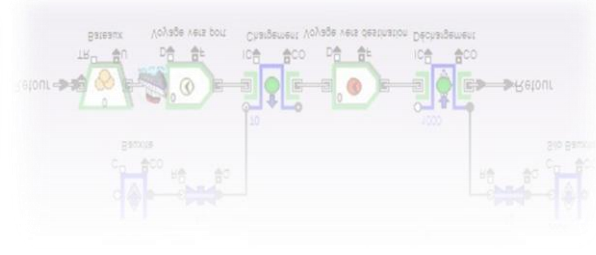
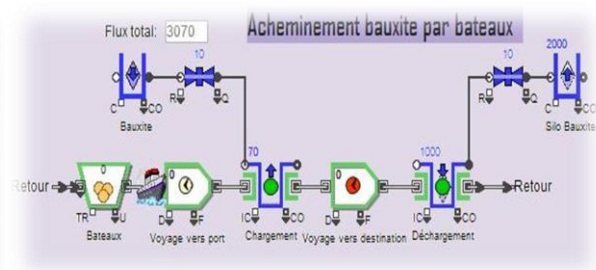
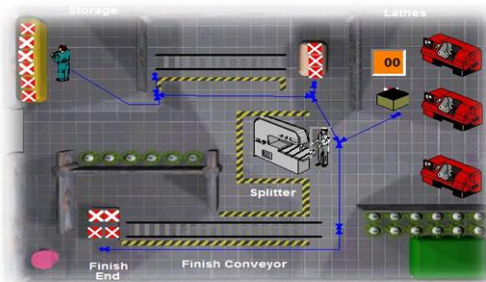


# MODUL PRAKTIKUM SIMULASI SISTEM



**TIM PENYUSUN**  
Irwan Sukendar, ST., MT  
Ali Wedo Sarjono, ST  
Muchamad Maknun, ST



**LABORATORIUM SIMULASI & KOMPUTER  
JURUSAN TEKNIS INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
2013**

## **PERATURAN PRAKTIKUM**

1. Praktikan wajib datang dan hadir tepat waktu pada setiap kegiatan praktikum.
2. Praktikan yang tidak mengikuti pretest dan praktikum akan dikenakan sanksi.
3. Praktikan yang 2 kali tidak mengikuti kegiatan praktikum akan dikenakan diskualifikasi.
4. Batas toleransi keterlambatan kedatangan praktikan pada saat kegiatan praktikum adalah 15 menit.
5. Praktikan yang terlambat menyelesaikan laporan atau asistensi akan dikenakan sanksi.
6. Praktikan wajib mengikuti post test, apabila tidak mengikuti akan diskualifikasi.
7. Laporan praktikum harus dikumpulkan tepat waktu dan sesuai dengan ketentuan yang telah ditentukan.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERATURAN PRAKTIKUM.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
MODUL I.....	1
PEMODELAN SISTEM ANTRIAN.....	1
1.1 Pemodelan Sistem .....	1
1.2 Antrian .....	1
1.2.1 Teori Antrian .....	1
1.2.2 Konsep - Konsep Dasar Antrian.....	2
1.2.2.1 Tujuan .....	2
1.2.3 Unsur - Unsur Dasar Model Antrian.....	3
1.2.4 Elemen – Elemen Pokok Dalam Sistem Antrian.....	4
1.2.5 Model - Model Antrian.....	5
1.3 Biaya Model Antrian .....	7
1.3.1 Model - Model Keputusan Antrian .....	8
MODUL II.....	9
SIMULASI SISTEM ANTRIAN .....	9
<b>2.1 Sistem .....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Pengertian Sistem dan Lingkungan Sistem .....	9
2.1.2 Komponen Sistem .....	9
2.1.3 Model Sistem .....	10
2.1.4 Eksperimen dan Simulasi .....	11
2.2 Simulasi .....	12
2.2.1 Definisi.....	12
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode Simulasi .....	12
2.2.3 Penyebab Kegagalan Simulasi .....	13
2.2.4 Langkah-langkah Melakukan Studi Simulasi .....	14

MODUL III .....	17
PROMODEL 4.2 .....	17
3.1 Pengenalan Bahasa Pemrograman Promodel 4.2 .....	17
3.2 Pembuatan Model .....	18
MODUL IV .....	23
<i>EXTEND</i> .....	23
<b>4.1 <i>Extend</i></b> .....	23
Daftar Pustaka.....	26

# **MODUL I**

## **PEMODELAN SISTEM ANTRIAN**

### **1.1 Pemodelan Sistem**

Sistem adalah sekelompok elemen yang mempunyai karakteristik spesifik atau mempunyai atribut yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan. Adapun model adalah representasi dunia nyata (penggambaran permasalahan dunia nyata).

Permasalahan dunia nyata biasanya menjadi sangat kompleks, sehingga deskripsi total tentang masalah tersebut, jika dipandang sebagai suatu sistem menjadi sulit dikelola. Selain itu tidak semua faktor yang ada dalam dunia nyata relevan terhadap masalah dan solusinya. Untuk itu diperlukan deskripsi parsial yang sesuai dengan permasalahan yang bersangkutan. Deskripsi parsial tersebut dikenal sebagai proses karakterisasi sistem.

Karakterisasi sistem sering kali dinamakan simplikasi dan idealisasi. Proses simplikasi adalah proses penyederhanaan, dimana dilakukan pemilihan terhadap faktor – faktor yang relevan saja terhadap permasalahan, sehingga faktor tersebut yang dipertimbangkan dalam penyelesaian permasalahan. Proses idealisasi adalah proses pengarahannya permasalahan dunia nyata yang semula sangat kompleks dan sulit dikelola menjadi kondisi yang lebih ideal untuk diselesaikan.

### **1.2 Antrian**

#### **1.2.1 Teori Antrian**

Teori antrian diciptakan dan mulai dikembangkan oleh seorang ahli matematika Denmark yang bernama A.K. ERLANG.

Fenomena menunggu adalah hasil langsung dari keacakan dalam operasi sarana pelayanan (Taha, 1997). Secara umum kedatangan pelanggan tidak diketahui sebelumnya, karena jika dapat diketahui maka pengoperasian sarana tersebut dapat dijadwalkan sedemikian rupa sehingga akan sepenuhnya menghilangkan keharusan untuk menunggu.

Walaupun teori antrian sendiri tidak langsung memecahkan persoalan, teori antrian menyumbangkan informasi penting yang diperlukan untuk membuat suatu pengambilan keputusan seperti dengan cara memprediksi beberapa karakteristik dari antrian seperti waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan. Apabila kedua waktu ini dapat diketahui secara pasti maka akan sangat mudah dalam melakukan penjadwalan fasilitas pelayanan. Akan tetapi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan ini cenderung tidak pasti, sehingga menimbulkan dua masalah yang saling berkaitan, pertama apabila fasilitas pelayanan terlalu banyak akan menurunkan tingkat utilisasi fasilitas pelayanan tersebut yang berarti meningkatkan waktu menganggur dari fasilitas tersebut sehingga merugikan investasi yang telah dilakukan. Kedua, jika fasilitas pelayanan kurang maka akan terjadi antrian yang lama yang nantinya akan menimbulkan biaya sosial seperti kenyamanan pengguna yang terganggu.

## **1.2.2 Konsep - Konsep Dasar Antrian**

### **1.2.2.1 Tujuan**

Tujuan dasar model antrian adalah untuk meminimumkan total biaya, yaitu biaya langsung penyediaan fasilitas pelayanan dan biaya tidak langsung karena pelanggan 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 (Subagyo dkk,1983).

Situasi keputusan sering kali timbul dimana unit satuan yang datang untuk memperoleh pelayanan (orang, barang) harus menunggu sebelum memperoleh pelayanan yang diinginkan. Apabila aturan yang mengatur kedatangan (arrival), unit penerima pelayanan, waktu pelayanan (Service Time) dan urutan kedatangan satuan penerimaan pelayanan (spp) diketahui (mungkin berdasarkan pengalaman atau hasil penelitian), maka sifat atau ciri – ciri dalam situasi antrian dapat dipelajari dengan menggunakan peralatan matematika dengan mudah.

Tujuan mempelajari teori antrian adalah untuk menentukan beberapa karakteristik yang menjadi ukuran performansi dari sistem pelayanan yang dipelajari.

1. Berapa lama obyek yang harus dilayani tersebut menunggu sampai dilayani.
2. Persentase waktu menganggur dari fasilitas pelayanan.

Dalam hal ini semakin lama waktu menunggu yang dialami oleh obyek yang membutuhkan pelayanan, akan semakin kecil kemungkinan fasilitas menganggur, begitu juga sebaliknya. Ukuran performansi yang telah diperoleh selanjutnya biasa digunakan untuk memilih tingkat pelayanan yang optimal diantara situasi yang bertentangan tersebut.

### **1.2.3 Unsur - Unsur Dasar Model Antrian**

Walaupun pola kedatangan dan kepergian adalah faktor – faktor yang penting dalam analisis antrian, terdapat juga faktor- faktor penting lain dalam pengembangan model model antrian (Taha, 1997) :

1. Faktor pertama adalah cara memilih pelanggan dari antrian untuk memulai pelayanan, biasanya disebut peraturan pelayanan.
2. Faktor kedua berkaitan dengan rancangan sarana tersebut dari pelaksanaan pelayanan. Sarana pelayanan lebih dari satu pelayan dan menawarkan pelayanan yang sama sehingga dikatakan memiliki pelayanan sejajar. Sarana pelayanan yang dapat dilalui pelanggan sebelum pelayanan diselesaikan. Situasi yang dihasilkan biasanya dikenal sebagai antrian serial (tandem queue). Rancangan paling umum dari sebuah sarana pelayanan mencakup baik stasiun pengolahan serial atau paralel. Ini menghasilkan antrian jaringan (net work queue).
3. Faktor ketiga berkaitan dengan ukuran antrian yang diijinkan.
4. Faktor keempat berkaitan dengan sifat sumber yang meminta pelayanan (kedatangan pelanggan). Sumber pemanggilan (calling source) dapat menghasilkan sejumlah terbatas pelanggan atau secara teoritis sejumlah tak terbatas pelanggan.

#### 1.2.4 Elemen – Elemen Pokok Dalam Sistem Antrian

Elemen – elemen dasar dari model antrian tergantung pada faktor – faktor sebagai berikut [Dubagyo dkk, 1985] :

1. Sumber Masukan (*Input*)

Sumber masukan dari suatu sistem antrian dapat terdiri atas suatu populasi orang, barang, komponen atau kertas kerja yang datang pada sistem yang dilayani. Bila populasi relatif besar sering di anggap bahwa hal itu merupakan besaran tak terbatas. Anggapan ini adalah hampir umum karena perumusan sumber masukan yang tak terbatas lebih sederhana dari pada sumber yang terbatas. Suatu populasi dinyatakan besar bila populasi tersebut besar dibanding dengan kapasitas pelayanan.

2. Pola Kedatangan

Pola kedatangan yang biasa terjadi pada suatu sistem antrian diantaranya adalah pola kedatangan teratur, pola kedatangan random (acak), pola kedatangan yang dipengaruhi aspek lain dan sebagainya. Besarnya selang waktu suatu kedatangan dengan kedatangan berikutnya disebut selang waktu kedatangan.

3. Kepanjangan Antrian

Banyak sistem antrian dapat menampung jumlah individu-individu yang relatif besar, tetapi ada beberapa sistem yang mempunyai kapasitas terbatas. Bila kapasitas antrian menjadi faktor pembatas jumlahnya individu yang dapat dilayani dalam sistem secara nyata, berarti sistem mempunyai kepanjangan antrian terbatas dan model antrian terbatas untuk menganalisa sistem tersebut

4. Disiplin Antrian

Disiplin antrian adalah aturan dalam mana para pelanggan dilayani. Aturan ini dapat didasarkan pada yang pertama masuk, pertama keluar (PMPK, kalam bahasa inggris *FIFO*) (yakni, pelayanan menurut urutan kedatangan), yang terakhir masuk pertama keluar (PMPK, dalam bahasa inggris disingkat *FIFO*) (contohnya, pelanggan yang datang paling akhir mendapat pelayanan yang berikutnya), secara acak, atau berdasarkan prioritas. *Service in Random*



*Order* (SIRO) artinya panggilan didasarkan pada peluang random, tidak mempertimbangkan siapa dulu yang datang. *Priority Service* (PS) artinya prioritas pelayanan diberikan pada mereka yang mempunyai prioritas yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu.

5. Mekanisme Pelayanan

Pola pelayanan biasanya dicirikan oleh waktu pelayanan (*service time*), yaitu waktu yang dibutuhkan seorang pelayan untuk melayani seorang pelanggan. Waktu pelayanan ini dapat bersifat deterministik, atau berupa suatu variabel acak yang distribusi probabilitasnya dianggap telah diketahui. Besaran ini dapat tergantung jumlah pelanggan yang telah berada di dalam fasilitas pelayanan, atau tidak bergantung pada keadaannya. Bila tidak disebutkan secara khusus, maka anggapan dasarnya adalah bahwa satu pelayan saja dapat melayani secara tuntas urusan seorang pelanggan.

6. Keluar (*Exit*)

Sesudah individu selesai dilayani, dia keluar (*exit*) dari sistem. Sesudah keluar, dia mungkin bergabung dengan populasi asal dan mempunyai probabilitas yang sama untuk memasuki sistem kembali, atau dia mungkin bergabung dengan populasi lain yang mempunyai probabilitas yang lebih kecil dalam hal kebutuhan pelayanan tersebut kemabali.

### 1.2.5 Model - Model Antrian

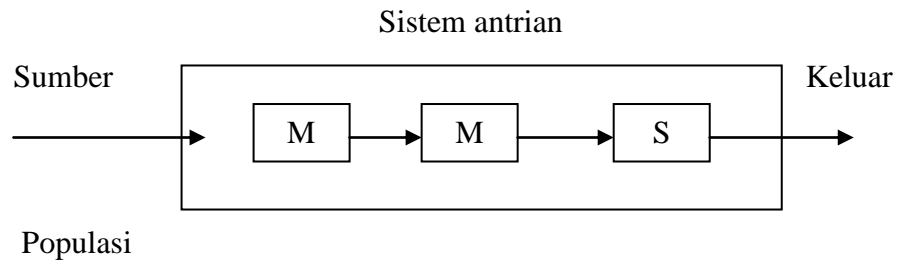
Ada empat tipe model antrian, yaitu (Subagyo, dkk, 1985) :

1. *Single Chanel - Single Phase*

Sistem antrian ini terdiri dari satu fasilitas pelayanan, dimana objek yang masuk pada sistem ini akan dilayani oleh fasilitas tunggal.

M = antrian

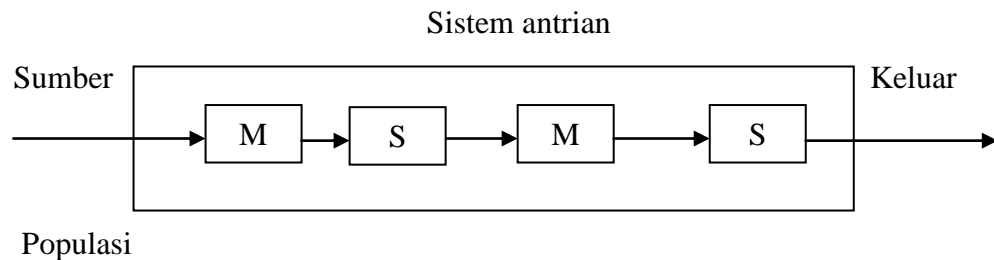
S = fasilitas pelayanan (*server*)



**Gambar 1.1** *Single Chanel - Single Phase*

2. *Single Chanel - Multi Phase*

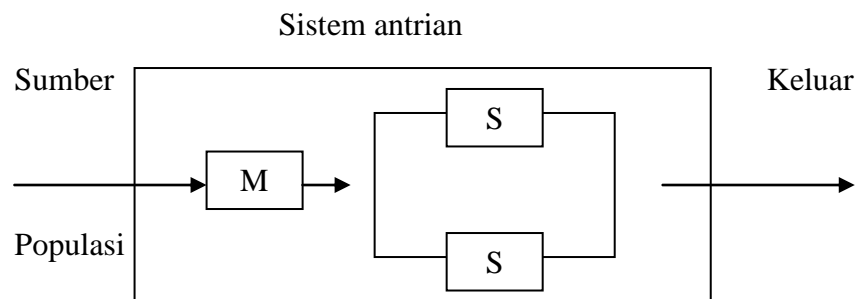
Sistem antrian ini terdiri dari multi fasilitas pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan.



**Gambar 1.2** *Single Chanel - Multi Phase*

3. *Multi Chanel - Single Phase*

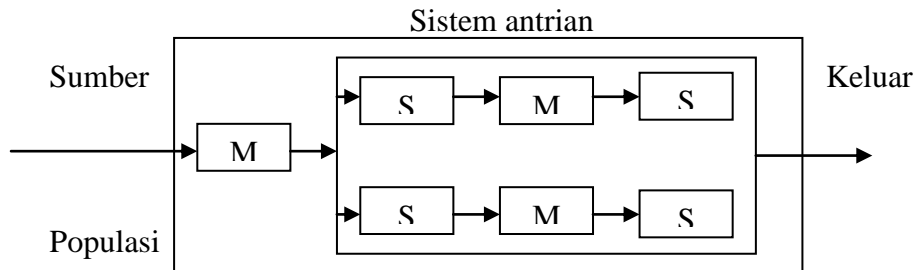
Sistem antrian ini terdiri dari multi (lebih dari satu fasilitas pelayanan) dimana objek yang masuk dalam sistem akan dilayani oleh fasilitas yang sedang menganggur.



**Gambar 1.3** *Multi Chanel - Single Phase*

#### 4. *Multi Chanel - Multi Phase*

Bentuk ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap dengan beberapa stasiun pelayanan.



Gambar 1.4 *Multi Chanel - Multi Phase*

### 1.3 Biaya Model Antrian

Tujuan biaya model antrian adalah menghitung tingkat pelayanan (kecepatan pada pelayanan atau jumlah stasiun pelayanan) yang diimbangi dengan biaya yang saling bertentangan, sebagai berikut :

#### 1. Biaya stasiun pelayanan

Biaya stasiun pelayanan diasumsikan dengan biaya operasi fasilitas pelayanan yang mencakup biaya untuk investasi, biaya pemasangan, maupun biaya – biaya variabel (gaji pegawai atau operator, pengeluaran tambahan untuk pemeliharaan).

#### 2. Biaya menunggu dari pelanggan

Biaya ini timbul sebagai akibat adanya pelanggan menunggu dan biaya ini merupakan kerugian yang diderita oleh perusahaan. Biaya menunggu (*cost waiting*) yang dapat diperhitungkan sebagai berikut :

- a. Biaya menganggurnya karyawan
- b. Kehilangan pelanggan
- c. Tingkat persediaan
- d. Kemacetan sistem

Penambahan tingkat pelayanan akan mengurangi waktu menunggu pelanggan dan sebaliknya bila biaya pengoperasian fasilitas meingkat karena peningkatan tingkat pelayanan, maka biaya menunggu akan menurun.

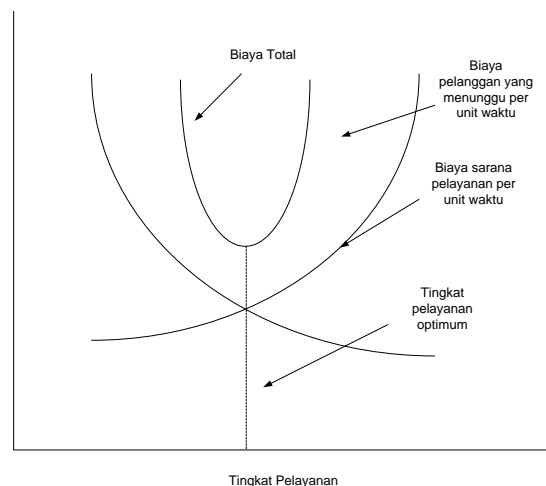
### 1.3.1 Model - Model Keputusan Antrian

Pengambilan keputusan menyangkut antrian berkaitan dengan peningkatan hasil karya sistem melalui penggunaan model keputusan yang sesuai. Model ini dibangun dengan menggunakan sifat operasi yang cocok, pada akhirnya menetapkan parameter optimim, parameter yang mana mencakup laju pelayanan, jumlah pelayanan atau panjang antrian maksimum yang diperkenankan.

Optimasi parameter dapat dilihat dari bermacam-macam cara tergantung pada keinginan pengambil keputusan. Pandangan yang paling umum didasarkan pada keputusan yang meminimumkan jumlah pelayanan dan antrian persatuan biaya waktu (Siagan, 1987).

Sifat dari beberapa situasi antrian mencakup penggunaan model-model keputusan biaya. Khususnya, biaya menunggu paling sulit ditentukan.

Untuk mempelajari hal ini situasi antrian digolongkan didalam tiga kategori besar berikut ini:



**Gambar 1.5** Model keputusan biaya dalam model antrian

Model yang ideal adalah kalau kita menentukan taksiran terpercaya dari parameter biaya yang diperlukan. Kadang-kadang sukar bahkan tidak mungkin menaksir parameter biaya terutama yang menyangkut waktu tunggu. Oleh karena itu kita harus mencari kriteria optimalisasi yang lain seperti apa yang dinamakan model tingkat aspirasi atau *aspiration level* yang digunakan bila model biaya tidak dapat lagi digunakan dalam praktek (Siagian, 1987).

## MODUL II

### SIMULASI SISTEM ANTRIAN

#### 2.1 Sistem

##### 2.1.1 Pengertian Sistem dan Lingkungan Sistem

Sistem didefinisikan oleh *Schmidt* dan *Taylor* (1970) sebagai suatu kumpulan dari entitas seperti manusia atau mesin yang berinteraksi bersama mencapai tujuan (Law. A. M, 2000). Dalam prakteknya yang disebut dengan “sistem” tergantung pada tujuan dari suatu studi tertentu. Sebagai contoh, adalah antrian nasabah bank. *Teller* dan nasabah saling berinteraksi untuk dapat melayani dan dilayani dengan memuaskan.

Sebuah sistem dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi di luar sistem. Perubahan-perubahan tersebut terjadi di luar sistem. Penentuan sistem dan lingkungannya ditentukan oleh tujuan studi yang dilakukan. Karena itu, kumpulan entitas yang menyusun sebuah sistem bagi sebuah studi, mungkin saja merupakan sebuah bagian dari sistem tersebut atau yang lain (Law. A. M, 2000).

##### 2.1.2 Komponen Sistem

Untuk memahami dan menganalisis sistem, sejumlah istilah didefinisikan. Sebuah *entitas* adalah objek yang menjadi perhatian kita dalam sistem. Sebuah *server* adalah entitas yang melakukan fungsi tertentu atau entitas yang berinteraksi dengan entitas lainnya menjalankan aktivitas. Sebuah *atribut* adalah karakteristik yang dimiliki oleh sebuah entitas. Sebuah aktivitas mempresentasikan sebuah rentang waktu tertentu. Sebuah *event* adalah kejadian sesaat dalam sistem yang menyebabkan perubahan status dalam sistem.

Status (*state*) sebuah sistem adalah kumpulan variabel yang diperlukan untuk menggambarkan perilaku sistem pada suatu waktu tertentu relatif terhadap tujuan studi yang dilakukan (Law. A. M, 2000). Sebagai contoh banyaknya *teller* bank, nasabah dan antrian nasabah di bank dapat menjadi variabel-variabel status sistem.

Berbagai sistem dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu diskrit dan kontinu (Law. A. M, 2000). Sistem diskrit adalah sistem yang variabel-variabel

statusnya berubah berdasarkan titik-titik waktu yang terpisah. Contohnya adalah pada situasi pelayanan antrian bank, variabel status seperti banyak nasabah didalam bank berubah seiring dengan kedatangan nasabah dan selesainya nasabah dilayani kemudian meninggalkan sistem. Sistem kontinu adalah sistem yang variabel-variabel statusnya berubah secara terus-menerus sepanjang waktu. Sebagai contoh, kecepatan adalah variabel status bagi sistem pergerakan mobil.

### **2.1.3 Model Sistem**

Pada umumnya *literature* tentang model sepakat untuk mendefinisikan “model” sebagai suatu representasi dari sistem nyata. Adapun sistem nyata itu sendiri adalah sistem yang sedang berlangsung, yang dijadikan titik perhatian dan permasalahan kita (Banks, 1998).

Model adalah penampilan elemen-elemen penting saja dari persoalan sistem nyata. Artinya bahwa adanya proses penyederhanaan, karena jika suatu model terlalu kompleks tidak memungkinkan memberikan pengertian, padahal kegunaan model adalah untuk memahami permasalahan.

Model yang sudah diformalkan (direpresentasikan) akan dapat diuji kesesuaiannya dengan sistem nyata secara alamiah. Untuk memperkecil kesalahan pengembangan dan hasil dari model, dapat dilakukan penyesuaian-penyesuaian tertentu.

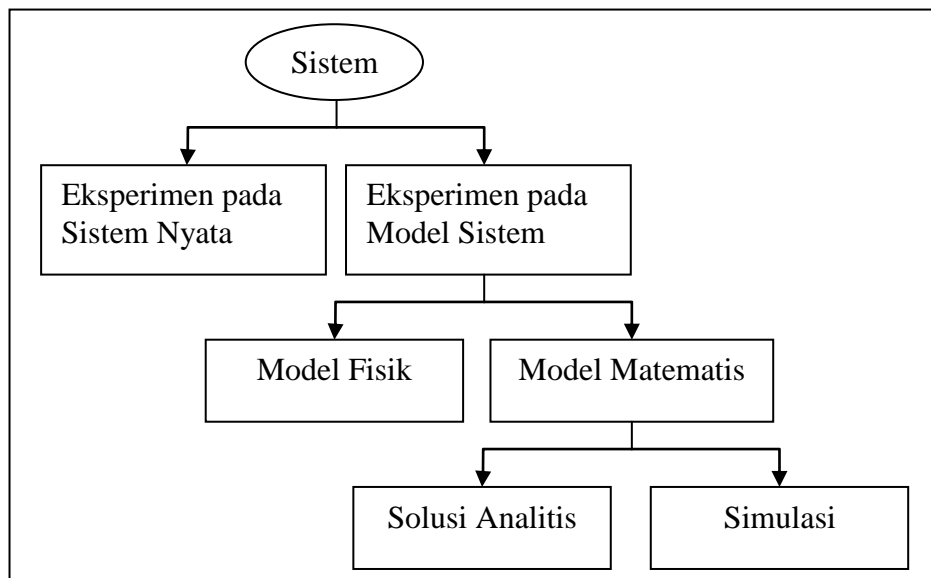
Mudrick, et.al (1984) menyatakan bahwa model adalah aproksimasi atau penyimpulan (*abstraction*) jika sistem nyata yang dapat kita susun dalam berbagai bentuk. Karena tujuan mempelajari sistem akan menentukan informasi-informasi apa saja yang akan dikumpulkan dari sistem, maka tidak hanya satu model saja yang dapat dibuat untuk menggambarkan sebuah sistem.

Untuk menjelaskan atau menganalisis sebuah sistem seorang harus menyatakan sistem tersebut dalam bentuk representasi. Representasi dari sistem inilah yang disebut model. Contohnya, seorang pelukis menggambarkan sebuah pohon dengan lukisan pohon sebagai representasi dari pohon yang dilihatnya, sedangkan seorang penyair akan menggambarkan pohon dengan kata-kata. Jadi walaupun sistem yang dipandang sama yaitu pohon namun dapat dibuat model

yang berbeda-beda tergantung orang yang memandangnya. Model jarang menyatakan keseluruhan fakta dari sistem karenanya model adalah abstraksi dari sebuah sistem.

#### 2.1.4 Eksperimen dan Simulasi

Simulasi terhadap sistem dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan melakukan eksperimen langsung terhadap sistem nyata atau melakukan eksperimen terhadap model dari sistem tersebut. Namun seringkali tidak memungkinkan untuk melakukan eksperimen dan memberikan perlakuan langsung pada sistem nyata, selain itu eksperimen terhadap model lebih disukai karena lebih praktis dan ekonomis. Maka, diperlukan sebuah model yang mempresentasikan sistem yang dikaji. Model yang dibangun dapat berbentuk model fisik yang mempresentasikan fisik sistem nyata maupun dalam bentuk logikal dan hubungan kuantitatif. Sistem juga dapat dimodelkan secara fisik dan matematik. Secara jelas posisi simulasi dalam studi terhadap suatu sistem dapat dilihat pada gambar 2.1 (Law. A. M, 2000).



**Gambar 2.1** Cara Mempelajari Sistem

## **2.2 Simulasi**

### **2.2.1 Definisi**

*Jerry Banks* mendefinisikan simulasi sebagai tiruan atau imitasi bekerjanya suatu proses atau sistem nyata (Banks, 1998). Simulasi komputer adalah komputasi yang memodelkan perilaku sebuah sistem (nyata maupun tidak) dalam suatu rentang waktu. Simulasi diskrit event adalah model yang mempresentasikan suatu sistem dan beroperasi dalam suatu rentang waktu dengan perubahan variabel status terjadi pada titik-titik waktu terpisah. Titik-titik waktu adalah titik-titik waktu terjadinya event yang merupakan kejadian sesaat (*instantaneous occurrence*) yang mengubah status sistem (Law. A. M, 2000).

Simulasi digunakan untuk menggambarkan perilaku sebuah sistem nyata ketika proses pembentukan model matematis sulit dilakukan karena sistem nyata yang kompleks.

### **2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode Simulasi**

Simulasi didefinisikan sebagai suatu model sistem dimana komponennya dipresentasikan oleh proses-proses aritmatika dan logika yang dijalankan pada komputer untuk memperkirakan sifat-sifat dinamis sistem tersebut.

Kelebihan utama dari metode simulasi adalah sebagai berikut (Law. A. M, 2000):

1. Model yang telah dibangun dapat digunakan berulang-ulang untuk menganalisis model atau kebijakan yang baru.
2. Kebanyakan sistem yang nyata yang kompleks dengan elemen-elemen stokastik yang ada tidak dapat dijelaskan dengan model matematik yang dapat dievaluasi secara analitis sehingga simulasi seringkali merupakan satu-satunya cara pemecahan yang mungkin.
3. Simulasi memungkinkan seseorang untuk mengestimasi performansi dari sistem yang ditinjau dalam kondisi yang diinginkan.
4. Alternatif-alternatif dari rancangan sistem dapat dibandingkan dengan simulasi untuk melihat mana yang terbaik menurut persyaratan yang diinginkan.
5. Dalam simulasi kita dapat menjaga kondisi penelitian dengan lebih baik



dibanding bila dilakukan pada sistemnya langsung.

6. Simulasi memungkinkan kita untuk melakukan studi terhadap sebuah sistem dengan jangka waktu yang lama dalam waktu yang singkat.

Kekurangan metode simulasi adalah sebagai berikut :

1. Setiap kali kita menjalankan model simulasi stokastik akan menghasilkan estimasi dari karakteristik model sesungguhnya untuk satu set input parameter tertentu sehingga model tersebut harus dijalankan beberapa kali untuk setiap set input parameter.
2. Model simulasi seringkali mahal dan membutuhkan waktu yang lama untuk dibuat.

### 2.2.3 Penyebab Kegagalan Simulasi

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan yang dapat membuat simulasi yang dilakukan tidak sesuai dengan sistem yang ditinjau (Law. A. M, 2000) :

1. Kegagalan dan menentukan tujuan dilakukannya simulasi.
2. Model yang kurang detail.
3. Menganggap bahwa simulasi hanya bertumpu pada program komputer.
4. Kegagalan dalam mengolah data secara statistik.
5. Menggunakan *software* simulasi yang *error*.
6. Kesalahan dalam menggunakan animasi.
7. Kegagalan dalam menentukan kerandoman dalam sistem nyata.
8. Menggunakan distribusi yang umum (normal atau *uniform*) sebagai input simulasi.
9. Menganalisis output data dari hasil sekali menjalankan program dengan formula statistik yang diasumsikan independen.
10. Hanya melakukan sekali replikasi untuk suatu sistem tertentu dan melakukannya sebagai hasil data yang valid.
11. Membandingkan sistem alternatif hanya dengan sekali replikasi.
12. Menggunakan ukuran performansi yang salah.

#### 2.2.4 Langkah-langkah Melakukan Studi Simulasi

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan studi simulasi adalah sebagai berikut :

##### 1. Formulasi masalah dan perencanaan studi

Studi diawali dengan pernyataan jelas tentang pokok masalah dan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Setelah itu pelaksana studi direncanakan dengan mempertimbangkan keterbatasan sarana dan prasarana yang tersedia. Selain itu juga ditentukan :

- Model yang digunakan
- Kriteria performansi yang akan dipakai
- Kerangka konfigurasi sistem yang akan ditinjau

##### 2. Pengumpulan data dan perancangan model

Pengumpulan data dan informasi dari sistem yang ditinjau diperlukan untuk mengetahui bagaimana sistem bekerja dan menentukan distribusi peluang bagi proses random yang digunakan dalam model. Kekurangan data akan mengurangi keakuratan model dan sebaliknya data yang terlalu kecil akan membutuhkan biaya besar dan waktu pengumpulan yang lama.

##### 3. Validasi Model

Tahap ini dilakukan dengan melakukan pengecekan asumsi-asumsi yang ditetapkan dalam pembuatan model serta melibatkan ahli yang mengenal sistem dengan baik.

##### 4. Penyusunan program komputer dan verifikasi

Pemilihan perangkat lunak yang akan digunakan dalam simulasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap kesuksesan penelitian, yaitu dalam hal keakuratan model, validitas model dan waktu eksekusi, dan waktu penyelesaian penelitian secara keseluruhan. Beberapa teknik untuk melakukan verifikasi program antara lain :

- Melakukan pelacakan jalannya program (*trace*)
- Pengembangan program dalam bentuk sub program atau modular

- Menggunakan *interactive debugger*
- Meneliti kelayakan hasil program
- Menggunakan estimasi

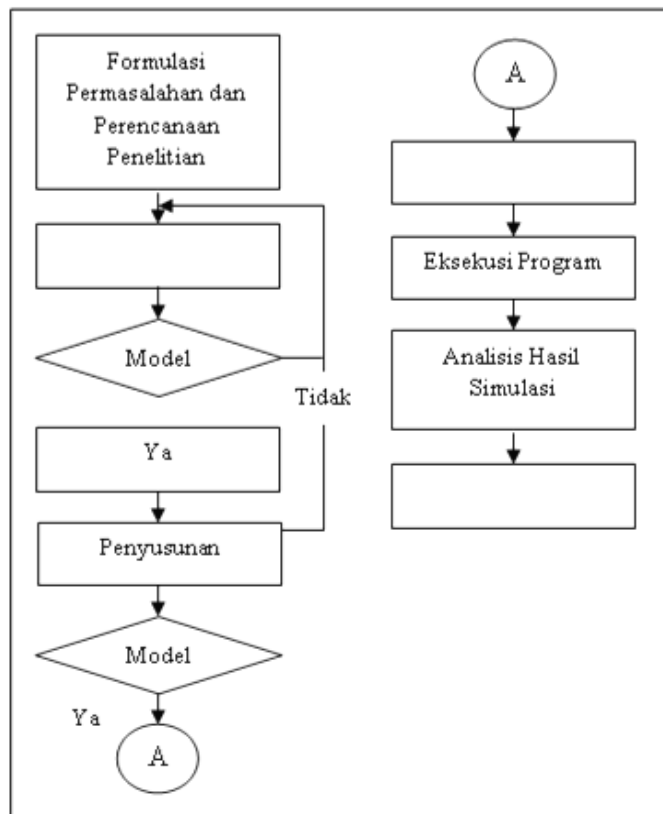
5. Uji coba program

Uji coba program dilakukan untuk keperluan validasi pada tahap berikutnya.

6. Validasi program

Hasil uji coba program diteliti kembali untuk mengetahui apakah ada kesalahan dalam program atau model yang digunakan, cara yang dapat dilakukan antara lain :

- Menguji sensitivitas output model terhadap perubahan input.
- Membandingkan output simulasi dengan performansi sistem di masa lalu (data historis). Jika hasil simulasi dengan data historis tidak berbeda secara signifikan, maka dapat dikatakan model simulasi sudah valid.



**Gambar 2.2** Metodologi Perancangan Model Simulasi

## 7. Perancangan eksperimen

Pada tahap ini diputuskan perancangan sistem seperti apa yang akan disimulasikan dari beberapa alternatif yang mungkin ada. Untuk setiap rancangan sistem yang akan disimulasikan perlu ditentukan hal-hal sebagai berikut :

- Panjang replikasi dalam setiap eksekusi program
- Jumlah replikasi
- Inisiasi program
- Panjang periode *transient*

## 8. Eksekusi program

Eksekusi program dilakukan sesuai dengan perancangan eksperimen yang telah dibuat.

## 9. Analisis output simulasi

Data output simulasi digunakan untuk mengestimasi kriteria performansi sistem yang diteliti. Hasil estimasi ini kemudian digunakan untuk menjawab tujuan studi.

## 10. Dokumentasi, presentasi dan implementasi

Dokumentasi yang baik diperlukan karena tidak jarang model simulasi yang telah dibuat akan dipakai untuk lebih dari satu aplikasi. Akhirnya hasil dari studi simulasi perlu di implementasikan, untuk itu kredibilitas model simulasi yang dibangun harus tinggi agar dapat digunakan secara nyata.

## MODUL III

### PROMODEL 4.2

#### 3.1 Pengenalan Bahasa Pemrograman Promodel 4.2

Promodel merupakan salah satu dari beberapa *software* simulasi. Promodel diperkenalkan pertama kali oleh *PROMODEL corporation*. Software ini merupakan alat desain simulasi dan animasi untuk memodelkan sistem manufaktur. *PROMODEL corporation* juga menawarkan program *MedModel* untuk sistem K3 dan *ServiceModel* untuk servis pelayanan sistem. Animasi dari promodel ini merupakan gambaran otomatisasi dari model yang ingin dikembangkan.

Promodel berorientasi pada elemen pemodelan sistem manufaktur dan merupakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Dalam promodel ini sistem dapat dimodelkan sesuai dengan parameter-parameter yang ada. Adapun komponen-komponen dari software promodel ini adalah :

a. *Entities*

Entitas datang dan mengikuti alur proses dari stasiun kerja yang satu ke stasiun kerja yang lainnya. Entitas dapat berupa material, individu atau orang, kertas kerja, dan lain-lain.

b. *Location*

*Location* dapat berupa stasiun kerja, mesin-mesin, antrian, atau operator. *Location* memiliki jumlah unit dan kapasitas pelayanan.

c. *Resources*

*Resources* dapat berupa operator, tools, atau alat angkut sebagai pemindah entitas diantara stasiun kerja yang ada. *Resources* dapat bergerak pada alur produksi dengan kecepatan tertentu.

d. *Path networks*

*Path networks* merupakan jalur atau *line resources* dalam pemindahan entitas.

e. *Routing and processing logic*

Merupakan penjabaran alur proses entitas masuk, diproses pada tiap stasiun kerja hingga keluar dari sistem. Pada bagian ini diinputkan waktu pelayanan, distribusi waktu pelayanan, waktu transportasi menggunakan resources.

f. *Arrivals*

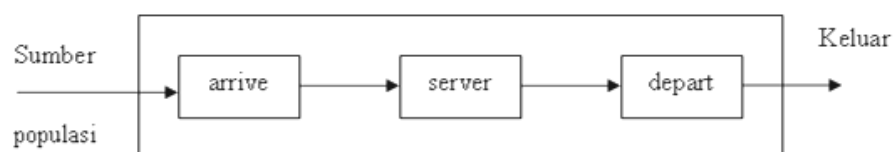
Menerangkan tentang apa saja entitas yang akan memasuki sistem, distribusi dan tingkat kedatangan entitas.

Promodel juga dapat mempresentasikan kebijakan biaya dalam proses produksi. Kebijakan biaya yang dipakai adalah biaya untuk entitas, location, dan resources. Promodel dilengkapi juga dengan tampilan output yang menggambarkan performansi sistem yang dimodelkan. Ukuran dari performansi tersebut dapat ditampilkan melalui chart, grafik, maupun diagram (Banks, 1998).

### 3.2 Pembuatan Model

Model merupakan bentuk sederhana dari sebuah sistem. Sistem disini bisa berupa sistem dalam pelayanan umum atau proses manufaktur. Untuk bisa mensimulasikan dalam program promodel maka kita membuat model yang merupakan gambaran sistem tersebut, secara sederhana model dapat diilustrasikan terdiri dari 3 komponen yaitu kedatangan (*arrive*), pelayanan (*service*), dan keluaran (*depart*).

#### Sistem Antrian

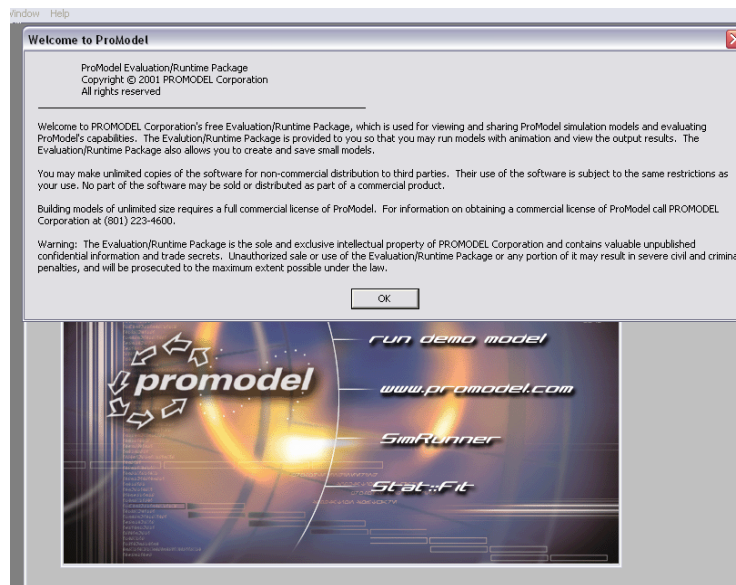


Gambar 3.1. Model Sistem Antrian

Konsumen datang kemudian dilayani dan keluar, pelayanan dalam hal ini dapat dimisalkan berupa pembelian tiket kereta, pembayaran di bank, pembelian barang di supermarket, dan lain-lain. Server juga dapat berupa mesin yang akan mengerjakan produk seperti mesin bubut, drill, bor, dan lain-lain.

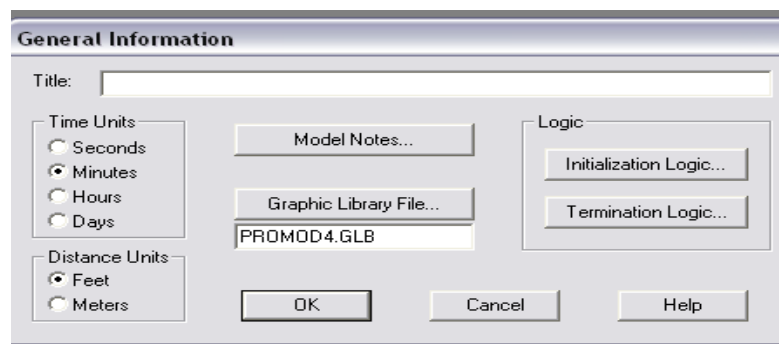
Berikut adalah bagian-bagian pembuatan model :

### 1. Membuka Model



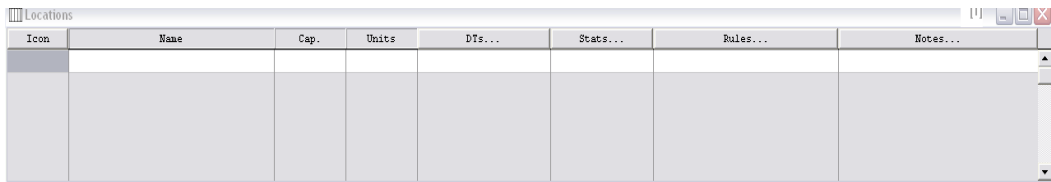
Gambar 3.2 Tampilan promodel

### 2. Judul Model

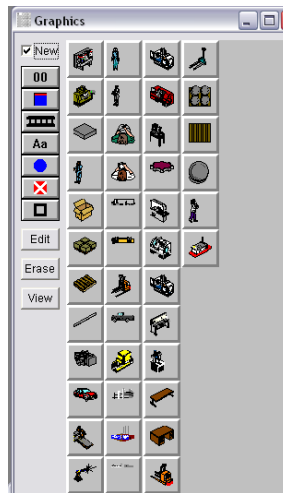


Gambar 3.3 Judul Model

### 3. Location

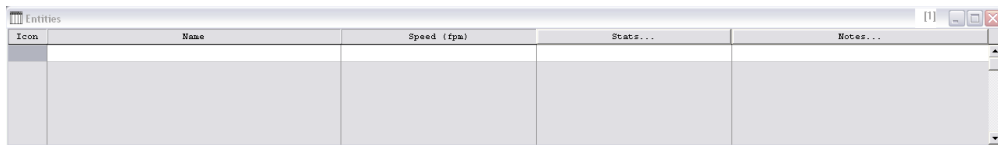


Icon	Name	Cap.	Units	Dts...	Stats...	Rules...	Notes...
------	------	------	-------	--------	----------	----------	----------



**Gambar 3.4** Location

### 4. Entitas



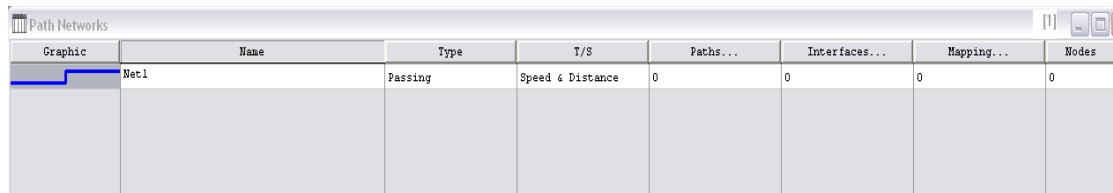
Icon	Name	Speed (fpm)	Stats...	Notes...
------	------	-------------	----------	----------



**Gambar 3.5** Entitas

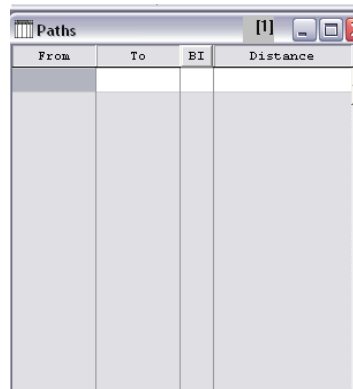


## 5. Path



The screenshot shows a window titled "Path Networks" containing a table with the following data:

Graphic	Name	Type	T/S	Paths...	Interfaces...	Mapping...	Nodes
	Net1	Passing	Speed & Distance	0	0	0	0

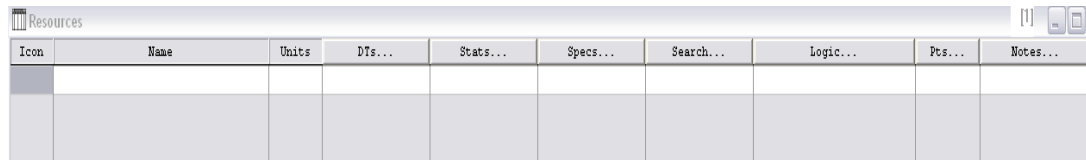


The screenshot shows a window titled "Paths" containing a table with the following data:

From	To	EI	Distance
------	----	----	----------

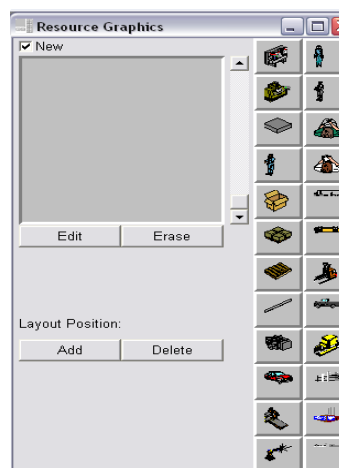
**Gambar 3.6 Path**

## 6. Resource



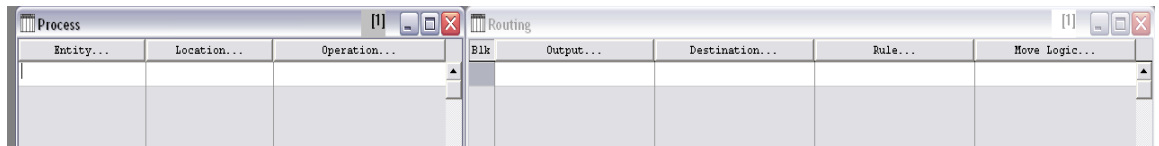
The screenshot shows a window titled "Resources" containing a table with the following data:

Icon	Name	Units	Dts...	Stats...	Specs...	Search...	Logic...	Pts...	Notes...
------	------	-------	--------	----------	----------	-----------	----------	--------	----------



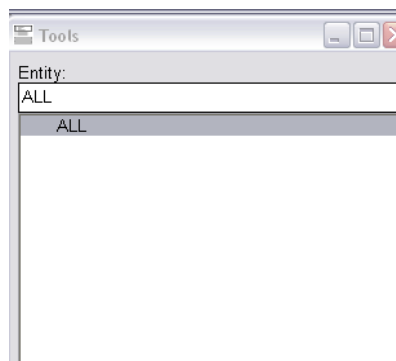
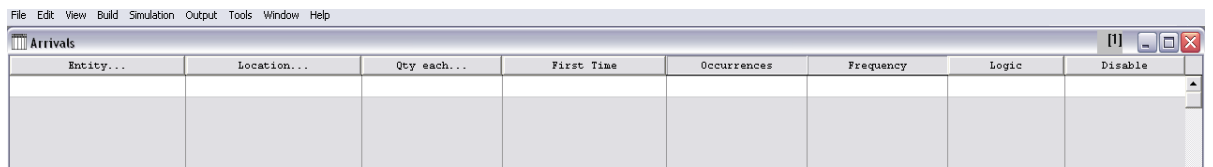
**Gambar 3.7 Resource**

## 7. Routing & Process



**Gambar 3.8** Routing dan Process

## 8. Arrivals



**Gambar 3.9** Arrivals

## MODUL IV























### EXTEND














#### 4.1 *Extend*

*Extend (Imagine That, Inc.)* digunakan untuk memodelkan, menganalisis dan mengoptimalkan proses. Memiliki sejumlah fitur seperti kumpulan komponen, hirarki model, *link* dengan MS Office dan memodelkan sistem *kontinyu*, *diskrit* dan *hybrid*. *Extend* mempunyai bahasa pemodelan sendiri (ModL) yang mirip dengan C, dan mampu memanggil kode dari bahasa lainnya. Mempunyai paket khusus untuk sistem industri, riset operasional dan simulasi proses *kontinyu*.

#### 4.2. Bagian-bagian

##### 4.2.1. DE.LIX

	Activity, Delay		Change Attribute
	Activity, Delay (Attributes)		Combine
	Activity, Multiple		Count Items
	Activity, Service		DE Equation
	Batch		Executive
	Catch		Exit
	Exit (4)		Program
	Gate		Queue, Attributes
	Generator		Queue, FIFO
	Get Attribute		Queue, LIFO
	Get Priority		Queue, Matching
	Get Value		Queue, Priority
	Information		Queue, Resource Pool
	Prioritizer		Release Resource Pool

	Resource		Set Value
	Resource Pool		Show Times
	Select DE Input		Status
	Select DE Output		Throw
	Set Attribute		Timer
	Set Attribute (5)		Unbatch
	Set Priority		

#### 4.2.2. GENERIC.LIX

	Accumulate		Limits
	Add		Logical AND
	Constant		Logical NOT
	Conversion Function		Logical OR
	Conversion Table		Max & Min
	Decision		Mean & Variance
	Divide		Multiply
	Equation		Prompt
	Exponent		ReadOut
	File Input		Retain
	File Output		Select Input
	Financials		Select Input (5)
	Help		Select Output
	Holding Tank		Select Output (5)
	Holding Tank (Indexed)		Sound
	Input Data		Stop
	Input Function		Subtract
	Input Random Number		System Variable
	Integrate		Threshold

-  Threshold
-  Time Unit

-  TimeOut
-  Wait Time
















### 4.2.3. STATS.LIK

-  Activity Stats
-  Clear Statistics
-  Cost By Item
-  Cost Stats

-  Mean & Variance Stats
-  Queue Stats
-  Random Seed Control
-  Resource Stats

### 4.2.4. MFG.LIK

-  AGV
-  ASR
-  Batch (10)
-  Batch (Demand)
-  Batch (Variable)
-  Bin
-  Buffer
-  Combine (5)
-  Conveyor Belt
-  Conveyor, Carousel
-  Crane
-  Downtime (Unscheduled)
-  Fixture
-  Holding
-  Labor
-  Machine

-  Machine (Attributes)
-  Matching
-  Pallet
-  Process, Preemptive
-  Queue, Reneging
-  Schedule
-  Select DE Input (5)
-  Select DE Output (5)
-  Shutdown
-  Station
-  Station (Attributes)
-  Stock
-  Tool
-  Transporter
-  Unbatch (Variable)

### **Daftar Pustaka**

- Banks, J. (1998). *Hand Book of Simulation : Aplication, Methodology, Advances, Applications and Practices*,. John and Willey Sons.
- Law. A. M, ,. K. (2000). *Simulation Modeling and Analysis 3rd Editions*. Mc. Graw Hill,.