E_{ij}$ = Banyaknya orang yang diharapkan pada baris i kolom j

$B$  = Jumlah baris

$K$  = Jumlah kolom

Jika  $\chi^2$  perhitungan  $\leq \chi^2$  tabel distribusi dapat diterima.

**2.2.6.3 Nilai Performansi**

Perhitungan dalam teori antrian berdasarkan syarat bahwa sistem berada dalam kondisi tetap (*steady state*). Dalam

Karya Ilmiah Milik Perpustakaan Universitas Katolik Darma Cendika. Hanya dipergunakan untuk keperluan pendidikan dan penelitian. Segala bentuk pelanggaran/plagiasi akan dituntut sesuai dengan undang-undang yang berlaku.



penerapan teori antrian harus diperhatikan apakah rata-rata pelayanan lebih besar dari rata-rata kedatangan. Ukuran kondisi tetap adalah: (Pangestu, dkk: 2000)

$$P = \frac{\lambda}{s\mu} \text{ maka } \frac{\lambda}{s\mu} < 1 \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.4)}$$

Dengan :

$\lambda$  = Tingkat Kedatangan

$\mu$  = Tingkat Pelayanan

$s$  = Banyaknya Fasilitas Pelayanan

## 2.3 Metode Jackson

### 2.3.1 Pengertian Metode Jackson

Antrian jaringan (*Queueing Network*) telah banyak dikaji oleh para peneliti seperti James R. Jackson yang mengkaji karakteristik dari antrian jaringan, Kelly yang mengkaji karakteristik konsumen/pendatang pada antrian jaringan, Lemoine yang mengkaji keseimbangan pada suatu antrian jaringan, Perros yang mengkaji *blocking system* pada sistem antrian jaringan.

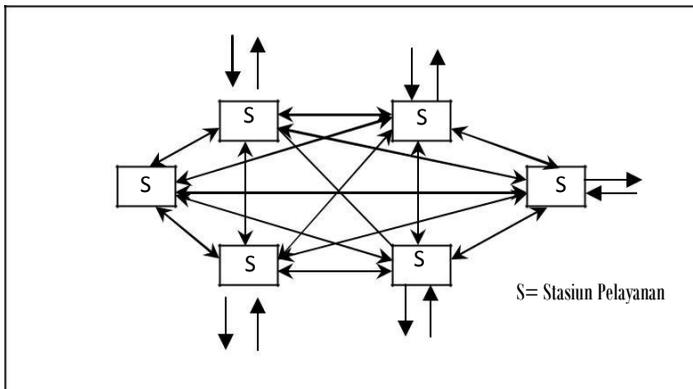
Salah satu jenis antrian jaringan yang menarik dikaji adalah antrian jaringan *Jackson* dimana setiap *workstation* mempunyai pelayanan tunggal dengan konsumen dapat berpindah dari *workstation* satu ke *workstation* lainnya dapat lebih dari satu kali. Antrian jaringan *Jackson*, berdasarkan sumber kedatangan konsumen terbagi menjadi dua yaitu antrian jaringan *Jackson* terbuka (*Open Jackson Networks*) dan antrian jaringan *Jackson* tertutup (*Closed Jackson Networks*). Antrian jaringan *Jackson* terbuka memiliki ciri khas yakni pendatang/konsumen berdatangan dari luar dan dalam sistem itu sendiri, sedangkan antrian jaringan *Jackson* tertutup, konsumen/pendatang berpindah dari *workstation* ke *workstation* lainnya hanya didalam sistem itu sendiri.

Antrian jaringan *Jackson* terbuka telah banyak dikaji seperti Burke (1969), yang mengkaji tiga *workstation* dengan



*workstation* pertama dan ketiga mempunyai pelayanan tunggal dan pelayanan kedua mempunyai pelayanan ganda, Simon dan Foley (1979), yang mengkaji tiga *workstation* dengan pelayanan tunggal. Antrian jaringan Jackson tertutup telah dikaji oleh Buzen (1973) dan Bruell dan Balbo (1980) yang membuat algoritma komputasi dari antrian jaringan Jackson tertutup.

Berikut merupakan contoh gambar skema antrian jaringan Jackson dengan 6 *workstation* Prosiding Gunggung Darmawan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UMS.



Gambar 2.6. Contoh Skema Antrian Jaringan Jackson Dengan 6 *Workstation*

Beberapa asumsi yang digunakan untuk antrian jaringan Jackson:

- Jaringan mempunyai N pelayanan tunggal
- Stasiun ke- $i$  mempunyai pelayan sebanyak  $s_i$
- Setiap stasiun mempunyai ruang tunggu tak terbatas
- Pelanggan datang pada stasiun ke- $i$  dari luar sistem dengan tingkat kedatangan  $P(\lambda_i)$  dengan semua kedatangan bersifat independen



- Waktu pelayanan pada stasiun ke-i berdistribusi iid  $Exp(\mu_i)$

Konsumen keluar dari *workstation* ke-i dan sampai ke *workstation* dengan peluang  $P_{ij}$  yang bersifat bebas untuk setiap *workstation*

**2.3.2 Penentuan Tingkat Kedatangan**

Penentuan tingkat kedatangan pengunjung dapat dihitung dengan rumus:

$$a_i = \lambda_i + b_i, 1 \leq i \leq N \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.5})$$

$$\lambda_i = \lambda_{tot} \gamma_i / \sum_{i=1}^N \gamma_i \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.6})$$

Nilai-nilai parameter pada sistem meliputi:

$a_i$  = Tingkat kedatangan total pada *workstation* ke-i

$s_i$  = Banyaknya fasilitas pelayanan *workstation* ke-i

$\lambda_i$  = Tingkat kedatangan eksternal pada *workstation* ke-i

$b_i$  = Tingkat kedatangan internal pada *workstation* ke-i

$\gamma_i$  = *Arrangement code* (1 jika terbuka, 0 jika tertutup)

$N$  = Banyaknya *workstation*

$\lambda_{tot}$  = Tingkat kedatangan eksternal total pada sistem.

$$b_j = \sum_{i=1}^N \alpha_i P_{i,j}, 1 \leq j \leq N$$

$$a_j = \lambda_j + \sum_{i=1}^N \alpha_i p_{i,j}, 1 \leq j \leq N$$

$I$  = Matriks Identitas

Dengan  $a = (a_1, a_2, \dots, a_N)$  dan  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N)$

Sehingga  $a = \lambda + aP$

$$a(I - P) = \lambda$$

$$a = \lambda(I - P)^{-1} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.7})$$

**2.3.3 Penentuan Transisi Jackson**

Matriks transisi *Jackson* menunjukkan besarnya peluang perpindahan yang terjadi di dalam sistem antrian, mempunyai bentuk sebagai berikut:

Karya Ilmiah Milik Perpustakaan Universitas Katolik Darma Cendika. Hanya dipergunakan untuk keperluan pendidikan dan penelitian. Segala bentuk pelanggaran/plagiasi akan dituntut sesuai dengan undang-undang yang berlaku.



$$P = \begin{bmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} & p_{1,3} & \cdots & p_{1,N} \\ p_{2,1} & p_{2,2} & p_{2,3} & \cdots & p_{2,N} \\ p_{3,1} & p_{3,2} & p_{3,3} & \cdots & p_{3,N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{N,1} & p_{N,2} & p_{N,3} & \cdots & p_{N,N} \end{bmatrix}, \sum_{j=1}^N p_{i,j} = 1, 1 \leq i \leq N.$$

Gambar 2.7. Matriks Transisi Jackson

**2.3.4 Penentuan Stabilitas Sistem**

Antrian jaringan Jackson dikatakan stabil jika matriks I-P invertibel dengan P adalah matriks transisi jaringan Jackson dan  $a_i < s_i \mu_i$  untuk semua  $i = 1, 2, 3, \dots, N$  dengan  $a = (a_1, a_2, \dots, a_N)$ . Dengan kata lain jaringan Jackson disebut stabil jika  $\frac{a_i}{\mu_i} < s_i$ , untuk  $i = 1, 2, \dots, N$ .

**2.3.5 Penentuan Ukuran Performansi Sistem Antrian**

Ukuran performansi antrian merupakan ukuran yang menunjukkan efektivitas dan efisiensi dari antrian. Ukuran performansi antrian untuk model (M/M/s):(FCFS/-/-) adalah,

$$a_n = a, n = 0, 1, 2, \dots$$

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & 0 \leq n \leq s \\ s\mu & n \geq s \end{cases}$$

Jika  $a < s\mu$ , maka hasil *steadystate*-nya adalah

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

Karya ilmiah Milik Perpustakaan Universitas Katolik Darma Cendika. Hanya dipergunakan untuk keperluan pendidikan dan penelitian. Segala bentuk pelanggaran/plagiasi akan dituntut sesuai dengan undang-undang yang berlaku.



$$= \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(a/\mu)^n}{n!} + \frac{(a/\mu)^s}{s!} \frac{1}{1-\frac{a}{s\mu}}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.8)}$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{(a/\mu)^n}{n!} P_0 & \text{jika } 0 \leq n < s \\ \frac{(a/\mu)^n}{s! s^{n-s}} P_0 & \text{jika } n \geq s \end{cases}$$

Dengan  $\rho = a/s\mu$ , maka

$$L_q = \frac{(a/\mu)^s \rho}{s!(1-\rho)^2} P_0 \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.9)}$$

$$W_q = \frac{L_q}{a} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.10)}$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.11)}$$

$$\begin{aligned} L_s &= a \left( W_q + \frac{1}{\mu} \right) \\ &= L_q + \frac{a}{\mu} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.12)} \end{aligned}$$

Dengan

$P_0$  = Peluang tidak terdapat konsumen/pendatang pada sistem antrian

$P_n$  = Peluang terdapat ada n konsumen pada sistem antrian

$L_q$  = Rata-rata banyaknya konsumen yang mengantri pada sistem antrian

$L_s$  = Rata-rata banyaknya konsumen yang mengantri ditambah dengan konsumen yang sedang dilayani pada sistem antrian

$W_q$  = Rata-rata lamanya konsumen menunggu sampai dilayani

$W$  = Rata-rata lamanya konsumen menunggu dan dilayani



- $\rho$  = Utilitas sistem (tingkat kesibukan pelayanan)
- $n$  = Jumlah Konsumen

Karya Ilmiah Milik Perpustakaan Universitas Katolik Darma Cendika. Hanya dipergunakan untuk keperluan pendidikan dan penelitian. Segala bentuk pelanggaran/plagiasi akan dituntut sesuai dengan undang-undang yang berlaku.





Halaman ini sengaja dikosongkan