

**PENERAPAN TEORI ANTRIAN UNTUK
MENGOPTIMALKAN PELAYANAN PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK (BBM) DI SPBU**

(Studi Kasus Pada SPBU Panglima Sudirman Malang)

SKRIPSI

Konsentrasi Teknik Industri

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih
Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**EKA ADI CANDRA
NIM. 0001063131 - 62**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN MESIN
MALANG**

2007

**PENERAPAN TEORI ANTRIAN UNTUK MENGOPTIMALKAN
PELAYANAN PENGISIAN BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) DI SPBU**

(Studi Kasus Pada SPBU Panglima Sudirman Malang)

SKRIPSI

Konsentrasi Teknik Industri

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih
Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

EKA ADI CANDRA
NIM. 0001063131 - 62

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Masduki,MM
NIP. 130 350 754

**PENERAPAN TEORI ANTRIAN UNTUK MENGOPTIMALKAN
PELAYANAN PENGISIAN BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) DI SPBU**

(Studi Kasus Pada SPBU Panglima Sudirman Malang)

Disusun Oleh :

EKA ADI CANDRA

NIM. 0001063131 - 62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

Tanggal 10 Agustus 2007

DOSEN PENGUJI

Ir. Djarot . B . Darmadi, MT

NIP. 132 125 714

Ir. H. Winarno Yahdi Atmodjo

NIP. 130 518 861

Ir. Djoko Sutikno, M.Eng

NIP. 131 276 249

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi ,ST.MT

NIP. 132 159 705

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Penerapan Teori Antrian Untuk Mengoptimalkan Pelayanan Pengisian Bahan Bakar Minyak (BBM) Di SPBU (Studi kasus Pada SPBU Panglima Sudirman Malang)”**.

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat dalam mencapai derajat sarjana Teknik, pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Masduki, MM sebagai dosen Pembimbing Utama dan Kepala Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST.MT, Sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, ST, Sebagai Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
4. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, adikku (Dwi, Lina dan Diah) segala semangat, dan dorongan serta kasih dan sayangnya.
5. Temen-temen (2000TM), Bambang, Aji, Erik, Theo, Haryok, Andis, JohnNo, Soffy, Crystin, Yudi (boleng), OriZa, Catur, Kendro, Fiendria, Nanda, Donny, Rama, Wiwit(ITN) atas bantuannya
6. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun sangat dibutuhkan. Akhirnya kata, semoga karya akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
RINGKASAN.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. LatarBelakang	1
1.2. PerumusanMasalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Asumsi – asumsi.....	4
1.6. Batasan Permasalahan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1.Pendahuluan.....	5
2.2. Struktur Dasar Antrian	7
2.2.1.SumberInput.....	7
2.2.2. Pola kedatangan.....	8
2.2.3. Disiplin Antrian	9
2.2.4. Panjang Antrian.....	10
2.2.5. Tingkat Pelayanan.....	10
2.2.6. Keluar (Exit).....	10
2.3. Sistim dan Struktur Antrian	11
2.3.1.Satu Saluran Satu Fase.....	11
2.3.2.Satu Saluran Multi Fase.....	12
2.3.3.Multi Salura Satu Fase.....	13

2.3.4. Saluran Majemuk Fase Majemuk.....	14
2.4. Model – model Antrian.....	15
2.4.1. Model Populasi Tidak Terbatas Dengan Pelayanan Tunggal.....	16
2.4.2. Model Populasi Tidak Terbatas Dengan Pelayanan Majemuk.....	17
2.5. Notasi Dalam Sistim Antrian	19
2.5.1. Tingkat Pelayanan Optimal.....	21
2.5.2. Jumlah Pelayanan Optimal.....	22
2.6. Pemodelan Sistem	22
2.6.1. Tahap Pemodelan Sistem.....	22
2.6.2. Model Simulasi.....	25
2.6.3. Program Simulasi ARENA Version 5.0.....	26

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian Oprasional	33
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	34
3.3. Langkah – langkah Penyusunan Data.....	34
3.2.1. Penyusunan Data.....	34
3.2.2. Metode Pengolahan Data.....	35
3.2.3. Metode Analisa.....	35

BAB IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpuan Data.....	47
4.2. Pengujian Data.....	50
4.2.1. Pengujian Kecukupan Data.....	50
4.3. Pengolahan Data.....	53
4.3.1. Jumlah Rata – rata Antar Kedatangan	53
4.3.2. Tingkat Pelayanan Rata – rata	55
4.3.3. Waktu Rata - rata Tunggu dan Waktu Rata - rata Pelayanan.....	57

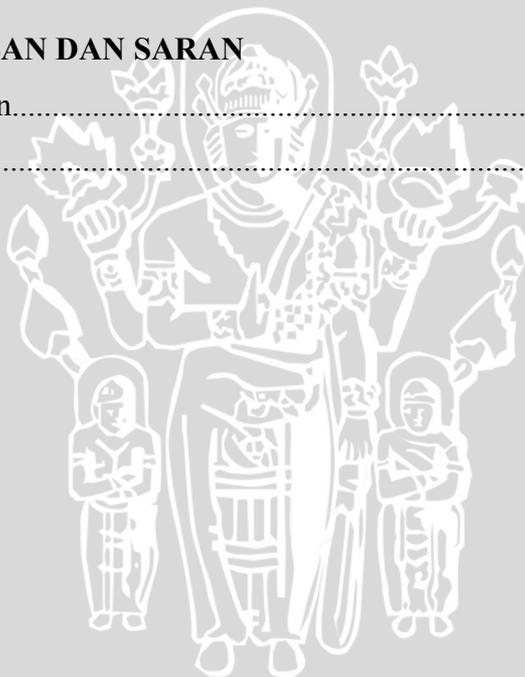
4.3.4. Jumlah Rata - rata yang Antri	
Didalam Sistem dan Antrian.....	58
4.3.5. Tingkat Kemungkinan Antrian.....	59
4.4. Simulasi ARENA Versi 5.0.....	60
4.4.1. Hasil Simulasi.....	60

BAB V. PEMBAHASAN

5.1. Pembahasan.....	65
5.1. Tally Variabel.....	65
5.2. Disreate – Change Variabel.....	65
5.3. Output.....	66

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....	68
6.2. Saran.....	69



RINGKASAN

EKA ADI CANDRA, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, Agustus 2007, *Penerapan Teori Antrian Untuk Mengoptimalkan Pelayanan Pengisian Bahan Bakar Minyak (BBM) Di SPBU (Studi kasus Pada SPBU Panglima Sudirman Malang) Dosen Pembimbing : Ir. Masduki, MM*

Perkembangan jaman dan teknologi yang semakin canggih menyebabkan perubahan lingkungan dalam dunia usaha, sehingga setiap perusahaan yang bergerak dibidang jasa selalu berusaha untuk mencapai kepuasan pelanggan. Demikian pula yang terjadi pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) jalan Panglima Sudirman Malang, dimana perusahaan mengalami beberapa kendala utama pada pelayanan pengisian bahan bakar minyak yaitu masalah antrian pelanggan. Seperti permasalahan diatas maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengoptimalkan pelayanan pengisian bahan bakar minyak pada SPBU Panglima Sudirman Malang. Setiap proses pelayanan jasa dipastikan terdapat suatu deretan tunggu yang sering disebut dengan antrian. Antrian yang panjang dan waktu menunggu terlalu lama akan menimbulkan masalah jika tidak segera diatasi.

Penerapan teori antrian pada suatu usaha dibidang jasa pelayanan pengisian bahan bakar minyak jenis kendaraan bermotor, menggunakan metode deskriptif yaitu menjelaskan waktu kedatangan sampai waktu pelayanan yang berada didalam sistem antrian. Faktor antrian pada SPBU didapat dari pengumpulan data dan analisa data. Stopwatch sebagai alat ukur waktu antar kedatangan (*inter arrival*) dan waktu proses pelayanan. Software pendukung analisa yang digunakan adalah Simulasi Arena Versi 5.0.

Berdasarkan hasil analisa setiap proses pelayanan menunjukkan pada sepeda motor, (Pagi) 7,933 Spd/menit hasil simulasi 3,440 Spd/menit, (Siang) 6,000 Spd/menit hasil simulasi 3,079 Spd/menit, (Sore) 10,434 Spd/menit hasil simulasi 3,797 Spd/menit. Pada mobil (Pagi) 2,866 mobil/menit hasil simulasi 3,564 mobil/menit, (Siang) 3,533 mobil/menit hasil simulasi 3,987 mobil/menit, (Sore) 3,266 mobil/menit hasil simulasi 3,909 mobil/menit. Setelah mengetahui faktor – faktor tersebut diharapkan perlunya juga buka tutup server pada SPBU guna mengoptimalkan pelayanan pengisian bahan bakar minyak.

Kata kunci : Antrian, Waktu kedatangan, Waktu Pelayanan, Kendaraan, Server.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada era globalisasi ini perkembangan teknologi yang semakin canggih menyebabkan perubahan lingkungan dalam dunia usaha berlangsung sangat cepat, sehingga membawa pengaruh terhadap perusahaan – perusahaan yang bergelut dalam dunia usaha. Perusahaan harus dapat segera merespon berbagai perubahan yang terjadi dan mengantisipasi perubahan – perubahan tersebut. Siring dengan meningkatnya jumlah populasi penduduk sekarang ini menuntut sebuah perubahan yang memerlukan kreativitas yang dapat membawa kemajuan dan perkembangan menuju ke arah yang lebih efisien.

Pada dasarnya setiap perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa selalu berusaha untuk mencapai kepuasan pelanggan. Dalam hal ini masih banyak perusahaan dimana dalam melayani pelanggan masih mengabaikan pentingnya waktu pelayanan terhadap pelanggan, hal ini disebabkan oleh jumlah fasilitas pelayanan yang terbatas sedangkan tingkat kedatangan pelanggan yang sangat tinggi.

Demikian pula yang terjadi di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) jalan Panglima Sudirman Kota Malang, yang merupakan perusahaan bergerak di bidang jasa yang melayani penjualan bahan bakar minyak. Perusahaan mengalami beberapa kendala utama pada pelayanan penjualan dan pengisian bahan bakar minyak yaitu masalah antrian pelanggan.

Antrian yang panjang dan waktu menunggu yang terlalu lama akan menimbulkan masalah jika tidak segera diatasi. Sehubungan dengan hal tersebut maka dalam usaha meningkatkan pelayanan pengisian bahan bakar minyak, perusahaan harus segera mengatasi dengan mengoptimalkan pelayanan dengan meninjau kembali jumlah fasilitas dan pelayanan operator agar waktu tunggu dapat diminimalkan.

Dari uraian diatas, dapat diketahui bahwa perusahaan harus memberikan perhatian yang besar pada antrian untuk mengurangi waktu tunggu pada pelayanan pengisian bahan bakar minyak. Dari latar belakang diatas, maka penulis mengambil judul **"PENERAPAN TEORI ANTRIAN UNTUK MENGOPTIMALKAN PELAYANAN PENGISIAN BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) DI SPBU JALAN PANGLIMA SUDIRMAN KOTA MALANG"**.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam mencapai tujuan yang diinginkan setiap perusahaan akan melakukan berbagai usaha. Akan tetapi usaha yang dilakukan oleh perusahaan itu seringkali menghadapi hambatan atau masalah yang merintangai perusahaan dalam usahan merealisasikan tujuannya.

Untuk mempermudah penjabaran dari sejumlah langkah pemecahan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut

1. Bagaimana memperpendek waktu menunggu pelayanan untuk mengurangi antrian, guna mengoptimalkan pelayanan pengisian bahan bakar minyak?
2. Variabel dari antrian mana yang paling berpengaruh terhadap pelayanan pengisian bahan bakar minyak?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui dan menganalisa waktu tunggu dari antrian yang dipengaruhi oleh (sumber masukan (*Input*), pola kedatangan, disiplin antrian, kepajangan antrian, tingkat pelayanan, keluar (*Exit*)) terhadap pelayanan pengisian bahan bakar minyak.
2. Untuk mengetahui dan menganalisa variable dari antrian manakah yang paling berpengaruh terhadap pelayanan pengisian bahan bakar minyak.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi Mahasiswa

Mengembangkan potensi dan daya kreasi serta cakrawala mahasiswa di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya dan pada khususnya dapat menganalisa permasalahan yang ada pada perusahaan yang berorientasi pada bidang jasa.

2. Manfaat bagi Perusahaan

Dapat membantu pemimpin sebagai bahan dalam mengambil keputusan masalah antrian dan meningkatkan kualitas sumber daya manusia (operator).

3. Manfaat bagi pihak fakultas

Hasil dari penelitian ini dapat menambah referensi serta dokumentasi karya ilmu pengetahuan terutama dalam bidang jasa antrian. Fakultas

dapat memperkaya pengetahuan bagaimana teori yang ada dapat diterapkan dilapangan.

4. Manfaat bagi pihak lain

Diharapkan pada penelitian selanjutnya, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun sebuah penelitian berikutnya. Sehingga menyempurnakan penelitian ini dapat dilakukan dengan baik

1.5. Asumsi – asumsi

Dalam pembahasan atau pelaksanaan penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa asumsi demi kelancaran penelitian. Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Tidak terjadi peristiwa penolakan dan pembatalan terhadap pelanggan
2. Sumber kedatangan pelanggan tidak terbatas
3. Disiplin antrian yang dipakai berpedoman pada *First Come First Served* (FCFS)
4. Tidak adanya kerusakan dari salah satu stasiun pengisian bahan bakar.
5. Waktu pelayanan tidak tergantung pada banyaknya antrian.

1.6. Batasan Permasalahan

1. Antrian terjadi pada waktu jam sibuk.
2. Penelitian sebatas pada pelayanan yang optimal, waktu tunggu, dan waktu pelayanan pengisian bahan bakar.
3. Waktu pengamatan dari pagi sampai dengan sore hari.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pendahuluan

Pada setiap proses operasi pelayanan seperti pada suatu pelayanan jasa dipastikan terdapat suatu deretan tunggu yang sering kita sebut sebagai antrian *queueing* atau lebih dikenal dengan *waiting line*. Fenomena menunggu adalah hasil dari keacakan dalam operasi sarana pelayanan dimana terjadi antrian. Secara umum, kedatangan pelanggan tidak dapat kita ketahui sebelumnya dan akibat dari terbatasnya fasilitas pelayanan maka fenomena menunggu tidak dapat kita hindari. Kegiatan antri merupakan bagian dari berbagai aspek kehidupan manusia yang bertujuan memenuhi kebutuhannya. Masalah yang berkaitan dengan antri adalah waktu menunggu dan panjang antrian.

Sebagai contoh, anda pasti menemui sederet antrian sederhana di depan loket kasir sebuah toko. Bila manajer toko tersebut ingin meminimumkan panjang antrian, ia harus menambah mesin penghitung atau tenaga kasir. Bila antrian dalam bentuk tersebut masih tetap panjang, lebih baik kasir harus ditambah. Tiap penambahan jenis akan mengakibatkan pengeluaran tetapi dalam waktu yang sama, waktu tunggu para pelanggan akan berkurang. Untuk itu maka ia harus menerapkan teori antrian agar bisa mencapai suatu kondisi yang optimal antara biaya fasilitas dengan biaya akibat menunggu yang ditunggu oleh pelanggan akibat panjang antrian.

Teori antrian adalah merupakan teori matematis yang mempelajari karakteristik – karakteristik yang ada di dalam suatu deretan atau baris – baris penunggu. Teori antrian dikenal dalam dunia ilmiah sebagai *queueing theory* atau *waiting line theory*, Tujuan utama teori antrian ini ialah untuk mencapai keseimbangan antara pelayanan dengan adanya waktu tunggu tersebut. Pelopor penyusunan teori antrian adalah A.K. Erlang, seorang insinyur Denmark yang bekerja pada perusahaan telepon di Kopenhagen. Pada tahun 1910, Erlang melakukan percobaan yang melibatkan fluktuasi permintaan fasilitas telepon dan pengaruhnya pada peralatan yang menyambung telepon secara otomatis. Dalam waktu – waktu sibuk, operator sangat kewalahan untuk melayani para penelepon harus menunggu giliran yang mungkin cukup lama. Erlang melakukan perhitungan keterlambatan (*delay*) dari seorang operator. Dan kemudian pada tahun 1917 dilanjutkan dengan perhitungan kesibukan beberapa operator. Dalam periode ini ia menerbitkan bukunya dengan judul “*Solution of Problem In Theory of Probabilitas of Significance In Automatic Telephone Exchange*”. Baru setelah perang dunia II, hasil penelitiannya diperluas penggunaannya antara lain dalam teori antrian.

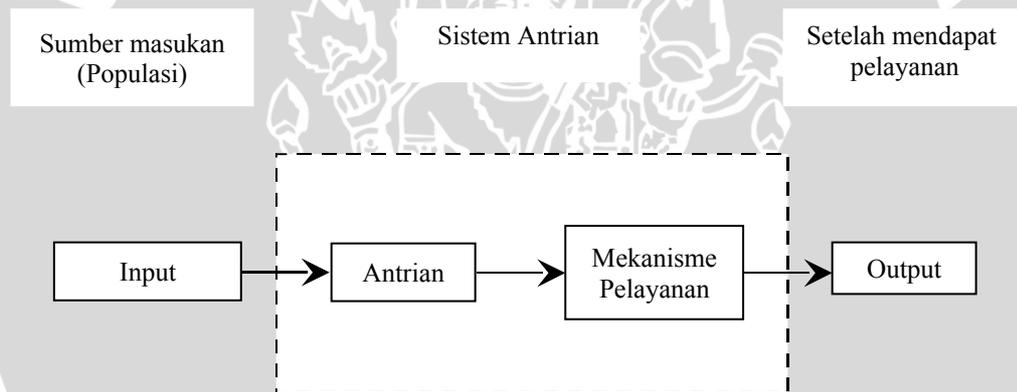
Tujuan dasar model – model antrian adalah untuk meminimumkan total dua biaya, yaitu biaya langsung penyediaan fasilitas pelayanan dan biaya tidak langsung yang ditimbulkan karena individu harus menunggu untuk dilayani. Bila suatu sistem mempunyai fasilitas pelayanan lebih dari jumlah optimal, ini berarti membutuhkan investasi modal yang berlebihan, akan tetapi jumlah fasilitas yang kurang dari optimal hasilnya adalah tertundanya pelayanan. Model antrian yang

akan dibahas yang merupakan peralatan penting untuk sistem pengolahan yang menguntungkan dengan menghilangkan antrian

Sistem antrian yang terjadi dapat sederhana atau kompleks. Sistem yang sederhana akan dapat dirumuskan dengan menggunakan teknik – teknik sederhana, untuk sistem yang lebih kompleks membutuhkan analisa yang menggunakan simulasi.

2.2 Struktur Dasar Antrian

Menurut Subagyo, P.dkk (2000:265), proses yang terjadi pada model antrian dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1. Model single channel

2.2.1 Sumber Masukan (Input)

Suatu karakteristik yang perlu diketahui dari sumber input ini ialah jumlahnya, yaitu jumlah total unit yang akan memerlukan pelayanan dari waktu ke waktu atau bisa disebut jumlah total pelanggan potensial. Ini bisa dianggap terbatas maupun tidak terbatas. Karena perhitungannya akan lebih mudah untuk jumlah unit yang tidak terbatas, maka asumsi ini sering

digunakan, terlebih lagi jika jumlah unit ini cukup besar. Untuk jumlah unit yang terbatas, perhitungan akan menjadi lebih sulit karena jumlah unit dalam sistem antrian akan mempengaruhi jumlah pelanggan potensial dari luar sistem pada setiap waktu.

Asumsi yang digunakan adalah unit – unit ini diturunkan dengan mengikuti proses poisson, artinya sampai waktu kasus dimana kedatangan pada sistem antrian terjadi semacam random, tetapi dengan tingkat rata – rata tertentu. Asumsi berikutnya adalah bahwa kemungkinan distribusi ekponensial. Asumsi lain yang juga harus dispesifikasikan mengenai tingkah laku unit – unit yang melakukan pelayanan ini adalah yang disebut *balking* yaitu bahwa unit – unit tersebut akan menolak memasuki sistem antrian itu terlalu panjang.

2.2.2 Pola kedatangan

Dalam beberapa situasi tertentu, hanya jumlah pelanggan yang diijinkan memasuki sistem antrian, kemungkinan karena keterbatasan ruang. Karakteristik suatu antrian ditentukan oleh jumlah unit maksimum yang diijinkan berada dalam sistem tersebut. Antrian ini dikatakan terbatas atau tidak terbatas bergantung pada apakah jumlah unitnya terbatas atau tidak terbatas. Dimana individu – individu dari populasi memasuki sistem disebut pola kedatangan (arrival pattern). Individu – individu datang dengan tingkat kedatangan (arrival rate) yang konstan ataupun acak/random (yaitu berapa banyak individu – individu per periode waktu). Tingkat kedatangan produk – produk yang bergerak sepanjang lini perakitan produksi massa mungkin

konstan, sedang tingkat kedatangan antrian bahan bakar minyak sangat sering mengikuti suatu distribusi probabilitas poisson.

Distribusi probabilitas poisson adalah salah satu dari pola – pola kedatangan yang paling sering (umum) bila kedatangan – kedatangan didistribusikan secara random. Hal ini terjadi karena distribusi poisson menggambarkan jumlah kedatangan per unit waktu bila sebagian besar variabel – variabel random mempengaruhi tingkat kedatangan.

Bila pola kedatangan individu – individu mengikuti suatu distribusi poisson, maka waktu antar kedatangan atau interval time (yaitu waktu antar kedatangan setiap individu) adalah random dan mengikuti suatu distribusi eksponensial (exponential distribution).

Bila individu – individu (komponen, produk, kertas kerja, atau karyawan) memasuki suatu sistem, mereka mungkin memperagakan perilaku yang berbeda. Bila individu tersebut adalah orang, dan antrian relatif panjang, dia mungkin meninggalkan sistem. Perilaku seperti ini disebut penolakan (balking). Penolakan akan sering terjadi bila kepanjangan antrian kelewat panjang. Variasi yang mungkin lainnya dalam pola kedatangan adalah kedatangan kelompok – kelompok individu. Bila lebih dari satu individu memasuki suatu sistem seketika secara bersama, maka terjadi dengan apa yang disebut bulk arrival.

2.2.3 Disiplin Antrian

Disiplin pelayanan berkaitan dengan cara memilih anggota antrian yang akan dilayani. Ini disebut peraturan pelayanan (*service discipline*). Peraturan yang paling umum adalah FCFS (*first come, first service*) datang

pertama, dilayani pertama. LCFS (*last come, first service*) datang terakhir, dilayani pertama, dan SIRO (*service input random order*) pelayanan acak.

2.2.4 Panjang Antrian

Banyak sistem antrian dapat menampung jumlah individu – individu yang relative besar, tetapi ada beberapa sistem antrian yang mempunyai kapasitas yang terbatas. Bila kapasitas antrian menjadi faktor pembatas besarnya jumlah individu yang dapat dilayani dalam sistem secara nyata, berarti sistem mempunyai panjang antrian yang terbatas (finit); dan model antrian terbatas harus digunakan untuk menganalisa sistem tersebut

2.2.5 Tingkat Pelayanan

Waktu yang digunakan untuk melayani individu –individu dalam suatu system disebut waktu pelayanan (*service time*). Waktu ini mungkin konstan, tetapi juga sering acak (*random*). Bila waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial atau distribusi acak, waktu pelayanan (yaitu unit /jam) akan mengikuti suatu distribusi poisson. Perbedaan distribusi – distribusi waktu pelayanan akan diliput oleh model – model antrian dengan lebih mudah dibandingkan perubahan distribusi waktu kedatangannya.

2.2.6 Keluar (*Exit*)

Sesudah seseorang (individu) telah selesai dilayani, dia keluar (exist) dari system. Sesudah keluar, dia mungkin bergabung pada satu di antara kategori populasi. Dia mungkin bergabung dengan populasi asal dan mempunyai probabilitas yang sama untuk memasuki sistem kembali, atau dia mungkin bergabung dengan ppopulasi lain yang mempunyai probabilitas lebih kecil dalam hal kebutuhan pelayanan tersebut kembali.

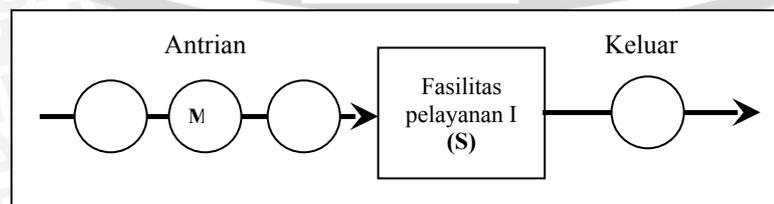
2.3 Sistem dan Struktur Antrian

Struktur atau tatanan fisik sistem antrian diukur baik buruknya berdasarkan jumlah saluran atau fasilitas pelayanan. Atas dasara sifat pelayanannya, struktur fisik antrian dapat diklasifikasikan berdasarkan fasilitas – fasilitas pelayanan dalam tatanan saluran (*channel*) dan fase (*phase*) yang akan dibentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda. Istilah saluran (*channel*) menunjukkan jumlah jalur untuk memenuhi sistem pelayanan. Istilah fase (*phase*) berarti jumlah proses pelayanan yang mana unit/pelanggan harus melalui sebelum unit – unit tersebut dinyatakan telah selesai. Dari dasar proses pelayanan, dapat diklasifikasikan fasilitas – fasilitas pelayanan dalam susunan saluran atau channel (single atau multiple) dan phase (single atau multiple) yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda – beda. Istilah saluran atau channel menunjukkan jumlah jalur (tempat) untuk memasuki sistem pelayanan, yang juga menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan. Istilah phase berarti jumlah stasiun – stasiun pelayanan, dimana para pelanggan harus melaluinya sebelum pelayanan dinyatakan lengkap. Ada 4 fisik sistem antrian dasar,yaitu

2.3.1. Satu Saluran Satu Fase (*Single Channel - Single phase*)

Model struktur ini adalah tatanan fisik sistem antrian paling sederhana yang berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem antrian dengan hanya mempunyai satu fase.pelayanan.

Sistem Antrian



Gambar 2.2
Satu Saluran - Satu Fase

Keterangan :

M = Antrian

S = Fasilitas Pelayanan

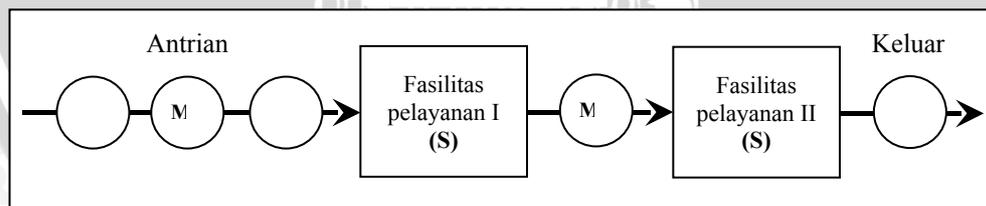
Pada model struktur antrian ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Layout = Tunggal (*Single Channel*)
- b. Phase pelayanan = Tunggal (*Single Phase*)
- c. Populasi = Tidak terbatas
- d. Pola kedatangan = Distribusi Poison
- e. Disiplin antrian = FCFS
- f. Pola pelayanan = Distribusi Eksponensial
- g. Panjang antrian = Tidak terbatas

2.3.2. Satu Saluran Multi Fase (*Single Channel - Multy phase*)

Istilah fase pada struktur fisik sistem antrian ini menunjukkan ada lebih dari satu fase pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan.

Sistem Antrian



Gambar 2.3
Satu Saluran - Multi Fase

Keterangan :

M = Antrian

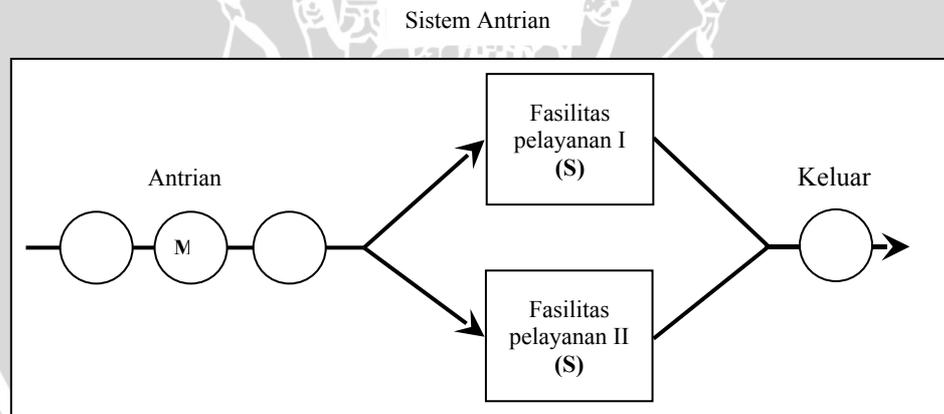
S = Fasilitas Pelayanan

Pada model struktur antrian ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Layout = Tunggal (*Single Channel*)
- b. Populasi = Tidak terbatas
- c. Pola kedatangan = Distribusi Poisson
- d. Disiplin antrian = FCFS
- e. Pola pelayanan = Distribusi Eksponensial
- f. Panjang antrian = Tidak terbatas

2.3.3. Multi Saluran Satu Fase (*Multy Channel - Single phase*)

Struktur fisik sistem antrian ini memiliki beberapa saluran fasilitas akan tetapi hanya mempunyai fase pelayanan, sehingga lebih dari satu unit/pelanggan dapat dilayani pada waktu yang bersama.



Gambar 2.4
Multi Saluran – Satu Fase

Keterangan :

M = Antrian

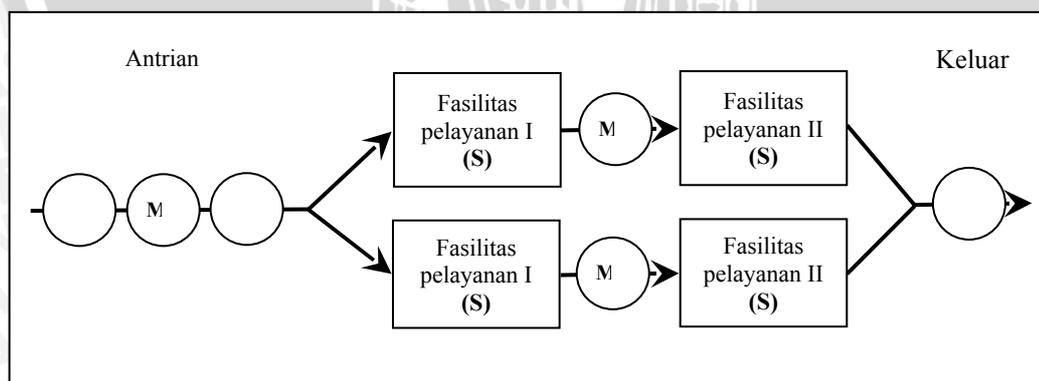
S = Fasilitas Pelayanan

Pada model struktur antrian ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Layout = Jamak (*Multichannel*)
- b. Phase pelayanan = Tunggal (*Single Phase*)
- c. Populasi = Tidak terbatas
- d. Pola kedatangan = Distribusi Poisson
- e. Disiplin antrian = FCFS
- f. Pola pelayanan = Distribusi Eksponensial
- g. Panjang antrian = Tidak terbatas

2.3.4. Saluran Majemuk Fase Majemuk (*Multy Channel - Multy phase*)

Pada struktur fase sistem antrian ini mempunyai beberapa saluran fasilitas pelayanan serta lebih dari satu fase pelayanan yang harus dilalui oleh pelanggan sebelum dinyatakan telah selesai proses pelayanannya.



Gambar 2.5
 Satu Majemuk – Fase majemuk

Keterangan :

M = Antrian

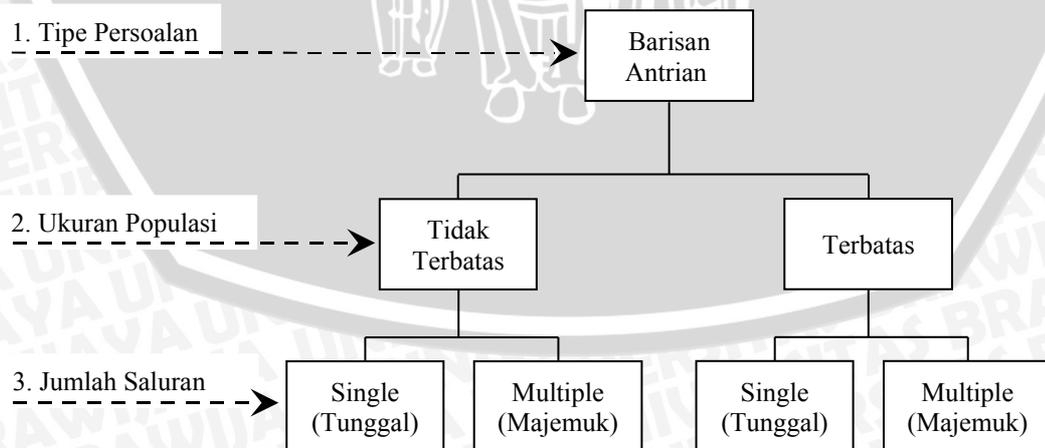
S = Fasilitas Pelayanan

Pada model struktur antrian ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Layout = Jamak (*Multichannel*)
- b. Phase pelayanan = Jamak (*Single Phase*)
- c. Populasi = Tidak terbatas
- d. Pola kedatangan = Distribusi Poison
- e. Disiplin antrian = FCFS
- f. Pola pelayanan = Distribusi Eksponensial
- g. Panjang antrian = Tidak terbatas

2.4 Model - model Antrian

Guna memecahkan persoalan – persoalan barisan antrian dapat dibuat model sebagai berikut :



Gambar 2.6 Model Sistem Antrian



2.4.1 Model Populasi Tidak Terbatas Dengan Pelayanan Tunggal

Dalam teori barisan antrian selalu ditemukan dua bentuk yang dasar persoalan, yaitu :

1. bentuk ukuran populasi atau jumlah pelanggan atau yang dapat digolongkan didalamnya.
2. jumlah server/saluran pelayanan yang dapat melayani kebutuhan pelanggan atau yang dapat digolongkan didalamnya.

Aturan lain yang juga digunakan sebagai ketentuan yang sudah disepakati ialah bahwa populasi tidak terhingga pada umumnya berlaku apabila potensi pelanggan cukup banyak untuk mencapai rata – rata dan kedatangan seorang pelanggan tidak mempengaruhi probabilitas kedatangan lainnya.

Dari suatu populasi yang memasuki suatu sistem antrian selalu akan ditemukan barisan antrian (*waiting Line*) pelanggan dan pelayanan (*service system*). Dari keduanya dapat dibuat model yang dapat dipergunakan untuk menguraikan persoalan yang menyangkut jumlah populasi rata – rata didalam system, banyaknya *server*, waktu menunggu, dan lain – lainnya.

- Pada *Single server*, probabilitas sistem pelayanan dalam keadaan sibuk adalah :

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

(2-1)

- Penentuan probabilitas dan ekspekltasi :

- a. Probabilitas tidak ada pelanggan dalam antrian:

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.2)$$

- b. Ekspektasi jumlah rata – rata yang menunggu dalam antrian :

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (2.3)$$

- c. Ekspektasi jumlah yang menunggu dalam sistem antrian :

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (2.4)$$

- d. Ekspektasi waktu menunggu dalam antrian :

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (2.5)$$

- e. Ekspektasi waktu menunggu dalam sistem antrian :

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (2.6)$$

2.4.2 Model populasi Tidak Terbatas Dengan Pelayanan Majemuk

Penguraian untuk *multi channel* ini juga berlaku pada *single channel* model. Perbedaan utamanya terletak pada pelanggan yang tidak perlu menunggu

terlalu lama karena paling sedikit ada (k) *server* untuk melayaninya. Disini ada dua hal yang perlu diselidiki, yaitu :

1. Untuk sistem dengan jumlah *server* kurang dari k .
2. Untuk sistem dengan jumlah pelanggan sama dengan atau lebih banyak dari k .

Keterangan: Simbol atau Notasi yang dipakai adalah sebagai berikut :

P_0 = Probabilitas tidak ada individu dalam sistem

P_n = Probabilitas dari n individu dalam sistem

L_s = Jumlah rata-rata individu dalam sistem

L_q = Jumlah rata-rata individu dalam antrian

W_s = Waktu rata-rata individu dalam sistem

W_q = Waktu rata-rata individu dalam antrian

λ = Tingkat kedatangan rata-rata.

μ = Tingkat pelayanan rata-rata

k = jumlah *server/channel*

n = Jumlah individu dalam system pada suatu waktu

➤ Penentuan probabilitas dan ekspektasi :

a. Probabilitas tidak ada pelanggan dalam antrian :

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{k-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{1}{\mu} \right)^n + \frac{1}{k! \left(1 - \left[\frac{1}{k\mu} \right] \right)} \left(\frac{1}{\mu} \right)^k \right] \quad (2-7)$$

b. Ekspektasi jumlah rata-rata yang menunggu dalam antrian :

$$L_q = \frac{\left(\frac{1}{m}\right)^{k-1} (P_0)}{k \cdot k! \left(1 - \frac{1}{k} m\right)^2} \tag{2-8}$$

c. Ekspektasi jumlah yang menunggu dalam sistem antrian :

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \tag{2-9}$$

d. Ekspektasi waktu menunggu dalam antrian :

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \tag{2-10}$$

e. Ekspektasi waktu menunggu dalam sistem antrian :

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \tag{2-11}$$

Demikian perumusan sistem antrian dengan pelayana majemuk pada populasi yang tidak terbatas yang dapat dipergunakan untuk menyelesaikan beberapa persoalan dalam kehidupan sehari-hari.

2.5 Notasi Dalam Sistem Antrian

Notasi yang sesuai dengan karakteristik utama dari antrian telah secara universal dibakukan format berikut :

Dimana simbol a, b, c, d, dan f ini merupakan unsur – unsur dasar dari model baris antrian. Penjelasan dari simbol – simbol ini adalah sebagai berikut :

Notasi standar ini dapat diganti dengan kode – kode yang sebenarnya dari distribusi-distribusi yang terjadi bentuk lainnya antarlain :

M = distribusi kedatangan atau keberangkatan poisson.

D = waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan yang konstan atau deterministic.

k = jumlah saluran pelayanan dalam bentuk parallel atau seri.

N = jumlah maksimum pelanggan dalam system.

E_d = distribusi Erlang atau Gamma untuk waktu antar kedatangan atau waktu pelanggan dengan parameter d.

G = distribusi umum dari *service time* atau keberangkatan.

GI = distribusi umum yang independent dari proses kedatangan.

GD = *General Dicipline* dalam antrian (FCFS, LCFS, SIRO).

NPD = *Non-Preemptive Dicipline*.

PRD = *Preemptive Diciplin*.

Contoh dari kode ini adalah sebagai berikut :

$(M/M/k):(GD/\sim/\sim)$

M = distribusi kedatangan poisson atau Eksponensial.

M = distribusi yang sama untuk waktu pelayanan.

K = jumlah server.

GD = *General Dicipline*.

\sim = tak terbatas jumlah pelanggan dan sumber input.

2.5.1 Tingkat Pelayanan Optimal

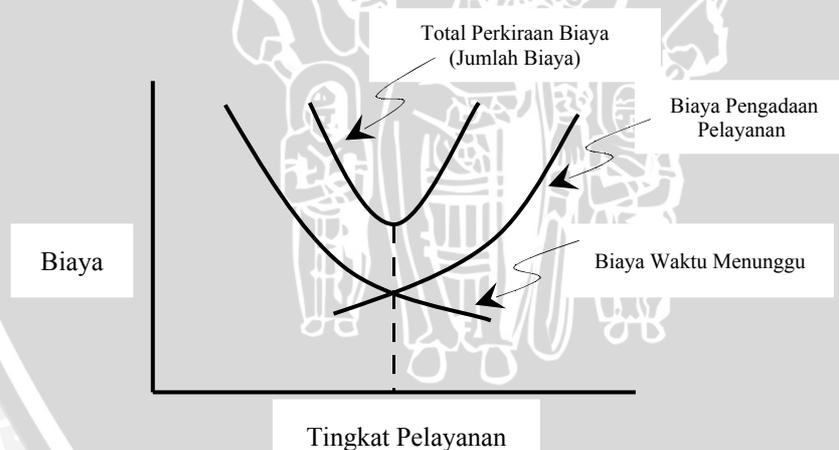
Pada sistem antrian dengan model satu pelayanan (*server*) terdapat kedatangan dengan tingkat rata-rata (λ) dan juga tingkat rata-rata pelayanan (μ). Diasumsikan bahwa tingkat pelayanan ini dapat dikontrol dengan baik.

Untuk mendapatkan tingkat pelayanan diperlukan penguraian yang optimal dengan didasarkan pada model biaya antrian. Adapun persamaan matematis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

$$T\{C(c)\} = C_1 \cdot c + C_2 \cdot Ec(n_t)$$

Dimana: C_1 = Peningkatan biaya per unit dalam (μ) per unit *time*

C_2 = Biaya menunggu per unit dan juga waktu menunggu perpelanggan.



Gambar 2.7
Hubungan Biaya dan Tingkat Pelayanan

Sumber : Taha, Hamdy.A., 1997 Riset Operation Jilid.II hal 234,

Dengan catatan biaya layanan per unit waktu adalah langsung proporsional pada μ dan juga biaya menunggu per unit waktu adalah

sama dengan ekspektasi jumlah pelanggan, dan dalam sistem antrian dikalikan dengan biaya menunggu per pelanggan per unit.

2.5.2 Jumlah Pelayanan Optimal

Penguraian jumlah pelayan berkaitan erat dengan jumlah pelayan yang banyak (*multiple server*). Dengan demikian untuk model biayanya dapat juga dikembangkan melalui penguraian yang optimal dari jumlah *server* k dengan asumsi λ dan μ adalah bersifat *fixed*. selanjutnya dengan model biaya yang sama seperti total biaya per unit waktu maka dapat dirumuskan :

$$TC(k) = kC_1 + C_2L_s(k)$$

(2-13)

Dengan :

- a. C_1 : Biaya setiap penambahan pelayanan waktu.
- b. C_2 : Biaya menunggu per unit dan juga waktu menunggu per pelanggan.
- c. $TC(\mu)$: Ekspektasi jumlah pelanggan dalam sistem antrian dengan pelayan.

2.6 Permodelan Sistem

Pengertian pemodelan sistem menurut Vincent Gasperz , antara lain :

1. Representasi

Menurut pemetaan dari karakteristi sistem konkrit yang akan dipelajari.

2.6.1. Tahapan Pemodelan Sistem

Secara garis besar model dapat dibangun melalui tahap menurut Vincent Gasperz, yaitu :

1. Definisi Masalah

Mendefinisikan persoalan yang dihadapi dengan merumuskan masalah dalam bentuk pernyataan – pernyataan yang lebih spesifik dan jelas, agar mempermudah dalam formulasi model seperti variabel-variabel apa yang perludilibatkan dalam model akan sangat tergantung pada pertanyaan pertanyaan yang akan dijawab.

2. Fomulasi Model

a. Pemilihan Variabel

Mengidentifikasi variabel-variabel yang relevan dengan persoalan yang dihadapi dimana variabel- variabel itu harus mampu menjelaskan perilaku sistem konkrit yang dipelajari.

b. Tingkat Agregasi dan Metode Kategorisasi

Menentukan bagaimana kategori dari variabel tersebut serta tingkat agregasi apa yang tepat. Pemilihan metode kategori tertentu akan ditentukan oleh kegunaan dari model yang akan dibangun tersebut. Tingkat agregasi tergantung dua hal, yaitu apakah pertanyaan-pertanyaan yang dirumuskan sebelumnya oleh model dapat dijawab berdasarkan variabel agreget dan apakah perilaku hubungan dalam sistem nyata yang dipelajari dapat dijelaskan secara agregat.

c. Horizon Waktu

Masalah waktu berpengaruh terhadap pembangunan model. Ada dua aspek yang menjadi bahan pertimbangan perancangan dan

kaitanya dengan periode waktu dimana model tersebut akan digunakan dan apakah faktor waktu diperhitungkan dalam model.

d. Spesifikasi Model

Melalui tahapan ini keputusan yang telah dipilih tentang tujuan dari model akan menjadi dasar spesifikasi model. Berbagai pertimbangan yang berkaitan dengan identifikasi variabel, tingkat agregasi, dan model kategorisasi yang tepat akan mendorong perancangan model untuk membuat beberapa hipotesis meskipun secara tentative mengenai struktur dan perilaku dari fenomena yang dicoba dibangkitkan olehnya.

e. Kalibrasi Model

Proses kalibrasi akan lebih mudah hanya berupa penentuan nilai dari parameter (pendugaan parameter) yang memberikan ketepatan yang tinggi diantara model dan situasi pengamatan. Apabila model tersebut merupakan model yang baru dikembangkan, maka proses kalibrasi akan lebih sukar dimana perlu dipikirkan untuk melakukan dua tahap utama, yaitu simulasi dan validasi model.

3. Simulasi dan Validasi Model

Setelah formulasi awal dari suatu model telah dilakukan, maka kemampuannya menjelaskan karakteristik dan perilaku sistem nyata harus diuji. Hal ini penting agar model tersebut dapat diterima sebagai suatu penggambaran keadaan/kondisi yang seharusnya dari sistem nyata yang dipelajari. Suatu model dapat dianggap sukses dan bermanfaat apabila mampu meningkatkan ketepatan dalam

menjelaskan perilaku sistem nyata. Oleh karena itu penguji ketepatan model merupakan tahap kritis dalam membangun model. Ini dapat dipandang sebagai ukuran kemampuan model dalam menjelaskan perilaku sistemnya yang dipelajari pada batas-batas tertentu yang dapat diterima.

4. Aplikasi Model

Setelah model dibangun dan apabila berdasarkan pengujian model ternyata memuaskan, dalam pengertian bahwa model dapat diterima sebagai sesuatu yang mampu menjelaskan perilaku sistem nyata dalam batas-batas tertentu yang dapat diaplikasikan. Tentu saja aplikasi suatu model akan tergantung pada lingkungan dimana model itu dibangun dalam arti bahwa tidak ada model yang dapat dipergunakan untuk semua kondisi tetapi terbatas pada kondisi tertentu dimana model dirumuskan. Sebaliknya, apabila dalam pengujian model menunjukkan hasil yang tidak memuaskan, dalam pengertian model tersebut tidak mampu menjelaskan secara tepat perilaku sistem nyata yang dipelajari, maka perlu dilakukan modifikasi model sehingga proses pembangunan model dapat berlangsung kembali.

2.6.2. Model Simulasi

Simulasi mencakup usaha membentuk sebuah model eksperimental tentang sesuatu proses atau sistem keputusan untuk kemudian mengevaluasi berbagai macam alternatif – alternatif spesifikasi dengan jalan menguji model yang bersangkutan secara berulang-ulang. Model – model simulasi (untuk keperluan pengambilan keputusan) menitik beratkan *approach* meniru

atau memodelkan persoalan yang sedang dihadapi setepat mungkin untuk kemudian melaksanakan eksperimen –eksperimen dengan model tersebut dengan cara sistematis sehingga dapat dibandingkan dengan berbagai macam alternative yang mungkin terdapat kegunaan untuk menetapkan *policy* yang lebih baik.

Melalui simulasi dapat dicapai keputusan – keputusan berguna terhadap jenis – jenis persoalan tertentu dan penggunaannya semakin bertambah populasi sejak tersedianya komputer untuk membantu pelaksanaan perhitungan – perhitungan yang perlu dilakukan.

2.6.3. Program ARENA Version 5.0

Program ARENA Version 5.0 merupakan salah satu software simulasi yang bisa memodelkan atau mensimulasikan berbagai permasalahan/persoalan dari sistem nyata.

Beberapa model yang sering digunakan dalam pembuatan suatu model dari sistem nyata dengan menggunakan bantuan *software* simulasi ARENA Version 5.0 ini adalah sebagai berikut :

1. *The Basic Process Panel*

The Basic Process Panel terdiri dari Flowchart Modul dan data Modul.

2. *Flowchart Modul*

Flowchart Modul yang digunakan dalam Software Arena versi 5.0 ini antara lain:

1. Masuk / Input



2. Proses / Aktifitas



3. Mencatat



4. Mengenali input yang masuk



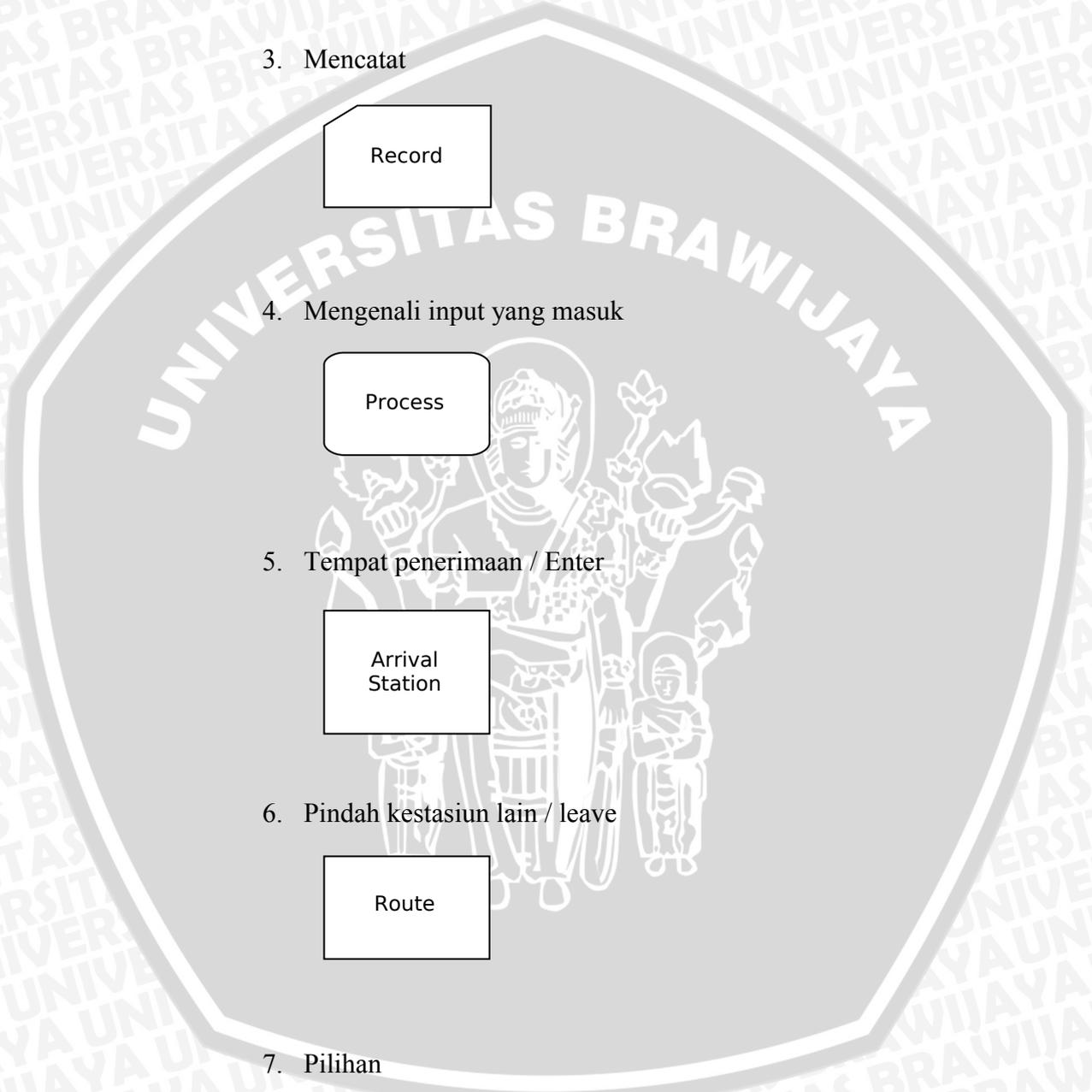
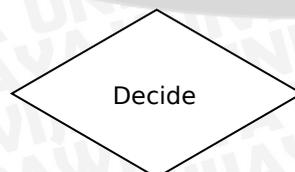
5. Tempat penerimaan / Enter



6. Pindah kestasiun lain / leave



7. Pilihan



8. Keluar / aktifitas selesai



3. Data Modules

Data modul yang digunakan dalam Arena ini antara lain:

1. Entity

Setiap simulasi mengikutsertakan "pemain" yang disebut *Entity* yang mempresentasikan keadaan nyata yang akan bergerak, berubah status, mempengaruhi dan dipengaruhi *entity* lainnya dalam sistem sehingga membawa pengaruh bagi output sistem.

2. Atributes

Atributes adalah karakter dari setiap entity, ini dapat berbeda dari entity yang satu dengan entity yang lainnya. Contohnya entity dapat memiliki attributes seperti arrival time, warna, prioritas untuk menandakan karakteristiknya. Nilai dari attributes yang sama mungkin akan berbeda untuk setiap entity yang berbeda .

3. Variabel

Variabel adalah informasi yang merupakan karakteristik dari sistem, terdapat dua tipe variabel yang terdapat dalam

arena, contohnya : jumlah part dalam antrian, jumlah sumber yang sibuk, waktu simulasi, dsb.

4. Resources

Resources adalah elemen dalam sebuah model di mana pada bagian ini, entity akan melalui proses tertentu. Lamanya waktu yang dibutuhkan sebuah entity melalui resources disebut prosesing time. Resources merupakan obyek statis pada sebuah system karena selama simulasi berlangsung, resources dapat dikenakan sebuah attribute yang disebut utilization sehingga dapat diketahui tingkat kesibukannya dari waktu ke waktu.

5. Queue

Antrian adalah sebuah keadaan / state dari entity. Antrian terjadi ketika entity yang memasuki sistem menemukan entity lain sedang diproses di dalam resource.

6. Statistical Accumulators

7. Dalam mengukur performa dari output, maka diperlukan *Statistical accumulators* yang terdiri dari:

P = Jumlah total yang dikeluarkan

N = Jumlah entity yang telah diproses

$\sum WQ$ = Penjumlahan dari waktu antrian yang telah diamati.

WQ* = Waktu maksimum dalam antrian yang telah diamati

\sum^{TS} = Penjumlahan dari flowtime yang telah diamati.

$\int Q$ = Daerah dibawah kurva $Q(t)$.

Q^* = Nilai maksimum dari $Q(t)$ yang telah diamati.

$\int B$ = Daerah dibawah kurva $B(t)$.

8. Even

Adalah sesuatu yang terjadi secara cepat dalam simulasi yang mungkin mempengaruhi attributes, variabel, atau statistical accumulators. Biasanya dalam sistem terdapat 3 jenis events, yaitu:

- Arrival : Terjadi ketika konsumen baru masuk kedalam sistem.
- Departure : Terjadi ketika konsumen selesai diservis oleh sistem dan kemudian meninggalkan sistem.
- The end : Terjadi saat simulasi berakhir.

4. Tujuan Pengukuran output

Dalam simulasi, hasil – hasil yang diinginkan didapat adalah :

- Produksi total (jumlah konsumen yang selesai diservis oleh mesin dan meninggalkan sistem)
- Rata – rata waktu menunggu dalam antrian tiap bagian. Waktu ini mengartikan waktu konsumen berada dalam antrian diberikan dalam rumus berikut:

$$\sum_{t=i}^N \frac{WQ}{N}$$

Keterangan :

WQ = Waktu tunggu bagi konsumen

N = Banyaknya konsumen yang selesai

- Waktu maksimum menunggu dalam antrian
- Waktu rata – rata sebuah konsumen menunggu dalam antrian

$$\frac{\int_0^1 q(t)dt}{t}$$

Keterangan :

Q(t) = Jumlah konsumen yang berada dalam antrian pada waktu (t).

T = Lama dari simulasi

- Jumlah maksimum konsumen yang telah menunggu dalam antrian. Nilai ini memberikan indikasi penggunaan ruang yang optimal dalam sistem.
- Rata – rata dan maksimum flowtime.
- Flowtime atau yang bisa disebut cycle time adalah waktu yang dimulai saat kedatangan konsumen ke dalam sistem, termasuk kedalam antrian, sampai konsumen itu selesai diservis dan meninggalkan system.
- Utilisasi dari mesin diartikan sebagai proporsi waktu penggunaan mesin selama simulasi. Utilisasi yang disimbulkan dengan B memiliki 2 nilai, yaitu :

$B(t) = 1 \rightarrow$ ketika mesin mengalami kesibukan pada waktu (t).

$B(t) = 0 \rightarrow$ ketika mesin idle pada waktu (t.)

$$\frac{\int_0^1 B(t) dt}{t}$$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah salah satu cara yang harus dilakukan dalam melakukan suatu penelitian agar diperoleh suatu pemecahan masalah yang tepat dan berguna, sebab dalam penelitian masalah ini kita melalui tahapan – tahapan yang harus sesuai dengan studi penelitian, sehingga yang dilakukan tidak menyulitkan dan mudah dimengerti orang lain.

3.1. Metode Penelitian Oprasional

Penelitian skripsi ini adalah mengenai penerapan teori antrian pada suatu usaha dibidang jasa pelayanan SPBU Panglima Sudirman Malang yang bergerak pada jasa pelayanan pengisian bahan bakar kendaraan bermotor. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Metode deskriptif adalah suatu metode dalam penelitian sekelompok manusia, suatu obyek, suatu sistem pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Adapun urutan proses penelitian dan analisa secara teori adalah sebagai berikut :

1. Kedatangan kendaraan.
2. Pengukuran waktu kedatangan dengan *stop watch*.
3. Pengukuran waktu Pelayanan.
4. Pengolahan data dan analisa.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah suatu cara yang digunakan untuk data informasi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penyusunan skripsi adalah sebagai berikut :

Field Research

Yaitu penelitian yang dilakukan dengan jalan melihat kenyataan yang ada diperusahaan atau melakukan pengamatan secara langsung terhadap kegiatan perusahaan.

Metode ini ada dua cara, yaitu :

- a. *Interview*, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mewawancarai para karyawan maupun pimpinan perusahaan sehubungan dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian skripsi ini,
- b. *Observasi*, yaitu pengumpulan data dengan jalan melihat secara langsung jalannya proses pelayanan yang dilakukan dan didampingi oleh pengawas.

3.3. Langkah – langkah Penyusunan Data

3.2.1. Penyusunan Data

Data yang sudah terkumpul semua agar mudah untuk mengecek apakah semua data yang sudah diterapkan semua. Kegiatan ini

dimeksudkan untuk menguji hipotesa penelitian. Penyusunan data harus dipilih data yang ada hubungannya dengan penelitian.

3.2.2. Metode Pengolahan Data

Setelah melakukan pengumpulan data, maka diperlukan suatu kegiatan pengolahan data. Data – data tersebut diolah melalui beberapa tahap, sehingga diperoleh suatu hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun tahapan dalam pengolahan data adalah :

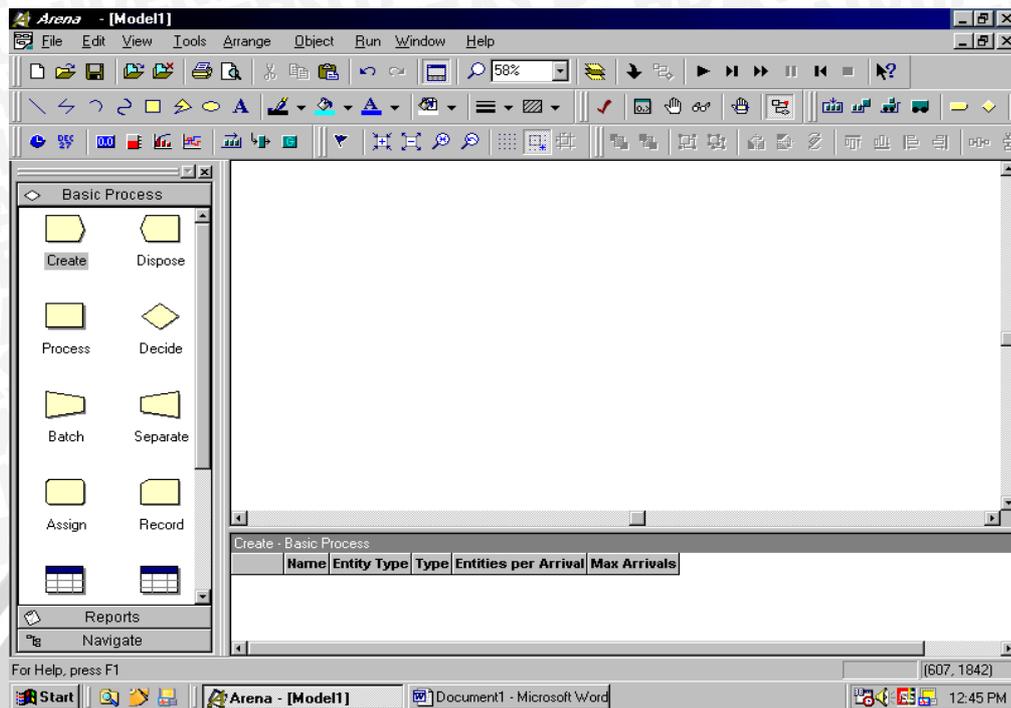
1. Mengumpulkan data.
2. Setelah dianggap cukup, maka dihitung waktu rata – rata dari hasil pengamatan.
3. Membuat model antrian akhir dan simulasi

3.2.3. Metode Analisa

Analisa yang dilakukan adalah dengan membandingkan antara Waktu menunggu dan waktu pelayanan yang dicatat. Waktu menunggu dan waktu pelayanan diketahui dengan membandingkan pengujian dengan simulasi ARENA Versi 5.0.

1. Model Arena

Model Arena terdiri dari 3 bagian, yaitu kedatangan (arrive), proses (service), dan keluar dari sistem (depart). Pada Arena, untuk menggambarkan sistem ini diperlukan modul – modul seperti gambar dibawah ini.



Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.1
Model Arena

1. Geser modul *Create* dari *The Basic Process Panel* kedalam modul window. Nama yang tertera pada modul ini adalah *Create1* ketika pertama kali dibuat.
2. Geser modul *Process* dan *The Basic Process Panel* kedalam model window untuk modul *Process* ini kami memberi nama server.
3. Arena akan secara otomatis menghubungkan dengan garis *Connet* antara modul *Process* dan modul *Create*, pastikan modul *Create* telah dipilih.
4. Jika tidak ada hubungan diantaranya, clike pada menu *Object / Connet* atau tekan tombol toolbar *Connect*, untuk menggambarkan suatu hubungan.

5. Geser modul *Dipose* ke model window setelah modul *Process*. Jika menggunakan *Auto-connect*, pastikan modul *Process* dipilih sehingga modul *Dipose* akan langsung terhubung.

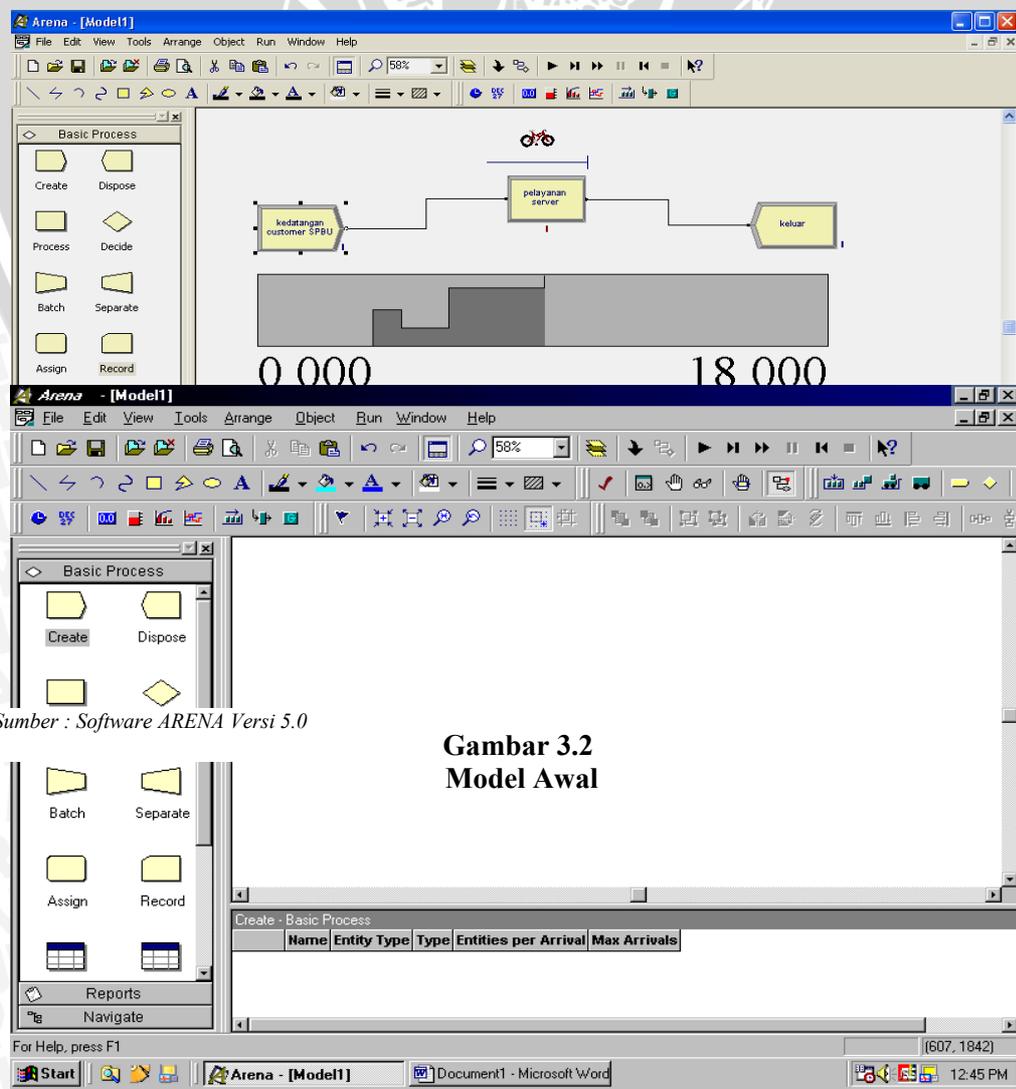
2. The Basic Process Panel

The Basic Process Panel terdiri dari Flowchart Model dan data modeles yang digunakan program ARENA.

✓ Create Model

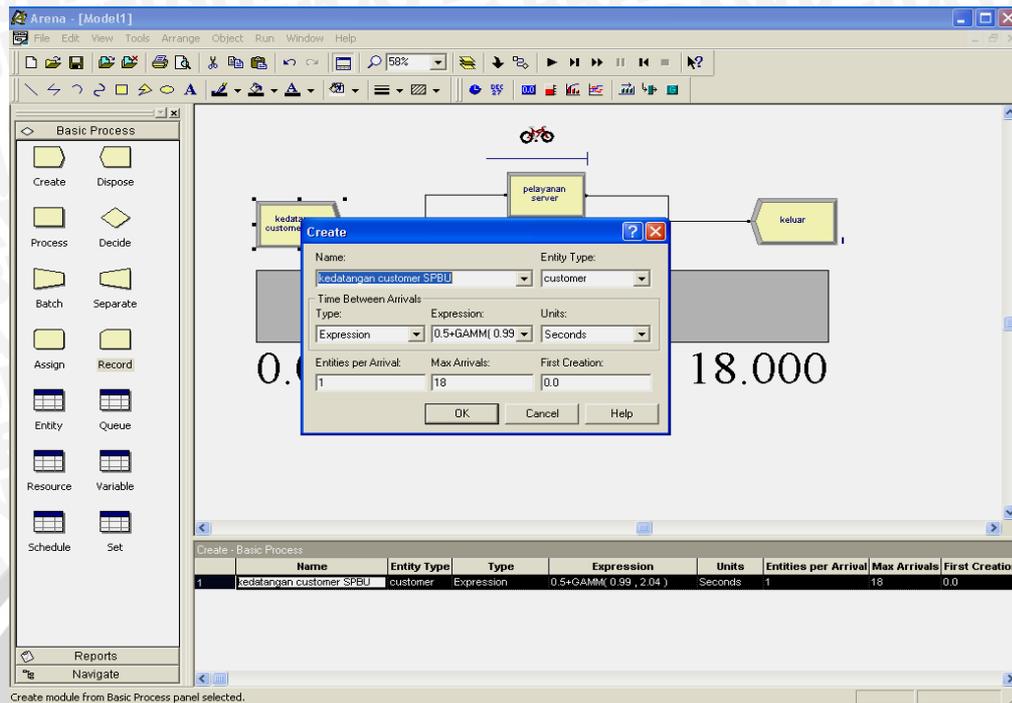
Merupakan awal dari proses flow dan digunakan ketika suatu part / entitas akan masuk kedalam sistem

1. Double-click pada model *Create* untuk membuka cendela *Create* seperti pada gambar dibawah ini.



Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.2
Model Awal



Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.3
Jendela Create

2. Isi kolom yang ada pada jendela *Create* seperti dibawah ini:

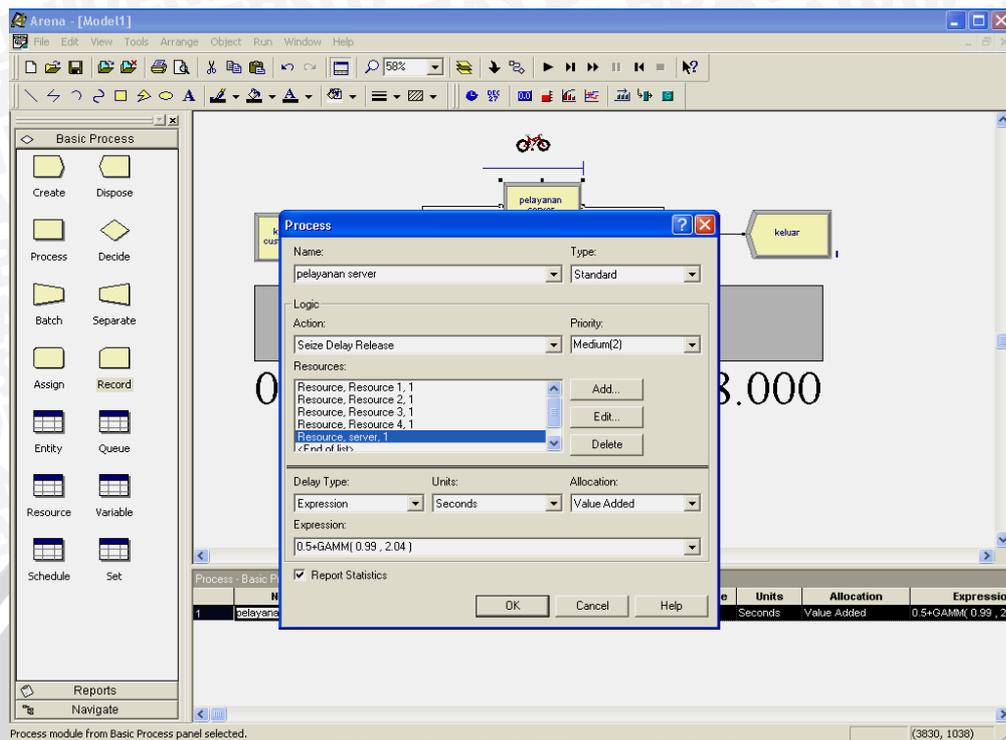
Nama	Konsumen masuk ke server
Entity Type	Konsumen
Time Between Arrivals	
Type	Ekpression
Unit	Seconds
Entities per Arrivals	1
Max Arrivals	40
First Creation	0

✓ **Process Module**

Modul proses merupakan suatu proses yang dilakukan pada entitas

1. Double-click pada model proses untuk membuka cendela proses seperti pada gambar dibawah ini:

Process



Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.4
Jendela Proses

2. Isi kolom yang ada pada jendela Process seperti dibawah ini:

Nama	Server
Type	Standart
Logic	Sieze Delay Release
Action	Priority
Priority	Medium (2)
Delay Type	Experession
Units	Seconds
Allocartion	Value Added

3. Untuk resource yang bekerja pada modul process, perlu didefinisikan dengan mengklik tombol *add* hingga muncul jendela dialog resource seperti pada gambar diatas. Isi kolom dialaog resource seperti dibawah ini:

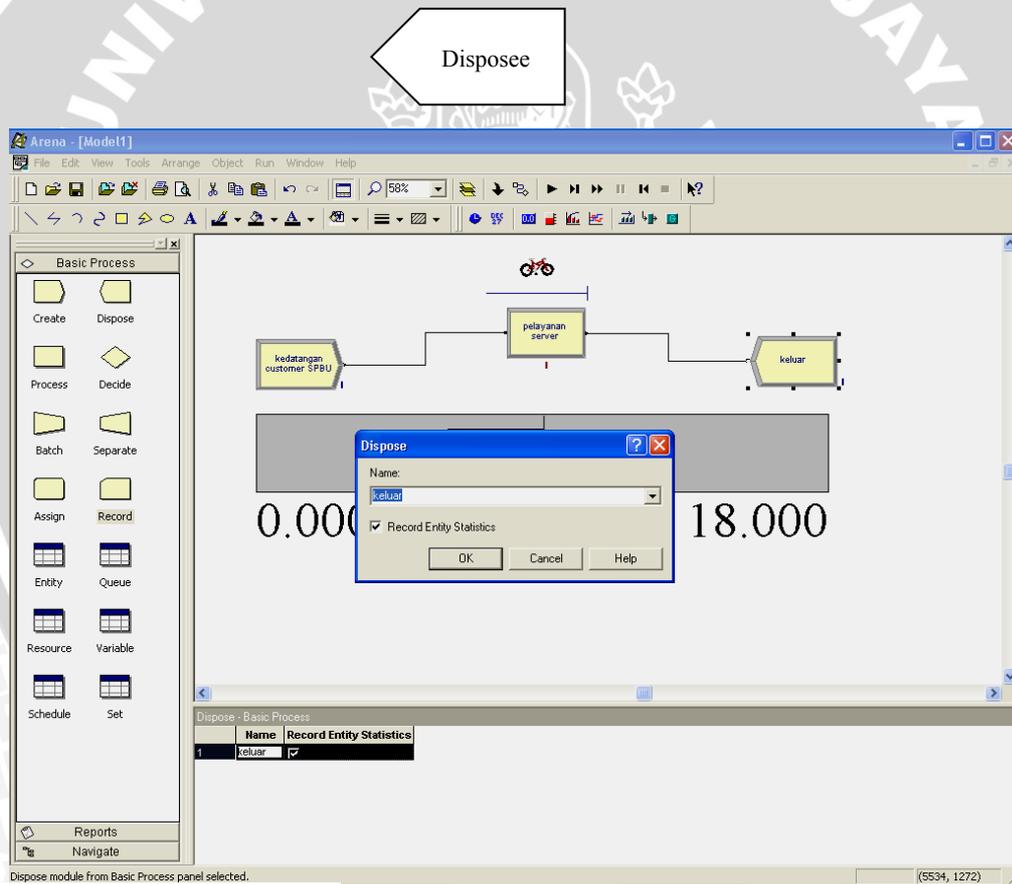
Type	Resource
Resource Name	Server
Quantity	1

✓ Dispose Module

Modul ini meminformasikan entitas meninggalkan sistem pada model simulasi.

1. Double-click pada modul dispose untuk membuka jendela

Dispose seperti pada gambar dibawah ini:



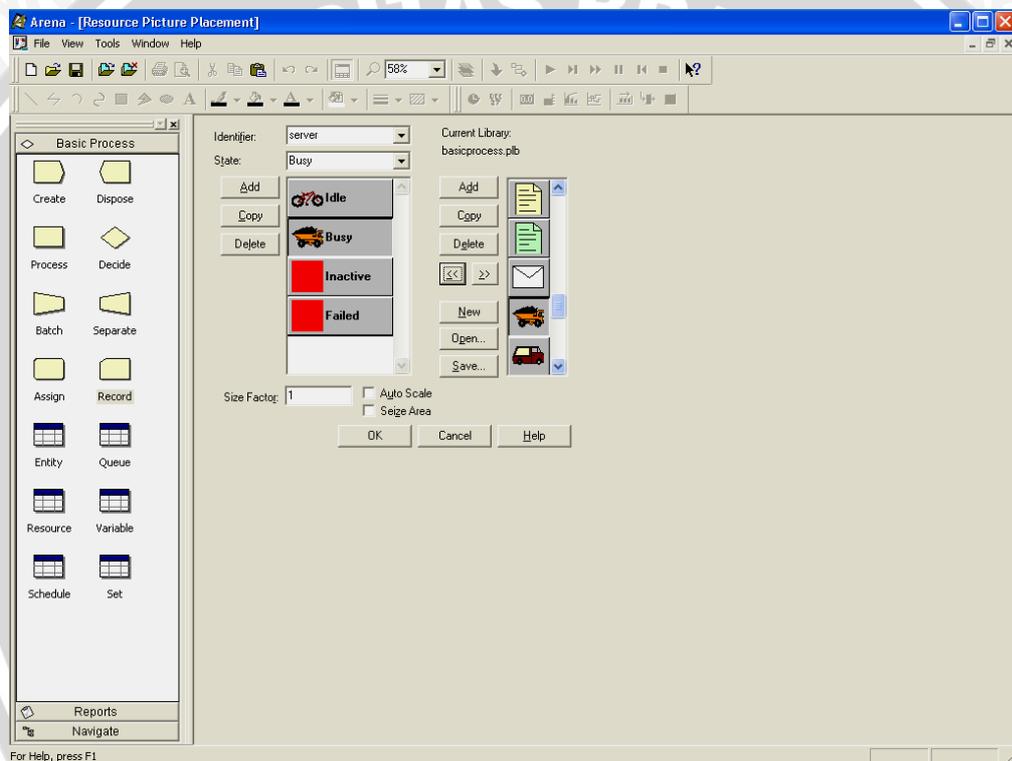
Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.5
Jendela Disposee

2. Isi kolom nama modul dengan konsumen meninggalkan server

3. *Animsi Entitas*

Animasi ini diperlukan untuk melihat perilaku dari sistem dimana modul proses dipresintasikan menjadi gambar mesin yang mempunyai dua tipe yaitu ketika mesin dalam keadaan idle dan nama mesin yang diproses *busy*.



Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.6
Jendela *Resource Picture Placement Dialog*

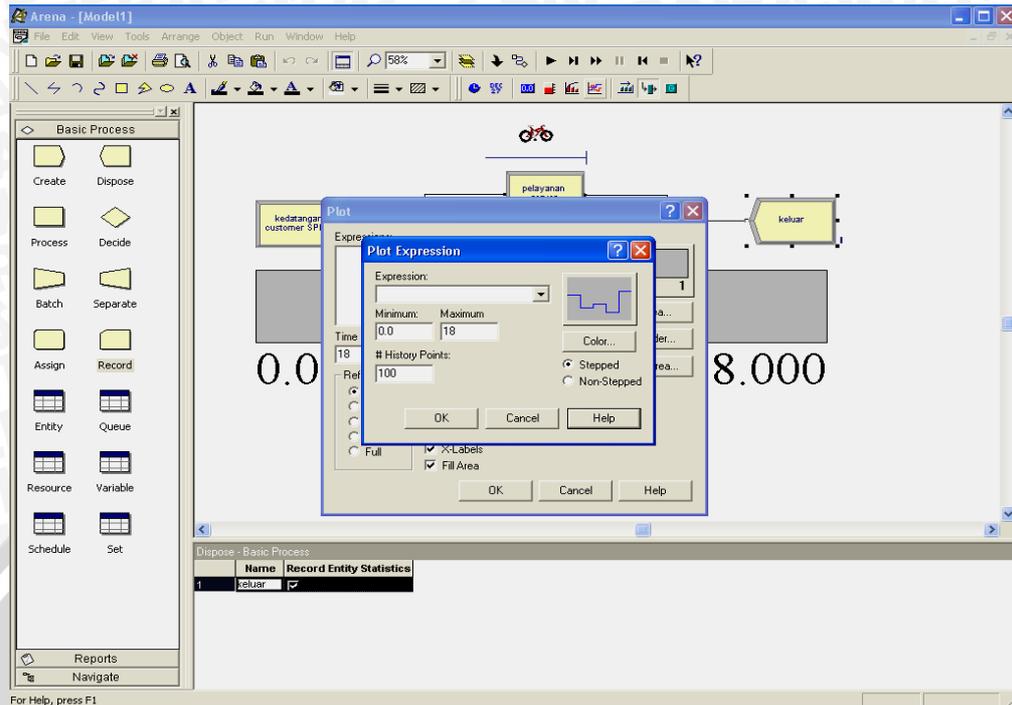
1. Klik tombol resource pada animate toolbar sehingga tampil jendela *Resource Picture Placement Dialog*.
2. Pilih identifier server berdasarkan resource pada modul proses.

3. Klik bagian idle dan klik gambar VII. Gambar – gambar ini terdapat pada Library Picture (file extension.plb).
4. Klik tombol (<<) untuk mengganti gambar awal dengan gambar komputer yang telah dipilih.
5. Hal yang sama juga dilakukan pada bagian busy seperti nomor 3 dan 4 dengan menggunakan gambar VI.
6. Klik OK dan crursor akan berubah menjadi tanda *crosschair*. Tempatkan dan klik tanda ini dekat modul proses hingga terdapat gambar animasi (komputer).

✓ *Dynamic Plot*

Tool ini digunakan untuk melihat grafik selama simulasi dijalankan, baik grafik antrian, grafik mesin operasi, dan lain-lain.

1. Klik tombol *Plot* pada animate toolbar.
2. Isi kolom dengan meng-klik tombol *Add* hingga tampil jendela plot *expression*.
3. Isi kolom pada plot *expression* seperti pada gambar dibawah ini :
4. Isi kolom *Time Range* dengan 18
5. Klik OK.



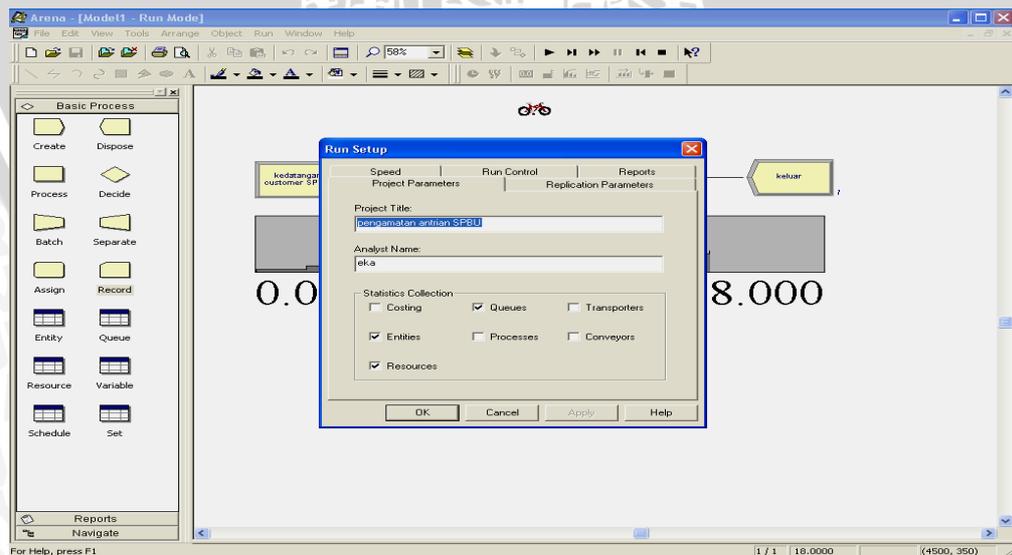
Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.7
Plot Expression

✓ *Runing Simulasi*

Untuk menjalankan simulasi, perlu didefinisikan waktu simulasinya

1. Klik pada menu *Run / Setup*



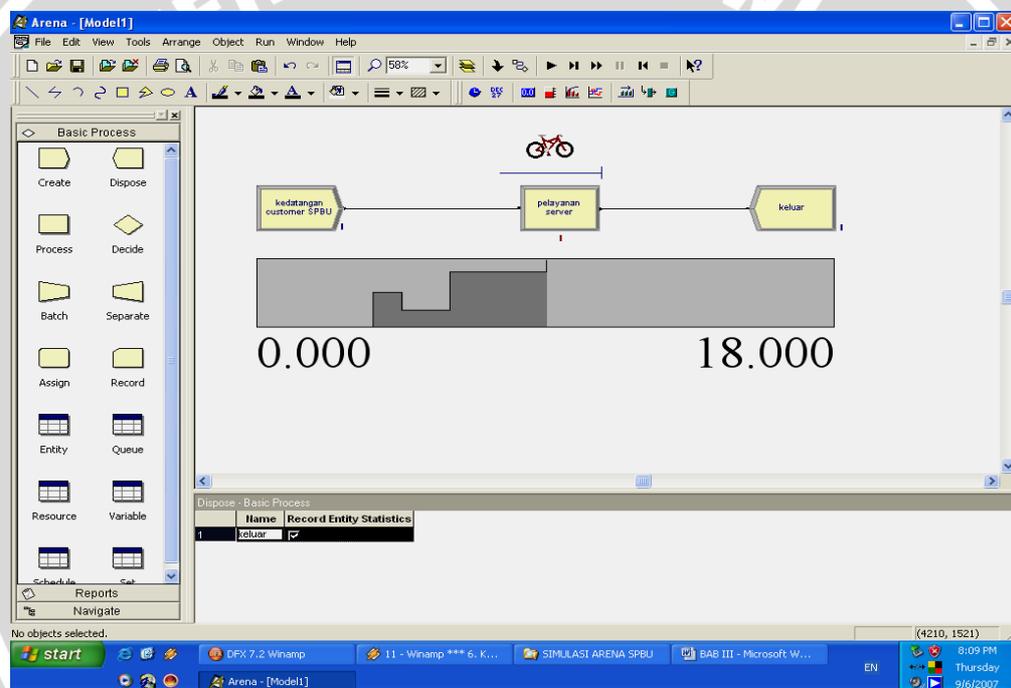
Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.8
Menu Run / Setup

2. Isi bagian setting dibawah ini:

Project Parameters		
Project Titel		Pengamatan antrian server
Analyst Time		SPBU
Replication Paramertes		0
Number of Replications		18
Replication Legth		second
Time Units (semua)		

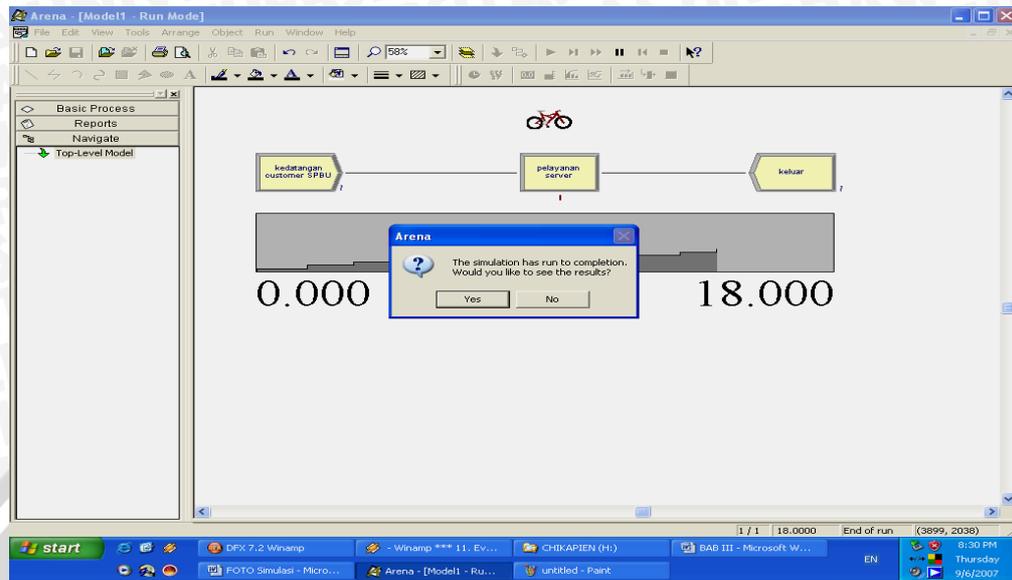
3. Gambar akhir dari *simple processing system* di atas adalah sebagai berikut.



Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.9
Menu Run / Setup

4. Klik tombol *Play*, kemudian akan muncul gambar dibawah ini:



Sumber : Software ARENA Versi 5.0

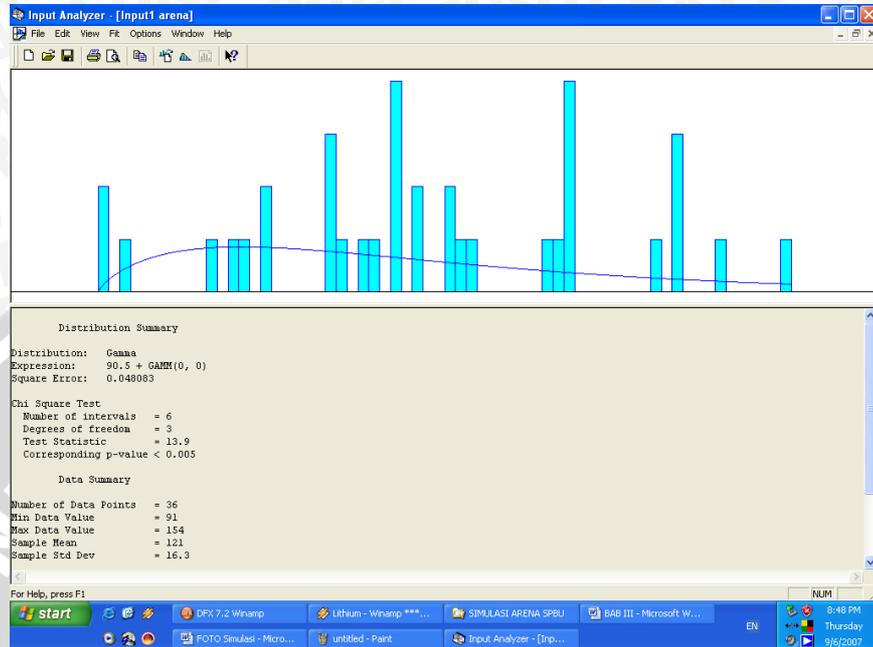
Gambar 3.10
Model Simple Proccerssing System (setelah dijalankan)

✓ *Input Analyzer*

Input Analyzer berfungsi untuk menentukan distribusi yang tepat bagi data – data yang digunakan. Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut

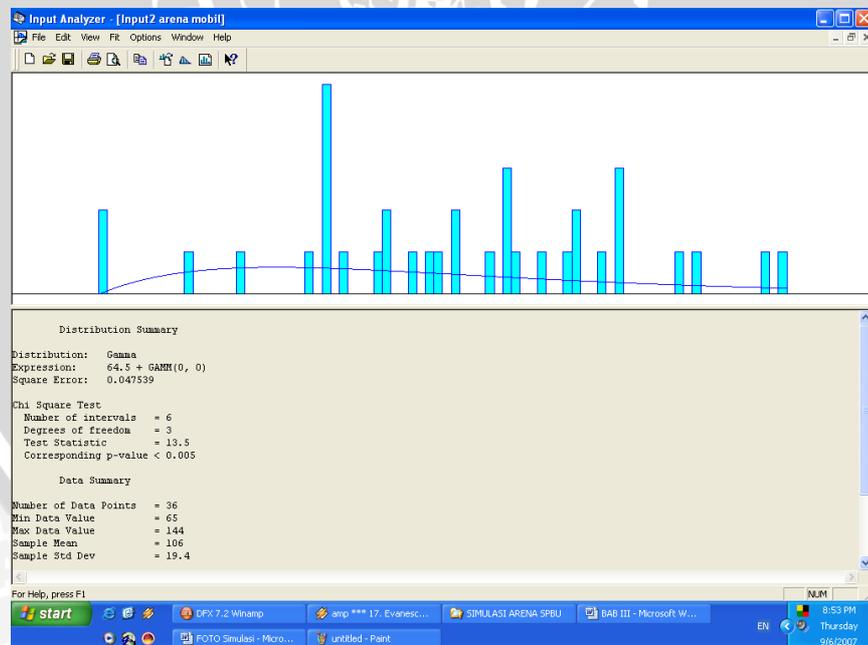
1. Ketik data – data yang ada di MS. WORD.
2. Simpan data – data tersebut kedalam ASCII text file (extention text).
3. Jalankan *input analyzer* untuk membuka file data yang telah disimpan.
4. Klik pada mene file / new untuk membuka window baru.
5. Masukkan file data (.txt) kedalam *input analyzer* dengan meng-klik pada menu file / data file / use existing.
6. Untuk menentukan distribusi dari data tersebut, klik pada menu file.

7. Klik pada menu edit / copy expression dan pindahkan kedalam kolom expression model Arena.



Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.11. Input 1 Analyzer



Sumber : Software ARENA Versi 5.0

Gambar 3.11. Input 2 Analyzer

3.4. Analisa Data

Analisa data dilakukan untuk mengolah data – data yang telah ditetapkan, beberapa data yang dilakukan antara lain :

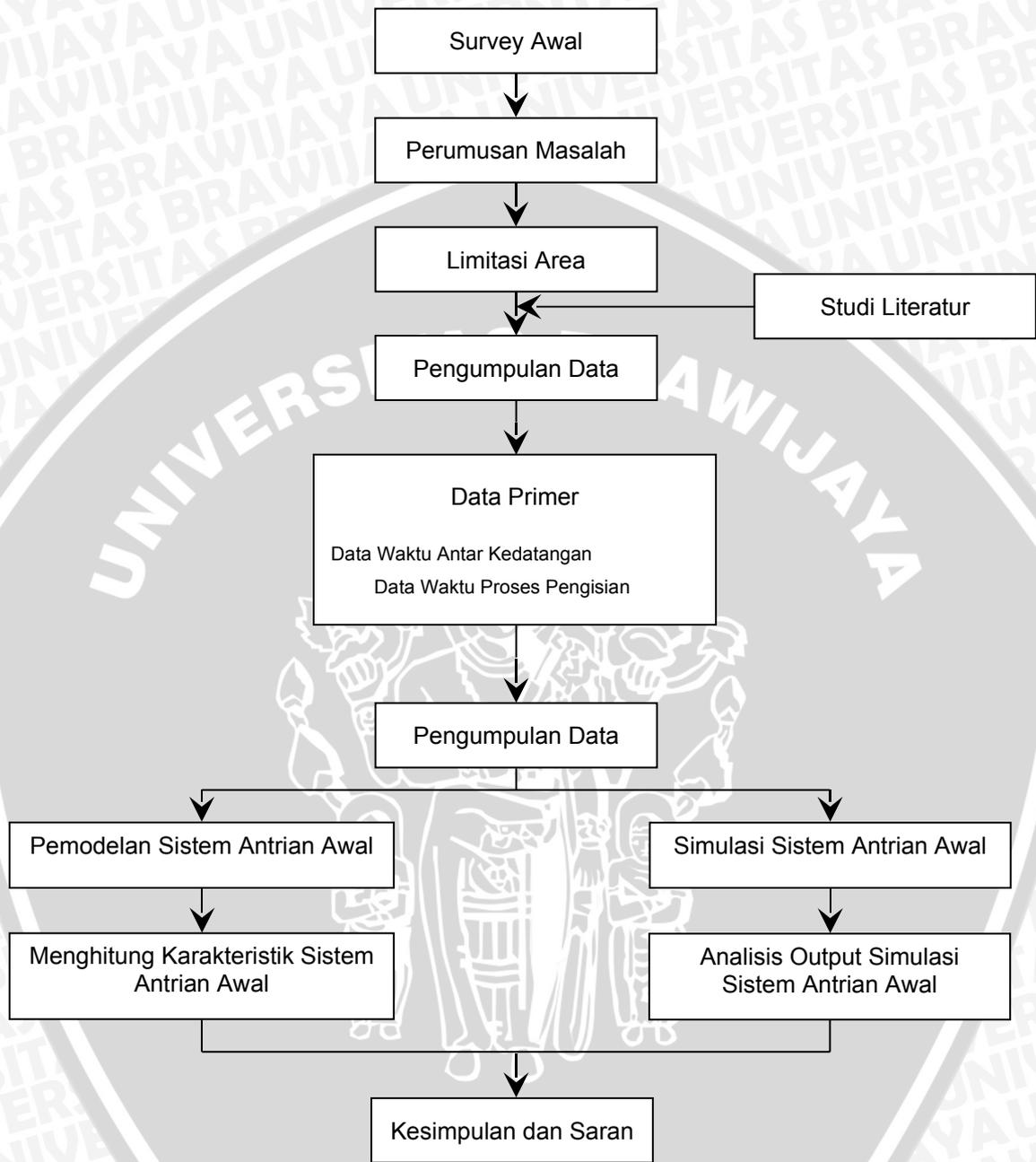
- Menganalisa pola kedatangan pelanggan, yang memasuki sistem antrian.
- Menganalisa waktu tunggu pelanggan, untuk mendapatkan layanan.
- Menganalisa waktu pelayanan, yang terjadi didalam sistem.
- Menganalisa tingkat kesibukan operator, dalam layanan.

Analisa yang dilakukan terhadap beberapa variabel diatas, menggunakan analisa statistik dan deskriptif, dengan menyajikan data berupa tabel dan grafik. Berdasarkan tabel dan grafik yang ada, maka dilakukan analisa terhadap kenyataan – kenyataan yang ada, guna menarik kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

3.5. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan pengambilan data untuk melakukan penelitian adalah SPBU panglima Sudirman Malang. Waktu penelitian dilakukan pada bulan juli 2007.

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1
Diagram Alir Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Data yang didapat dari pengamatan di SPBU Panglima Sudirman Malang pada bulan Juli 2007 berupa data waktu dan data penunjang. Adapun data tersebut adalah:

1. Data pengamatan langsung di SPBU Panglima Sudirman Malang, terdiri dari:
 - Data waktu kedatangan dan pelayanan, dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2

Tabel 4.1. Waktu kedatangan dan pelayanan Kendaraan (Mobil) per detik.

MOBIL					
Waktu (shift)	Jam Pengamatan	Pengamatan Kendaraan	Rata-rata Mewakili Populasi		
			Waktu Tunggu (detik)	Waktu Pelayanan (detik)	Waktu Keluar (detik)
1 (Pagi)	08.00-11.02	1	120	144	154
		2	103	142	115
		3	134	148	168
		4	144	154	164
		5	112	132	156
		6	106	118	124
2 (Siang)	12.00-15.02	1	112	144	164
		2	123	134	144
		3	113	118	115
		4	118	124	138
		5	118	133	156
		6	115	134	148
3 (Sore)	16.00-19.02	1	106	134	146
		2	101	112	123
		3	116	125	137
		4	91	104	115
		5	93	120	134
		6	91	123	138

Sumber : Pengamatan Bulan Juli 2007

Tabel 4.2 Waktu Kedatangan dan pelayanan Sepeda Motor per detik.

Sepeda Motor

Waktu (shift)	Jam Pengamatan	Pengamatan Kendaraan	Rata-rata Mewakili Populasi		
			Waktu Tunggu (detik)	Waktu Pelayanan (detik)	Waktu Keluar (detik)
1 (Pagi)	08.00-11.02	1	65	81	105
		2	89	97	112
		3	91	119	130
		4	98	113	121
		5	112	125	156
		6	91	110	124
2 (Siang)	12.00-15.02	1	120	142	164
		2	103	132	144
		3	65	91	115
		4	75	98	124
		5	112	144	156
		6	106	125	138
3 (Sore)	16.00-19.02	1	106	134	146
		2	101	112	123
		3	116	125	137
		4	91	104	115
		5	93	120	134
		6	91	123	138

Sumber : Pengamatan Bulan Juli 2007

- Data Waktu Pelayanan

Data waktu meliputi: data waktu kedatangan, waktu pelayanan dan waktu selesai pelayanan. Lamanya waktu tersebut dihitung per unit kendaraan (sepeda motor dan mobil) dengan mengambil secara acak 5 unit kendaraan dalam waktu yang berbeda-beda sesuai dengan pembagian shift yang berlaku di SPBU Panglima Sudirman. Adapun shift yang digunakan ada tiga yaitu: pagi – siang (08.00 – 11.00); siang – sore (12.00 – 15.00) ; dan sore – malam (16.00 -19.00).

- Data pengamatan jumlah kendaraan yang datang per unit

Tabel 4.3. Data Pengamatan Unit Kendaraan Sepeda Motor

Waktu (shift)	Pengamatan Ke -	Jam Pengamatan	Jumlah Kedatangan (sepeda motor)
1 (Pagi)	1	08.00-08.30	37
	2	08.31-09.00	24
	3	09.01-09.30	41
	4	09.31-10.00	37
	5	10.01-10.30	49
	6	10.31-11.00	50
			238
2 (Siang)	1	12.00-12.30	24
	2	12.31-13.00	31
	3	13.01-13.30	27
	4	13.31-14.00	29
	5	14.01-14.30	38
	6	14.31-15.00	34
			183
3 (Sore)	1	16.00-16.30	41
	2	16.31-17.00	52
	3	17.01-17.30	33
	4	17.31-18.00	46
	5	18.01-18.30	57
	6	18.31-19.00	84
			313

Sumber : Peagamatan Juli 2007

Tabel 4.4. Data Pengamatan Unit Kendaraan Mobil

Waktu (shift)	Pengamatan Ke-	Jam Pengamatan	Jumlah Kedatangan (Mobil)
1 (Pagi)	1	08.00-08.30	24
	2	08.31-09.00	19
	3	09.01-09.30	12
	4	09.31-10.00	9
	5	10.01-10.30	14
	6	10.31-11.00	8
			86
2 (Siang)	1	12.00-12.30	12
	2	12.31-13.00	19
	3	13.01-13.30	14
	4	13.31-14.00	23
	5	14.01-14.30	13
	6	14.31-15.00	25
			106
3 (Sore)	1	16.00-16.30	11
	2	16.31-17.00	23

	3	17.01-17.30	18
	4	17.31-18.00	29
	5	18.01-18.30	8
	6	18.31-19.00	9
			98

Sumber : Peagamatan Juli 2007

4.2. Pengujian Data

4.2.1. Pengujian Kecukupan Data

Untuk mengetahui apakah data yang diambil sudah memiliki kecukupan data, maka diperlukan suatu pengujian dengan tingkat kepercayaan dan derajat ketelitian.

Tingkat ketelitian tersebut merupakan penyimpangan maksimum hasil pengamatan dari sebenarnya. Sedangkan tingkat kepercayaan adalah hasil yang diperoleh untuk memenuhi syarat tersebut.

Maka tahap selanjutnya dilakukan test kecukupan data dengan tingkat kepercayaan 99 % ($k= 2,58$) dan Tingkat ketelitian 5 % ($s= 0,05$), karena dengan tingkat tersebut sekurang – kurangnya 99 dari 100 harga rata – rata dari waktu yang dicatat atau diukur untuk suatu elemen kerja akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 1 %, maka perhitungan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menghitung jumlah data pengamatan ($\sum X$), menghitung jumlah kuadrat masing – masing data pengamatan ($\sum X^2$), menghitung jumlah data pengamatan yang dikuadratkan ($\sum X^2$), dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Data jumlah kedatangan untuk Sepeda Motor

Waktu	Banyaknya Kedatangan Sepeda motor ($\sum X$)	kedatangan	($\sum X$) ²
Shift 1			
Pagi	238	39,667	56644
Shift 2			
Siang	183	30	32400
Shift 3			
Malam	313	52,167	97969
Total (\sum)	731	121.834	187013

Sumber : Peagamatan Juli 2007

Tabel 4.6 Data jumlah kedatangan untuk Mobil

Waktu	Banyaknya Kedatangan Mobil ($\sum X$)	kedatangan	($\sum X$) ²
Shift 1			
Pagi	86	14.3333	7396
Shift 2			
Siang	106	17.6667	11236
Shift 3			
Sore	98	16.3333	9604
Total (\sum)	290	48.3333	28236

Sumber : Peagamatan Juli 2007

2. Memasukkan data nilai yang diperoleh dari Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 ke dalam rumus :

$$N' = \left[\frac{k_s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Jika $N' < N$, maka data yang diambil sudah mencukupi

$N' > N$, maka perlu penambahan data

- Untuk Sepeda Motor:

$$N'_{sm} = \left[\frac{2,58 / 0,05 \sqrt{2(\sum 187013) - (\sum 731)^2}}{\sum 731} \right]^2$$

$$N'_{sm} = \left[\frac{2,58 / 0,05 \sqrt{561039} - 534361}{731} \right]^2$$

$$N'_{sm} = \left[\frac{51,6 * 163,334}{731} \right]^2$$

$$N'_{sm} = (1,1529)^2 = 1,3291 \approx 1,33$$

Keterangan :

N'_{sm} = Sepeda motor

- Untuk Mobil:

$$N'_{mb} = \left[\frac{2,58 / 0,05 \sqrt{2(\sum 28236) - (\sum 290)^2}}{\sum 290} \right]^2$$

$$N'_{mb} = \left[\frac{2,58 / 0,05 \sqrt{84704} - 84100}{290} \right]^2$$

$$N'_{mb} = \left[\frac{51,6 \sqrt{608}}{290} \right]^2$$

$$N'_{mb} = (0,43873)^2 = 0,1924894 \approx 0,2$$

Keterangan :

N'_{mb} = Mobil

Jumlah data yang diperoleh dikatakan cukup apabila jumlah data pengamatan yang seharusnya dilakukan (N') lebih kecil atau sama dengan banyaknya pengamatan yang dilakukan (N), dapat ditulis $N' \leq N$. Dari hasil perhitungan test kecukupan data diperoleh : N' sepeda motor = 1,33 dan N' mobil = 0,2 yang nilainya lebih kecil dari $N = 2$, maka data mencukupi untuk data berikutnya .

4.3 .Pengolahan Data

4.3.1. Jumlah Rata – rata (λ) Antar Kedatangan (sepeda motor dan Mobil)

Yang dimaksud dengan kedatangan rata-rata adalah jumlah seluruh kedatangan dalam selang waktu tertentu yang terbagi dengan jumlah pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Data jumlah antar kedatangan untuk Sepeda motor

Waktu (shift)	Pengamatan Ke -	Jumlah Kedatangan (sepeda motor) λ	Antar Kedatangan (jam/unit)
1 (Pagi)	1	37	0.027
	2	24	0.041
	3	41	0.024
	4	37	0.027
	5	49	0.020
	6	50	0.02
	Total	238	
2 (Siang)	1	24	0.041
	2	31	0.032
	3	27	0.037
	4	29	0.034
	5	38	0.026
	6	34	0.029
	Total	183	
3 (Sore)	1	41	0.024
	2	52	0.019
	3	33	0.030
	4	46	0.021
	5	57	0.017
	6	84	0.011
	Total	313	

Sumber : Peagamatan Juli 2007

Tabel 4.8. Data antar jumlah kedatangan untuk Mobil

Waktu (shift)	Pengamatan Ke -	Jumlah Kedatangan (Mobil) λ	Antar Kedatangan (jam/unit)
1 (Pagi)	1	24	0.041
	2	19	0.052
	3	12	0.083
	4	9	0.111
	5	14	0.071
	6	8	0.125
	Total	86	
2 (Siang)	1	12	0.083
	2	19	0.052
	3	14	0.071
	4	23	0.043
	5	13	0.076
	6	25	0.04
	Total	106	
3 (Sore)	1	11	0.090
	2	23	0.043
	3	18	0.055
	4	29	0.034
	5	8	0.125
	6	9	0.111
	Total	98	

Sumber : Peagamatan Juli 2007

Untuk mencari jumlah kedatangan kendaraan rata-rata (λ), digunakan rumuskan

$$\lambda = \frac{\sum Xn}{\sum f}$$

Keterangan : $\sum Xn$: Kedatangan perselang waktu

$\sum f$: frekuensi

Tabel 4.9. Jumlah rata – rata kedatangan per menit

Waktu Shift	Jumlah Kedatangan (menit)	
	Sepeda motor	Mobil
1 (Pagi)	4	1
2 (Siang)	3	2
3 (Sore)	5	2

Pada Sepeda motor

$$\lambda_{pgs} = \frac{238}{60} = 3,9667 = 4 \text{ sepeda motor / menit}$$

$$\lambda_{ssr} = \frac{180}{60} = 3,0 = 3 \text{ sepeda motor /menit}$$

$$\lambda_{smlm} = \frac{313}{60} = 5,21667 = 5 \text{ sepeda motor /menit}$$

Pada Mobil

$$\lambda_{pgs} = \frac{86}{60} = 1,433 = 1 \text{ mobil / menit}$$

$$\lambda_{ssr} = \frac{106}{60} = 1,766 = 2 \text{ mobil / menit}$$

$$\lambda_{smlm} = \frac{98}{60} = 1,633 = 2 \text{ mobil / menit}$$

Demikian pula, keadaan datangnya kendaraan juga tidak bisa diatur atau diatur, dalam arti interval waktu kedatangannya sembarang atau tetap. Dalam hal ini pola kedatangan pada data yang didapat juga mengalami hal yang bervariasi dan berbeda satu sama lain.

4.3.2. Tingkat Pelayanan Rata – rata (μ)

Tingkat waktu pelayanan rata-rata dimaksud adalah jumlah seluruh orang yang dilayani per periode waktu dibagi pengamatan. Karena waktu pelayanan adalah konstan, yakni 2 kendaraan untuk 1 menit, maka tingkat layanan rata – rata kendaraan (μ) adalah 30 kendaraan per jam dalam satu POM.

Table 4.10. Tingkat Pelayanan Rata-rata

Waktu (Shift)	Jumlah Kedatangan (per jam)	Tingkat Pelayanan (menit)	
		Sepeda motor	Mobil
1			
(Pagi)	238	8	3
2			
(Siang)	180	6	4
3			
(Sore)	313	10	3

Sumber : Hasil perhitungan

- Sepeda Motor

$$\mu_{pgs} = \frac{238}{30} = 7,933 \approx 8 \text{ Spd / Menit}$$

$$\mu_{ssr} = \frac{180}{30} = 6,00 \approx 6 \text{ Spd / Menit}$$

$$\mu_{smlm} = \frac{313}{30} = 10,43 \approx 10 \text{ Spd / Menit}$$

- Mobil

$$\mu_{pgs} = \frac{86}{30} = 2,866 \approx 3 \text{ mobil / Menit}$$

$$\mu_{ssr} = \frac{106}{30} = 3,533 \approx 4 \text{ mobil / Menit}$$

$$\mu_{smlm} = \frac{98}{30} = 3,266 \approx 3 \text{ mobil / Menit}$$

4.3.3. Waktu Rata – rata Tunggu dan Waktu Rata – rata Pelayanan

Kendaraan (sepeda motor dan mobil)

Waktu tunggu dan waktu pelayanan yang semula didapatkan data pengamatan dalam detik dikonversikan menjadi menit, sehingga didapatkan seperti dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.11. Waktu Rata-rata untuk sepeda motor setelah konversi

Waktu Tunggu Dalam Sistem				
Shift	Tunggu (λ) (detik)	Pelayanan (μ) (detik)	Tunggu (λ) (menit)	Pelayanan (μ) (menit)
1 (Pagi)	91	107.5	1.5167	1.79167
2 (Siang)	96.81	122	1.6135	2.033
3 (Sore)	99.66	119.667	1.6611	1.9945

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.12. Waktu Rata-rata untuk mobil setelah konversi

Waktu Tunggu Dalam Sistem				
Shift	Tunggu (λ) (detik)	Pelayanan (μ) (detik)	Tunggu (λ) (menit)	Pelayanan (μ) (menit)
1 (Pagi)	117	131.1677	1.95	2.18611
2 (Siang)	119.833	139.667	1.99722	2.32778
3 (Sore)	99.667	119.667	1.6611	1.9945

Sumber : Hasil perhitungan

Dari tabel data diatas maka dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Untuk mencari nilai waktu rata – rata dalam sistem (W_s) digunakan rumus dibawah ini.

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

Sedangkan untuk mencari nilai waktu rata – rata dalam antrian (W_a) adalah sebagai berikut.

$$W_a = \frac{\lambda}{\mu (\mu - \lambda)}$$

Kemudian dilakukan proses perhitungan menggunakan kedua rumus diatas, didapatkan nilai yang tercantum dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.13. Waktu Rata-rata Sepeda Motor dalam Sistem dan Antrian

Shift	Waktu	
	Dalam sistem (Ws) menit	Dalam antrian (Wa) menit
1 (Pagi)	3.6367	3.07865
2 (Siang)	2.3837	1.892
3 (Sore)	2.9994	2.498

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.14. Waktu Rata-rata Mobil dalam Sistem dan Antrian

Shift	Waktu	
	Dalam sistem (Ws) menit	Dalam antrian (Wa) menit
1 (Pagi)	4.2263462	3.777883
2 (Siang)	3.02516941	2.595575
3 (Sore)	2.99985001	2.4984583

Sumber : Hasil perhitungan

4.3.4. Jumlah Rata – rata yang antri dalam sistem (L_s) dan antrian (L_a)

Untuk menghitung jumlah rata –rata yang antri baik dalam sistem (L_s) maupun dalam antrian (L_a) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Jumlah rata –rata yang antri dalam sistem,

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

2. Jumlah rata – rata yang antri dalam antrian,

$$L_a = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Dari kedua rumus – rumus diatas kemudian dimasukkan nilai data yang didapat untuk mencari nilai L_s dan L_a , seperti pada Tabel 4.15 dibawah ini.

Tabel 4.15. Jumlah Rata – rata yang antri dalam sistem (L_s) dan antrian (L_a)

Shift	Jumlah Rata-rata			
	Sepeda motor		Mobil	
	Dalam Sistem (Ls)	Dalam Antrian(La)	Dalam Sistem (Ls)	Dalam Antrian(La)
1 (Pagi)	1	0.5	0.5	0.1667
2 (Siang)	1	0.5	1	0.5
3 (Sore)	1	0.5	2	1.333

Sumber : Hasil perhitungan

4.3.5. Tingkat Kemungkinan Antrian (ρ)

Untuk menghitung tingkat kemungkinan (probabilitas) antrian (ρ) adalah sebagai berikut :

$$\rho = \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^2 \left(1 - \frac{\lambda}{\mu} \right)$$

Maka didapatkan nilai data pada Tabel 4.15. dibawah ini.

Tabel 4.16. Tingkat Kemungkinan Antrian

Waktu Shift	Tingkat Kemungkinan			
	Antrian Sepeda motor		Antrian Mobil	
	Menit	%	Menit	%
1 (Pagi - Siang)	0.0078125	0.78125	0.000914494	0.0914494
2 (Siang - Sore)	0.0078125	0.78125	0.0078125	0.78125
3 (Sore - Malam)	0.0078125	0.78125	0.02923407	2.923407

Sumber : Hasil perhitungan

Dari data diatas dapat dilihat bahwa tingkat kemungkinan antrian pada sepeda motor sebesar 0,78125 % terjadi di ketiga shift yaitu pagi – siang, siang – sore, dan sore – malam. Sedangkan pada mobil tingkat kemungkinan antrian yang terjadi pada ketiga shift mengalami perbedaan, pada shift pagi – siang sebanyak

0,09145% , shift siang – sore sebesar 0,78125% dan shift sore – malam sebesar 2,923407 %.

4.3. Simulasi ARENA Versi 5.0

4.3.1. Hasil Simulasi

Setelah menjalankan model simulasi, hasil tersebut dapat dilihat sebagai ASCII text file (file extension.out.) dengan nama file yaitu model server SPBU out.

1. Hasil simulasi waktu 1 (shift) Pagi untuk sepeda motor

```

Model1.out - Notepad
File Edit Format View Help
Project:pengamatan antrian SPBU          Run execution date : 9/ 7/2007
Analyst:eka                             Model revision date: 9/ 7/2007
Replication ended at time                : 313.0

TALLY VARIABLES
Identifier      Average      Half width  Minimum    Maximum    observations
-----
customer.vATime 2.6952      (Insuf)    .66952     9.3827     113
customer.NVATime .00000     (Insuf)    .00000     .00000     113
customer.waitTime 10.043     (Insuf)    .00000     20.944     113
customer.Trantime .00000     (Insuf)    .00000     .00000     113
customer.otherTime .00000     (Insuf)    .00000     .00000     113
customer.TotalTime 12.739    (Insuf)    1.0945    24.814     113
pelayanan server.Queue 10.077    (Insuf)    .00000     20.944     114

DISCRETE-CHANGE VARIABLES
Identifier      Average      Half width  Minimum    Maximum    Final value
-----
customer.WIP 4.7708      (Insuf)    .00000     9.0000     8.0000
Resource 1.NumberBusy .97351    (Insuf)    .00000     1.0000     1.0000
Resource 1.NumberSched 1.0000    (Insuf)    1.0000     1.0000     1.0000
Resource 1.utilization .97351    (Insuf)    .00000     1.0000     1.0000
server.NumberBusy .97351    (Insuf)    .00000     1.0000     1.0000
server.NumberScheduled 1.0000    (Insuf)    1.0000     1.0000     1.0000
server.utilization .97351    (Insuf)    .00000     1.0000     1.0000
pelayanan server.Queue 3.7973    (Insuf)    .00000     8.0000     7.0000

OUTPUTS
Identifier      value
-----
customer.NumberIn 121.00
customer.NumberOut 113.00
Resource 1.TimesUsed 114.00
server.TimesUsed .97351
server.Scheduledutiliza 114.00
server.Scheduledutiliza 97351
System.NumberOut 113.00

Simulation run time: 0.08 minutes.
Simulation run complete.
  
```

Sumber : Software ARENA Versi 5.0

2. Hasil simulasi waktu 2 (shift) Siang sepeda motor

Model1.out - Notepad

ARENA Simulation Results
Rama - License: 12345

Summary for Replication 1 of 1

Project: pengamatan antrian SPBU
Analyst: teka
Run execution date: 9/ 7/2007
Model revision date: 9/ 7/2007

Replication ended at time : 180.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
customer.VATime	2.7524	(Insuf)	.66952	9.3827	62
customer.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	62
customer.WaitTime	8.5148	(Insuf)	.00000	20.944	62
customer.TransTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	62
customer.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	62
customer.TotalTime	11.267	(Insuf)	1.0945	24.814	62
pelayanan server.queue	8.5319	(Insuf)	.00000	20.944	63

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final value
customer.WIP	4.0309	(Insuf)	.00000	9.0000	4.0000
server.NumberBusy	.95393	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
server.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
server.Utilization	.95393	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
pelayanan server.queue	3.0770	(Insuf)	.00000	8.0000	3.0000

OUTPUTS

Identifier	Value
customer.NumberIn	66.000
customer.NumberOut	62.000
server.TimesUsed	63.000
server.ScheduledUtiliza	.95393
System.NumberOut	62.000

Simulation run time: 0.07 minutes.
Simulation run complete.

start | My Documents | BAB III - Microsoft W... | BAB IV - Microsoft Word | FOTO Simulasi - Micro... | 12:52 AM Friday 9/7/2007

Arena - [Model1 - Ru... | Model1.out - Notepad

3. Hasil simulasi waktu 3 (shift) Sore sepeda motor

Model1.out - Notepad

ARENA Simulation Results
Rama - License: 12345

Summary for Replication 1 of 1

Project: pengamatan antrian SPBU
Analyst: teka
Run execution date: 9/ 7/2007
Model revision date: 9/ 7/2007

Replication ended at time : 238.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
customer.VATime	2.6729	(Insuf)	.66952	9.3827	85
customer.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	85
customer.WaitTime	9.3022	(Insuf)	.00000	20.944	85
customer.TransTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	85
customer.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	85
customer.TotalTime	11.975	(Insuf)	1.0945	24.814	85
pelayanan server.queue	9.2934	(Insuf)	.00000	20.944	86

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final value
customer.WIP	4.4058	(Insuf)	.00000	9.0000	5.0000
server.NumberBusy	.96516	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
server.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
server.Utilization	.96516	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
pelayanan server.queue	3.4406	(Insuf)	.00000	8.0000	4.0000

OUTPUTS

Identifier	Value
customer.NumberIn	90.000
customer.NumberOut	85.000
server.TimesUsed	86.000
server.ScheduledUtiliza	.96516
System.NumberOut	85.000

Simulation run time: 0.13 minutes.
Simulation run complete.

start | CHIKAPIEN (H) | BAB III - Microsoft W... | BAB IV - Microsoft Word | FOTO Simulasi - Micro... | 12:07 AM Friday 9/7/2007

Arena - [Model1 - Ru... | Model1.out - Notepad | Model1.out - Notepad

Dari data diatas dapat dilihat bahwa tingkat kemungkinan antrian pada sepeda motor yang terjadi di ketiga shift yaitu pagi – siang, siang – sore, dan sore – malam.

4. Hasil simulasi waktu 3 (shift) pagi mobil

Project: pengamatan antrian SPBU
Analyst: eka
Run execution date: 9/ 7/2007
Model revision date: 9/ 7/2007

Replication ended at time : 86.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
customer.VATime	3.0543	(Insuf)	.90903	8.6212	26
customer.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	26
customer.WaitTime	8.2127	(Insuf)	.00000	19.540	26
customer.TransTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	26
customer.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	26
customer.TotalTime	11.267	(Insuf)	1.0945	22.596	26
pelayanan server.Queue	8.6642	(Insuf)	.00000	20.403	27

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final value
customer.WIP	4.5054	(Insuf)	.00000	9.0000	9.0000
Resource 1.NumberBusy	.94129	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Resource 1.NumberSched	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Resource 1.Utilization	.94129	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
server.NumberBusy	.94129	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
server.NumberSched	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
server.Utilization	.94129	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
pelayanan server.Queue	3.5641	(Insuf)	.00000	8.0000	8.0000

OUTPUTS

Identifier	value
customer.NumberIn	35.000
customer.NumberOut	26.000
Resource 1.TimesUsed	27.000
Resource 1.Scheduleduti	.94129
server.TimesUsed	27.000
server.Scheduledutiliza	.94129
System.Numberout	26.000

Simulation run time: 0.05 minutes.
Simulation run complete.



5. Hasil simulasi waktu 3 (shift) Siang mobil

Project: pengamatan antrian SPBU
Analyst: eka
Run execution date: 9/ 7/2007
Model revision date: 9/ 7/2007

Replication ended at time : 106.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
customer.VATime	2.7055	(Insuf)	.67244	8.6212	37
customer.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	37
customer.WaitTime	10.789	(Insuf)	.00000	20.944	37
customer.TranTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	37
customer.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	37
customer.TotalTime	13.494	(Insuf)	1.0945	24.814	37
pelayanan server.Queue	10.692	(Insuf)	.00000	20.944	38

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final value
customer.WIP	4.9396	(Insuf)	.00000	9.0000	5.0000
Resource 1.NumberBusy	.95237	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Resource 1.NumberSched	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Resource 1.Utilization	.95237	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
server.NumberBusy	.95237	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
server.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
server.Utilization	.95237	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
pelayanan server.Queue	3.9872	(Insuf)	.00000	8.0000	4.0000

OUTPUTS

Identifier	Value
customer.NumberIn	42.000
customer.NumberOut	37.000
Resource 1.TimesUsed	38.000
Resource 1.Scheduleduti	.95237
server.TimesUsed	38.000
server.Scheduledutiliza	.95237
System.NumberOut	37.000

Simulation run time: 0.05 minutes.
Simulation run complete.

6. Hasil simulasi waktu 3 (shift) Siang mobil

Project: pengamatan antrian SPBU
Analyst: eka
Run execution date: 9/ 7/2007
Model revision date: 9/ 7/2007

Replication ended at time : 98.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
customer.VATime	2.8867	(Insuf)	.73511	8.6212	32
customer.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	32
customer.WaitTime	10.346	(Insuf)	.00000	20.944	32
customer.TranTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	32
customer.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	32
customer.TotalTime	13.232	(Insuf)	1.0945	24.814	32
pelayanan server.Queue	10.513	(Insuf)	.00000	20.944	33

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final value
customer.WIP	4.8582	(Insuf)	.00000	9.0000	5.0000
Resource 1.NumberBusy	.94848	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Resource 1.NumberSched	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Resource 1.Utilization	.94848	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
server.NumberBusy	.94848	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
server.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
server.Utilization	.94848	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
pelayanan server.Queue	3.9097	(Insuf)	.00000	8.0000	4.0000

OUTPUTS

Identifier	Value
customer.NumberIn	37.000
customer.NumberOut	32.000
Resource 1.TimesUsed	33.000
Resource 1.Scheduleduti	.94848
server.TimesUsed	33.000
server.Scheduledutiliza	.94848
System.NumberOut	32.000

Simulation run time: 0.03 minutes.
Simulation run complete.



Dari data diatas dapat dilihat bahwa tingkat kemungkinan antrian pada mobil yang terjadi di ketiga shift yaitu pagi – siang, siang – sore, dan sore – malam.



BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Pembahasan

Dari hasil pengolahan data dengan software Simulasi ARENA Versi 5.0 didapat antara lain :

5.1.1. Tally Variables

- *Customer VATime*

Menunjukkan rata-rata customer dari proses sampai akhir sebesar 2.6729 detik dengan waktu minimum 66952 detik dan waktu maximum 9.3867 detik.

- *Customer Total Time*

Menunjukkan waktu total rata-rata customer sebesar 11.975 detik dengan waktu minimum 1.0945 detik dan waktu maximum 24.814 detik

5.1.2. Disreate – Change Variables

- ✓ *Customer WIP*

Menunjukkan rata-rata customer dalam proses pelayanannya adalah sebesar 4.4085 oranga dengan jumlah maksimum customer yang masuk adalah 90 orang dan yang menunggu 85 orang artinya rata-rata hanya 85 customer yang dilayani diantara 90 customer yang datang.

✓ *Teller.NumberBusy*

Menunjukkan tingkat kesibukan kasir adalah sebesar 1 atau dengan kata lain tingkat kesibukannya adalah 100%

✓ *Teller.NumberScheduled*

Menunjukkan nilai yang dijadwalkan untuk server adalah sebesar 1 yang artinya server dijadwalkan untuk bekerja sebesar 100%.

✓ *Teller.Utilization*

Menunjukkan utilitas dari server sebesar 1 (atau Teller dalam keadaan sibuk 100% berdasarkan waktu simulasi).

5.1.3. Output

➤ *Customer.NumberIn*

Menunjukkan banyak konsumen yang masuk sebanyak 90 orang.

➤ *Customer.NumberOut*

Menunjukkan banyaknya konsumen yang keluar sebanyak 85 orang

➤ *Teller.Time Used*

Menunjukkan nilai waktu yang digunakan server (tingkat kesibukan) sama dengan 86 detik.

➤ *Teller.ScheduledUtilization*

Menunjukkan utilitas yang dijadwalkan dari server sebesar 1 (tingkat kesibukan server yang dijadwalkan 100%).

➤ *System.NumberOut*

Menunjukkan jumlah customer yang keluar dari sistem sama dengan 85 orang dari 90 customer yang datang.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data setiap proses pelayanan menunjukkan pada sepeda motor, (Pagi) 7,933 Spd/menit hasil simulasi 3,440 Spd/menit, (Siang) 6,000 Spd/menit hasil simulasi 3,079 Spd/menit, (Sore) 10,43 Spd/menit hasil simulasi 3,797 Spd/menit. Pada mobil, (Pagi) 2,866 mobil/menit hasil simulasi 3,564 mobil/menit, (Siang) 3,533 mobil/menit hasil simulasi 3,987 mobil/menit, (Sore) 3,266 mobil/menit hasil simulasi 3,909 mobil/menit.

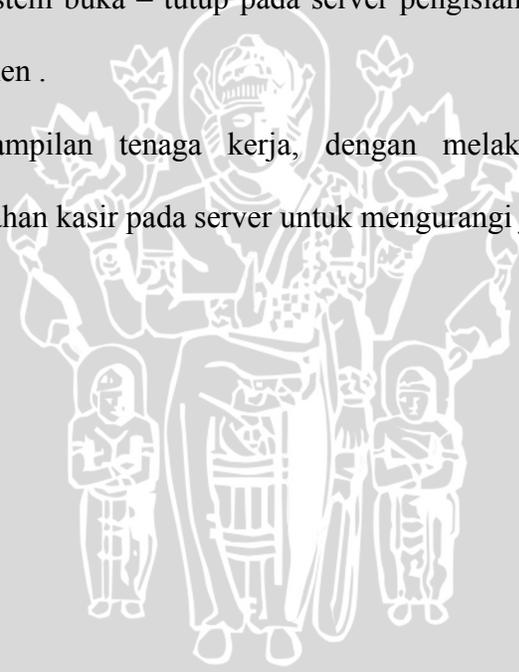
Faktor – faktor yang mempengaruhi antara lain adalah sebagai berikut :

- Customer.VA Time sama dengan Konsumen.Total Time. Wait Time (waktu menunggu konsumen) sama dengan 9.1022 detik.
- Customer.NumberIn (jumlah customer yang masuk) berjumlah 90 orang dan customer.NumberOut (jumlah customer yang keluar) yaitu sebanyak 85 orang.
- Server.NumberBusy sebesar 1 yang artinya tingkat kesibukan server adalah 100%.
- Server.NumberScheduled memiliki nilai sebesar 1, sedangkan untuk server.Utilization juga mempunyai nilai yang sama yaitu sebesar 1 yang artinya server dijadwalkan untuk bekerja sebesar 100% dan dalam kenyataannya server bekerja sesuai dengan dijadwalkan sebesar 100% sesuai dengan simulasi ARENA Versi 5.0.

- Jadi pelayanan pengisian bahan bakar minyak pada SPBU panglima Sudirman Malang sudah dioptimalakan.
- Variabel yang berpengaruh pada antrian adalah jumlah server yang terbatas.

6.2 Saran

- ❖ Penambahan jumlah server guna mengoptimalkan layanan pada SPBU Panglima Sudirman Malang.
- ❖ SPBU Panglima Sudirman memberikan peningkatan layanan yang lebih baik dengan melakukan sistem buka – tutup pada server pengisian untuk mengurangi waktu tunggu konsumen .
- ❖ Meningkatkan keterampilan tenaga kerja, dengan melakukan penambahan keahlian dan penambahan kasir pada server untuk mengurangi jumlah antrian.



DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, Sritomo, 1997, **Prosedur Penelitian**, edisi Revisi Penerbit Rineka Cipta, Yogyakarta

Gaspersz, Vincent, 1996, **Analisis Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri**, Tarsito Bandung

Indriantoro, Nur dan Bambang Supomo 1999, **metodologi Penelitian Bisnis Untuk Akuntansi Management**, BPFE Yogyakarta

Kakiay, Thomas J, 2004, **Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata**, Penerbit Andi Yogyakarta

Levin, Richard, 1993, **Pengambilan Keputusan Secara Kuantitatif**, Edisi Tujuh, Penerbit PT. Grafindo Persada, Jakarta

Santoso, Singgih, 2001, **Pelatih Discrete Simulation Software Arena 5.0**, Edisi II, Teknik Industri FTUI Depok – 2001, Jakarta.

Siagian. P, 1987, **Penelitian Operasional Teori dan Praktek**, Universitas Indonesia Press Jakarta

Subagyo, Pangestu, Marwam Asri, T. Hani Handoko, 2000, **Dasar-dasar Operations Research**, edisi kedua BPFE Yogyakarta

Sudjana, 1996, **Metode Statistik**, edisi keenam, Penerbit Tarsito Bandung

Taha, Hamdy A, 1997, **Riset Operasi**, jilid II Binarupa Aksara Jakarta