

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Surabaya merupakan kota yang memiliki jumlah populasi penduduk yang tercatat sebanyak 2.963.685 jiwa, belum termasuk penduduk yang tidak tercatat dan penduduk luar kota Surabaya yang tinggal serta bekerja di kota metropolitan ini. Lebih dari 1,35 juta jiwa penduduk Surabaya telah bekerja dan sisanya merupakan golongan usia tidak produktif (anak dan lansia). Untuk usia masyarakat kota Surabaya yang berada di bawah umur 40 tahun mencapai 76,53% dari total penduduk Surabaya (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya, 18 April 2016)

Ditengah berbagai kesibukan penduduk kota Surabaya baik penduduk dengan usia produktif maupun untuk anak sekolah, sangatlah tidak mengejutkan bahwa industri hiburan yang ada di Surabaya sangat laku dan diminati oleh semua kalangan. Dimulai dari Mall, restoran, cafe, taman umum, karaoke, spa, dan tempat wisata banyak kita jumpai di kota pahlawini ini. Hal ini menandakan tingginya tingkat permintaan akan sarana rekreasi dan hiburan yang mampu melepaskan pertatututama ketika akhir minggu (weekend)

Suroboyo Carnival merupakan salah satu tempat wisata tempat rekreasi untuk melepaskan penat bagi masyarakat pekerja, anak-anak, keluarga maupun pasangan muda mudi Surabaya. Taman rekreasi yang beralamatkan pada jalan Ahmad Yani nomor 333 ini resmi dibuka pada tanggal 28 Juli 2014 dan wahana yang ada di Suroboyo Carnival hampir mirip dengan BNS (Batik Night Spectacular). Suroboyo Carnival memiliki taman lampion, bianglala, avatar, bumper car, go kart, roller coaster, blue shake, cinema 4D, kid's world, dan beragam wahana yang lain. Terdapat kurang lebih 50 wahana yang ada dan siap dinikmati oleh pengunjung taman hiburan dan rekreasi ini.

Diantara berbagai wahana yang ada, terdapat pengelompokan atau pembagian section untuk setiap area di Suroboyo Carnival. Pada area pertama terdapat penjual tiket, kantor informasi, Museum Gallery Suroboyo dan Gedung serba guna Gubernur. Pada area kedua terdapat aneka arena dolanan (tembak, menembakan, lempar bola, bola basket, panahan, futsal mini, dan arena game arcade). Pada area ketiga terdapat wahana outdoor yang memungkinkan setiap pengunjung dapat bermain dan menikmati berbagai wahana yang ada (Omah Mumbek, Blue Shake Ferris Wheel, Gondol Gandul, Travelling Around The World Roda Gila, Tambang Mas Coaster, Munyer, dan masih banyak lagi). Pada area keempat terdapat berbagai macam wahana indoor dan *Kid's Kingdom* atau area untuk anak-anak.

Dari keempat area tersebut, area ketigalah yang paling diminati dan selalu padat pengunjung. Hal ini dapat terjadi lantaran pada area ketiga terdapat berbagai macam wahana outdoor yang gratis dan dapat dinikmati berulang kali. Melihat begitu besarnya potensi keramaian yang mungkin dapat terjadi di masing-masing area wahana outdoor, maka tidak mengejutkan jika antrian pengunjung selalu nampak. Setiap wahana memiliki satu buah loket atau lintasan antrian yang memang sengaja disediakan oleh pihak pengelola antrian menjadi lebih rapi dan terkelompok. Karena sistem antrian yang disediakan menggunakan satu lajur pada tiap wahana, maka antrian pun tidak bisa dihindari lagi.

Dari data antrian yang telah diambil pada tanggal 12 Maret 2016 dimulai pada pukul 06.00-22.00 WIB, 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. Hal ini terlihat dari jumlah pengunjung yang menikmati wahana tersebut pada hari itu. Lampiran B. Penelitian kali ini hanya akan mengambil sampel dari tiga belas wahana outdoor dengan tingkat antrian tertinggi pertama hingga tertinggi keenam untuk lebih menggunakan metode Jackson

Metode Jackson merupakan metode penghitungan antrian multi workstation yang sangat cocok dan tepat untuk digunakan pada sistem antrian Suroboyo

Carnival 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 dari satu workstation ke workstation lainnya. Suroboyo Carnival memiliki jenis sistem antrian 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.

Agar lebih mudah dalam memodelkan sistem antrian Suroboyo Carnival maka, akan digunakan beberapa software untuk membantu menghitung data dalam penelitian ini. Beberapa software tersebut antara lain ialah *put Analyzer* untuk mencari jenis distribusi data pengunjung, software *Arena* untuk memodelkan dan mensimulasikannya, serta software *Microsoft Office Excel*.

1.2. Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana bentuk model sistem antrian 6 wahana outdoor di Suroboyo Carnival?
2. Berapakah nilai performansi tiap wahana dengan menggunakan metode Jackson dari sistem antrian 6 wahana outdoor di Suroboyo Carnival?
3. Bagaimana kombinasi tercepat untuk pengunjung dapat menikmati 6 wahana outdoor menurut hasil penghitungan menggunakan metode Jackson?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Melakukan pemodelan terhadap sistem antrian 6 wahana outdoor di Suroboyo Carnival dengan menggunakan software *Arena*
2. Menghitung nilai performansi sistem antrian 6 wahana outdoor di Suroboyo Carnival menggunakan metode Jackson

3. Menghasilkan kombinasi tercepat agar pengunjung dapat menikmati 6 wahana outdoor di Suroboyo Carnival.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diberikan dari penelitian ini, yakni Manfaat bagi Suroboyo Carnival:

- Dapat memperoleh masukan mengenai kondisi dan sarana yang dihadapi peserta dengan solusi untuk mengatasi antrian tersebut.

Manfaat bagi penulis

- Mengembangkan wawasan berpikir, menganalisa dan mengantisipasi suatu problema, dengan mengacu pada materi teoritis dari disiplin ilmu yang telah ditempuh dan menggunakannya untuk menyelesaikan problem riil.

Manfaat bagi perpustakaan UKDC

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

1.5. Pembatasan Masalah

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

1. Dari 13 wahana outdoor untuk umum atau berlabel family, akan diambil 6 wahana yang memiliki jumlah pengunjung tertinggi untuk diteliti.
2. Enam macam wahana tersebut antara lain: Blue Cluster, Blue Shake atau Topan Badai, Ferris Wheel, Keliling Angkasa, Munyesser, Omah Mumet.
3. Pengambilan data dan analisis akan dilaksanakan setiap hari Sabtu dan Minggu dimulai dari tanggal 12 Maret 2016 hingga April 2016.

1.6. Asumsi Asumsi

1. Wahana beroperasi selama 6 jam operasional dari 10.00-22.00 WIB
2. Tidak hujan
3. Mesindan wahana tidak mengalami trouble

4. Wahana boleh dikunjungi lebih dari satu kali oleh pengunjung yang sama
5. Pengunjung sabar mengantri
6. Jarak antar wahana dianggap ~~sangat~~ tidak memengaruhi minat pengunjung dalam memilih wahana

1.7. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah dan hasil pengumpulan data yang telah diperoleh, beserta dengan hasil pengolahan data.

BAB V ANALISA DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dijelaskan berbagai macam hasil analisa data dan hasil simulasi, serta hasil penghitungan menggunakan metode Jackson agar dapat menjawab berbagai permasalahan yang ada di bab I.

BAB VI PENUTUP

Dalam bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil analisis data yang telah diperoleh.

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. Setiap 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, tipe maupun gambar, yang terpenting adalah harus mampu merepresentasikan visualisasi bentuk sistem yang diinginkan oleh user, karena sistem akhir yang dibuat harus diturunkan dari hasil model tersebut.

2.1.2. Simulasi

Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi atau 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 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 pada software Arena yang bernama Input Analyzer. Dengan Input Analyzer, suatu data dapat diolah dan ditentukan jenis distribusi 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 memanjang menunggu untuk mendapat giliran (membeli karcis, mengambil ransum, membeli bensin, dan sebagainya)

Sedangkan untuk kata antrian berarti deretan orang yang 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 manajemen pelanggan dilayani. (Pangestu, 2000)

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 (λ) 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. (Barry 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 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 (Barry 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 Disciplin (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.

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 (Jaydan Barry, 2005)

2.2.4. Faktor-Faktor Model Antrian

Berikut merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi suatu model antrian menurut Jaydan Barry:

1. Distribusi Kedatangan

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

2. Barisan Antri

Suatu antrian selalu ditandai 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, 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 pelayanan juga mempunyai suatu distribusi probabilitas, yakni ditentukan berdasarkan sampel dari keadaan sebenarnya. Dalam keadaan tertentu, dapat berupa distribusi Erlang (Gamma), Eksponensial, Uniform, dan lain.

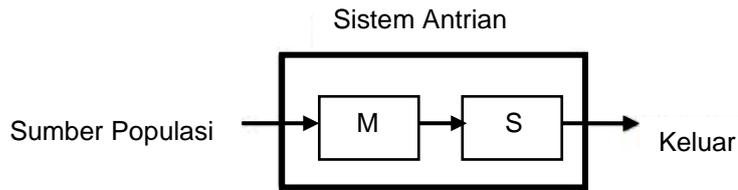
6. Sumber Masukan

Sumber populasi jumlah langganan yang mempunyai kemungkinan memasuki sistem untuk mendapatkan pelayanan. Ukuran populasi dikatakan tidak terbatas, apabila jumlah langganan cukup besar dikatakan terbatas, apabila jumlah langganan kecil.

2.2.5. Model-Model Struktur Antrian

Berikut merupakan beberapa model struktur antrian menurut Barry:

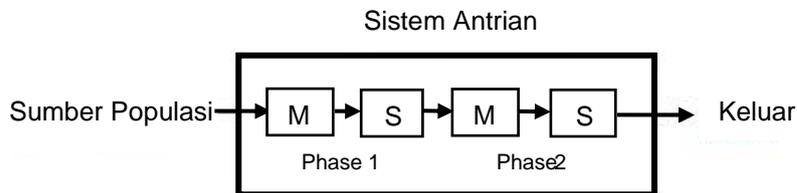
1. Single channel single phase berarti hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem dan hanya ada satu stasiun pelayanan. Contoh untuk model struktur ini adalah pelayanan pada pembelian tiket KA, supermarket,



Gambar 2.2. Sistem Antrian Single Channel Single Phase

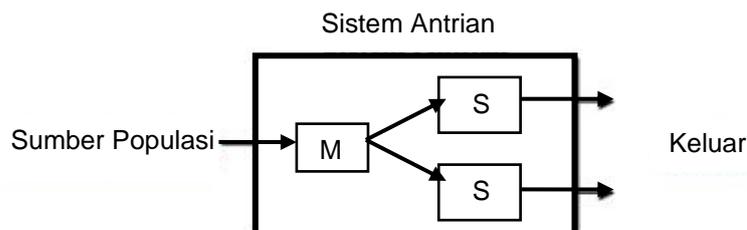
Keterangan : M = antrian
S = stasiun pelayanan

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



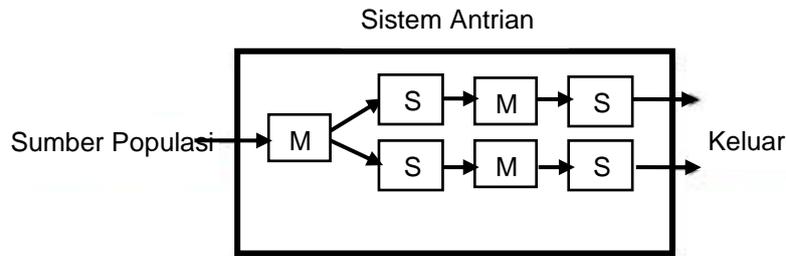
Gambar 2.3. Sistem Antrian Single Channel Multiphase

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.



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



Gambar2.5. Sistem Antrian Multichannel– Multiphase

2.26. Rumus Dasar Dalam Penghitungan Antrian

2.26.1. Tingkat Kedatangan

Pola kedatangan atau yang biasa disebut dengan tingkat kedatangan (λ) dapat dihitung dengan mencari waktu antar kedatangan (t_a) terlebih dahulu. Waktu antar kedatangan didapat dari total waktu pemantauan dibagi dengan total pelanggan masuk ke sistem, dengan rumus

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

Dengan:

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

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

2.26.2 Tingkat Pelayanan

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

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

Dengan:

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

$$\frac{1}{\mu} = \text{Waktu Pelayanan atau Lama Pelayanan (waktu/orang)}$$

Untuk mengetahui suatu proses kedatangan berdistribusi Poisson atau tidak, dapat digunakan uji kesesuaian dengan menggunakan 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 χ^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 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

λ = Tingkat Kedatangan

μ = Tingkat Pelayanan

s = Banyaknya Fasilitas Pelayanan

2.3. Metode Jackson

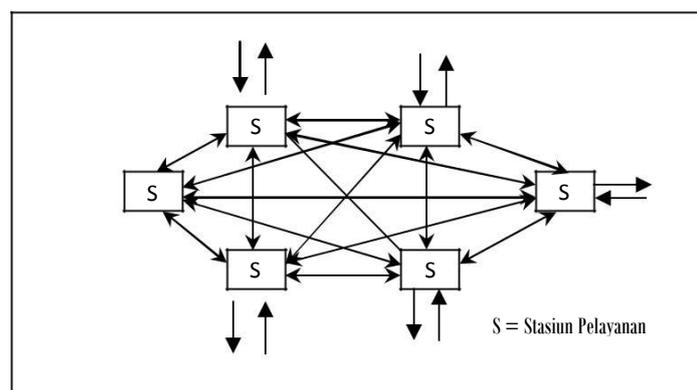
2.3.1. Pengertian Metode Jackson

Antrian jaringan (Queueing Network) telah banyak dikaji oleh para peneliti seperti James R. Jackson yang mengkaji karakteristik da 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 mendikaji 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 Network) dan antrian jaringan Jackson tertutup (Closed Jackson Network). 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 workstation 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 Gumgum Darmawan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UMS.



Gambar 26. 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 λ_i dengan semua kedatangan bersifat independen
- Waktu pelayanan pada stasiun ke-i berdistribusi iid $\text{Exp}(\mu_i)$
- 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:

$$a_i = \lambda_i + b_i, \quad 1 \leq i \leq N \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2)5}$$

$$\lambda_i = \lambda_{tot} \gamma_i / \sum_{i=1}^N \gamma_i \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2)6}$$

Nilai-nilai parameter pada sistem meliputi:

a_i = Tingkat kedatangan total pada workstation ke-i

s_i = Banyaknya fasilitas pelayanan workstation ke-i

λ_i = Tingkat kedatangan eksternal pada workstation ke

b_i = Tingkat kedatangan internal pada workstation ke

γ_i = Arrangement code (1 jika terbuka, 0 jika tertutup)

N = Banyaknya workstation

λ_{tot} = Tingkat kedatangan eksternal total pada sistem.

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

$$\alpha_j = \lambda_j + \sum_{i=1}^N a_i p_{i,j}, \quad 1 \leq j \leq N$$

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 Matriks Transisi Jackson

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

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

Gambar 2.7 Matriks Transisi Jackson

2.3.4. Penentuan Stabilitas Sistem

Antrian jaringan Jackson dikatakan stabil jika matriks 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 steady statenya adalah

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

$$= \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(a/\mu)^n}{n!} + \frac{(a/\mu)^s}{s!} \frac{1}{1-\frac{a}{s\mu}}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2}.)8$$

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

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 = Ratarata banyaknya konsumen yang mengantri pada sistem antrian

L_s =Ratarata banyaknya konsumen yang mengantri ditambah dengan konsumen yang sedang dilayani pada sistem antrian

W_q = Ratarata lamanya konsumen menunggu sampai dilayani

W = Ratarata lamanya konsumen menunggu dan dilayani

ρ = Utilitas sistem (tingkat kesibukan pelayanan)

n = Jumlah Konsumen

2.3.6. Penentuan Pelayanan yang Mengganggu

Untuk menentukan banyaknya pelayanan yang mengganggu dapat digunakan persamaan berikut ini:

$$Idle_i = S_i - (L_s(i) - L_q(i)), \text{ dengan } 1 \leq i \leq N \dots\dots\dots(\text{Persamaan 23})$$

$Idle_i$ adalah banyaknya pelayanan yang mengganggu workstation ke- i ,
dengan:

S_i = Banyaknya fasilitas pelayanan workstation ke- i

$L_s(i)$ = Ratarata banyaknya konsumen yang mengantri ditambah dengan
konsumen yang sedang dilayani pada sistem antrian

$L_q(i)$ = Ratarata banyaknya konsumen yang mengantri pada sistem antrian i