BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Simulasi

Banyak orang yang kurang mengenal simulasi, bahkan banyak yang menyatakan bahwa simulasi sangat sulit. Simulasi bukan hanya solusi dengan menggunakan model (data atau miniatur) yang dibuat sedemikian rupa untuk menghasilkan nilai tertentu. Simulasi dapat menduga perilaku suatu sistem yang diamati dengan menggunakan data hasil pengamatan yang dilakukan dalam waktu tertentu. Dari data hasil pengamatan tersebut maka dapat dibuat suatu prediksi dan selanjutnya memutuskan tindakan apa yang akan dilakukan.

2.1.1 Sistem

Sebelum mengenal simulasi lebih dekat maka harus dipelajari terlebih dahulu bagaimana sistem didalamnya bekerja. Sistem biasanya didefinisikan menjadi sekumpulan komponen atau entiti-entiti yang melakukan aksi dan berinteraksi antar satu entitas dengan entitas yang lain dalam rangka mencapai satu tujuan akhir yang logis. Entiti adalah bagian dasar sistem yang membentuk sistem tersebut [1].

Sistem memiliki beberapa karakter yaitu :

a) Perilaku sasaran (*purposive behaviour*) :

   Setiap sistem berusaha mencapai satu sasaran atau lebih sehingga tujuan menjadi pendorong (motivasi) dari sistem untuk mencapai tujuan tersebut.

b) Keseluruhan (*wholism*) :

   Suatu teori yang menyatakan bahwa faktor-faktor penentu merupakan kesatuan yang tidak dapat direduksi lagi.

c) Keterbukaan (*openness*) :

   Menunjukkan kesamaan akhir (quifinality), ini berarti bahwa status akhir dari suatu sistem dapat dicapai dari berbagai status awal.

d) Transformasi (*transformation*) :

   Menunjukkan bahwa suatu sistem mempunyai kemampuan untuk mengubah nilai status sumber daya (input) menjadi keluaran (output) melalui suatu proses transformasi.

e) Keterhubungan (*interrelatedness*) :

   Mencakup interaksi internal dan ketergantungan antar bagian-bagian atau elemen-elemen pembentuk sistem dan interaksi sistem dengan lingkungannya.

f) Mekanisme kontrol (*control mechanism*) :

   Merupakan proses pengaturan yang digunakan sistem untuk mengoreksi setiap penyimpangan yang terjadi.

Sistem memiliki beberapa subsistem yang sistemnya dibentuk yang oleh suatu entiti dan setiap entiti dapat dipecah dalam entiti-entiti yang lebih kecil. Dalam dua tingkat hirarki suatu sistem, sistem yang lebih rendah disebut subsistem. Contoh dari subsistem misalnya pada sistem transportasi darat, subsistem-nya adalah ruang pengendali, jalan raya, bus kota, terminal [1].

Klasifikasi sistem terdiri atas :

a) Sistem alam dan buatan manusia
b) Sistem fisik dan konseptual
c) Sistem statik dan dinamik
d) Sistem tertutup dan terbuka

Terdapat dua metode sistem yaitu *blackbox approach* (pendekatan blackbox) dan analitik sistem. Pendekatan blackbox yaitu suatu sistem dimana input dan outputnya dapat didefinisikan tetapi prosesnya tidak diketahui atau tidak terdefinisi. Metode ini hanya dapat dimengerti oleh pihak yang menangani sedangkan pihak luar hanya mengetahui masukan dan hasilnya. Sistem ini terdapat pada subsistem tingkat terendah. Contohnya pada sistem pencetakan uang. Analitik sistem yaitu suatu metode yang mencoba melihat hubungan dari seluruh masalah untuk menyelidiki kesistematisan tujuan dari sistem yang tidak efektif dan evaluasi pilihan dalam bentuk dan biaya. Sementara analisis sistem adalah suatu sistem yang akan dirancang oleh satu orang atau sekelompok orang yang membentuk tim. Orang yang merancang sistem ini disebut Sistem Analis [2].

2.1.2 Model

Model didefinisikan sebagai representasi dari sistem baik secara kualitatif yang mewakili suatu proses atau kejadian, dimana dapat menggambarkan secara jelas hubungan interaksi antar berbagai faktor-faktor penting yang akan diamati. Model

dikembangkan untuk melakukan investigasi/penelitian yang memungkinkan untuk diterapkan pada sistem nyata atau untuk mengetahui pengaruh atau hasil output dari inputan yang berbeda-beda.

Tujuan dari banyak studi tentang sistem adalah untuk memprediksikan bagaimana sistem akan bekerja sebelum sistem tersebut dibangun. Sebagai alternatif, kadang-kadang dibangun *prototype /* bentuk asli untuk melakukan pengujian, tetapi hal tersebut sangat mahal dan menghabiskan banyak waktu. Bahkan dengan sistem yang sudah ada, sangat tidak mungkin atau tidak praktis bereksperimen dengan sistem nyata, walaupun hasil dari percobaan tersebut sukses namun resiko kegagalan akan dibayar mahal. Sehingga studi tentang sistem biasanya dilakukan dengan model sistem. Model tersebut tidak hanya pengganti dari sistem, tetapi juga merupakan penyederhanaan dari sistem.

2.1.2.1 Klasifikasi Model

Setelah mengenal tentang sistem dan sebelum memodelkannya ke dalam simulasi, maka harus mengenali model dari perilaku data terlebih dahulu. Berdasarkan data tersebut model dibagi menjadi dua yaitu :

1. Model Fisik ; Didasarkan pada analogi dari sistem dengan sistem. Dalam pemodelan yang seperti ini atribut atau data dari sistem didapatkan dari hasil pengukuran.
2. Model Matematika ; Pada model ini simbol-simbol matematika dan persamaan-persamaan matematika digunakan untuk menggambarkan sistem. Atribut atau field dari sistem dipresentasikan oleh aktivitas-aktivitas setiap variabel yang dideklarasikan terlebih dahulu dan kemudian dengan fungsi matematika maka dari seluruh variabel tersebut akan menghasilkan aktivitas-aktivitas yang diharapkan. Model matematika terbagi menjadi model statis dan model dinamis. Model statis yaitu model yang menunjukan perilaku sistem secara spesifik pada kondisi tertentu saja dan model dinamika yaitu model yang sangat dipengaruhi oleh perubahan waktu. Model matematika yang dibuat harus dapat menjawab tujuan dari studi sistem, bila model yang disajikan sederhana biasanya dapat memberikan jawaban secara eksak melalui solusi analitik. Bagaimanapun model matematika yang mewakili sistem yang kompleks sering sangat sulit dicarikan solusi analitiknya sehingga diperlukan pendekatan secara simulasi. Pendekatan

simulasi dengan dasar model matematika inilah yang disebut sebagai model simulasi.

2.1.2.2 Model Simulasi

Perilaku variable-variabel yang ada pada sistem dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu *discrete* (tertentu/khusus) dan *continuous* (terus-menerus). *Discrete system* adalah sistem di mana variable-variabelnya dapat berubah hanya pada sejumlah keadaan tertentu dan dapat dihitung pada saat tertentu. Perilaku sistem pada teller di suatu bank merupakan satu contoh sistem diskrit, yang menunjukan perubahan kedatangan konsumen, lama konsumen menunggu, lama konsumen dilayani hingga konsumen itu selesai dilayani dan meninggalkan bank. *Continuous system* adalah suatu sistem di mana variabelnya berubah secara terus-menerus serta dipengaruhi oleh waktu. Kecepatan sebuah mobil ketika lepas dari lampu *traffic light* adalah contoh sistem bersambung ini di mana variabelnya, yaitu kecepatan, akan berubah secara terus-menerus serta dipengaruhi oleh waktu [2].

Dalam menentukan kondisi sistem, apakah bersifat diskrit atau kontinu, dapat dilakukan dengan cara mempelajari tingkah laku sistem pada saat pengoprasian dengan memahami hubungan-hubungan antar komponen di dalam sistem guna memprediksikan kemampuannya. Tetapi dalam praktik yang sesungguhnya dengan melibatkan sistem yang sebenarnya cara ini tidak banyak yang dapat dilakukan. Hal ini justru mengakibatkan penelitian menjadi tidak efektif, dengan biaya yang semakin besar, dan proses pengoperasian sistem yang sebenarnya menjadi kacau. Misalkan perubahan tersebut dimaksudkan untuk mempelajari pengaruh penurunan jumlah pelayanan kasir di supermarket. Di sini apabila pengurangan jumlah kasir dilakukan secara berangsur-angsur (hingga batas yang ditentukan), namun disaat jumlah konsumen yang berada di kasir sedikit tetapi konsumen yang belum menuju kasir cukup banyak bertambah maka akan mengakibatkan peningkatan yang signifikan dalam hal keterlambatan pelayanan pelanggan (*customer delay*). Dampak yang lebih buruk lagi, pelanggan membatalkan niatnya untuk melakukan transaksi pembelian pada supermarket tersebut.

Karena ada ketidakmungkinan untuk melakukan eksperimen dengan berbagai sistem maka sistem analis menggunakan model yang dapat mewakili sistem nyata di

mana dengan model tersebut sistem analis dapat menarik berbagai kesimpulan sehubungan dengan pengoprasian sistem yang sesungguhnya.

Model Simulasi dapat dibedakan menjadi:

1. Model simulasi deterministik, mengasumsikan tidak ada variabilitas dalam parameter model dan, oleh karenanya, tidak melibatkan variabel random. Jika model deterministik dijalankan atas nilai masukan yang sama, maka akan selalu menghasilkan nilai yang sama. Keluaran dari sekali menjalankan model simulasi deterministik merupakan nilai nyata dari performasi model [1].
2. Model simulasi stokastik, berisikan satu atau beberapa variabel random untuk menjelaskan proses dalam sistem yang diamati. Keluaran dari model simulasi stokastik adalah random dan oleh karenanya hanya merupakan perkiraan dari karakteristik sesungguhnya dari model. Maka, diperlukan beberapa kali menjalankan model, dan hasilnya hanya merupakan perkiraan dari performasi yang diharapkan dari model atau sistem yang diamati [1].
3. Model simulasi kontinyu, kondisi variabel berubah secara kontinyu, sebagai contoh, aliran fluida dalam pipa atau terbangnya pesawat udara, kondisi variabel posisi dan kecepatan berubah secara kontinyu terhadap satu dengan lainnya [1].
4. Model simulasi diskrit, kondisi variabel berubah hanya pada beberapa titik (tertentu, yang dapat dihitung) dalam waktu. Kebanyakan dari sistem manufaktur dimodelkan sebagai simulasi kejadian dinamis, diskrit, stokastik dan menggunakan variabel random untuk memodelkan rentang kedatangan, antrian, proses, dan sebagainya [1].

2.1.2.3 Pendekatan Pemodelan

Pendekatan pemodelan meliputi :

1. Pendekatan proses ; didefinisikan sebagai suatu operasi dimana entiti yang ada harus mampu melewati siklus dari sistem tersebut.
2. Pendekatan aktivitas ; merupakan deskripsi dari aktivitas yang akan selalu dipacu dengan segera oleh perubahan *state* dalam sistem.
3. Pendekatan *event* ; didefinisakan sebagai kumpulan aktivitas yang mungkin mengikuti perubahan *state* dalam antrian.

2.2 Simulasi

2.2.1 Definisi Simulasi

Simulasi dapat diartikan sebagai meniru suatu sistem nyata yang kompleks dengan penuh dengan sifat probabilistik, tanpa harus mengalami keadaan yang sesungguhnya. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat sebuah miniatur yang *representative* dan valid dengan tujuan sampling dan survey statistik pada sistem nyata, sehingga perilaku sistem dapat diprediksi untuk dipelajari. Jadi simulasi secara sederhana dapat diartikan sebagai proses peniruan.

Beberapa pendapat tentang definisi simulasi :

1. Simulasi adalah proses perancangan model dari suatu sistem nyata dan pelaksanaan eksperimen-eksperimen dengan model ini untuk tujuan memahami tingkah laku sistem [1].
2. Simulasi adalah tiruan dari proses dunia nyata atau sistem. Simulasi menyangkut pembangkitan proses serta pengamatan dari proses untuk menarik kesimpulan dari sistem yang diwakili [1].
3. Simulasi adalah teknik numerik untuk melakukan eksperimen pada komputer, yang melibatkan jenis matematika dan model tertentu yang menjelaskan perilaku bisnis atau ekonomi pada suatu periode waktu tertentu [1].
4. Simulasi adalah teknik untuk membuat konstruksi model matematika untuk suatu proses atau situasi, dalam rangka menduga secara karakteristik atau menyelesaikan masalah berkaitan dengan menggunakan model yang diajukan [1].

2.2.2 Kekurangan Dan Kelebihan Simulasi

Tidak semua pengolahan data untuk melihat karakteristik sistem cocok menggunakan simulasi, hanya sistem yang cukup kompleks yang baik dikerjakan dengan simulasi, sementara untuk sistem yang sederhana lebih baik menggunakan cara analitik dibanding harus membuat simulasinya [3].

Kelebihan Simulasi :

1. Sistem nyata sulit diamati secara langsung.
2. Mampu memberikan perkiraan sistem yang lebih nyata sesuai operasional dari kumpulan pekerjaan.
3. Pengamatan sistem secara langsung tidak dimungkinkan karena :

a. Sangat mahal
b. Memakan waktu yang terlalu lama
c. Akan merusak sistem yang sedang berjalan

4. Solusi analitik tidak dapat dikembangkan, karena sistem yang digunakan di dunia kerja sangat kompleks. Jadi simulasi dapat memberi solusi apabila model analitik gagal.
5. Memudahkan pengontrolan lebih banyak kondisi dari suatu percobaan sehingga dimungkinkan untuk dicoba diterapkan secara nyata pada sistem tersebut.
6. Menyediakan sarana untuk mempelajari sistem dalam waktu yang cukup lama (lebih ekonomis) dengan proses yang membutuhkan waktu cukup singkat ataupun sebagai alternatif pembelajaran yang lebih rinci dan jelas tentang perilaku suatu sistem nyata yang prosesnya lebih panjang.

Kekurangan Simulasi :

1. Simulasi tidak akurat ; Teknik ini bukan proses optimasi dan tidak langsung menghasilkan sebuah jawaban tetapi hanya menghasilkan sekumpulan output dari sistem pada berbagai kondisi yang berbeda. Dalam beberapa kasus ketelitiannya sulit diukur.
2. Model simulasi yang baik bisa jadi sangat mahal, bahkan sering dibutuhkan waktu bertahun-tahun untuk mengembangkan model yang sesuai.
3. Tidak semua situasi dapat dievaluasi dengan simulasi ; hanya simulasi yang mengandung ketidakpastian yang dapat dievaluasi dengan simulasi. Karena tanpa komponen acak maka hasil eksperimen simulasi akan menghasilkan output yang sama.
4. Simulasi menghasilkan cara untuk mengevaluasi solusi, bukan menghasilkan cara untuk memecahkan masalah. Jadi sebelumnya, perlu diketahui terlebih dahulu solusi atau pendekatan solusi yang akan diuji.
5. Simulasi menghasilkan kumpulan angka / grafik / data yang banyak serta membutuhkan tampilan akhir (animasi, layout, grafik, dan lain-lain) dan pengolahan aplikasi yang harus memenuhi kriteria *user friendly* atau mudah digunakan.

2.2.3 Penggunaan Statistik Dalam Simulasi

Bagi kebanyakan orang statistik merupakan kumpulan angka / data pada suatu kejadian yang telah terjadi atau statistik biasa disebut sebagai pengumpulan data, menganalisanya, lalu menyimpulkannya. Sebagian orang lagi menyatakan bahwa statistik merupakan kumpulan angka yang menggambarkan karakteristik kebutuhan data yang dijadikan acuan penelitian [1].

Sekarang statistik dikenal sebagai alat untuk mendukung tercapainya tujuan sebuah penelitian. Ilmu statistik dibagi atas dua bagian, yaitu statistik inferensia dan statistik deskriptif. Statistik inferensia adalah kumpulan data-data pengamatan sebagai sample dimana data-data tersebut merupakan gambaran tentang karakteristik populasi yang diamati sebagai suatu proses untuk menuju penarikan kesimpulan melalui pendugaan distribusi dan uji hipotesis atas data-data yang mewakili populasi yang sedang diteliti. Statistik deskriptif adalah statistik yang menggambarkan atau menjelaskan data pengamatan secara teroganisasi dengan baik dengan urutan memformat informasi, menata data, proses penyajian, dan analisis. Proses itu akan memudahkan menentukan nilai rata-rata, median, standar deviasi, dan menentukan distribusi frekuensi dan grafik yang harus ditampilkan guna membantu analisis data.

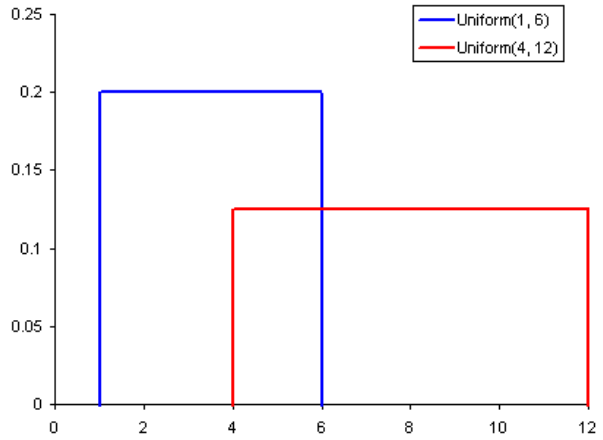
Jadi kedua jenis metoda tersebut masing-masing tidak dapat berdiri sendiri, bahkan saling berkaitan erat. Pada saat proses penelitian terhadap data dilakukan maka statistik deskriptif yang lebih dahulu digunakan untuk menggambarkan perilaku data pengamatan sementara untuk proses penarikan kesimpulan atas data pengamatannya seorang peneliti akan lebih tepat bila menggunakan statistik inferensia.

Ketidakpastian kedatangan penumpang dalam kasus busway sering menimbulkan adanya banyak kemungkinan dalam hal pendistribusian, baik dalam ketersediaan bus, interval keberangkatan bus, naik turunya panjang antrian yang mengakibatkan waktu penumpang menunggu di terminal menjadi tidak menentu. Salah satu cara untuk memperkecil kemungkinan tersebut adalah dengan cara mempelajari pola distribusi probabilitasnya. Distribusi probabilitas teoritis yang sering digunakan dalam fungsi permintaan adalah distribusi normal, distribusi uniform, dan distribusi poisson.

2.2.3.1 Distribusi Uniform

Distribusi uniform adalah distribusi peluang diskrit yang paling sederhana, yaitu perubah acaknya memperoleh semua harganya dengan peluang yang sama. Nama lain distribusi uniform adalah distribusi seragam.

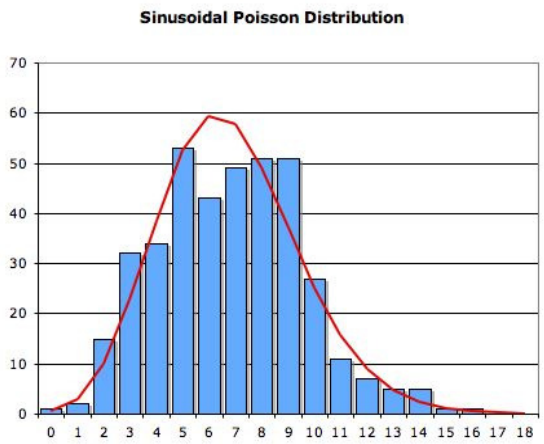
Distribusi ini merupakan distribusi yang digunakan untuk menduga data ketika seluruh distribusi yang digunakan menyatakan ditolak. Distribusi ini sifatnya *unfold* (terbuka / bebas). Jadi bagaimanapun bentuk data yang diduga dengan pendekatan beberapa distribusi kontinyu dan diskrit tersebut ditolak, maka tanpa alasan apapun upaya untuk melakukan proses simulasi terhadap data tersebut harus menggunakan distribusi empiris. Ilustrasi distribusi uniform ditunjukan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 . Contoh Distribusi Uniform

2.2.3.2 Distribusi Poisson

Distribusi Poisson merupakan distribusi diskrit yang biasa digunakan untuk menunjukan suatu kejadian dalam satu satuan waktu seperti waktu antar kedatangan. Sebenarnya distribusi Poisson diturunkan dari distribusi Eksponensial. Ilustrasi distribusi poisson ditunjukan pada gambar 2.2

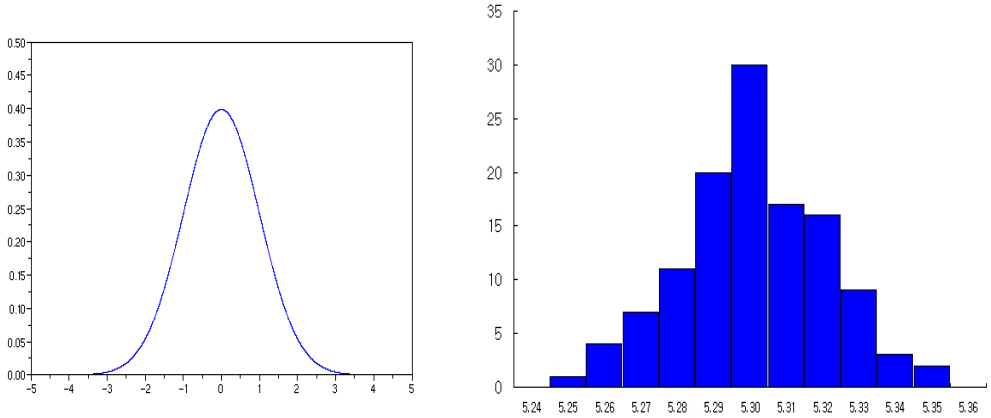


Gambar 2.2 . Contoh Distribusi Poisson

2.2.3.3 Distribusi Normal

Distribusi Normal merupakan Fungsi Distribusi Probabilitas yang cukup populer dan memili struktur yang kompleks sehingga tidak memiliki penyajian "invers". Konsekuensinya, Teknik Transformasi Inverse tidak bisa langsung digunakan untuk pengambilan sampel dari distribusi normal. Ilustrasi distribusi normal dapat dilihat pada gambar 2.3. Terdapat tiga alasan yang melandasi pentingnya distribusi normal, yaitu :

1. Distribusi normal merupakan model yang baik untuk mendekati frekuensi dari fenomena alam dan sosial yang sampelnya besar. Populasi berbagai perilaku dan karakteristik alam dan sosial yang berskala interval dan rasio umumnya diasumsikan memiliki distribusi normal.
2. Ada hubungan yang kuat antara besarnya sampel dengan distribusi rata-rata yang diperoleh dari sampel-sampel acak yang diambil dari suatu populasi yang sama. Semakin besar sampel, distribusi rata-rata sampel semakin mendekati normal.
3. Distribusi normal mendekati aproksimasi yang baik terhadap distribusi teroretis lain yang pada umumnya lebih sulit digunakan untuk memodelkan distribusi peluang.



Gambar 2.3 . Contoh distribusi Normal

2.2.4 Metode Simulasi

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dalam proses membuat suatu aplikasi dari simulasi tertentu namun terkadang sulit dalam memilih metode apa yang tepat untuk mengembangkan atau menyelesaikan suatu persoalan yang ingin disimulasikan. Diantaranya adalah metode *Monte Carlo*, metode *Discrete-Event Simulation*, dan *Queuing Theory* (Teori Antrian).

2.2.4.1 Metode Antrian / Teori Antrian

Suatu antrian merupakan fenomena dinamis. Kemungkinan yang terjadi adalah pelanggan menunggu untuk suatu pelayanan atau suatu fasilitas pelayanan. Bila antrian dilihat dari pendekatan sistem, maka bila jumlah pelanggan yang datang atau meninggalkan sistem adalah konstan atau pada tingkat kecepatan yang sama, maka tidak akan terbentuk suatu antrian [4].

Teori antrian diciptakan pada tahun 1909 oleh ahli matematika dan insinyur berkebangsaan Denmark bernama A.K Erlang yang melakukan percobaan dengan mengembangkan model antrian untuk jumlah yang optimal dari fasilitas *telephone switching* yang digunakan untuk melayani permintaan yang ada. Penggunaan model antrian meluas sejak akhir Perang Dunia ke-2.

Di dalam dunia usaha saat ini banyak perusahaan beroperasi dengan sumber daya yang relatif terbatas dan seringkali terjadi pelanggan yang perlu menunggu untuk mendapatkan pelayanan. Secara umum teori antrian adalah teori yang berhubungan dengan analisa suatu antrian dan perilakunya yang akan terjadi apabila jumlah

pelanggan atau sesuatu yang harus dilayani lebih besar dari tingkat jumlah dari pada tingkat jumlah pelayanannya, sehingga fasilitas pelayanan tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut secara bersamaan.

Tujuan dasar model antrian adalah untuk meminimumkan total dua biaya, yaitu biaya langsung penyediaan fasilitas pelayanan dan biaya tidak langsung yang timbul karena para individu harus menunggu untuk dilayani. Bila suatu sistem mempunyai fasilitas pelayanan lebih dari jumlah optimal, ini berarti membutuhkan investasi modal yang berlebihan, tetapi bila jumlahnya kurang dari optimal hasilnya adalah tertundanya pelayanan [1].

2.2.4.2 Karakteristik Sistem Antrian / Struktur Antrian

Terdapat tiga komponen dalam sistem antrian yaitu :

1. Kedatangan , populasi yang akan dilayani (*calling population*)

Karakteristik dari kedatangan atau populasi yang akan dilayani (*calling population*) dapat dilihat menurut ukurannya, pola kedatangan, serta perilaku dari populasi yang akan dilayani. Menurut ukurannya, populasi yang akan dilayani bisa terbatas (*finite*) bisa juga tidak terbatas (*infinite*). Sumber terbatas (*finite*) diasumsikan jika populasi yang datang ke dalam suatu sistem mempunyai limit atau diketahui jumlah populasinya sedangkan sumber tak terbatas (*infinite*) diasumsikan jika populasi tidak mempunyai limit yang diperbolehkan untuk menunggu dalam antrian tersebut [1].

Pola kedatangan adalah suatu cara pelanggan/*calling population* datang dalam suatu antrian. Pola kedatangan bisa teratur, bisa juga acak (*random*). Dengan demikian pola kedatangan suatu antrian mungkin sangat besar variabilitasnya. Waktu kedatangan tidak dapat diketahui dengan pasti jadi harus ditentukan distribusi probabilitas atas kedatangan tersebut. Bila pola kedatangan secara *random*/acak maka jarak antar kedatangan mengikuti distribusi ekspondensial. Bila pola kedatangan ini betul-betul secara acak maka dengan mengelompokan data kedatangan kedalam interval waktu yang sama akan diperoleh distribusi *poisson*.

Perilaku kedatangan adalah suatu populasi pelanggan/*calling population* yang mempunyai perilaku berbeda-beda dalam membentuk antrian. Terdapat tida jenis perilaku : *reneging*, *balking*, dan *jockeying*. *Reneging* menggambarkan situasi dimana seseorang masuk dalam antrian, namun belum memperoleh pelayanan, kemudian

meninggalkan antrian tersebut. *Balking* menggambarkan orang yang tidak masuk dalam antrian dan langsung meninggalkan tempat antrian. *Jockeying* menggambarkan orang yang pindah-pindah antrian.

Parameter yang digunakan adalah λ yaitu rata-rata tingkat kedatangan pelanggan. Rata-rata waktu pelayanan dalam satuan waktu disebut μ . Bila $\lambda > \mu$, maka situasi antrian menjadi tidak terbatas dan antrian bertambah tanpa limit. Untuk memecahkan masalah-masalah teori antrian yang sederhana formula yang digunakan berdasarakan pada asumsi bahwa $\lambda < \mu$ [1].

2. Antrian

Batasan panjang antrian bisa terbatas (*limited*) bisa juga tidak terbatas (*unlimited*). Sebagai contoh antrian di jalan tol masuk dalam kategori panjang antrian yang tidak terbatas. Sementara antrian di rumah makan, masuk kategori panjang antrian yang terbatas karena keterbatasan tempat. Dalam kasus batasan panjang antrian yang tertentu (*definite line-length*) dapat menyebabkan penundaan kedatangan antrian bila batasan telah tercapai. Contoh : sejumlah pesawat pada landasan tertentu telah melebihi suatu kapasitas bandara, kedatangan pesawat yang baru dialihkan ke bandara yang lain.

Sifat dari antrian juga mempengaruhi tipe model antrian yang diformulasikan. Selanjutnya, perilaku pelanggan dalam antrian harus didefinisikan. Berapa lama pelanggan akan menunggu layanan sebelum mereka meninggalkan antrian? Berapa banyak pelanggan mungkin tidak akan bergabung dalam antrian jika mereka mengamati situasi yang padat ketika mereka datang. Perilaku pelanggan yang diasumsikan dalam model antrian sederhana adalah pelanggan akan menunggu hingga mereka dilayani. Untuk tujuan analisis, asumsi-asumsi antrian yang paling umum adalah aturan pertama-datang-pertama dilayani, panjang antrian tak terbatas, dan kedatangan menunggu hingga mendapat pelayanan. Asumsi-asumsi tersebut mengacu kepada model matematis yang mudah dilaksanakan.

3. Fasilitas pelayanan

Karakteristik fasilitas pelayanan dapat dilihat dari tiga hal yaitu tata letak secara fisik dari sistem antrian, disiplin antrian, waktu pelayanan.

A. Tata Letak

Tata letak fisik dari sistem antrian digambarkan dengan jumlah saluran, juga disebut sebagai jumlah pelayan. Sistem antrian jalur tunggal (*single channel, single server*) berarti bahwa dalam sistem antrian tersebut hanya terdapat satu pemberi layanan serta satu jenis layanan yang diberikan. Sementara sistem antrian jalur tunggal tahapan berganda (*single channel multi server*) berarti dalam sistem antrian tersebut terdapat lebih dari satu jenis layanan yang diberikan, tetapi dalam setiap jenis layanan hanya terdapat satu pemberi layanan.

Sistem antrian jalur berganda satu tahap (*multi channel single server*) adalah terdapat satu jenis layanan dalam sistem antrian tersebut , namun terdapat lebih dari satu pemberi layanan. Sedangkan sistem antrian jalur berganda dengan tahapan berganda (*multi channel, multi server*) adalah sistem antrian dimana terdapat lebih dari satu jenis layanan dan terdapat lebih dari satu pemberi layanan dalam setiap jenis layanan.

B. Disiplin Antrian

Disiplin antrian merupakan pedoman keputusan yang digunakan untuk menyeleksi individu yang memasuki antrian untuk dilayani atau dapat juga disebut suatu aturan yang menunjukkan prioritas pelanggan untuk dilayani. Terdapat 4 bentuk disiplin antrian yang biasa digunakan dalam praktek, yaitu :

1. *First Come First Served* (FCFS) atau *First In First Out* (FIFO) yaitu yang terlebih dahulu datang / masuk ke dalam antrian maka yang lebih dahulu dilayani.
2. *Last Come First Served* (LCFS) atau *Last In First Out* (LIFO) yaitu yang sampai antrian paling akhirlah yang terlebih dahulu dilayani.
3. *Service in Random Order* (SIRO) yaitu panggilan yang dilakukan berdasarkan peluang secara random sampling, tidak masalah siapa yang terlebih dahulu sampai.
4. *Priority Service* (PS) yaitu prioritas pelayanan yang diberikan kepada mereka yang memiliki prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang memiliki prioritas lebih rendah, meskipun yang paling akhir ini dimungkinkan telah sampai terlebih dahulu dalam garis antrian.

Hampir sebagian besar model antrian menggunakan disiplin antrian yang disebut dengan *First In – First Out Rule* (FIFO), namun dari contoh-contoh yang

dijelaskan di atas, terlihat bahwa hal ini tidak selamanya tepat digunakan pada semua sistem layanan, khususnya pada kasus darurat, dimana model FIFO dapat diabaikan.

C. Waktu Pelayanan

Waktu pelayanan yaitu waktu yang dibutuhkan untuk dikategorikan sebagai konstan dan acak. Waktu pelayanan konstan, jika waktu yang dibutuhkan untuk melayani sama untuk setiap pelanggan. Sedangkan waktu pelayanan acak, jika waktu yang dibutuhkan untuk melayani berbeda-beda untuk setiap pelanggan. Jika waktu pelayanan acak, diasumsikan mengikuti distribusi eksponensial.

2.2.5 Tahapan Dalam Simulasi

Proses pengamatan data yang dilakukan oleh seorang peneliti dilakukan secara bertahap. Tahap-tahap ini pada dasarnya sama dengan model pelaksanaan penelitian dan digunakan sebagai kerangka utama yang kemudian dapat dikembangkan sesuai kebutuhan. Tahap-tahap di bawah ini bukanlah harga mati untuk diterapkan dan bisa saja tahapan ini dikurangi atau ditambah sesuai kompleksitas sistem yang sedang dikembangkan [1].

2.2.5.1 Merumuskan Masalah

Proses ini sebenarnya merupakan tahap pengenalan atau pendekatan terhadap masalah. Hal tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara, dua pendekatanan yang sering digunakan yaitu:

A. Pendekatan Subyektif

Pendekatan sub dilakukan secara riil pada permasalahan dan dilakukan dengan cara langsung terjun ke lapangan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya. Pendekatan ini dapat dilakukan secara singkat ataupun secara lebih detil bilamana dibutuhkan ketepatan data yang mana data tesebut berhubungan erat dengan dampak yang diakibatkan oleh permasalahan, di mana permasalahan yang ada yang mengakibatkan timbulnya permasaahan baru, bukan gejala yang ada yang mengakibatkan permasalahan, tetapi permasalahan yang jika tidak segera ditangani akan mengakibatkan munculnya permasalahan baru.

B. Pendekatan Obyektif

Pendekatan obyektif adalah pendekatan yang mendukung informasi permasalahan. Obyektifitas akan lebih baik jika data yang didapatkan berhubungan dengan bagian-bagian yang terkait dengan suatu proses yang menimbulkan permasalahan. Sebagai contoh, siaran televisi menginformasikan jalur tol JAGORAWI mengalami kemacetan panjang yang mana pokok permasalahannya adalah banjir meluap akibat hujan lebat selama 2 hari. Terjadinya kemacetan ini berakibat pada proses pendistribusian barang di suatu perusahaan terhambat. Jadi pendekatan obyektif merupakan informasi yang dihimpun dari media massa atau perilaku lingkungan di sekitar permasalahan dengan melihat perilaku data masa lalu (dokumen).

Intinya, bagaimanapun bentuk pendekatan yang dilakukan dan perolehan data yang dikumpulkan, pengamatan merupakan proses untuk menemukan permasalahan. Jadi informasi yang dikumpulkan secara aktual sesuai dengan kejadian lapangan dan semua gejala yang menimbulkan pertanyaan bagaimana (hal ini terjadi), mengapa (terjadi), di mana (hal ini terjadi), kapan, apa, dan siapa yang mengenali dan memahami sebab munculnya sebuah permasalahan.

2.2.5.2 Menentukan Tujuan Penelitian

Ketika segala kebutuhan pengamatan pada tahap pertama selesai, biasanya tahap ini kurang mendapatkan perhatian, dalam arti bahwa ketika tahap pertama selesai dan ditemukan pokok permasalahan maka biasanya peneliti langsung ke tahap awal dari penyelesaian, yaitu mengembangkan penyelesaian masalah.

Tujuan penelitian ditentukan untuk membatasi pengembangan ataupun penyelesaian permasalahan. Dari situ timbul sesuatu yang harus diasumsikan untuk memudahkan pembuatan model (asumsi dilakukan karena ada suatu kejadian dari model pengamatan yang tidak mampu diselesaikan dengan metode atau teori-teori tertentu). Contohnya, waktu yang dibutuhkan KMP Rinjani Pertiwi akan menjadi semakin lama untuk melayani penyebrangan pada saat arus laut pasang dan surut. Peristiwa ini sangat sulit untuk diprediksi dengan pasti tetapi apabila tujuan awal telah ditetapkan maka akan didapatkan batasan-batasan yang dianggap sesuai dengan berbagai premasalahan. Kondisi seperti ini dapat diasumsikan dalam model pengembangan penelitian. Pada saat model dibuat dengan suatu tujuan awal dan

pengembangan penyelesaian permasalahan sesuai dengan kebutuhan metode dan teori yang dijadikan landasan pengembangan.

2.2.5.3 Mengembangkan Penyelesaian Masalah

Tahap ini merupakan awal dari penyelesaian masalah. Jika tahap ini tidak sesuai dengan kebutuhan maka seluruh penelitian tidak akan dapat digunakan seperti yang diharapkan. Dalam tahap ini pendekatan teoritis dilakukan dengan menggunakan metode tertentu sebagai alternatif cara menyelesaikan masalah. Ketika data-data pendukung pengamatan di lapangan dan tujuan telah ditentukan, tindakan berikutnya adalah menganalisis data tersebut. Dari proses analisis akan didapatkan suatu ketentuan yang berupa asumsi, kendala, sebab akibat dari suatu variabel dengan variabel yang lain, serta faktor-faktor lain yang berhubungan dengan pembuatan model.

Model yang telah ditetapkan dapat menggambarkan ruang atau bentuk fisik dari kondisi lingkungan di lapangan. Dari model ini tujuan penelitian akan dapat terlaksana jika asumsi-asumsi dan batasan-batasan ditentukan dengan alasan yang dapat diterima. Hanya saja semakin banyak asumsi dan batasan yang digunakan dalam suatu model maka hal itu akan mengakibatkan kondisi di lapangan kurang terpresentasikan.

Pendekatan teoritis tidak hanya memberikan pilihan penyelesaian dengan satu metode saja karena dimungkinkan untuk membandingkannya dengan bila menggunakan metode lain agar didapatkan alternatif keputusan . Di dalam tahap proses pembuatan aplikasi simulasi terdapat beberapa sub-tahapan yang harus dilakukan.

2.2.5.4 Menguji Model Sesuai Metode

Dari model yang telah ditetapkan, proses pengujian terhadap model tersebut perlu dilakukan. Model yang dimaksudkan disini adalah proses penanganan data yang diharapkan (dalam melibatkan asumsi dan penyelesaian masalah) dibandingkan dengan pekerjaan riil dengan model yang dibangun menggunakan aplikasi. Jika pengujian model yang diharapkan dengan pengembangan aplikasi dapat dipastikan tidak timpang maka proses penyesuaian metode yang digunakan dalam model akan mampu memberikan alternatif tanpa harus mengubah model.

2.2.5.5 Mengevaluasi dan Mengontrol Pengembangan Penyelesaian Masalah

Evaluasi dan kontrol adalah suatu aturan yang memang ditetapkan untuk mengevaluasi dan mengontrol proses penyelesaian simulasi. Proses ini sebagai kendali agar asumsi, batasan, dan variabel-variabel yang diperlukan saat proses benar-benar langsung dikaitkan dalam suatu proses di dalam aplikasi yang dibangun.

Suatu penyelesaian yang menghasilkan keputusan seperti tujuan yang diharapkan tidak akan ada artinya bila harga dari satu atau lebih variabel tidak terkendali dan perubahan nilainya sangat berpengaruh terhadap hasil simulasi. Dengan evaluasi dan kontrol maka suatu perubahan dapat ditentukan aturan dan waktunya, yang ditetapkan untuk variabel yang dibutuhkan untuk diubah karena variabel-variabel yang berubah berdasarkan aturan dan waktu yang telah ditetapkan. Artinya, hasil perilaku simulasi dari variabel yang tidak berubah nilainya dan variabel yang digunakan untuk menentukan suatu keputusan penyelesaian.

2.2.5.6 Implementasi dan Hasil Jawab Masalah Penelitian

Penyajian dari aplikasi yang disesuaikan dengan model yang diharapkan mampu menerjemahkan permasalahan dan fungsi aplikasi yang dibangun kepada seluruh orang yang berinteraksi dengan aplikasi tersebut. Proses ini juga mampu menggambarkan prosedur operasional yang mudah dimengerti dan mudah dilaksanakan oleh orang-orang yang bertanggung jawab terhadap penyelesaian permasalahan tersebut.

Penyajian aplikasi ini diharapkan mampu memberikan alternatif pengambilan keputusan dengan memberikan berbagai strategi pilihan yang mudah dimengerti oleh mereka yang bertanggung jawab.

2.3 Perangkat Analisis dan Perancangan Sistem

Dalam tahap perancangan suatu sistem diperlukan adanya teknik-teknik penyusunan sistem untuk menganalisa dan mendokumentasikan data yang mengalir di dalam sistem tersebut sehingga dalam pelaksanaan perancangan sistem tidak terjadi kekeliruan. Terdapat dua buah perangkat analisis yang akan digunakan pada perancangan sistem yaitu :

1. Diagram Konteks

Diagram konteks adalah digaram yang terdiri dari suatu proses dan menggambarkan ruang lingkup suatu sistem. Diagram konteks merupakan diagram tingkat atas (level tertinggi dari DFD) yang menggambarkan seluruh *input* ke sistem atau *output* dari sistem. Diagram konteks akan memberi gambaran tentang keseluruhan sistem dimana hanya tedapat satu proses didalamnya.

2. *Data Flow Diagram* (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) adalah representasi dari suatu sistem yang menggambarkan bagian-bagian dari sistem tersebut beserta seluruh keterlibatan diantara bagian yang ada. DFD merupakan alat yang digunakan pada metodologi pengembangan sistem yang terstruktur (*structured analysis and design*). DFD merupakan alat yang cukup populer sekarang ini, karena dapat menggambarkan arus data di dalam sistem dengan terstruktur agar dokumentasi dari sistem baik dan jelas.

2.4 Pemograman Delphi

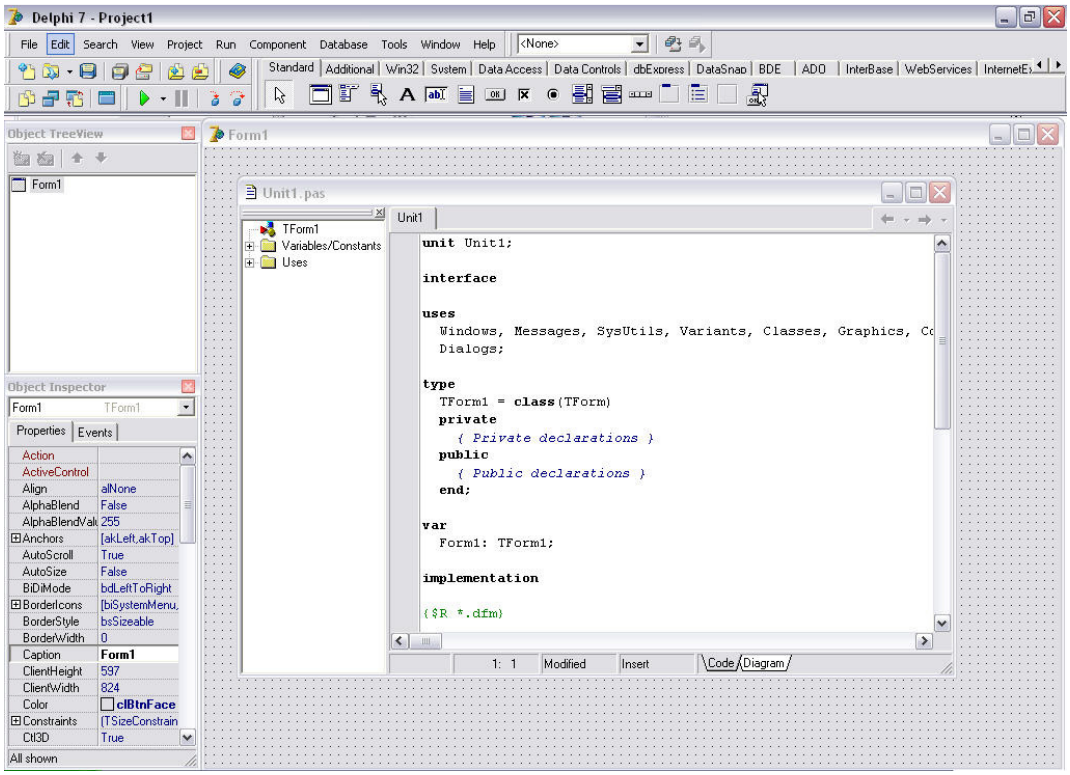
Delphi adalah kompiler/penerjemah bahasa Delphi (awalnya Pascal) yang merupakan bahasa tingkat tinggi sekelas dengan Basic dan C. Bahasa pemrograman di Delphi disebut bahasa prosedural artinya bahasa/sintaknya mengikuti urutan tertentu/prosedur. Delphi termasuk keluarga visual sekelas Visual Basic, Visual C, artinya perintah-perintah untuk membuat objek dapat dilakukan secara visual. Pemrogram tinggal memilih objek apa yang ingin dimasukan ke dalam *form*/*window*, lalu tingkah laku objek tersebut saat menerima kejadian/aksi tinggal dibuatkan programnya sesuai yang diinginkan oleh pemrogram.

Delphi adalah sebuah bahasa pemrograman yang bersifat Objek (*Object Oriented Programming*) yang artinya adalah sebuah program yang mempunyai objek-objek tertentu dalam pemrogramannya. Ciri sebuah objek adalah memiliki nama, properti dan metode / prosedur. Selain itu Delphi adalah sebuah program yang bersifat visual artinya mempunyai tampilan grafik-grafik yang mudah dimengerti oleh pemula sekalipun (*Graphical User Interface*). Karena itu Delphi disebut juga *visual programming*/pemrograman visual yang artinya komponen-komponen yang ada tidak hanya berupa teks tetapi dapat juga berupa gambar-gambar.

Delphi hanya bisa bekerja di bawah sistem operasi Microsoft Windows sedangkan untuk sistem operasi yang lain seperti Linux atau Unix, Delphi mempunyai saudara kembarnya yang bisa bekerja pada system tersebut yaitu KYLIX.

Program Delphi dikenal dengan nama IDE (*Integrated Development Environment*), yaitu lingkungan pengembangan aplikasi yang terpadu. Melalui IDE ini dibangun aplikasi-aplikasi dari merancang tampilan antarmuka untuk pemakai, menuliskan kode/sintak hingga mencari penyebab kesalahan (*debugging*).

Tampilan pertama yang muncul ketika Borland Delphi dijalankan adalah suatu proyek baru yang dinamakan Project1. Pada pengoprasian berikutnya nama yang muncul adalah Project2 dan seterusnya. Di dalam Project1 terdapat formulir pertama yang bernama Form1 lalu untuk formulir selanjutnya bernama Form2 dan seterusnya. Penamaan pada Project maupun Form dapat diubah. Tampilan Borland Delphi dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tampilan Program Borland Delphi