PERBAIKAN PERFORMANSI SISTEM MANUFAKTUR DENGAN PENDEKATAN MODEL SIMULASI ARENA DI PT. KAWAN SEJATI AKURASI

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri



Disusun Oleh :
RISMA ARNITA
01 522 303

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

EVALUASI PERFORMANSI SISTEM MANUFAKTUR DENGAN PENDEKATAN MODEL SIMULASI ARENA

(Study Kasus PT. Kawan Sejati Akurasi, Jogjakarta)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Risma Arnita

No Mhs : 01 522 303

Yogyakarta, 18 Juni 2007

Mengetahui

Dosen Pembimbing

(Agus Mansyur, ST, M.Eng.Sc)

LEMBAR PENGESAHAN

Perbaikan Performansi Sistem Manufaktur Dengan Pendekatan Model Simulasi Arena Di PT. Kawan Sejati Akurasi

TUGAS AKHIR

Oleh :

Risma Arnita

01 522 303

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 29 Juni 2007

Tim penguji,

Agus Mansyur, ST, M.Eng.Sc
Ketua

Hartomo, Ir., M.Sc
Anggota 1

Ir. Sunaryo, MP
Anggota 2

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA ★ YOGYAKARTA ★ FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Ir. R.Chairul Saleh, M.Sc.,Ph.D

Kupersembahkan Karya Kecil ini

Untuk Ayahanda Aliasar dan Ibunda Salhana,
Yang kasih sayangnya tak pernah habis tercurah dan do'anya tak pernah putus untuk kesuksesanku.

Untuk Kak Ar, Kak Iin, Kak Asni, Bang Opit, dan Keponakanku Hesna.
Sesungguhnya aku mencintai kalian semua karena Allah.

Untuk Para Murobbi
Yang tak pernah lelah untuk saling berpegangan tangan dan mengukuhkan kaki dijalan dakwah ini.

Untuk Ikhwahfillah
Teman-teman liqo, Komunitas Satu Hati, Hugos, Shafiyya, KAMMI Komsat UII, Tazkia, dan para pejuang keadilan
Intanshurullaha wa yan surkum wayu tsabbit aqdaamakum !

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) tetap bekerja keraslah (urusan) yang lain
(Al-insyiroh : 6-7)

Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar
(Al-Anfal : 46)

Berangkatlah kamu baik dengan rasa ringan maupun berat, dan berjihadlah dengan harta dan jiwamu di jalan Allah. Yang demikian itu adalah lebih baik bagimu jika kamu mengetahui.
(At-taubah : 41)

ABSTRAKSI

Simulasi merupakan metodologi untuk melakukan percobaan dengan menggunakan model dari sistem nyata. Sebagai salah satu alat pendukung keputusan, simulasi digunakan untuk mempelajari dan mengevaluasi sistem nyata sehingga dapat diambil tindakan berdasarkan hasil simulasi. Adapun tujuan simulasi pada penelitian ini adalah mengevaluasi beberapa alternatif-alternatif keputusan dan memilih yang terbaik bagi pengambil keputusan dengan menggunakan model simulasi. Penelitian dilakukan di PT. Kawan Sejati Akurasi yang beralamat di Jl. Kaliurang km 19,4 Purwodadi Sleman Yogyakarta. Sistem produksi pada PT. Kawan Sejati Akurasi dimodelkan dengan software Arena8.0 dan dijalankan sebanyak 20 replikasi, kemudian dianalisa performansinya berdasarkan jumlah output, waktu siklus, jumlah antrian, jalur produksi bottleneck, utilitas sumberdaya, biaya ,dan rasio manfaat-biaya. Dari analisa performansi model awal kemudian dibuat alternatif-alternatif model pengembangan melalui pengalokasikan sumberdaya mesin dan manusia. Pada Model Pengembangan Satu dilakukan penambahan satu unit mesin Injection Pepsodent dan penambahan satu orang tenaga sortir. Pada model Pengembangan dua dilakukan penambahan satu orang tenaga sortir, Model Pengembangan Tiga dilakukan penambahan satu unit mesin Injection Kelly dan satu orang tenaga sortir, dan pada Model Pengembangan Empat dilakukan penambaahn satu unit mesin Injection Pepsodent. Dari berbagai model tersebut diperoleh skenario terbaik yaitu Model Pengembangan Empat dengan keputusan penambahan satu unit mesin Injection Pepsodent. Penambahan mesin Injection Pepsodent memberikan peningkatan performansi yaitu: output rata-rata meningkat sebesar 0,7%, waktu siklus turun sebesar 8%, waktu tunggu berkurang sebesar 25%, jumlah antrian menurun sebesar 24% dan biaya sistem turun sebesar 7%. Selain itu, dari sisi investasi Model Pengembangan ini layak dilakukan.

Key Words : Sistem, Simulasi, Performansi

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamualaikum *Warrohmatullahi Wabarrokatuh*

Syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT yang selalu dan senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada segenap kehidupan, serta pemberi karunia akal yang sempurna, yang menjadikan manusia sebagai khalifah di muka bumi. Sholawat serta salam senantiasa selalu tercurah kepada pembawa risalah mulia, Rosulullah saw, beserta keluarga, sahabat dan penerus risalahnya yang setia hingga akhir zaman.

Suatu kelegaan ketika akhirnya penulis dapat menyelesaikan bagian akhir dari amanah yang panjang ini dengan begitu banyak kemudahan dan kekuatan yang Allah berikan melalui banyak pihak dengan bantuan, dukungan dan doa. Untuk itu penulis ingin menghaturkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri.
3. Bapak Agus Mansyur, ST, M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Ivone Feranika sebagai Direktur PT. Kawan Sejati Akurasi yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di PT. Kawan Sejati Akurasi

5. Bapak Sugiarto, dan Ibu Rani yang telah banyak memberikan bantuan dalam pengumpulan data dan pelaksanaan penelitian Tugas Akhir di PT. Kawan Sejati Akurasi
6. Keluarga yang telah memberikan cinta, kasih sayang, dorongan serta do'anya demi kesuksesan penulis.
7. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan limpahan rahmat dan karunia serta kelapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu diharapkan saran dan kritik yang dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini. Semoga apa yang telah penulis ketengahkan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Jogjakarta, Juni 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ii

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJIAN iii

HALAMAN PERSEMBAHAN iv

HALAMAN MOTTO v

ABSTRAKSI vi

KATA PENGANTAR vii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xv

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Perumusan Masalah 3

1.3 Batasan Masalah 3

1.4 Tujuan Penelitian 4

1.5 Manfaat Penelitian 4

1.6 Sistemetika Penulisan 5

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1 Pemodelan Sistem 7

2.1.1 Defenisi Sistem 7

2.1.2 Model 7

2.2 Simulasi 8

2.2.1 Pendahuluan 8

2.2.2 Model Simulasi 9

2.2.3 Metodelogi Studi Simulasi 10

2.2.4 Keunggulan dan Kekurangan Simulasi 13

2.2.5 Bagian dalam Model Simulasi 14

2.3 Variabel Random 16

2.4 Distribusi Peluang 17

2.4.1 Distribusi Peluang Diskrit 17

2.4.2 Distribusi Peluang Kontinyu 17

2.4.3 Distribusi Probabilitas Empiris 18

2.5 Validasi dan Verifikasi 19

2.6 Analisa Output Simulasi 25

2.7 Arena 28

2.7.1 Pendahuluan 28

2.7.2 Arena 8.0 29

2.7.3 Input Analyzer 30

2.7.4 Process Analyzer 31

2.7.5 Desain Eksperimen 32

2.7.6 OptQuest 33

2.7.7 Metode Batchmean 34

2.8 Sistem produksi Manufaktur 34

2.8.1 Proses Produksi Manufaktur 34

2.8.2 Bahan Baku 35

2.8.3 Pemindahan Material dalam Proses 35

2.8.4 Ukuran Performansi/ Kinerja Sistem Manufaktur 36

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian 38

3.2 Studi Literatur 38

3.3 Metode Pengumpulan Data 38

3.4 Pengolahan Data dan Analisa Hasil 40

3.5 Pembahasan 42

3.6 Hasil Penelitian 42

3.7 Alur Penelitian 42

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Data Umum Perusahaan 45
4.2 Proses Produksi 46
4.3 Pengumpulan Data 48
4.3.1 Jadwal Kerja Perusahaan dan Data Produk 48
4.3.2 Data Waktu Proses Untuk Pembuatan Produk 49
4.3.3 Data Material Handling 51
4.3.4 Kapasitas Maksimal 52
4.3.5 Data Resource 52
4.4 Pengolahan Data 54
4.4.1 Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data 54
4.4.2 Penentuan Distribusi Input yang Sesuai 56
4.5 Simulasi Sistem 57
4.5.1 Formulasi Masalah 57
4.5.2 Simulasi Sistem 57
4.5.3 Blok/ Modul Pemodelan Sistem 59
4.5.4 Penentuan Fase Steady State 64
4.5.5 Validasi Data Output 71
4.5.6 Desain Eksperiment 78
4.5.7 Model Pengembangan OptQuest 82

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Analisa Model Awal Simulasi 83
5.2 Analisa Model Pengembangan 87
5.2.1 Model Pengembangan Satu 87
5.2.2 Model Pengembangan Dua 90
5.2.3 Model Pengembangan Tiga 93
5.2.4 Model Pengembangan Empat 95
5.3 Perbandingan Ukuran Performansi Sistem 97
5.4 Penetapan Model Terpilih 99
5.5 Penetapan Model Terpilih Menggunakan OptQuest 100

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan 103

6.2 Saran 104

DAFTAR PUSTAKA 105

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Output Produk Perminggu	48
Tabel 4.2	Data Produk	49
Tabel 4.3	Waktu Proses Pembuatan produk Pada Mesin	50
Tabel 4.4	Jarak Antar Stasiun Kerja	51
Tabel 4.5	Route Time Antar Stasiun Kerja	51
Tabel 4.6	Kapasitas Mesin	52
Tabel 4.7	Waktu Antar Kerusakan Mesin	52
Tabel 4.8	Lama Kerusakan Mesin	53
Tabel 4.9	Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data Cap Pepsodent	54
Tabel 4.10	Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data Cap Flip Top Viva	55
Tabel 4.11	Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data Cap Kelly	55
Tabel 4.12	Distribusi Probabilitas Data Input	56
Tabel 4.13	Data dan Informasi Sistem Untuk Model Simulasi	58
Tabel 4.14	Modul yang Digunakan Untuk Memodelkan Sistem	59
Tabel 4.15	Output Kumulatif Tiap Batch	65
Tabel 4.16	Output Relatif dan Hasil Deletation	67
Tabel 4.17	Output Hasil Simulasi	72
Tabel 4.18	Output Sistem Nyata	73
Tabel 4.19	Uji Chi Square	74
Tabel 4.20	Data Statistik Untuk Uji Chi Square	75
Tabel 4.21	Data Statistik Untuk Uji Kesamaan Dua Rata – Rata	76

Tabel 4.22 Data Statistik Untuk Uji Kesamaan Dua Variansi 77

Tabel 5.1 Ukuran Performansi Sistem Pada Model Awal 84

Tabel 5.2 Ukuran Performansi Sistem Pada Model Pengembangan Satu 88

Tabel 5.3 Performansi Sistem Pada Penambahan Mesin Injection Viva 90

Tabel 5.4 Ukuran Performansi Sistem Pada Model Pengembangan Dua 91

Tabel 5.5 Ukuran Performansi Sistem Pada Model Pengembangan Tiga 93

Tabel 5.6 Ukuran Performansi Sistem Pada Model Pengembangan Empat 96

Tabel 5.7 Perbandingan Performansi Sistem Untuk Setiap Model 98

Tabel 5.8 Rasio Manfaat Biaya Masing-Masing Model Pengembangan 99

Tabel 5.9 Rasio Manfaat - Biaya Meningkat 100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Studi Sistem	8
Gambar 2.2	Metodologi Studi Simulasi	12
Gambar 2.3	Hubungan AntaraVerifikasi dan Validasi	19
Gambar 3.1	Flowchart Penelitian	43
Gambar 4.1	Flowchart Proses Produksi	47
Gambar 4.2	Model Sistem Manufaktur dalam Arena	69
Gambar 4.3	Animasi Model Awal Sistem Manufaktur	70
Gambar 4.4	Grafik Steady State	71
Gambar 4.5	Model Pengembangan Satu	79
Gambar 4.6	Model pengembangan Dua	80
Gambar 4.7	Model pengembangan Tiga	81
Gambar 4.8	Model pengembangan Empat	81
Gambar 5.1	Penetapan Control Model Skenario	101
Gambar 5.2	Menetapkan Respon Pada Model Skenario	101
Gambar 5.3	Hasil Akhir Optimasi Model Skenario	102

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi, dimana batas antar negara semakin terbuka, produk barang atau jasa dari suatu tempat mudah mencapai tempat lain, sehingga persaingan antar perusahaan semakin meningkat. Hal ini merupakan peluang sekaligus tantangan bagi perusahaan manufaktur maupun jasa. Peluang karena semakin terbukanya pemasaran produk, dan tantangan karena perlunya perbaikan terus-menerus untuk meningkatkan kinerja perusahaan. Dan hal yang tak kalah penting adalah pencapaian performansi yang lebih tinggi.

Pada perusahaan manufaktur, proses produksi merupakan aktivitas vital yang memberikan implikasi besar terhadap keberlansungan suatu perusahaan. Oleh sebab itu evaluasi dan analisa terhadap performansi sistem produksi yang ada merupakan hal yang diperlukan dalam rangka perbaikan dan peningkatan kinerja perusahaan secara kolektif.

Untuk dapat mempelajari suatu sistem produksi secara ilmiah, seringkali dibuat asumsi-asumsi tentang bagaimana elemen-elemen dalam sistem itu bekerja. Asumsi-asumsi ini biasanya mengambil bentuk hubungan matematis maupun logika untuk membentuk sebuah model yang akan digunakan untuk mendapatkan informasi yang pasti. Salah satu alat analisis yang dapat digunakan pada pendekatan ini adalah metode matematis seperti aljabar, kalkulus, ataupun teori probabilitas, yang disebut sebagai alat analitik. Pada sistem yang relatif kompleks, tidak mudah menggunakan

alat analitik untuk menganalisanya. Salah satu alat yang relatif mudah u menganalisis sistem tersebut adalah simulasi.

PT. Kawan Sejati Akurasi (KSA) sebagai perusahaan plastik dan moulding memiliki permintaan tetap terhadap produk Cap pepsodent dan Cap Flip Top Viva setiap bulannya, selain itu pada saat ini PT. KSA juga menerima order untuk produk Cap Kelly. Kontinuitas produksi perlu dijaga untuk memenuhi permintaan terhadap ketiga produk tersebut. Permasalahan yang muncul adalah efektifitas dan efisiensi pada unit injection dimana terjadi penumpukan material dan proses permesinan yang bermasalah (error) sehingga berpengaruh pada lingkungan produksi.. Berbagai perbaikan dan usaha untuk meningkatkan performansi sistem kemungkinan tidak memberikan hasil yang optimal pada fase implementasi. Hal ini disebabkan oleh sistem pengembangan yang ada yaitu dengan metode trial & error yang lansung diterapkan pada sistem nyata, menyebabkan adanya implikasi yang negatif pada sistem riil. Set up ulang, down time, maupun range waktu yang diperlukan guna adaptasi operator telah menyebabkan turunnya produktifitas sistem secara kolektif karena adanya penerapan sistem trial & error tersebut. Dengan kata lain uji coba atas suatu perbaikan atau perubahan langsung terhadap sistem yang ada pasti akan memerlukan waktu dan biaya yang sangat besar di samping resiko kegagalan yang sulit diestimasi.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah mekanisme pengembangan sistem yang memungkinkan setiap skenario yang ada dapat diuji validitasnya sebelum diimplememtasikan pada sistem produksi riil untuk meminimasi efek negatif yang mungkin timbul. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan model simulasi.

Dalam simulasi komputer digunakan untuk mengevaluasi model numerically, dan data dikumpulkan untuk memperkirakan karakteristik yang sebenarnya dari model. Untuk tujuan penghematan biaya simulasi komputer merupakan alat yang tepat untuk uji coba atas rancangan sistem yang baru atau hasil audit dari sistem yang sudah ada untuk memperbaiki performansinya dalam berbagai aspek.

1.2 Perumusan Masalah

Penggunaan simulasi untuk keperluan diagnostik dapat memberikan pemahaman mengenai bekerjanya sistem yang jika tidak melalui simulasi memerlukan waktu bertahun-tahun untuk dikembangkan. Selain itu, masalah-masalah potensial yang mungkin timbul dalam kondisi-kondisi tertentu di masa akan datang dapat diidentifikasi. Pertanyaan yang kemudian muncul adalah :

1. Bagaimanakah performansi sistem manufaktur di bagian Injection PT. Kawan Sejati Akurasi berdasarkan simulasi awal Arena.
2. Bagaimana perbaikan performansi sistem manufaktur di bagian injection PT Kawan Sejati Akurasi berdasarkan simulasi Arena.

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan penelitian perlu dilakukan agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas. Batasan-batasan tersebut adalah:

1. Obyek penelitian hanya dilakukan pada lingkup internal perusahaan PT. Kawan Sejati Akurasi.

2. Penelitian performansi sistem produksi dilakukan pada unit Injection untuk produk Cap Pepsodent, Cap Flip Top Viva dan Cap Kelly.
3. Parameter performansi manufaktur yang diukur meliputi: jumlah output, waktu proses/ unit produk, utilisasi dari sumberdaya mesin dan tenaga kerja, jalur produksi bottleneck, jumlah antrian, dan biaya .
4. Desain eksperimen model simulasi sistem manufaktur dilakukan terhadap sumber daya (mesin atau tenaga kerja) yang beresiko besar mengalami bottleneck dengan pengalokasian sumberdaya.
5. Pengamatan disesuaikan dengan kondisi perusahaan tempat berlangsungnya penelitian, yaitu di PT. Kawan Sejati Akurasi

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan informasi mengenai performansi sistem manufaktur di bagian Injection PT. Kawan Sejati Akurasi melalui simulasi awal Arena.
2. Mendapatkan performansi sistem manufaktur yang lebih baik dari sebelumnya pada unit Injection PT Kawan Sejati Akurasi melalui simulasi Arena.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Membantu perusahaan mengetahui gambaran mengenai bekerjanya sistem produksi pada unit Injection sehingga mempermudah dalam melakukan evaluasi.

2. Memberi masukan perbaikan/ pengembangan sistem pada proses produksi yang bermasalah dengan meminimasi resiko negatif pada fase implementasi.
3. Dapat mengaplikasikan sebagian ilmu yang telah diperoleh oleh mahasiswa di bangku kuliah pada dunia industri nyata.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih mudah dipahami, maka selanjutnya tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian , manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. LANDASAN TEORI

Bab ini berisi uraian dari beberapa teori yang dijadikan dasar dalam penyelesaian masalah dan penunjang pelaksanaan penelitian.

BAB III. METODLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tentang tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian secara sistematis mulai dari perumusan masalah hingga pengambilan kesimpulan.

BAB IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data-data yang dibutuhkan untuk pemecahan masalah disertai dengan analisisya.

BAB V. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan dari pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB VI. PENUTUP

Bab ini merupakan bagian paling akhir yang berisi kesimpulan yang didapatkan dari pemecahan masalah dan saran-saran untuk perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisi daftar sumber literatur yang dijadikan acuan dalam pembuatan tugas akhir ini, seperti buku maupun jurnal.

LAMPIRAN

Bagian ini berisi tabel-tabel maupun gambar-gambar yang berkaitan dengan penjelasan-penjelasan pada setiap bab dalam tugas akhir ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pemodelan Sistem

2.1.1 Definisi Sistem

Untuk memodelkan sistem, maka terlebih dahulu diperlukan pengertian tentang konsep sistem dan batasanya. Sistem merupakan kesatuan dari elemen-elemen yang terhubung melalui sebuah mekanisme tertentu dan terikat dalam hubungan interdependensi, yang mempunyai tujuan bersama (Banks, 1996). Sistem juga memiliki hubungan yang bersifat umpan balik yang menyebabkan sistem senantiasa bersifat dinamis. Sedangkan lingkungan sistem adalah segala sesuatu yang tidak merupakan bagian dari sistem, tetapi keberadaannya dapat mempengaruhi dan atau dipengaruhi sistem. Lingkungan suatu sistem juga mempunyai batas (*Boundary*) dengan sistem lain yang berada disekitarnya.

2.1.2 Model

Model merupakan suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu yang telah disepakati dari suatu sistem nyata, dibuat dengan tujuan mempelajari sistem tersebut (Banks, 1996). Walaupun model merupakan bentuk *sederhana* dari sebuah sistem, tetapi dalam pembentukannya harus tetap memperhatikan kompetensi dari karakteristik sistem yang diamati. Beberapa model dari sebuah sistem yang sama, bisa saja berbeda, tergantung pada persepsi, kemampuan, dan sudut pandang analis/peneliti sistem yang besangkutan.

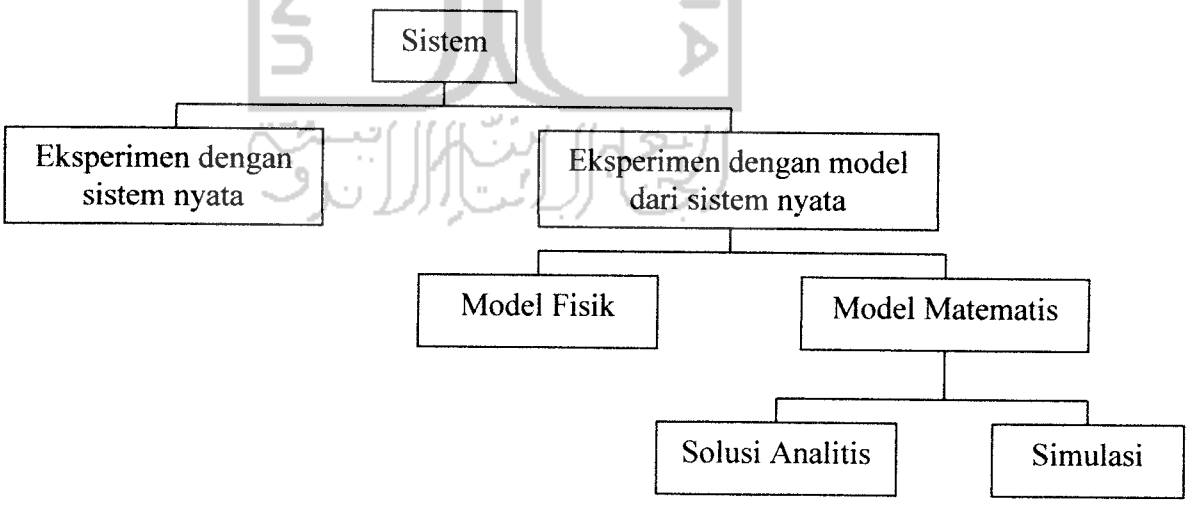
2.2 Simulasi

2.2.1 Pendahuluan

Simulasi adalah suatu metodelogi untuk melakukan percobaan dengan menggunakan model dari sistem nyata (Purnomo, 2004). Adapun gagasan di balik simulasi adalah:

1. Untuk meniru situsi dalam dunia nyata secara matematis
2. Kemudian untuk mempelajari karakteristik operasi tersebut, dan
3. Menarik kesimpulan dan mengambil keputusan tindakan berdasarkan hasil simulasi.

Pemahaman yang utama adalah bahwa simulasi bukan merupakan alat optimasi yang memberi suatu keputusan hasil namun hanya merupakan alat pendukung keputusan (decision support system) dengan demikian interpretasi hasil sangat tergantung kepada si pemodel.



Gambar 2.1. Diagram Studi Sistem

Pada dasarnya, peneliti dilapangan memiliki alasan-alasan melakukan simulasi sebagai suatu percobaan sistem nyata untuk membantu membuat keputusan, diantara alasan tersebut adalah:

1. Proses aktual tidak atau belum tersedia
2. Proses yang diusulkan terlalu mahal untuk dibangun atau fasilitas belum tersedia untuk dicoba
3. Proses yang diteliti terlalu kompleks untuk dianalisis dalam sebuah laporan penelitian
4. Sistem aktual yang secara fisiknya tidak dapat diganggu atau diubah
5. Sistem yang diteliti fleksibel untuk dirubah.

Aplikasi simulasi dapat dilakukan pada beberapa permasalahan sistem, diantaranya : desain dan analisa sistem manufaktur, evaluasi suatu senjata militer baru atau taktik, penetapan kebijakan pemesanan dan sistem persediaan, desain sistem komunikasi, desain dan operasi fasilitas transportasi, dan analisa keuangan atau sistem ekonomi.

2.2.2 Model Simulasi

Dalam melakukan studi sistem bahwa sebenarnya simulasi merupakan turunan dari model matematik dimana sistem sendiri dikategorikan menjadi 2, yaitu sistem diskret dan sistem kontinyu (Law A, 1991). *Sistem diskret* mempunyai maksud bahwa jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah seketika itu juga pada poin waktu terpisah, misalnya pada sebuah bank dimana variabelnya adalah jumlah nasabah yang akan berubah hanya ketika nasabah datang atau setelah selesai dilayani dan pergi. Sedangkan S*istem kontinyu* mempunyai arti jika keadaan

variabel-variabel dalam sistem berubah secara terus menerus (kontinyu) mengikuti jalannya waktu, misalnya pesawat terbang yang bergerak diudara dimana variabelnya seperti posisi dan kecepatannya akan terus dan bergerak.

2.2.3 Metodologi Studi Simulasi

Dalam melakukan suatu penelitian/kajian tidak dapat dilakukan secara sembarangan atau asal-asalan. Artinya bahwa diperlukan suatu langkah-langkah atau metodologi yang terstruktur dan terkendali sehingga konklusi yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan keabsahannya. Begitu pula dalam melakukan studi simulasi terdapat metodolgi umum yang digunakan, yaitu:

1. Formulasi masalah

   Setiap studi selalu dimulai dengan suatu pernyataan yang jelas tentang tujuan yang hendak dicapai. Secara keseluruhan harus direncanakan pula variabel-variabel yang terdapat dalam sistem obyek.

2. Kumpulkan data

   Informasi dan data sebaiknya dikumpulkan pada secara terpusat dan digunakan untuk melakukan spesifikasi prosedur operasi dan distribusi probabilitas untuk variabel random yang terdapat dalam model.

3. Uji Validasi

   Meskipun kita yakin bahwa validasi adalah sesuatu yang sebaiknya dilakukan setelah model simulasi dijalankan namun ada beberapa keuntungan jika dilakukan diawal. Diantaranya adalah kita yakin terlebih dahulu bahwa distribusi data, keragaman data, dan aktualitas variable yang lain yang mendukung model sudah benar/syah.

4. Buat program komputer & verifikasi

   Pemodel simulasi harus menentukan program apakah yang akan digunakan untuk menguji dan menjalankan model. Dalam penelitian ini program simulasi yang digunakan yaitu ARENA.8.0. Selama melakukan translasi model kedalam program yang dipilih dilakukan verifikasi model terhadap sistem nyata apakah bentuk fisik model sudah seperti sistem nyatanya.

5. Jalankan program

   Dengan bantuan software simulasi model yang telah dibuat dijalankan (run) untuk melihat hasilnya.

6. Validasi

   Program yang dijalankan dapat digunakan untuk menguji sensitivitas hasil dari model terhadap perubahan kecil pada parameter masukan. Jika hasilnya berubah secara ekstrim maka suatu estimasi yang baik harus diambil. Jika sistem nampak sama dengan yang ada saat ini, data hasil dari program simulasi dapat dibandingkan dengan sistem nyatanya. Jika 'hasilnya' baik maka program simulasi dinyatakan valid dan model dianggap representasi dari sistem nyata.

7. Mendesain (model) eksperimen

   Jika program simulasi sudah dinyatakan valid maka pemodel dapat melakukan berbagai eksperimen terhadap program/model tersebut sesuai dengan penelitiannya.

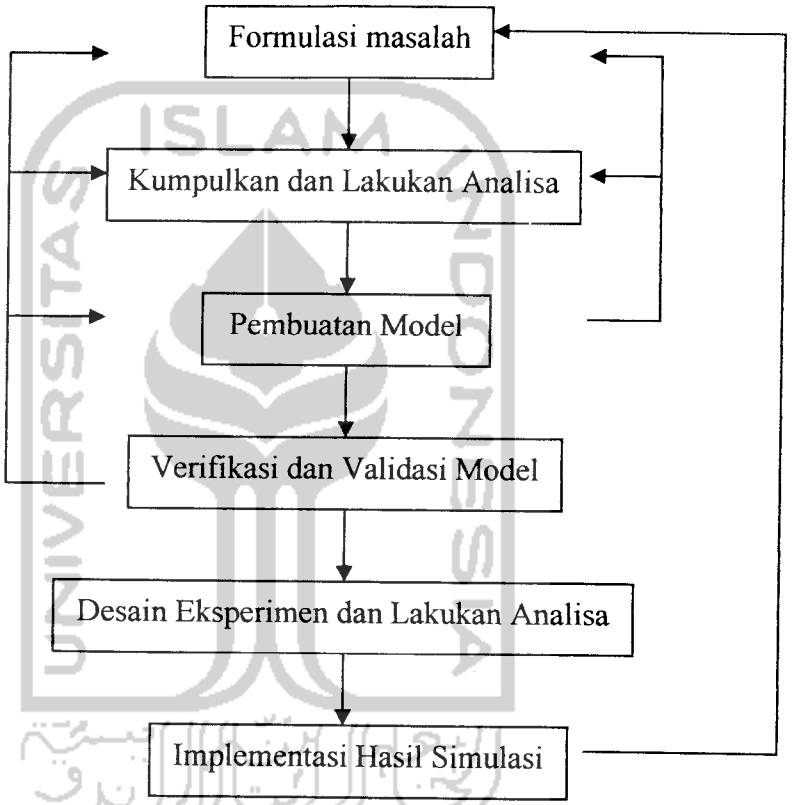
8. Jalankan model eksperimen

   Mengulangi langkah 5 sesuai dengan panjang simulasi yang telah ditentukan sebelumnya.

9. Analisa data output

   Teknik-teknik statistik digunakan untuk melakukan analisa data yang dihasilkan. Dengan mengukur selang kepercayaan dan performansi yang berbeda-beda untuk setiap desain maka dapat diketahui mana model simulasi terbaik sesuai tujuan yang hendak dicapai.

10. Implementasi



Gambar 2.2 Metodologi Studi Simulasi

2.2.4 Keunggulan Dan Kekurangan Simulasi

Simulasi memiliki banyak keunggulan antara lain (Heizer, 2005):

1. Simulasi secara relatif sederhana dan fleksibel
2. Simulasi dapat digunakan untuk menganalisis situasi dunia nyata yang besar dan kompleks yang tidak bisa dipecahakan oleh model manajemen operasi konvensional
3. Kerumitan dunia nyata dapat dimasukkan, dimana kerumitan tersebut tidak dapat diatasi oleh sebagian besar model MO lain.
4. Memungkinkan adanya factor pemadatan waktu
5. Simulasi memungkinkan pertanyaan "What if".
6. Simulasi tidak bertentangan dengan system dunia nyata
7. Simulasi dapat meneliti efek interaksi antar komponen individu atau variable untuk menentukan komponen atau variable yang penting.

Kekurangan utama simulasi adalah sebagai berikut (Heizer ,2005):

1. Model simulasi yang sangat baik bisa menjadi sangat mahal, karena untuk mengembangkannya dibutuhkan waktu berbulan-bulan.
2. Simulasi merupakan sebuah pendekatan trial and error yang dapat menghasilkan solusi berbeda jika diulangi.
3. Model simulasi tidak menghasilkan jawaban tanpa adanya input yang cukup dan realistis.
4. Setiap model simulasi bersifat unik. Solusi sebuah model dan kesimpulanya pada umumnya tidak dapat diterapkan pada persoalan lain.

2.2.5 Bagian Dalam Model Simulasi

Beberapa bagian model simulasi yang berupa istilah-istilah asing perlu dipahami oleh pemodel karena bagian-bagian ini sangat penting dalam menyusun suatu model simulasi.

a. Entiti (entity)

Kebanyakan simulasi melibatkan 'pemain' yang disebut entiti yang bergerak, merubah status, mempengaruhi dan dipengaruhi oleh entiti yang lain serta mempengaruhi hasil pengukuran kinerja sistem. Entiti merupakan obyek yang dinamis dalam simulasi. Biasanya entiti dibuat oleh pemodel atau secara otomatis diberikan oleh software simulasinya.

b. Atribut (attribute)

Setiap entiti memiliki ciri-ciri tertentu yang membedakan antara satu dengan yang lainnya. Karakteristik yang dimiliki oleh setiap entiti disebut dengan atribut. Atribut ini akan membawa nilai tertentu bagi setiap entiti. Satu hal yang perlu diingat bahwa nilai atribut mengikat entiti tertentu. Sebuah part (entiti) memiliki atribut (arrival time, due date, priority, dan color) yang berbeda dengan part yang lain.

c. Variabel (variable)

Variabel merupakan potongan informasi yang mencerminkan karakteristik suatu sistem. Variabel berbeda dengan atribut karena dia tidak mengikat suatu entiti melainkan sistem secara keseluruhan sehingga semua entity dapat mengandung variabel yang sama. Misalnya, panjang antrian, batch size, dan sebagainya.

d. Sumber daya (Resource)

Entiti-entiti seringkali saling bersaing untuk mendapat pelayanan dari resource yang ditunjukkan oleh operator, peralatan, atau ruangan penyimpanan yang terbatas. Suatu resource dapat berupa grup atau pelayanan individu.

e. Antrian (Queue)

Ketika entiti tidak bergerak (diam) hal ini dimungkinkan karena resource menahan (seize) suatu entiti sehingga mengikat entiti yang lain untuk menunggu. Jika resource telah kosong (melepas satu entiti) maka entiti yang lain bergerak kembali dan seterusnya demikian.

f. Kejadian (Event)

Bagaimana sesuatu bekerja ketika simulasi dijalankan? Secara sederhana, semuanya bekerja karena dipicu oleh suatu kejadian. Kejadian adalah sesuatu yang terjadi pada waktu tertentu yang kemungkinan menyebabkan perubahan terhadap atribut atau variabel. Ada tiga kejadian umum dalam simulasi, yaitu Arrival (kedatangan), Departure (entity meninggalkan sistem), dan The End (simulasi berhenti).

g. Simulation Clock

Nilai sekarang dari waktu dalam simulasi yang dipengaruhi oleh variable disebut sebagai Simulation Clock. Ketika simulasi berjalan dan pada kejadian tertentu waktu dihentikan untuk melihat nilai saat itu maka nilai tersebut adalah nilai simulasi pada saat tersebut.

h. Replikasi

Replikasi mempunyai pengertian bahwa setiap menjalankan dan menghentikan simulasi dengan cara yang sama dan menggunakan set parameter input yang

sama pula ('identical' part), tapi menggunakan masukan bilangan random yang terpisah ('independent' part) untuk membangkitkan waktu antar-kedatangan dan pelayanan (hasil-hasil simulasi). Sedangkan panjang waktu simulasi yang diinginkan untuk setiap replikasi disebut length of replication.

2.3 Variabel Random

Untuk dapat menggambarkan bagaimana mekanisme perubahan sistem tentu diperlukan sebuah metode pendekatan khusus yang dianggap dapat dijadukan dasar untuk mengidentifikasi perubahan sistem tersebut. Dalam simulasi sistem kejadian diskret yang dikenal juga dengan sebutan "Discrete- event simulation" sebagian besar perubahan yang terjadi pada sistem didekati dengan konsep probabilitas dari setiap kemungkinan perubahan variabel sistem yang ada (Banks, 1996)

Jika kita mengamati sebuah sistem nyata yang ada di sekitar kita, bagaimana setiap entitas, atribut, dan elemen lain dari sistem itu berubah dari waktu ke waktu, maka kita akan sampai pada kesimpulan bahwa keadaan selalu berubah dengan dinamis. Dinamisasi sebuah sistem sering tidak dapat diduga karena keacakan dalam setiap kemungkinan perubahan yang ada. Akan tetapi, sebagaimana tidak pastinya kemungkinan kejadian dalam sistem yang diamati, seorang analis sistem harus dapat melakukan pendugaan yang sangat diperlukan dalam proses pengambilan keputusan. Untuk itu, maka alternatif terbaik adalah bagaimana kita memperhatikan keacakan yang terjadi dalam pembuatan model simulasi sehingga dapat dibentuk sebuah model yang bisa menjadi representasi sistem nyata yang diamati.

Persoalan memilih nilai yang baik untuk tetapan pembangkit bilangan random (disebut juga "pseudo random") merupakan persoalan yang rumit. Agar dapat dikatakan acak, deret bilangan yang dihasilkan oleh pembangkit bilangan random harus memenuhi beberapa uji (test) untuk menjamin bahwa bilangan-bilangan tersebut terdistribusi secara serba sama, dan tidak ada korelasi signifikan antara digit bilangan itu atau antar bilangan-bilangan yang berurutan.

Memperhatikan hal tersebut, maka unsur variabel random ini menjadi salah satu elemen pokok dalam hampir setiap model simulasi terutama simulasi kejadian diskrit. Mengenai cara bilangan membangkitkan variable random, dapat digunakan bantuan software untuk melakukannya dengan asumsi bahwa software tersebut memiliki metode pembangkit variable random yang andal.

2.4 Distribusi Peluang

2.4.1 Distribusi Peluang Diskrit

Distribusi peluang diskrit adalah distribusi yang variabel random atau acaknya adalah variabel random diskrit, misalnya banyak anak panah pada sebuah keluarga dapat berjumlah 1, 2, 3 dan seterusnya tidak mungkin berjumlah 2,3 atau 1,5 (Supramono, 1993). Beberapa distribusi yang termasuk peluang diskrit adalah: distribusi binomial, distribusi poisson dan distribusi seragam.

2.4.2 Distribusi Peluang kntinyu

Distribusi peluang kontinyu adalah suatu distribusi yang variabel random atau acaknya adalah variabel random kontinyu, dimana variabel tersebut dinyatakan dalam sembarang nilai yang terdapat pada interval tertentu sehingga nilainya bisa

berupa bilangan bulat maupun pecahan atau pengukurannya dapat dibagi dalam bagian-bagian yang tak berhingga (Supramono, 1993). Biasanya variabel acaknya diperoleh dari hasil pengukuran, misalnya: tinggi badan seseorang bisa 155,5 cm, 160,3 cm dan sebagainya. Distribusi probabilitas variabel kontinyu berupa kurva, dimana laus daerah dibawah kurva menunjukkan probabilitas tertentu. Adapun beberapa distribusi probabilitas kontinyu yang sering digunakan adalah: distribusi normal, eksponensial dan triangular.

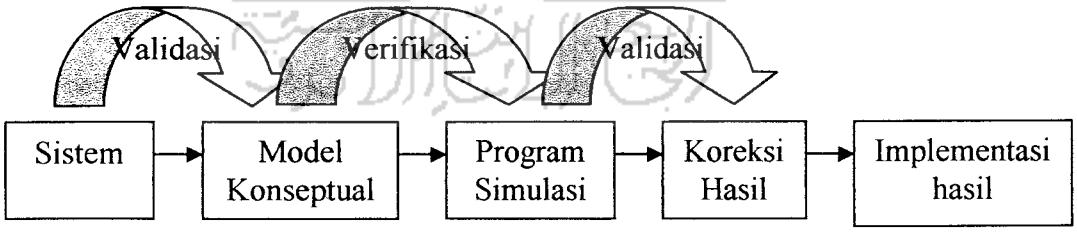
2.4.3 Distribusi Probabilitas Empiris

Seperti telah diketahui, bahwa secara garis besar fungsi distribusi terbagi menjadi dua jenis yaitu fungsi distribusi diskrit dan kontinyu. Sedangkan cara untuk menghitung peluang setiap distribusi tergantung pada fungsi padat peluang (probability density function) masing-masing distribusi. Sehingga dapat disebutkan bahwa fungsi padat peluang untuk kasus diskrit dan fungsi padat peluang untuk kasus kontinyu merupakan cara untuk menjelaskan distribusi probabilitas suatu populasi atau sistem. Penggunaan metode statistik (fungsi distribusi teoritis) tentunya tidak mungkin mencukupi untuk mencirikan probabilitas tertentu dari sistem atau populasi pada proses pengamatan atau penelitian. Oleh karenanya himpunan data yang diperoleh dari pengamatan lebih baik dipakai untuk mencirikan atau meringkas berbagai karakteristik probabilitas yang dimiliki oleh sistem yang bersangkutan. Distribusi probabilitas yang terbentuk dari himpunan data pengamatan yang mencirikan karakteristik sistem ini dikenal dengan distribusi probabilitas empiris (pengamatan) (Walpole, 1986)

Sering dijumpai dalam suatu penelitian yang menyangkut variabel random/ acak, fungsi padat peluang distribusi tertentu f(x) tidak diketahui secara pasti, oleh karenanya bentuk suatu fungsi distribusi tersebut harus dimisalkan atau diduga. Agar pemilihan f(x) tidak terlalu menyimpang, maka penentuan suatu fungsi distribusi harus didasarkan pada pertimbangan yang menyeluruh akan suatu data pengamatan dengan pendekatan statistik yang benar.

2.5 Validasi Dan Verifikasi

Ketika mengerjakan suatu model dan kadangkala disaat membangun model tersebut maka disanalah waktu untuk melakukan verifikasi dan validasi. Verifikasi adalah suatu langkah untuk meyakinkan bahwa model berkelakuan atau bersifat seperti yang dikehendaki. Validasi merupakan langkah untuk meyakinkan bahwa model berkelakuan seperti sistem nyata. Kedua langkah ini tidak dapat dilakukan dengan asumsi begitu saja, namun harus dengan teknik-teknik statistik. Secara sederhana hubungan antara verifikasi dan validasi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.3. Hubungan Antara Verifikasi dan Validasi

Dalam menguji validasi dari suatu data pengamatan yang sudah ada, langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Uji Distribusi Data Input

Data input dalam model simulasi adalah bagian terpenting yang harus mendapat peerhatian tersendiri. Dalam simulasi antrian misalnya dikenal dengan input data bentuk distribusi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan. Pada sistem persediaan atau inventory dibutuhkan input data yang terdiri dari distribusi-distribusi permintaan dan lead time. Pada kasus perawatan dan reliabilitas system dikenal beberapa input yang dibutuhkan, seperti : distribusi waktu antar kerusakan komponen.

Untuk menghasilkan simulasi sistem nyata yang baik, penentuan bentuk distribusi dari input data merupakan tugas utama dan sangat penting karena akan berdampak pada hasil atau output yang akan diinterpretasikan dan dianalisa. Pengujian ini dilakukan untuk menguji data input, dimana data masukan tersebut mengikuti suatu distribusi tertentu. Untuk dapat membuat suatu distribusi probabilitas dari sutu himpunan data pengamatan diperlukan beberapa langkah:

1. Pengumpulan Data pengamatan yang kemudian dinyatakan sebagai himpunan data pengamatan yang akan diduga fungsi distribusinya. Data pengamatan harus diambil dengan cara yang benar dan memiliki jumlah kuantitatif yang cukup representatif. Banyaknya data pengamatan yang diperlukan dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$N' = \left(\frac{k/s\sqrt{N\sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2}}{\sum X_1} \right)^2 \quad \ldots\ldots(2.1)$$

   Data pengamatan cukup apabila $N > N^1$

2. Data yang sudah tersedia dibuat range dengan rumus :

Range = D_{max} - D_{min} .....(2.2)

3. Menentukan banyak kelas. Dengan menggunakan aturan Sturgess, jumlah kelas intervalnya adalah :

k = 1 + 3,3 (log n) .....(2.3)

4. Penentuan panjang kelas interval

$$i = \frac{Range}{Jlh\ \ kelas} \quad \text{.....(2.4)}$$

5. Sebelum daftar sebenarnya dituliskan, ada baiknya membuat kolom tabulasi untuk menentukan jumlah frekuensi masing-masing kelas interval, lalu dibuat daftar yang benar.
6. Langkah terakhir adalah menerjemahkan tabel yang dibuat dalam bentuk histogram frekuensi atau probabilitas dari data yang ada.

Alat statistik untuk menguji kesesuaian fungsi distribusi probabilitas teoritis terhadap fungsi distribusi probabilitas empiris dalam penelitian ini menggunakan metode " Chi Square Goodness of Fit Test". Langkah-langkah untuk melakukan uji Chi Square adalah:

1. Menyatakan H0 dan Hipotesis alternatifnya. Uji Chi Square digunakan untuk menguji apakah suatu distribusi data hasil observasi memiliki kecocokan dengan suatu distribusi teoritis. Jadi misalnya terdapat kumpulan data yang akan disesuaikan dengan distribusi normal, maka hipotesisinya adalah

   H0 = Data waktu berdistribusi normal

   H1 = Data waktu tidak berdistribusi normal

2. Tentukan taraf nyata (tingkat signifikansi)

Misalnya taraf signifikansi 95%, jadi daerah kritis $\alpha = 0{,}05$

3. Tentukan statistik uji X^2 dan derajat bebasnya

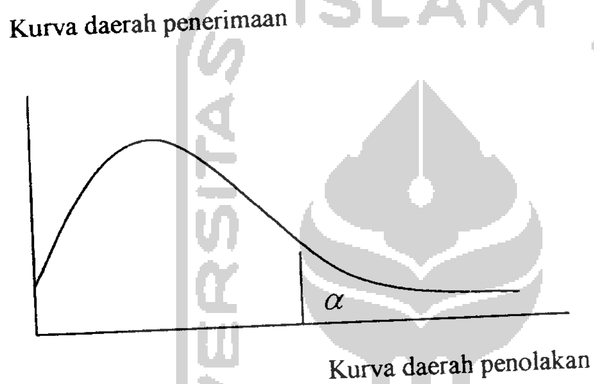
$$X^2 = \sum \frac{(Oi - Ei)^2}{ei} \quad \text{...} (2.5)$$

Oi = Frekuensi Observasi (hasil produksi),dan

Ei = Frekuensi teoritis atau perencanaan produksi

Derajat bebas n – k – 1

4. Tentukan daerah penolakannya



5. Hitung X^2 dan tentukan ditolak atau diterima Ho-nya.

6. Buatlah kesimpulan

Beberapa distribusi probabiliitas yang telah ada, diantaranya adalah:

1. Binomial
2. Poisson
3. Normal
4. Lognormal
5. Eksponensial
6. Gamma

7. Beta
8. Erlang
9. Diskrit atau Kontinyu Uniform
10. Triangular

Pada software ARENA 8.0 telah disediakan alat bantu untuk menguji distribusi data input yaitu Input Analyzer. Dalam penelitian ini untuk mempermudah maka data masukan akan diuji dengan input analyzer.

b. Uji Validasi Output

Dalam pengujian ini, akan diuji data output simulasi dan data pengamatan yang sudah ada, yaitu menguji antara output produk yang diproduksi dalam satu minggu (nyata) yang akan diuji berpasangan dengan output simulasi model awal. Dalam hal ini kita membandingkan populasi yang independent dengan cara membandingkan parameter-parameter tersebut. Pengujian statistik yang akan dilakukan adalah Uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi dan uji kecocokan (Chi square).

Dengan asumsi populasi normal tersebut memiliki rata-rata μ_1 dan μ_2 sedangkan simpangan bakunya σ_1 dan σ_2. Maka Hipotesisnya adalah

H0 = $\mu_1 - \mu_2 = 0$ atau $\mu_1 = \mu_2$

H1 = $\mu_1 \neq \mu_2$

Untuk populasi dengan $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$, dimana σ tidak diketahui, akan dilakukan uji rataan untuk membandingkan rataan suatu populasi dengan nilai tertentu atau populasi lain. Menggunakan uji sebagai berikut:

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{Sp\sqrt{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}}} \quad \text{.....(2.6)}$$

$$Sp^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 1} \quad \text{.....(2.7)}$$

$$v = n_1 + n_2 - 2 \quad \text{.....(2.8)}$$

Nilai t diperoleh dari tabel $t_{\alpha/2}$

Apabila $-t_{\alpha/2} < T < t_{\alpha/2}$, maka Ho diterima yang berarti kedua populasi memiliki rataan yang sama.

Untuk populasi dengan $\sigma_1 \neq \sigma_2$ dimana σ tidak diketahui, maka menggunakan statistik uji sebagai berikut:

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} - \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad \text{.....(2.9)}$$

$$v = \frac{\left(S_1^2/n_1 + S_2^2/n_2\right)^2}{\frac{\left(S_1^2/n_1\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(S_2^2/n_2\right)^2}{n_2 - 1}} \quad \text{.....(2.10)}$$

Apabila $-t_{\alpha/2} < T < t_{\alpha/2}$, maka Ho diterima yang berarti kedua populasi memiliki rataan yang sama.

Selain uji rataan ,uji yang digunakan adalah uji variansi untuk menguji apakah variansi suatu populasi sama dengan variansi populasi lainnya, oleh karena itu hipotesis yang dipakai adalah:

H0 = $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ atau $\sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$

H1 = $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

Mula-mula dihitung variansi sample S_1^2 dan S_2^2 dari sample yang berukuran n_1 dan n_2. Rumus:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad \text{.....(2.11)}$$

Selanjutnya dicari nilai F dengan menggunakan rumus:

$$F = \frac{S_1^2 / \sigma_1^2}{S_2^2 / \sigma_2^2} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \cdot \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$$

Karena $\sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$, maka rumus diatas menjadi :

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ dengan } S_1^2 > S_2^2 \quad \text{.....(2.13)}$$

Dengan V1 = n_1 - 1 dan V2 = n_2 - 1 dapat ditentukan batas kritisnya yaitu $f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2)$ dan $f_{\alpha/2}(v_1, v_2)$. H0 diterima apabila $f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2) < F < f_{\alpha/2}(v_1, v_2)$ yang berarti kedua populasi memiliki variansi yang sama.

2.6 Analisa Output Simulasi

Model simulasi kejadian diskret memiliki karakter berbeda dari sebagian besar jenis model yang ada. Hal itu dikarenakan model simulasi kejadian diskret terdiri dari banyak variable random yang muncul bersamaan dalam suatu state yang

membentuk karakteristik suatu mekanisme perubahan sistem yang diamati. Variable random yang ada pada sistem diskret tidak hanya probabilitas input yang ada, bahkan output simulasinya pun merupakan suatu variable random karena memiliki probabilitas dan tidak dapat diestimasikan sebagi sesuatu yang pasti (definitif) (Banks, 1996)

Sebuah pilihan pendekatan untuk menentukan metode analisis yang tepat dari suatu model simulasi adalah dengan menilai tipe simulasi yang ada. Terkait dengan metode analisis, simulasi dibagi menjadi dua jenis yaitu *Terminating Simulation* dan *Non Terminating Simulation.* Perbedaan kedua jenis simulasi tersebut terletak pada ketergantungan pada kejelasan untuk menghentikan proses simulasi. Keduanya dijelaskan sebagai berikut:

a. Terminating Simulation

Terminating Simulation adalah simulasi yang mempresentasikan sebuah mekanisme kejadian yang memiliki "initial condition", dimana simulasi ini dijalankan pada durasi waktu yang tetap (ditentukan). Kondisi inisial dapat dipahami sebagai sebuah kondisi dimana keadaan sistem akan di setup seperti keadaan semula semula setiap akan melakukan simulasi. Sebagai contoh, simulasi pada sebuah bank dimana setiap memulai simulasi diperlukan sebuah "initial condition" yang menggambarkan keadaan awal selalu 0 pelanggan, dan dihentikan setelah durasi tertentu (waktu kerja yang sam setiap hari). Dengan kata lain kondisi akhir simulasi bukan merupakan kondisi awal untuk melakukan simulasi pada replikasi berikutnya. Untuk pengukuran output simulasi dari sistem simulasi diatas dapat digunakan parameter pengukur seperti estimasi waktu rata-rata nasabah yang menuggu, rata-rata

terminating. Akan tetapi pada kenyataannya sebagian besar sistem, terminating dan non-terminating memiliki kondisi dalam fase steady state (Hoover, 1990)

2.7 ARENA

2.7.1 Pendahuluan

ARENA adalah salah satu program simulasi yang dapat dibilang merupakan suatu evolusi dari bahasa pemrograman yang lebih dahulu lahir. Dimulai dari hadirnya bahasa pemrograman FORTRAN pada tahun 1950 – 1960, publik menggunakan bahasa pemrograman tersebut untuk membuat program simulasi untuk sistem yang kompleks dan bahas pemprograman FORTRAN sangat mendukung pembuatan program simulasi secara umum. Setelah *booming* simulasi, maka bermunculan bahasa pemrograman yang menawarkan keunggulan-keunggulan yang dimilikinya. GPSS-PC, SIMSCRIPT, SLAM, SIMAN, POWERSIM dan lain sebagainya adalah sebagian dari bahasa pemrograman yang ada saat ini. Walupun begitu banyak ragam, secara umum bahasa pemrograman untuk simulasi dapat di kategorikan menjadi 2 :

1. Tujuan atau kepentingan pemrograman
   - General Purpose Simulation Language (GPSL)

     General Purpose Simulation Language (GPSL) adalah bahasa simulasi yang didesain untuk membuat program simulasi sesuai dengan kreatifitas programer. Artinya bahasa simulasi ini tidak didesain untuk menyelesaikan beberapa masalah secara spesifik, dan keragaman serta ketelitian program sangat dipengaruhi oleh ketrampilan dan pengetahuan programer. Oleh

karena itu GPSL sangat fleksibel digunakan untuk membuat program simulasi.

- Special Purpose Simulation Language (SPLL)

  Sebaliknya Special Purpose Simulation Language lebih spesific didesain untuk beberapa permasalahan yang dihadapi sebuah sistem.

2. Level bahasa
   - High Level Simulation Language
   - Low Level Simulation Language

Adanya level menunjukan sejauh mana bahasa pemrograman tadi dapat dimengerti oleh programer. Hal ini berkaitan dengan kemampuan program untuk mengkomunikasikan dirinya dengan pengguna (*user interface*). Semakin rendah level suatu bahasa pemrograman, maka semakin kompleks alur pemahaman bahasa simulasi tadi (semakin sulit digunakan). Dan sebaliknya semakin tinggi sebuah bahasa pemrograman, maka semakin kurang kompleks alur pemahaman bahasa tersebut (semakin mudah digunakan).

2.7.2 ARENA 8.0

ARENA merupakan sebuah program penyusun model dan juga merupakan simulator. Arena merupakan kombinasi antara kemudahan pemakaian yang dimiliki *high level* program dan fleksibilitas/kelenturan yang menjadi ciri General Purpose Simulation Language. ARENA masuk dalam kategori high level program karena ia bersifat sangat interaktif, pengguna dapat membangun sebuah model hampir sama mudahnya dengan membuat poster dengan menggunakan Corel Draw atau

membangun flowchart dengan Visio. Hal yang membedakan hanyalah, dalam ARENA dibutuhkan pengetahuan mengenai sistem yang akan diamati sebelum memodelkannya. Sedangkan predikat *general purpose*-pun disandangnya karena dengan ARENA pengguna dapat membangun model, templetes dan bahkan pengguna dapat membuat sendiri modul jika diperlukan dengan mengunakan bantuan program seperti Visual Basic, FORTRAN dan bahkan C/C++.

Adapun keunggulan ARENA 8.0 adalah:

1. Dengan interface yang sangat interaktif maka analis mendapatkan kemudahan dalam penggunaan ARENA terutama dalam pemodelan sistem dan analisa hasil simulasi
2. Beragamnya model dan blok yang ada pada ARENA membawa fleksibilitas yang sangat besar dalam membangun model yang sesuai dengan sistem sesunggunya yang biasanya ada pada GPSL.

2.7.3 Input Analyzer

Jika kita mempunyai data histories dan harus menguji distribusi data yang akan dimodelkan (misalnya waktu proses, waktu antar kedatangan dan yang lainnya), ARENA telah menyediakan *Input Analyzer* untuk pencocokkan distribusi data. Untuk mencocokkan distribusi probabilitas dalam Input Analyzer digunakan langkah sebagai berikut :

1. Membuat file dalam bentuk format text yang berisi nilai-nilai data,
2. Fit satu atau lebih distribusi terhadap data dalam Input Analyzer,
3. Pilih distribusi yang digunakan,
4. Copy ekspresi distribusi pada model.

Untuk *fitting* distribusi data, jalankan Input Analyzer (pilih menu Tools-Input Analyzer). Dalam Input Analyzer buka file data yang akan diuji pada data fit window (dengan memilih menu File-New) dan kemudian menggabungkan data file (pilih menu File-Data File-Use Existing). Input Analyzer akan menampilkan histogram dari data dan ringkasan dari karakteristik data. Input Analyzer untuk Fit menu menyediakan pilihan untuk *fitting individual probability distribution* terhadap data. Menu Fit All secara otomatis akan mencocokkan semua distribusi yang ada pada pilihan terhadap data, menghitung test statistik untuk tiap distribusi, dan menampilkan distribusi yang memiliki square error yang terkecil. Apabila kita tidak mempunyai data maka dapat dimunculkan lewat Input Analyzer menurut suatu distribusi tertentu.

2.7.4 Process Analyzer

Process Analyzer (PAN) meruopakan salah satu tool bawaan seperti Input Analyzer yang disediakan oleh ARENA yang bermanfaat untuk mengevaluasi/ membandingkan berbagai alternatif yang telah didesain dalam berbagai scenario model simulasi yang berbeda. Fitur ini sangat bermanfaat baik bagi pengembang model sendiri maupun para manajer sebagai *decision maker* yang tidak *familiar* dengan ARENA namun mengerti/tertarik mengenai *solusi/benefit* dari simulasi yang dilakukan.

Process Analyzer difokuskan pada perbandingan alternatif solusi setelah model sebuah system nyata dibuat. Artinya pada tahap tersebut model telah di asumsikan sesuai dengan sistem nyata. Sederhananya Process Analyzer (PAN) digunakan untuk memberikan perbandingan dari *Output* dari sebuah model yang

telah diverifikasi, dengan berbagai macam *input* yang diberikan terhadap model tersebut. Definisi yang harus diperhatikan dalam menjalankan PAN :

1. Controls—Adalah variabel Input yang berpengaruh dalam proses yang terjadi dalam model skenario, yang pengaruhnya bisa dimonitor dari output yang diperoleh dari report.
2. Responses—Adalah Variabel Output yang menggambarkan performa dari model skenario selama disimulasikan.
3. Scenario—Adalah sebuah model alternatif dari sistem nyata yang terdiri dari kumpulan variabel *Controls* dan *Responses* yang akan disimulasikan.

Adapun Langkah - langkah dalam menjalankan Process Anlyzer :

1. Mendefinisikan Variabel Kontrol dan Respon dalam pembangunan model.
2. Membuat File Model's Program (*.P File)
3. Menyiapkan skenario yang akan dijalankan
4. Menjalankan skenario
5. Menampilkan hasil Skenario
6. Menampilkan data dalam grafik

2.7.5 Desain Eksperimen

Desain eksperiment adalah suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang betul-betul terdefinisikan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan. Dengan kata lain, desain sebuah eksperiment merupakan langkah-langkah tepat yang perlu diambil jauh sebelum eksperiment dilakukan supaya data

yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa kepada analisis obyektif dan kesimpulan yang berlaku untuk kesimpulan yang dibahas.

Desain suatu eksperimen bertujuan untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang diperlukan dan berguna dalam melakukan penelitian persoalan yang akan diselesaikan, dengan membuat desain sesederhana mungkin. Jadi jelaslah bahwa desain eksperiment berusaha memperoleh informasi yang maksimum dengan menggunakan biaya yang minimal.

2.7.6 OptQuest

OptQuest merupakan salah satu tool bawaan yang disediakan oleh ARENA yang bermanfaat untuk mencari alternatif optimal dari berbagai model skenario yang disimulasikan. Dalam mencari alternatif optimal, OpQuest menggunakan metode heuristik seperti tabu search dan scatter search (dan metode lainnya) yang secara cerdas berpindah-pindah di sekeliling wilayah input – kontrol serta memadukan kecepatan dan reliabilitas untuk menuju kepada sebuah titik optimal.

Optquest dalam satu sisi mirip dengan PAN yaitu mengambil alih ekseskusi model Arena, perbedaanya adalah OptQuest tidak dari sekedar mempercayakan pemodel untuk melakukan spesifikasi skenario alternatif yang akan disimulasikan, OptQuest memberikan keputusan berdasarkan pertimbangan dalam bentuk iteratif yang diharapkan menuntun kepada sebuah kombinasi optimal dari nilai input-control. Untuk menjalankan Opquest, pertama kali aktifkan Model Arena yang akan disimulasikan, pilih *Tools* > OptQuuest for Arena untuk membuka aplikasi OptQuest.

2.7.7 Metode Batchmean

Metode ini biasanya digunakan untuk mencari fase steady state pada suatu model. Fase state adalah fase sewaktu sistem telah berjalan normal untuk waktu seterusnya (Banks,1996). Sebelum fase ini sistem dianggap sedang berada dalam fase pemanasan (warming up) sehingga pengambilan data output untuk dianalisa lebih lanjut belum boleh dilakukan.

Batch adalah suatu rentang waktu tertentu yang digunakan sebagai acuan pengelompokan data. Sebagai contoh, dalam satu hari kerja terdapat 8 jam kerja dibagi kedalam 8 batch (berarti ukuran batch adalah 1 jam).

Deletion adalah penghapusan data batch-batch awal untuk memperoleh grafik yang mendekati fase steady statenya. Untuk memperoleh grafik hasil deletion, digunakan rumus berikut:

$$\overline{Y}_{..}(n,d) = \frac{1}{n-d}\sum \overline{Y}_{.j} \qquad \text{.....(2.13)}$$

Untuk patokan pengambilan keputusan fase steady state adalah dengan memperhatikan pada fase keberapa grafik penghapusan tersebut untuk pertama kalinya dianggap cukup stabil.

2.8 Sistem Produksi Manufaktur

2.8.1 Proses Produksi Manufaktur

Proses manufaktur adalah suatu proses melaksanakan aktivitas transformasi input menjadi output dimana produk yang dihasilkan berbentuk barang, sehingga terjadi nilai tambah pada barang tersebut.

Analis sistem manufaktur mengidentifikasikan dua kategori dasar suatu perusahaan berdasarkan tipe prosesnya (Harold, 1993) yaitu : Continues process industries dan intermitten process industries.

Continues process industries adalah industri yang memproduksi barang dengan proses kontinyu, artinya proses dilakukan secara tumpukan, bukan perunit produk. Contohnya adalah industri pupuk, gula, dan semen.

Intermitten process industries atau discrete parts manufacturing adalah industri yang memproduksi barang secara proses individu, unit perunit (terputus-putus). Sebagai contoh adalah industri alat-alat elektronik dan peralatan kantor.

2.8.2 Bahan Baku

Salah satu input yang terpenting dalam proses transformasi dip roses produksi adalah bahan baku yang akan diolah menjadi bahan setengah jadi ataupun produk.

2.8.3 Pemindahan Material Dalam Proses

Masalah utama dalam produksi ditinjau dari segi kegiatan/proses produksi adalah bergeraknya material dari satu tingkat ke tingkat produksi berikutnya. Hal ini terlihat sejak material diterima di tempat penerimaan, kemudian dipindahkan ketempat pemeriksaan dan selanjutnya disimpan ke gudang. Pada bagian proses produksi juga terjadi perpindahan material diawali dengan mengambil material dari gudang, kemudian proses pertama dan berpindah pada proses beikutnya sampai akhirnya dipindah ke gudang barang jadi. Untuk memungkinkan proses produksi dapat berjalan sesuai dengan dibutuhankan adanya kegiatan pemindahan material yang di sebut material handling.

Beberapa pakar mengklaim bahwa 80% hingga 85 % waktu pergerakan suatu item/entitas dihabsiskan pada material handling atau menunggu untuk material handling. Kondisi yang sering terjadi pada kasus material handling adalah menumpuknya barang setengah jadi (work in Process/ WIP) dan waktu tunggu item antar stasiun, padahal dari sisi investasi, menumpuknya WIP yang disebabkan lama waktu menunggu merupakan pemborosan investasi.

Permasalahan diatas dapat diatasi dengan pendekatan simulasi material handling dengan harapan dapat mengefektifkan biaya. Model material handling biasanya berkaitan dengan masalah conveyor, transporter dan sistem penyimpanan.

Tipe peralatan material handling yang umum digunakan dalam manufaktur, gudang, distribusi, meliputi transporter sepeti: troly, forklit dan Automatic Guided Vehicle. Peralatan material handling lainnya adalah konveyor ynag biasanya dibagi dalam dua kategori, yaitu accumulating dan nonaccumulating. Conveyor accumulating adalah konveyor yang berjalan secara kontinyu dan memungkinkan untuk produk yang diangkut berhimpitan atau jarak antar produk tidak diatur. Sedangkan untuk conveyor nonaccumulating, jarak antar urutan item sudah tetap.

Aktivitas material handling sangat erat kaitannya dengan pengaturan tata letak fasilitas dan peralatan produksi serta kapasitas sumberdaya terkait yang diperlukan. Aktivitas ini meliputi penanganan, pengepakan, penyimpanan dan pengendalian bahan atau material. Adapun tujuan dari material handling adalah :

1. Menigkatkan efisiensi aliran material untuk menjamin tersedianya material pada saat dimana dibutuhkan.
2. Mengurangi biaya material handling

jumlah nasabah berada dalam system, yang tentunya akan memiliki nilai berbeda setiap harinya.

b. Non Terminating Simulation

Pada simulasi jenis terminating berbeda dengan sistem produksi sebuah perusahaan manufaktur. Misalnya diketahui sebuah perusahaan manufaktur yang memilki kegiatan produksi untuk membuat suatu produk yang dibagi-bagi dalam beberapa stasiun kerja yang berurutan sampai selesi produknya tersebut. Produk akan diproses berdasarkan urutannya sampai selesai. Meskipun perusahaan tersebut menetapkan bahwa setiap hari memiliki waktu kerja 10 jam dan 5 hari kerja dalam seminggu, akan tetapi sistem diatas termasuk dalam sistem non terminating simulation. Hal itu dikarenakan bahwa setiap kondisi akhir simulasi merupakan kondisi awal dari replikasi selanjutnya.

Pada kondisi non terminating penghentian simulasi tidak didasarkan pada jam kerja sebagaimana pada sistem antrian, akan tetapi karena sistem berjalan sepanjang waktu hanya dipotong oleh waktu istrirahat tanpa ada insiliasi baru.

Selain dari karakteristik diatas, maka dua hal yang biasanya menjadi perhatian dalam mengamati sebuah sistem selain cirri terminating dan non-terminating adalah fase perubahannya yaitu fase "transient" dan "steady state"

Dalam menganalisis hasil simulasi perlu membedakan pengambilan data antara system yang masih berada pada fase "transient" dana fase "steady state'. Perbedaan antara kedua fase tersebut dalam karakteristik sistem kadang sulit dipahami dan membingungkan dengan pembedaan simulasi terminating dan non-

3. Meningkatkan penggunaan/ pemakainan fasilitas
4. Meningkatakan keamanan dan kondisi kerja
5. Memudahkan proses manufaktur.

2.8.4 Ukuran Performansi/ Kinerja Sistem Manufaktur

Tujuan utama dari model simulasi manufaktur adalah untuk mengidentifikasi problem yang mucul dan meningkatkan performansi. Adapun parameter yang umum digunakan dalam mengukur performansi sistem adalah:

1. Keluaran (output), yaitu jumlah unit yang dapat diselesaikan suatu operasi produksi dalam interval waktu yang tetap.
2. Utilisasi dari sumberdya yaitu mesin dan manusia. Utilisai merupakan jumlah sibuk mesin, pekerja setiap waktunya; persentase dari waktu yang dihabiskan disetiap pekerjaan dan idle.
3. Jalur Produksi Bottleneck
4. Antrian dan delay yang disebabkan oleh peralatan material handling maupun sistem
5. Kebutuhan Gudang Work in process (WIP)
6. Efektifitas dari penjadwalan sistem
7. Efektifitas dari kontrol sistem

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah PT.Kawan Sejati Akurasi (KSA) yang beralamat di Jl. Kaliurang Km 19,4 Purwodadi, Sleman, Yogyakarta.

3.2 Study Literatur

Study pustaka dilakukan agar peneliti menguasai terlebih dahulu teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang diteliti, sehingga dapat digunakan sebagai landasan yang kuat dalam analisa penelitian.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan, secara garis besar terbagi menjadi:

1. Data primer

   Data–data primer diperoleh dengan menggunakan beberapa metode pengambilan data secara langsung yang dilakukan di lapangan, antara lain:

   a. Observasi langsung, yaitu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti

   b. Wawancara, yaitu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara tanya jawab lisan dengan pihak-pihak yang berhubungan dengan masalah penelitian, antara lain: operator, karyawan unit injection, bagian keuangan.

   c. Data dan laporan perusahaan

2. Data sekunder

Pengumpulan data yang dilakukan dengan penelusuran terhadap berbagai literatur yang sesuai dengan materi dari penelitian ini.

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

1. Jenis produk yang diproduksi dan jumlah produksi

Produk adalah hasil yang diperoleh dari bahan yang ditangani (diproses dan dipindahkan) dari satu mesin ke mesin yang lain atau dari satu departemen ke departemen yang lain.

2. Macam dan jumlah mesin yang dipergunakan

Merupakan jenis-jenis mesin yang dipergunakan untuk memproduksi berbagai produk atau komponen/ part.

3. Layout mesin dan routing produksi

Lay out mesin adalah tata letak mesin. Routing produksi adalah fungsi yang menentukan dan mengatur urutan kegiatan pengerjaan komponen/ part yang logis, sistematis, dan ekonomis.

4. Route Time dan jarak antar mesin

Route time adalah waktu yang diperlukan untuk memindahkan komponen/ part dari satu mesin ke mesin yang lain atau dari satu departemen ke departemen yang lain. Jarak antar mesin yaitu jarak yang diperlukan untuk memindahkan komponen/ part dari satu mesin ke mesin yang lain atau dari satu departemen ke departemen yang lain.

5. Setup Time

Setup time adalah waktu yang dibutuhkan untuk menset kembali mesin, biasanya setiap mesin memiliki jangka waktu dan lama waktu setup yang berbeda.

6. Data Performansi manufaktur

Adapun data performansi manufaktur meliputi data: waktu proses setiap stasiun kerja, waktu transport material dalam lini produksi, jumlah resource yang dimiliki perusahaan, jumlah output setiap satuan waktu tertentu, kapasitas dan kecepatan alat angkut yang digunakan dan data lain yang sekiranya perlu dalam penelitian.

3.4 Pengolahan Data dan Analisa Hasil

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan data dengan menggunakan uji statistik, untuk selanjutnya dianalisa perilaku sistem dengan pendekatan simulasi ARENA 8.0. Adapun pengolahan data yang dilakukan yaitu :

1. Uji Kecukupan dan Keseragaman Data

Uji kecukupan data digunakan untuk menentukan bahwa jumlah sampel yang diambil telah cukup untuk proses inverensi atau pengolahan data pada proses selanjutnya. Uji keseragaman data merupakan uji yang digunakan untuk menentukan bahwa populasi data sampel yang digunakan memiliki penyimpangan yang normal dari nilai rata-ratanya pada tingkat kepercayaan/ signifikansi tertentu.

2. Uji Distribusi

Uji distribusi yaitu uji yang dilakukan untuk pendugaan kecocokan antara distribusi teoritis dengan distribusi empirisnya atau dengan kata lain menguji suatu bentuk data yang teleh diplotkan secara grafik dan diduga bentuk distribusi probabilitas teoritisnya sehingga dapat dibuktikan apakah distribusi teoritis yang dihasilkan telah didukung oleh distribusi probabilitas empiris (observasi). Uji yang dipakai adalah Goodnes of Fit (Chi Square) dan Kolmogorov Smirnov, dan alat pengolahan datanya menggunakan Input Analyzer yang merupakan salah satu tool dari software ARENA.

3. Uji Kesamaan Dua Rata-rata dan Variansi

Uji Kesamaan dua rata-rata dan variansi adalah pengujian yang dilakukan untuk validasi dari dua populasi independen yang berbeda dengan cara membandingkan parameter-parameter dari populasi tersebut (Rata-rata dan Variansi) apakah memiliki parameter yang sama untuk dapat ditarik kesimpulan bahwa kedua sampel memilki kesamaan parameter.

4. Uji Batchmean Method

Metode ini digunakan untuk mencari fase steady state pada suatu model, sehingga pengambilan data output untuk analisa lebih lanjut boleh dilakukan.

5. Rasio Manfaat-Biaya

Untuk menentukan model perkembangan terpilih maka dilakukan perhitungan rasio manfaat biaya yang ada dari setiap model pengembangan, kemudian dilakukan analisa rasio manfaat biaya meningkat untuk memutuskan mana

diantara model pengembangan yang memiliki manfaat terbesar. Berdasarkan rasio ini dapat diketahui apakah sebuah proyek layak untuk dijalankan atau tidak.

3.5 Pembahasan

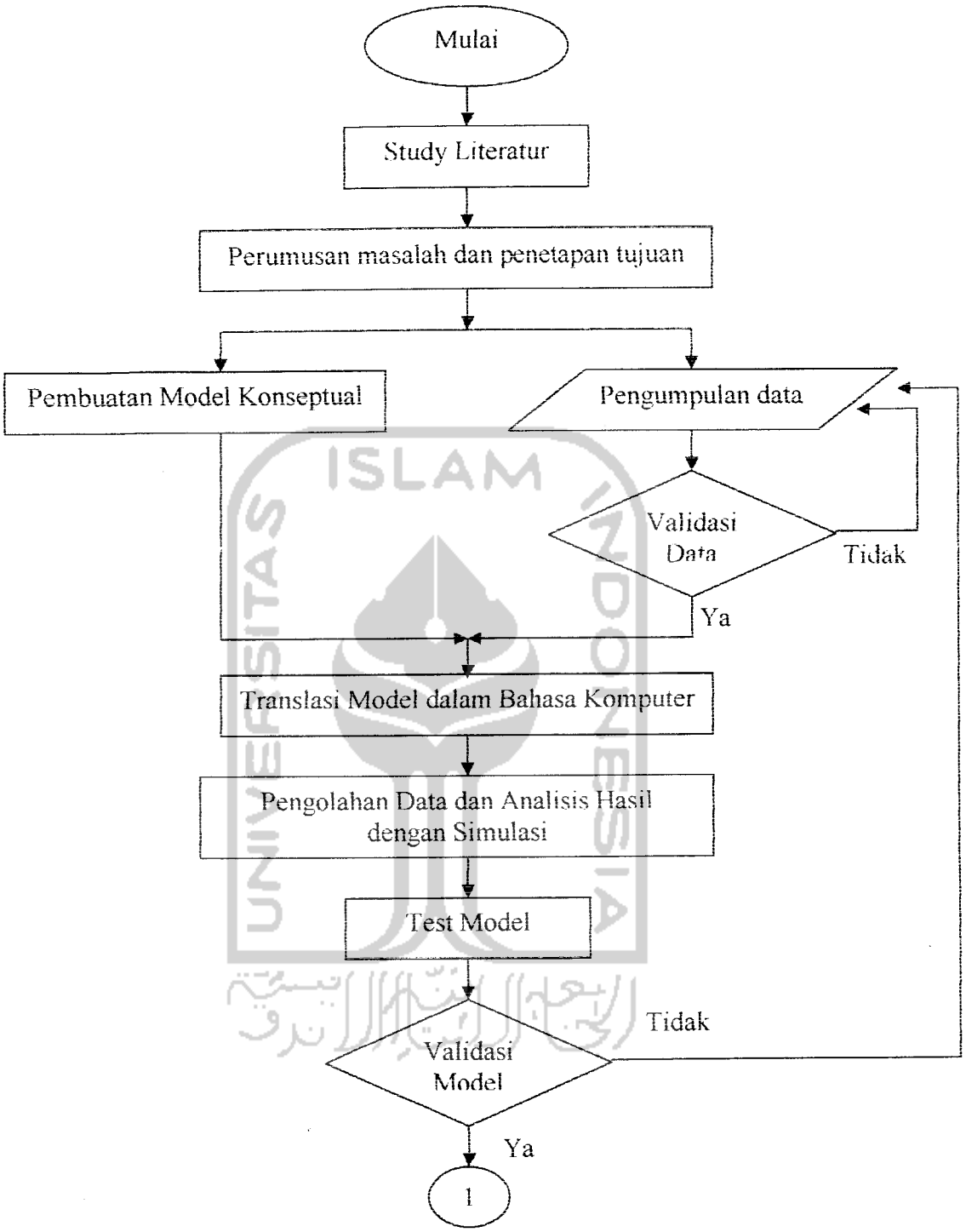
Pada bagian ini akan dibahas perbandingan dari berbagai alternatif rancangan pengembangan sistem berdasarkan parameter performansi sistem. Parameter yang dibandingkan adalah: jumlah output standar, waktu proses/ unit produk, utilisasi dari sumberdaya mesin dan tenaga kerja, jalur produksi bottleneck, jumlah antrian dan biaya.

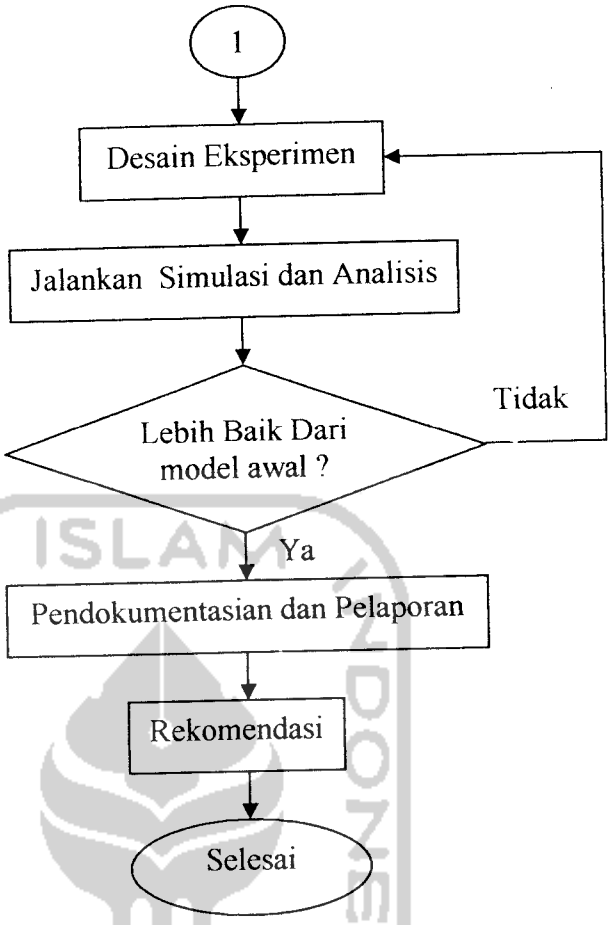
3.6 Hasil Penelitian

Hasil yang diperoleh dari pengolahan data dan analisa data kemudian didiskusikan untuk mengetahui kemungkinan kelebihan dan kekurangan dari hasil penelitian sehingga dapat di buat suatu rekomendasi.

3.7 Alur penelitian

Langkah-langkah pada penelitian ini mengikuti diagram sebagai berikut


Mulai
Study Literatur
Perumusan masalah dan penetapan tujuan
Pembuatan Model Konseptual
Pengumpulan data
Validasi Data
Tidak
Ya
Translasi Model dalam Bahasa Komputer
Pengolahan Data dan Analisis Hasil dengan Simulasi
Test Model
Validasi Model
Tidak
Ya
1



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Data Umum Perusahaan

PT. Kawan Sejati Akurasi (KSA) yang, merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan produk-produk plastik dan pembuatan Mould (Blow dan Injection Mould).

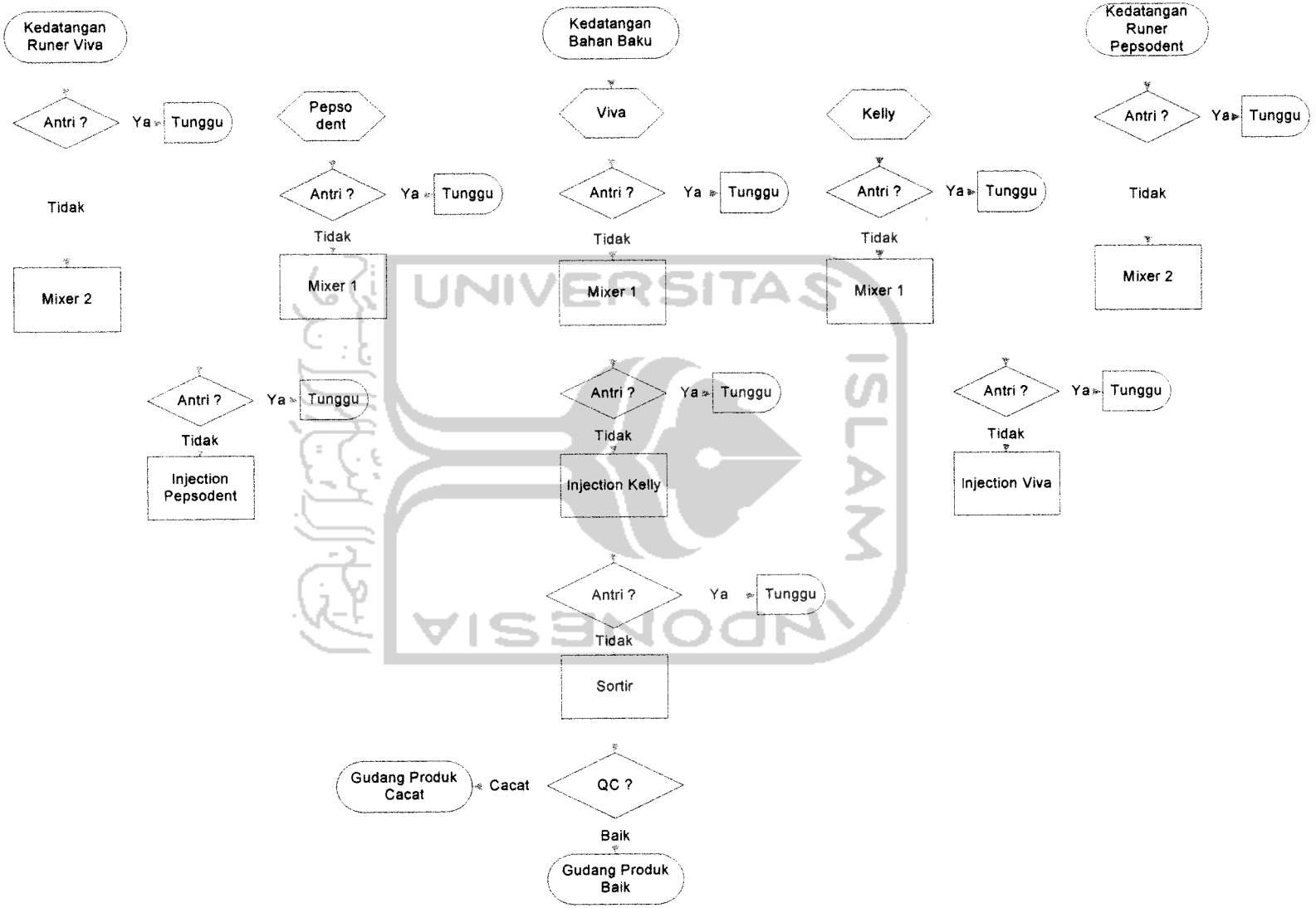
PT. Kawan Sejati berdiri sejak bulan Mei 1998 dengan menggunakan EX fasilitas, artinya menggunakan fasilitas mesin perusahaan-perusahaan yang ada di Jawa Tengah. Kemudian pada bulan Oktober 1999 atas dukungan beberapa customer dan sumber daya manusia (SDM), PT. Kawan Sejati Akurasi memulai pengadaan fasilitas sendiri. Pada tanggal 3 mei 2000 impian pengadaan fasilitas terlaksana dengan diresmikannya gedung PT. Kawan Sejati Akurasi di Jl. Kaliurang Km 19,4 Purwodadi, Sleman, Yogyakarta.

Produk plastik yang dihasilkan PT. KSA terdiri dari berbagai macam produk dengan customer khusus. Produk-produk yang pernah dibuat antara lain: Botol 50 ml, botol 100 ml, botol 125 ml, Baby Huki, Flip Top Caladine, Flip Top Shampo, Cap flip Top Medicine Bottle, Baki lurus, Penjepit Hit, Powder La Tulip, Cap Pepsodent, Cap Flip Top Holly. Untuk pembuatan Mould lebih di fokuskan pada barang-barang presisi. Unit injection digunakan sebagai sarana trial mould agar diperoleh mould yang benar-benar siap untuk produksi. Dengan demikian penyimpangan produk dan ketidaklancaran mekanisme mould akan terdeteksi sebelum mould di terima oleh customer.

4.2 Sistem Produksi dan Skema Produksi

Sistem produksi PT. KSA adalah job shop karena produk yang dihasilkan sangat bervariasi berdasarkan permintaan costumer. Secara umum sebelum produk dibuat maka PT. KSA akan membuat mouldnya terlebih dahulu, kemudian baru memproduksi sesuai dengan jumlah yang di pesan. Penelitian dilakukan terhadap 3 produk yaitu Cap Pepsodent, Cap Flip Top Viva dan Cap Kelly. Produk Pepsodent dan Viva merupakan produksi tetap PT. KSA dan memiliki jumlah permintaan tetap, untuk Cap Pepsodent permintaan setiap bulan adalah 2.350.000 pcs, sedangkan untuk produk Cap Flip Top Viva 135.300 pcs setiap bulannya. Untuk produk Kelly menggunakan sistem order dengan waktu kontrak selama 6 bulan dan jumlah pesanan 864.000 pcs perbulanya.

Proses produksi ketiga produk secara keseluruhan sama, perbedaan hanya pada bahan pendukung dan mould yang dipakai untuk mencetak produk. Bahan baku untuk ketiga produk adalah Polypropilene Trilene $HI_{10}HO$, sedangkan bahan pendukung untuk adalah Pewarna White C 094 dan LLD. Bahan baku di campur menggunakan Mesin Mixer . Setelah dicampur bahan-bahan tersebut akan dibawa ke mesin Injection untuk dicetak. Ada 3 jenis mesin injection yang digunakan, 1 unit untuk produk Pepsodent, 1 unit untuk produk Viva, dan 1 unit untuk Produk Kelly. Mesin Injection menghasilkan produk jadi dan sisa produksi (runer). Runer akan dibawa ke gudang bahan baku untuk didaur ulang, sedangkan produk jadi dibawa ke unit sortir untuk di inspeksi. Produk baik dibawa ke gudang produk jadi sedangkan produk cacat dibawa ke gudang rework. Adapun flowchart proses produksi dari kedua produk adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Flowchart Proses Produksi

4.3 Pengumpulan Data

4.3.1 Jadwal Kerja Perusahan dan Data Produk

Proses produksi pada PT. KSA berlansung selama 24 jam dengan menggunakan tiga shift perhari dimana 1 shift = 8 jam. Shift I pukul 07.00 – 15.00, Shift II pukul 15.00 – 23.00, Shift III pukul 23.00 – 07.00. Jumlah hari kerja adalah 30 hari. Bahan baku diambil lansung dari gudang sehingga waktu kedatangan konstan. Adapun data output produk setiap minggu dalam satuan box) adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Output Produk Perminggu

Hari	Produk Pepsodent	Produk Viva	Produk Kelly
1	57	45	48
2	55	43	44
3	54	42	49
4	52	38	48
5	66	50	46
6	67	37	51
7	48	42	46
8	51	41	47
9	63	33	51
10	51	40	49
11	64	44	45
12	63	50	48
13	58	43	47
14	59	35	48
15	65	42	42

16	57	47	43
17	66	44	48
18	62	40	48
19	64	37	46
20	55	44	50

Tabel 4.2 memperlihatkan data-data dan informasi megenai produk yang dihasilkan perusahaan.

Tabel 4.2 Data Produk

Produk / Data Produk	Cap Pepsodent	Cap Viva	Cap Kelly
Berat Produk	1.15 gram/ pcs	2.46 gram/ pcs	5.3 gram/ pcs
Berat Runner	4.3 gram	4.5 gram	4.7 gram
Permintaan	235 box/ bln	164 box / bln	192 box
Kapasitas 1 box	10.000 pcs	3300 pcs	4500 pcs
Waktu order			6 bulan
Jumlah produk permould	32 cavity, 8 runner	6 cavity, 1 runner	8 pcs, 1 runner
Injection Cycle Time	14.5 dtk	16 dtk	21 dtk
Probabilitas produk baik	97 %		

4.3.2 Data Waktu Proses Untuk Pembuatan Produk di Setiap Mesin

Waktu Proses pada mesin mixer adalah 5 menit untuk produk Cap Pepsodent dan 6 menit untuk produk Cap Flip Top Viva dan Cap Kelly. Untuk Waktu Proses pada mesin lain terdapat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.3 Waktu Proses Pembuatan Produk Pada Mesin

Cap Pepsodent			Cap Flip Top Viva			Cap Kelly	
Mixer 2 (menit)	Injection (jam)	Sortir (jam)	Mixer 2 (menit)	Injection (jam)	Sortir (jam)	Injection (jam)	Sortir (jam)
10,08	1,40	2,33	10,33	5,8	3,71	3,1	2,48
9,67	1,40	2,65	10,25	5,8	3,36	3,1	2,65
9,87	1,40	2,45	9,92	5,8	3,50	3,1	2,54
9,92	1,40	2,58	10,20	5,8	3,29	3,1	2,34
9,53	1,40	2,50	9,80	5,8	3,63	3,1	2,48
10,42	1,40	2,41	9,90	5,8	3,24	3,1	2,63
9,17	1,40	2,55	9,67	5,8	3,35	3,1	2,52
9,40	1,40	2,37	10,37	5,8	3,48	3,1	2,53
9,92	1,40	2,45	10,42	5,8	3,59	3,1	2,52
9,15	1,40	2,47	10,05	5,8	3,30	3,1	2,63
9,42	1,40	2,48	10,30	5,8	3,36	3,1	2,63
9,17	1,40	2,57	9,58	5,8	3,57	3,1	2,75
9,30	1,40	2,51	9,45	5,8	3,62	3,1	2,56
10,35	1,40	2,49	9,70	5,8	3,56	3,1	2,38
10,42	1,40	2,49	10,27	5,8	3,36	3,1	2,53
9,17	1,40	2,52	10,13	5,8	3,45	3,1	2,65
9,65	1,40	2,57	9,47	5,8	3,33	3,1	2,55
9,40	1,40	2,43	9,83	5,8	3,45	3,1	2,56
10,17	1,40	2,51	10,52	5,8	3,38	3,1	2,59
9,65	1,40	2,43	9,70	5,8	3,63	3,1	2,61
9,40	1,40	2,52	9,60	5,8	3,16	3,1	2,56
9,87	1,40	2,49	10,35	5,8	3,38	3,1	2,65
10,37	1,40	2,69	9,78	5,8	3,33	3,1	2,60
10,02	1,40	2,46	10,30	5,8	3,55	3,1	2,61
9,50	1,40	2,45	10,40	5,8	3,37	3,1	2,70
9,80	1,40	2,38	9,42	5,8	3,47	3,1	2,46

10,30	1,40	2,45	10,53	5,8	3,53	3,1	2,47
10,08	1,40	2,62	9,50	5,8	3,11	3,1	2,56
9,42	1,40	2,35	10,47	5,8	3,46	3,1	2,58
9,88	1,40	2,33	10,20	5,8	3,31	3,1	2,46

4.3.3 Data Material Handling

Data Material handling meliputi waktu material handling disetiap stasiun kerja, jarak antar stasiun kerja , dan route time antar stasiun kerja. Adapun data waktu material handling antara stasiun kerja adalah:

Tabel 4.4 Jarak Antar Stasiun Kerja

Produk / Jarak	Cap Pepsodent	Cap Flip Top Viva	Cap Kelly
Mixer - Injection	18 m	16 m	17 m
Injection - Sk.Sortir	3 m	3 m	3 m
Kecepatan Trolly	30 m/mnt		
Kecepatan Konveyor	5 m/mnt		

Tabel 4.5 Route Time Antar Stasiun Kerja

Produk / Route Time	Cap Pepsodent	Cap Flip Viva	Cap Kelly
Gudang Bahan - Mixer	10 dtk	10 dtk	10 dtk
Sk. Sortir – Gudang baik	20 dtk	20 dtk	20 dtk
Sk. Sortir - Gudang rework	15 dtk	15 dtk	15 dtk

4.3.4 Kapasitas Maksimal

Table 4.6 menunjukkan kapasitas mesin yang digunakan untuk memproduksi setiap produk

Tabel 4.6 Kapasitas Mesin

Produk / Kontainer	Cap Pepsodent	Cap Flip Top Viva	Cap Kelly
Kapasitas Injection	400 kg/ hari	100 kg/ hari	200 kg/ hari
Kapasitas Mixer 1	50 kg	50 kg	50 kg
Kapasitas Mixer 2	50 kg	50 kg	

4.3.5 Data Resource

Mesin mixer 1 yang digunakan ada 1 unit, mesin mixer 2 ada 1 unit dan mesin inject ada 3 unit. Jumlah Tenaga kerja sortir adalah 3 orang/ shift. Sedangkan operator mesin 3 orang/ shift. Untuk mesin inject sering terjadi error karena adanya runner yang terjepit, atau produk yang masuk ke mesin sehingga memerlukan pelayanan dari operator. Adapun waktu antar kerusakan mesin adalah (dalam menit):

Tabel 4.7 Waktu Antar Kerusakan Mesin

Injecting Moulding Machine 168 T (Pepsodent)			Arburg Machine (Viva)			Injecting Moulding Machine 120 T (Kelly)		
49,43	59,72	56,03	50,85	79,97	50,65	44,35	32,60	38,90
60,25	49,05	60,18	54,13	85,18	51,88	18,40	45,87	35,60
46,10	49,85	48,38	81,09	63,87	70,17	26,90	35,87	37,02

58,42	58,43	48,53	67,75	75,88	57,20	39,62	51,33	46,08
49,52	59,12	48,92	46,78	77,72	46,08	46,17	37,48	49,72
56,40	58,78	58,38	78,97	74,28	76,63	26,15	38,92	48,40
58,62	59,78	57,52	64,33	68,26	60,82	47,15	50,05	51,65
58,60	59,92	60,02	50,93	70,68	96,53	33,35	40,50	19,57
49,10	58,85	51,45	74,50	70,38	74,12	28,72	34,47	42,52
56,60	45,52	46,22	67,43	71,95	87,97	19,57	32,57	25,60

Adapun lama kerusakan (down time) untuk masing-masing mesin adalah :

Tabel 4.8 Lama Kerusakan Mesin

Lama waktu kerusakan (detik)					
Injecting Moulding Machine 168 T (Pepsodent)		Arburg Machine (Viva)		Injecting Moulding Machine 120 T (Kelly)	
4,4	4,6	2,7	2,9	3,4	4,8
5,2	5,6	2,8	3,2	3,3	5,9
2,3	4,1	3,0	6,4	4,1	3,2
2,7	4,4	4,5	3,3	3,2	4,5
2,8	5,0	5,2	5,1	4,5	3,9
3,2	3,4	3,7	4,3	5,8	4,5
5,3	4,5	4,3	4,8	5,1	4,2
3,5	3,8	3,8	5,4	6,5	6,4
4,7	3,0	4,5	3,1	2,8	5,6
4,3	2,7	3,3	3,5	2,9	3,4
3,5	5,2	6,3	5,5	7,1	4,2
5,1	4,3	5,3	3,2	3,6	6,1
3,0	5,2	6,3	5,7	4,3	4,5
5,5	5,0	4,1	5,4	3,4	3,5
2,3	2,2	3,5	3,6	5,5	6,6

4.4 Pengolahan Data

4.4.1 Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Adapun hasil uji Keseragaman dan Kecukupan Data untuk Cap Pepsodent adalah :

Tabel 4.9 Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data Cap Pepsodent

Cap Pepsodent						
Jenis Data	BKB	Rata - Rata	BKA	Uji Keseragaman	N'	Uji Kecukupan
W. Proses Mixer 1	5	5	5	Seragam	0	Cukup
W. Proses Mixer 2	8,53	9,75	10,97	Seragam	6	Cukup
W. Proses Inject	1.4	1.4	1,4	Seragam	0	Cukup
W. Proses Sortir	2,22	2,48	2,75	Seragam	4	Cukup
W. Antar Kerusakan	44,07	54,59	65,11	Seragam	4	Cukup
Downtime Mesin	1,89	4,03	6,16	Seragam	27	Cukup

Adapun hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data untuk Cap Flip Top Viva adalah :

Tabel 4.10 Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data Cap Flip Top Viva

Cap Flip Top Viva						
Jenis Data	BKB	Rata-Rata	BKA	Uji Keseragaman	N'	Uji Kecukupan
W. Proses Mixer 1	6	6	6	Seragam	0	Cukup
W. Proses Mixer 2	8,93	10,01	11,1	Seragam	5	Cukup
W. Proses Inject	5,8	5,8	5,8	Seragam	0	Cukup
W. Proses Sortir	2,99	3,43	3,86	Seragam	6	Cukup
W. Antar Kerusakan	42,52	68,23	93,95	Seragam	14	Cukup
Downtime Mesin	2,01	4,29	6,57	Seragam	27	Cukup

Adapun hasil uji Keseragaman dan Kecukupan Data untuk Cap Kelly adalah :

Tabel 4.11 Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data Cap Kelly

Cap Kelly						
Jenis Data	BKB	Rata-Rata	BKA	Uji Keseragaman	N'	Uji Kecukupan
W. Proses Mixer 1	6	6	6	Seragam		Cukup
Down Time Mesin	2,09	4,56	7,02	Seragam	28	Cukup

W. Proses Inject	3,1	3,1	3,1	Seragam	0	Cukup
W. Proses Sortir	2,29	2,56	2,83	Seragam	4	Cukup
W. Antar Kerusakan	17,96	37,5	57,04	Seragam	26	Cukup

4.4.2 Penentuan Distribusi Probabilitas Input yang Sesuai

Penentuan Distribusi Input data menggunakan Input Analyzer yang merupakan salah satu tools dalam software ARENA . Adapun Ringkasan hasil Fitting Data Input Simulasi adalah :

Tabel 4.12 Distribusi Probabilitas Data Input

Jenis Data	Distribusi Cap Pepsodent	Distribusi Cap Flip Top Viva	Distribusi Cap Kelly
Waktu proses pada Mixer 2	BETA (1.43, 1.55)	BETA (1.3, 1.16)	
Waktu antar kerusakan	BETA (1.06, 1.05)	BETA (1.25, 1.62)	BETA (1.13, 0.837)
Waktu proses pada Injection	Konstan	Konstan	Konstan
Waktu Down Time	BETA (1.24, 1.17)	BETA (1.21, 1.53)	BETA (1.41, 1.9)
Waktu Proses Sortir	NORM (2.48, 0.087)	NORM (3.43, 0.142)	NORM (2.56, 0.0875)

4.5 Simulasi Sistem

4.5.1 Formulasi Masalah

Tahap ini merupakan landasan permasalahan penelitian yang akan dikaji. Sesuai dengan batasan masalah, variabel yang akan dikaji dalam suatu sistem adalah ukuran performansi sistem manufaktur, dengan menganalisa output simulasi yaitu output produk, waktu transfer, waktu menuggu di setiap stasiun kerja, antrian, utilisasi sumberdaya dan biaya yang terjadi dalam simulasi sistem.

4.5.2 Simulasi Sistem

Supaya model yang di simulasi dapat menyerupai sistem nyatanya, maka harus mengidentifikasikan bagian model simulasi, yaitu sebagai berikut:

1. Entitas adalah bahan baku , runner dan produk jadi
2. Atribut sistem adalah waktu antar kedatangan bahan baku, jumlah kedatangan, urutan proses dan waktu proses.
3. Variabel sistem adalah batch size
4. Resource adalah Operator dan semua jenis mesin yang digunakan
5. Antrian sistem adalah waktu menunggu atau ditahannya bahan baku sebelum proses (lead time) dan delivery lead time
6. Kejadian atau event adalah sesuatu yang terjadi pada waktu tertentu yang kemungkinan menyebabkan perubahan terhadap atribut atau variabel. Ada 3 kejadian umum dalam simulasi ini yaitu: Arrival (kedatangan), Departure (entity meninggalkan sistem) dan The End (simulasi berhenti).

7. Simulation clock adalah nilai sekarang dari waktu dalam simulasi yaitu jam masuk kerja 07.00 WIB
8. Replikasi mempunyai pengertian bahwa setiap menjalankan dan menghentikan simulasi dengan cara yang sama dan menggunakan set parameter input yang sama pula, tetapi menggunakan masukan bilangan random yang terpisah untuk membangkitkan waktu antar kedatangan dan pelayanan (hasil-hasil simulasi). Sedangkan panjang waktu simulasi yang diinginkan untuk setiap replikasi disebut length of replication yaitu selama 168 jam kerja

Untuk informasi dan data akan dikumpulkan secara terpusat, yang akan digunakan untuk melakukan spesifikasi prosedur opereasi dan distribusi probabilitas untuk variabel random yang terdapat dalam model. Data-data yang dijadikan informasi dalam simulasi tersebut adalah:

Tabel 4.13 Data dan Informasi Sistem Untuk Model Simulasi

No	Data dan Informasi	Input Model	Keterangan
1	Jam Kerja	Replication Length	24 jam kerja/ hr
2	Jenis dan jumlah mesin	Resource	3 mesin, 3 operator dan 3 tenaga kerja sortir
3	Urutan Proses	Routing, Sequence	Urutan proses setiap produk
4	Kedatangan bahan baku	Time Between arrival	Konstan
5	Jumlah kedatangan bahan baku setiap kali datang	Entity per arrival	Konstan

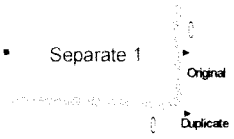
6	Jumlah produksi tiap produk	Duplicate	
7	Waktu Proses di tiap mesin/ sortir	Delay Time	Konstan, Distribusi probabilitas
8	Delivery Lead Time	Route time	Waktu Konstan
9	Material Handling	Transporter, konveyor	1 trolly, konvevor 2 segment
10	Ukuran Lot	Batch size	Batch temporary

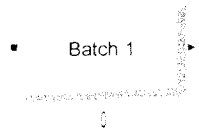
4.5.3 Blok/ Modul Pemodelan Sistem

Berikut adalah blok/ modul yang digunakan untuk memodelkan sistem riil yang diamati peneliti :

Tabel 4.14 Modul Yang Digunakan Dalam Memodelkan Sistem

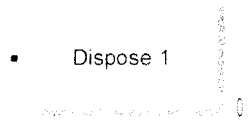
No	Modul	Gambar	Keterangan
1	Create		Modul ini merupakan titik awal entitas pada model simulasi untuk memulai sebuah proses. Entitas dibuat menggunakan penjadwalan atau didasarkan pada waktu antar kedatangan. Entitas kemudian meninggalkan modul untuk memulai proses dari sistem. Tipe entitas akan ditentukan dalam modul ini.

2	Assign		Modul ini digunakan untuk menandai nilai baru sebuah variable, entitas atribut, tipe entitas, gambar entitas, atau variable sistem yang lain. Penandaan berganda bisa di buat dengan single Assign Module.
3	Process		Modul ini merupakan metode proses utama dalam simulasi. Tersedia pilihan untuk menahan dan melepas batasan-batasan resource. Untuk tambahan terdapat pilihan menggunakan "submodel" dan menentukan hierarchical user-define logic. Waktu proses dialokasikan pada entity dan dapat juga sebagai value added, non-value added, transfer, waktu tunggu atau yang lain.
4	Decide		Modul ini digunakan untuk proses dicition-making dari sistem. Option dimasukkan untuk membuat keputusan didasarkan pada satu atau lebih kondisi (msl : tipe entity adalah gold card) atau berdasar pada satu atau lebih probabilitas (msl 75% benar, 25% salah).
5	Separate		Modul ini bisa digunakan baik untuk memperbanyak entitas yang datang atau memecah entitas yang sebelumnya digabung (batch). Ketika memecah batch yang sudah ada, entitas temporer hilang dan entitas asli yang membentuk

			group muncul kembali. Ketika terjadi penggandaan entitas, jumlah spesifikasi penggandaan dibuat dan dikirim dari modul. Entitas asli yang datang juga meninggalkan modul.
6	Batch		Modul ini dimaksudkan sebagai mekanisme pengelompokan dalam model simulasi. Pengelompokan dapat bersifat permanent atau temporer. Pengelompokan secara temporer nantinya harus dipecah dengan separate. Pengelompokan bias dibuat dengan berbagai spesifikasi jumlah entitas atau mungkin pengelompokan bersama berdasarkan atribut.
7	Route		Route Modul memindahkan suatu entitas ke suatu stasiun yang ditetapkan, atau stasiun yang berikutnya di dalam urutan visi stasiun menggambarkan untuk entitas itu
8	Station		Stasiun Modul menggambarkan suatu stasiun (atau satu set stasiun) sesuai dengan suatu fisik atau penempatan logis di mana pengolahan terjadi. Jika Stasiun Modul menggambarkan suatu stasiun set, Stasiun Modul secara efektif melukiskan berbagai pengolahan penempatan

9	Request		Request Modul menugaskan suatu unit pengangkut ke suatu entitas dan memindahkan unit ke entity's penempatan setasiun. Ketika entitas tiba di Request Modul, entitas dialokasikan pengangkut ketika ada tersedia. Entitas tinggal di Request Modul sampai unit pengangkut telah mencapai entity's stasiun. Kemudian entitas pindah dari Request Modul.
10	Transport		Transport Modul memindahkan kedua pengendalian entitas dan unit pengangkut dari satu setasiun ke setasiun yang lain. Waktu tunda untuk memindahkan entitas dan pengangkut dari satu stasiun ke stasiun yang berikutnya didasarkan pada percepatan dari pengangkut. Ketika suatu entitas masuk Transport Modul, setasiunnya Atribut (Entity.Station) mulai ke setasiun tujuan. Kemudian entitas mengangkut ke setasiun tujuan.
11	Free		Free modul melepaskan entity's unit pengangkut dialokasikan paling akhir. Jika entitas yang lain sedang menunggu di dalam suatu antrian untuk meminta atau mengalokasikan pengangkut, pengangkut akan diberikan ke entitas itu. Jika tidak ada penantian entitas pada saat unit pengangkut dibebaskan, pengangkut akan menunggu kosong di

			pembebasan entity's setasiun penempatan.
12	Access		Modul ini mengalokasikan satu atau lebih conveyor ke suatu entitas untuk dipindahkan dari satu stasiun ke stasiun lain. Ketika suatu entitas tiba di Access Modul, entitas akan menunggu sampai yang sejumlah sel yang sesuai di conveyor kosong dan di bariskan dengan entity stasiun penempatan.
13	Convey		Modul ini untuk memindah suatu entitas ke sesuatu conveyor dari penempatan stsiun sekarang ke stasiun tujuan yang di tetapkan. Waktu tunda untuk menyampaikan entitas dari stu stasiun ke stasiun berikutnya didasarkan pada percepatan conveyor dan jarak antar stasiun
14	Exit		Modul ini melepaskan entity's sel pada conveyor yang ditetapkan
15	Record		Modul ini digunakan untuk pengelompokan statistik dalam model simulasi. Macam-macam tipe dari dari observational statistik tersedia; termasuk waktu antar keluaran module, statistic entity (waktu, biaya, dll), observasi umum, dan interval statistik (terkadang dari tanda pada waktu simulasi).

16	Dispose		Modul ini akan membahas seperti ending point untuk entitas dalam model simulasi. Modul ini dipakai untuk akhir dari suatu simulasi. Modul ini harus ada pada akhir setiap model seperti layaknya modul create.

Untuk model sistem manufaktur di PT.Kawan Sejati dengan menggunakan software Arena dapat dilihat pada gambar 4.2 dan gambar 4.3

4.5.4 Penentuan Fase Steady State

Metode yang digunakan untuk menentukan fase steady state adalah Batchmean method. Lama melakukan simulasi adalah 168 jam dengan ukuran batch 8 jam sehingga diperoleh 21 batch.

Dari output simulasi model awal diperoleh output system numberout kumulatif tiap batch dan jumlah relatif tiap batch. Adapun langkah-langkah penentuan fase steady state adalah sebagai berikut:

Tabel 4.15 Output Kumulatif Tiap Batch

Replikasi	Batch																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	4	20	26	36	47	59	68	78	90	97	106	121	129	140	153	160	171	181	192	204	215
2	5	18	24	34	46	56	61	77	88	91	105	120	127	140	149	159	167	179	189	197	209
3	6	18	23	35	49	59	65	77	88	91	106	121	124	136	152	160	168	183	192	201	213
4	6	16	23	30	48	59	67	80	90	94	110	120	129	139	151	161	174	182	192	202	212
5	5	18	25	37	49	59	64	80	91	97	108	122	129	138	152	163	169	183	193	203	211
6	6	18	25	35	48	60	66	78	91	97	108	120	127	141	148	157	168	180	188	200	210
7	6	18	22	33	49	59	67	78	90	96	109	121	131	143	151	161	168	183	192	199	211
8	5	17	25	34	45	55	62	77	86	92	104	117	125	135	149	157	170	180	190	200	211
9	5	19	24	34	48	58	66	78	87	97	108	118	126	137	147	157	167	178	190	201	211
10	5	17	25	37	49	58	66	80	92	97	111	122	128	138	151	159	167	181	187	193	208
11	5	17	25	35	45	54	59	76	89	94	107	121	129	138	151	163	170	182	192	202	212
12	5	19	24	37	46	54	66	78	87	94	109	119	126	139	150	157	168	181	189	200	212

13	7	19	26	35	48	57	62	77	87	95	110	118	127	134	149	157	167	177	188	198	208
14	5	18	25	37	49	60	67	78	89	94	110	120	128	137	151	157	169	179	189	201	212
15	6	17	21	34	46	58	64	78	90	95	110	120	126	137	154	160	168	181	192	201	213
16	5	20	27	37	49	57	62	79	92	98	111	121	130	138	153	163	173	185	195	204	217
17	6	17	24	32	49	58	65	79	89	95	106	119	131	138	151	163	170	183	192	203	211
18	6	18	23	33	47	54	62	77	90	97	106	120	129	139	151	163	170	183	193	202	215
19	5	16	24	35	49	57	63	79	90	97	106	120	128	139	151	160	169	182	191	202	213
20	5	17	21	33	46	56	60	75	88	95	108	119	127	135	148	157	168	179	190	200	211

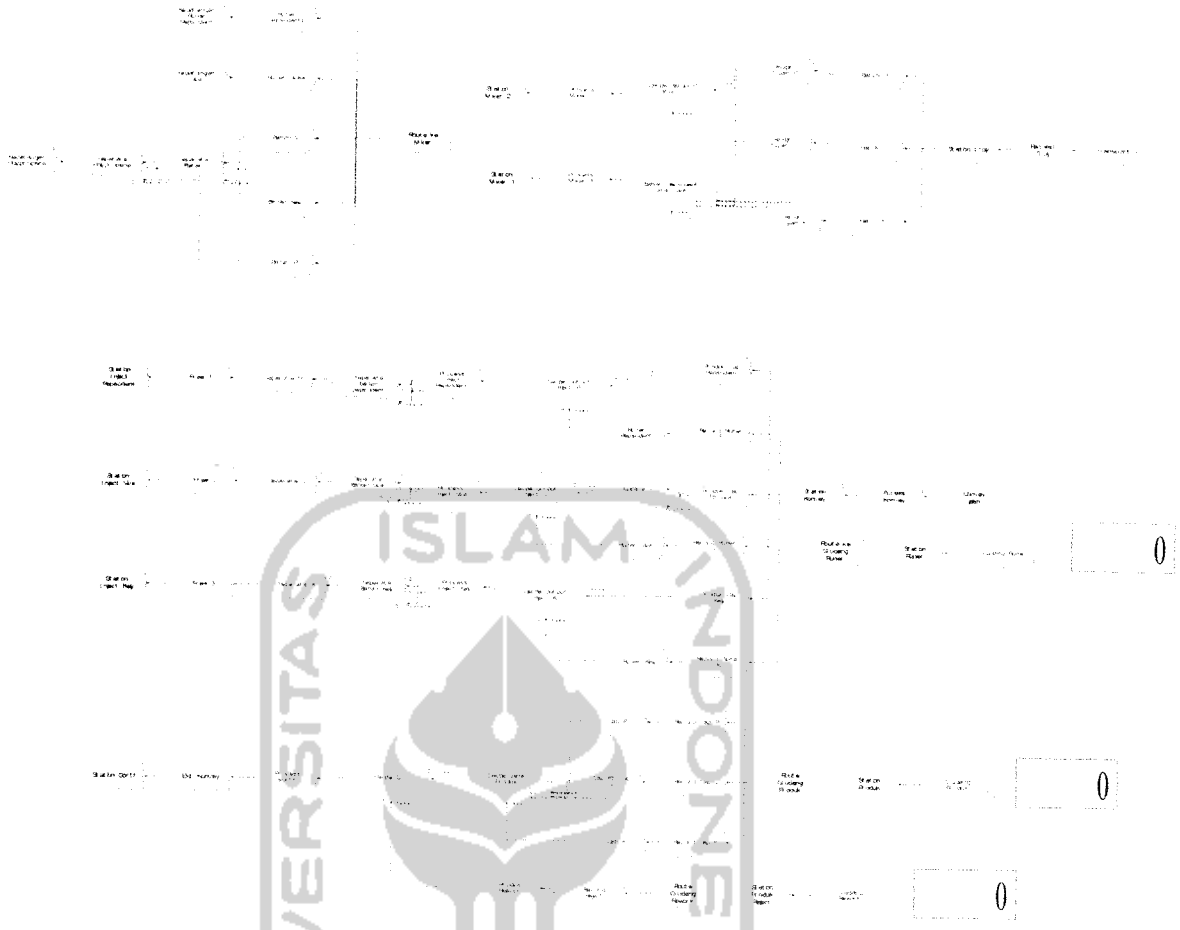
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Tabel 4.16 Output Relatif dan Hasil Deletation

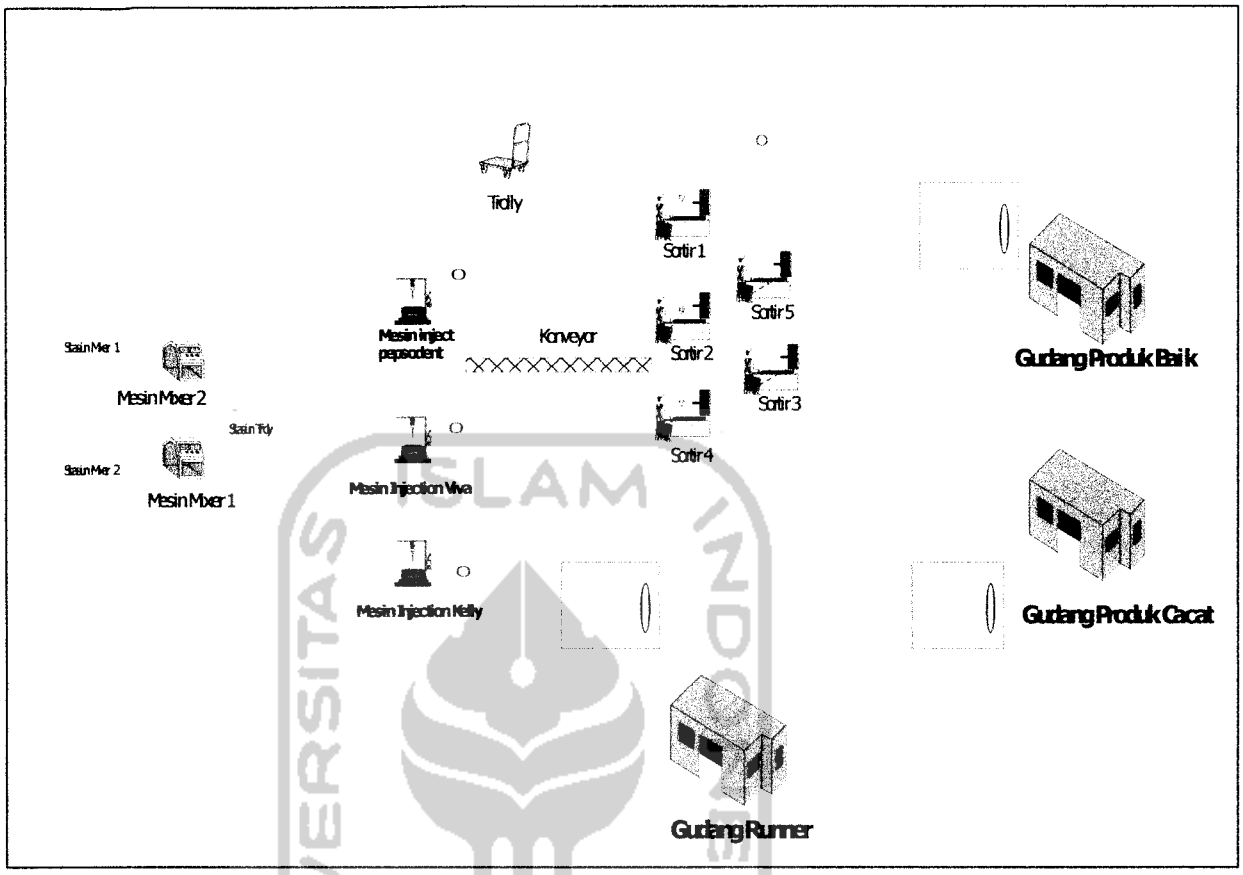
Replikasi	Batch																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	4	16	6	10	11	12	9	10	12	7	9	15	8	11	13	7	11	10	11	12	11
2	5	13	6	10	12	10	5	16	11	3	14	15	7	13	9	10	8	12	10	8	12
3	6	12	5	12	14	10	6	12	11	3	15	15	3	12	16	8	8	15	9	9	12
4	6	10	7	7	18	11	8	13	10	4	16	10	9	10	12	10	13	8	10	10	10
5	5	13	7	12	12	10	5	16	11	6	11	14	7	9	14	11	6	14	10	10	8
6	6	12	7	10	13	12	6	12	13	6	11	12	7	14	7	9	11	12	8	12	10
7	6	12	4	11	16	10	8	11	12	6	13	12	10	12	8	10	7	15	9	7	12
8	5	12	8	9	11	10	7	15	9	6	12	13	8	10	14	8	13	10	10	10	11
9	5	14	5	10	14	10	8	12	9	10	11	10	8	11	10	10	10	11	12	11	10
10	5	12	8	12	12	9	8	14	12	5	14	11	6	10	13	8	8	14	6	6	15
11	5	12	8	10	10	9	5	17	13	5	13	14	8	9	13	12	7	12	10	10	10
12	5	14	5	13	9	8	12	12	9	7	15	10	7	13	11	7	11	13	8	11	12

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

13	7	12	7	9	13	9	5	15	10	8	15	8	9	7	15	8	10	10	11	10	10
14	5	13	7	12	12	11	7	11	11	5	16	10	8	9	14	6	12	10	10	12	11
15	6	11	4	13	12	12	6	14	12	5	15	10	6	11	17	6	8	13	11	9	12
16	5	15	7	10	12	8	5	17	13	6	13	10	9	8	15	10	10	12	10	9	13
17	6	11	7	8	17	9	7	14	10	6	11	13	12	7	13	12	7	13	9	11	8
18	6	12	5	10	14	7	8	15	13	7	9	14	9	10	12	12	7	13	10	9	13
19	5	11	8	11	14	8	6	16	11	7	9	14	8	11	12	9	9	13	9	11	11
20	5	12	4	12	13	10	4	15	13	7	13	11	8	8	13	9	11	11	11	10	11
Rata-rata	5,4	12,5	6,25	10,6	13	9,75	6,75	13,9	11,3	5,95	12,8	12,1	7,85	10,3	12,6	9,1	9,35	12,1	9,7	9,85	11,1
d_0	5,4	8,93	8,03	8,66	9,52	9,56	9,16	9,74	9,91	9,52	9,81	10	9,83	9,86	10	9,98	9,94	10,1	10	10	10,1
d_1		12,5	9,35	9,75	10,6	10,4	9,78	10,4	10,5	9,97	10,3	10,4	10,2	10,2	10,4	10,3	10,2	10,3	10,3	10,3	10,3
d_2			6,25	8,4	9,92	9,88	9,25	10	10,2	9,66	10	10,2	10	10	10,2	10,1	10,1	10,2	10,2	10,2	10,2
d_3				10,6	11,8	11,1	10	10,8	10,9	10,2	10,5	10,7	10,4	10,4	10,5	10,4	10,4	10,5	10,4	10,4	10,4

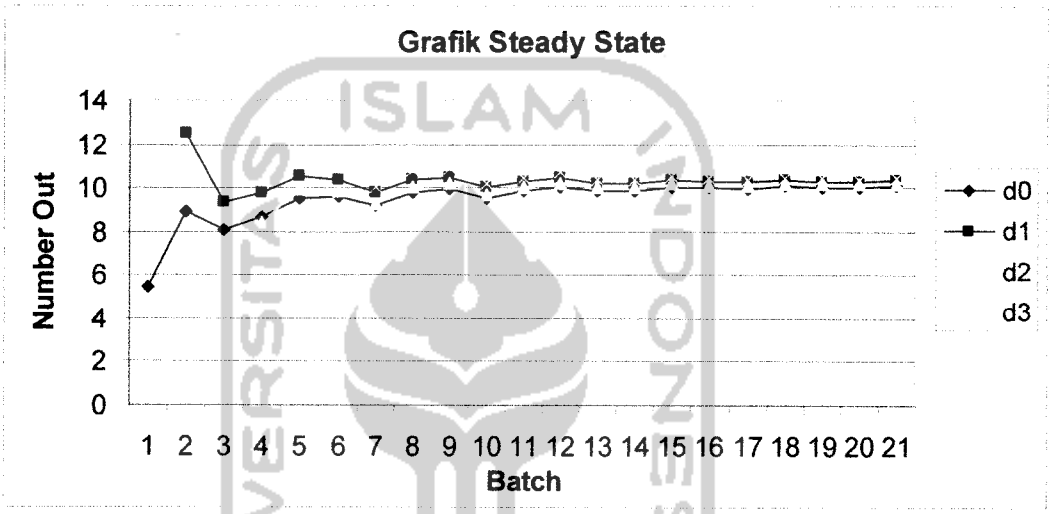


Gambar 4.2 Model Sistem Manufaktur dalam Arena



Gambar 4.3 Animasi Model Awal Sistem Manufaktur

Pada metode Batchmean dilakukan deletation batch-batch awal sehingga diperoleh grafik steady state. Dari grafik steady state seperti yang terdapat dibawah, dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai fase steady-state adalah kondisi atau periode setelah mencapai warm-up yaitu pada deletion 3 dan pada saat ini pengumpulan data dapat dimulai. Pada model ini fase steady state terjadi pada batch ke 6, sehingga diperoleh waktu warm up 48 jam.



Gambar 4.4 Grafik Steady State

4.5.5 Validasi Data Output

Dalam pengujian ini, akan diuji data output simulasi dan data output dari sistem nyata, yaitu menguji antara output produk yang diproduksi dalam satu minggu (nyata) yang akan diuji berpasangan dengan output simulasi model awal. Pengujian statistik yang akan dilakukan adalah Uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi dan uji kecocokan (Chi square).

1. Uji Chi Square

Uji Chi Square dilakukan untuk mengetahui apakah distribusi output simulasi cocok atau sesuai dengan distribusi output sistem nyata yang diamati. Uji kecocokan memiliki tujuan untuk menguji apakah frekuensi yang diobservasikan (dihasilkan) melalui model simulasi memang konsisten dengan frekuensi teoritisnya (sistem nyata). Rumus yang digunakan adalah :

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

χ^2 merupakan ukuran perbedaan antara frekuensi obsevasi dengan frekuensi teoritis. Apabila tidak ada perbedaan antara frekuensi observasi dengan frekuensi teoritis, maka χ^2 akan semakin kecil pula. Berikut prosedur pengujiannya :

Tabel 4.17 Output Hasil Simulasi

Output Simulasi				
Replikasi	Pepsodent	Viva	Kelly	Total Produk
1	64	44	46	154
2	59	37	44	140
3	54	41	48	143
4	48	42	42	132
5	68	45	51	164
6	62	34	49	145
7	54	40	45	139
8	56	45	51	152
9	60	38	50	148
10	51	34	48	133
11	66	50	48	164
12	62	47	48	157

13	62	42	49	153
14	54	42	48	144
15	66	43	45	154
16	55	46	42	143
17	56	46	48	150
18	61	46	48	155
19	62	40	47	149
20	64	43	49	156

Tabel 4.18 Output Sistem Nyata

Output Nyata				
Minggu	Pepsodent	Viva	Kelly	Total Produk
1	57	45	48	150
2	55	43	44	142
3	54	42	49	145
4	52	38	48	138
5	66	50	46	162
6	67	37	51	155
7	48	42	46	136
8	51	41	47	139
9	63	33	51	147
10	51	40	49	140
11	64	44	45	153
12	63	50	48	161
13	58	43	47	148
14	59	35	48	142
15	65	42	42	149
16	57	47	43	147
17	66	44	48	158

18	62	40	48	150
19	64	37	46	147
20	55	44	50	149

Tabel 4.19 Uji Chi Square

Uji Chi Square			
Pengamatan	Output Simulasi	Output Nyata	$(o_i - e_i)^2 / e_i$
1	154	150	0,10667
2	140	142	0,02817
3	143	145	0,02759
4	132	138	0,26087
5	164	162	0,02469
6	145	155	0,64516
7	139	136	0,06617
8	152	139	1,21582
9	148	147	0,00680
10	133	140	0,35
11	164	153	0,79085
12	157	161	0,09938
13	153	148	0,16892
14	144	142	0,02817
15	154	149	0,16778
16	143	147	0,10884
17	150	158	0,40506
18	155	150	0,16667
19	149	147	0,02721
20	156	149	0,32886
χ^2 Hitung			5,02369

Hipotesis

H_0 : Distribusi output simulasi tidak berbeda secara signifikan dengan output nyata

H_1 : Distribusi output simulasi berbeda secara signifikan dengan output nyata

Tabel 4.20 Data Statistik Untuk Uji Chi Square

Data Statistik	Simulasi	Sistem Nyata
Rata-Rata	148,75	147,9
Standar Deviasi	8,92586	7,33341
dk = n – k - 1	19	
Daerah Kritis α	0.05	
χ^2 Tabel	30,14353	

H_0 diterima jika χ^2 hitung < χ^2 Tabel

H_0 ditolak jika χ^2 hitung > χ^2 Tabel

Kesimpulan : H_0 diterima, berarti tidak ada perbedaan signifikan antara output simulasi dengan output sistem nyata.

2. Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Uji kesamaan ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan performansi cara berproduksi antara model simulasi dengan sistem nyata yang diterjemahkan dalam nilai jumlah rata-rata produk jadi yang diproduksi perminggu . Jika dalam uji didapat hasil bahwa nilai rata-rata tidak berbeda secara signifikan, maka dapat disimpulakan bahwa model memiliki validitas yang cukup untuk

parameter hasil produksi. Asumsi yang digunakan untuk uji rata-rata adalah $\sigma_1 = \sigma_2$ dimana σ tidak diketahui. Berikut prosedur pengujiannya:

Hipotesis

H_0 : Rata-rata output simulasi sama dengan rata-rata output sistem nyata

H_1 : Rata-rata output simulasi tidak sama dengan rata-rata output sistem nyata

Tabel 4.21 Data Statistik Untuk Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Data Statistik	Output Simulasi	Output Nyata
Rata-rata	148,75	147,9
Standar Deviasi	8,92586	7,33341
n	20	20
Daerah Kritis α	0,05	
v = $n_1 - n_2 - 2$	38	
$T_{\alpha/2}$	2,33372	

$$Sp^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 1}$$

$$Sp^2 = \frac{(20-1)\ \ 8{,}92586^2 + (20-1)\ \ 7{,}33341^2}{20 + 20 - 1} = 66{,}725$$

$$Sp = 8{,}16854$$

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{Sp\sqrt{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}}}$$

$$T = \frac{(148,75 - 147,9) - 0}{8,16854\sqrt{\frac{1}{20} - \frac{1}{20}}} = 0,32906$$

H_0 diterima jika : $-T_{\alpha/2} < T \text{ hitung} < T_{\alpha/2}$

Kesimpulan : H_0 diterima, berarti rata-rata output simulasi sama dengan rata-rata output sistem nyata

3. Uji Kesamaan Dua Variansi

Dalam melakukan proses pengujian kesamaan dua rata-rata selalu diasumsikan bahwa kedua populasi (simulasi dan system nyata) memiliki variansi yang sama. Agar hasil uji kesamaan dua rata-rata yang dilakukan diatas benar, maka diperlukan sebuah kepastian bahwa asumsi tentang persamaan dua variansi terpenuhi. Adapun prosedur pengujian untuk Uji Kesamaan Dua Variansi adalah seperti berikut:

Hipotesis

H_0: Variansi output simulasi sama dengan variansi output sistem nyata

H_1: Variansi output simulasi tidak sama dengan variansi output sistem nyata

Tabel 4.22 Data Statistik Untuk Uji Kesamaan Dua Variansi

Data Statistik	Output Simulasi	Output Nyata
Rata-rata	148,75	147,9
n	20	20

Standar Deviasi (S)	8,92586	7,33341
S^2	79,67105	53,77894
v	19	19
Daerah Kritis α	0,05	
$f_{\alpha/2}(v_1, v_2)$	2,52645	
$f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2)$	0,39581	

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{79,67105}{53,77894} = 1,48145$$

H_0 diterima jika : $f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2) < \text{F hitung} < f_{\alpha/2}(v_1, v_2)$

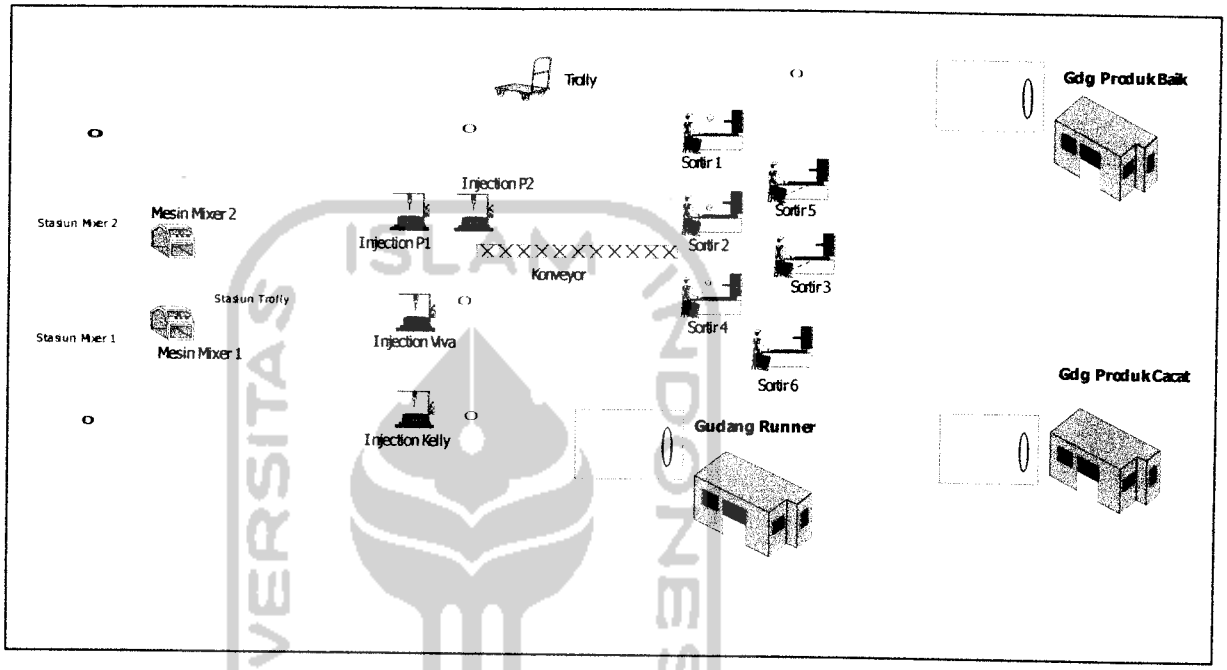
Kesimpulan : H_0 diterima, berarti variansi output simulasi sama dengan variansi output sistem nyata

4.5.6 Desain Eksperiment

Pada penelitian ini persoalan yang akan diteliti adalah performansi manufaktur meliputi: jumlah output, waktu proses/ unit produk, utilisasi dari sumberdaya mesin dan tenaga kerja, jalur produksi bottleneck, jumlah antrian, dan biaya. Untuk itu rancangan percobaan yang akan dilakukan bertujuan untuk mendapatkan performansi yang lebih tinggi dengan cara penambahan sumber daya. Berikut rancangan-rancangan yang di kembangkan:

1. Model Pengembangan Satu

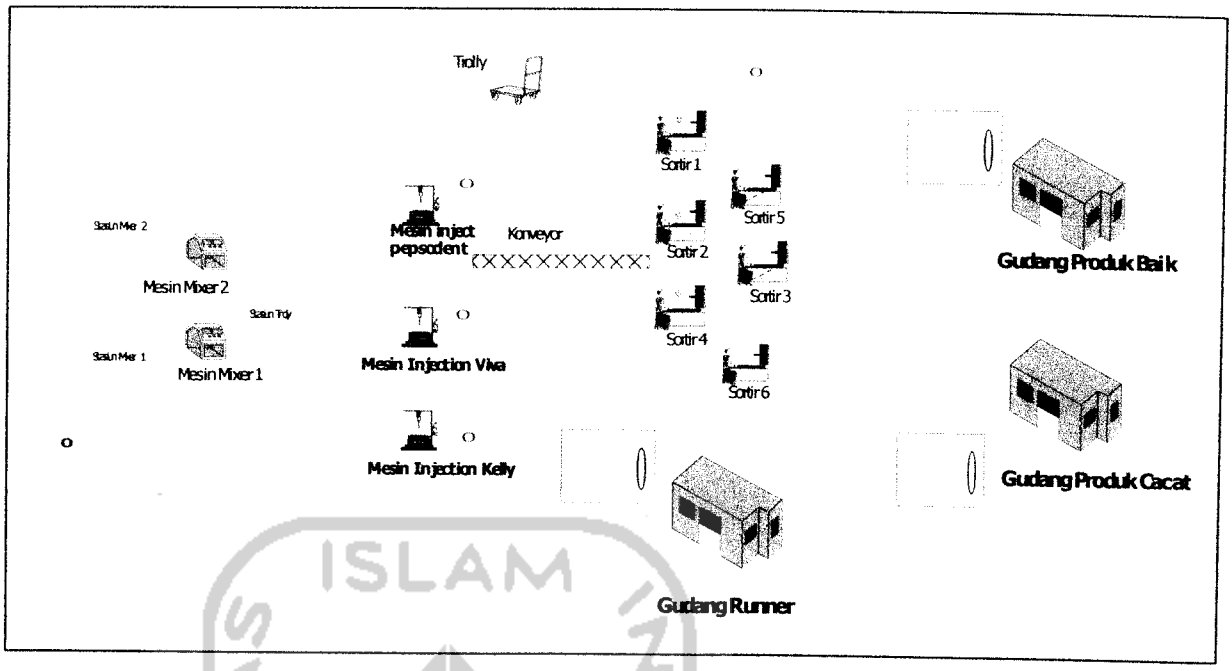
Pada Model Pengembangan ini yang berubah adalah jumlah mesin injection Pepsodent. Selain itu dilakukan penambahan tenaga kerja sortir sebanyak 1 orang.



Gambar 4.5 Model Pengembangan Satu

2. Model Pengembangan Dua

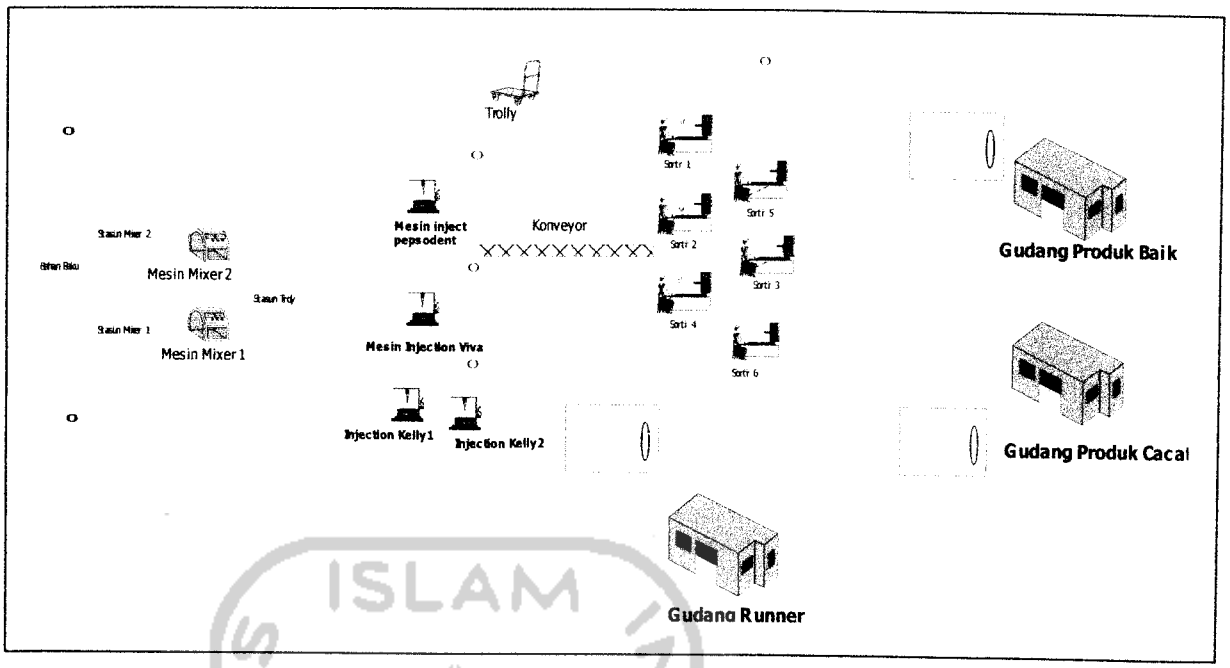
Pada Model Pengembangan ini tidak dilakukan penambahan jumlah mesin tetapi hanya melakukan penambahan tenaga kerja sortir sebanyak 1 orang.



Gambar 4.6 Model Pengembangan Dua

3. Model Pengembangan Tiga

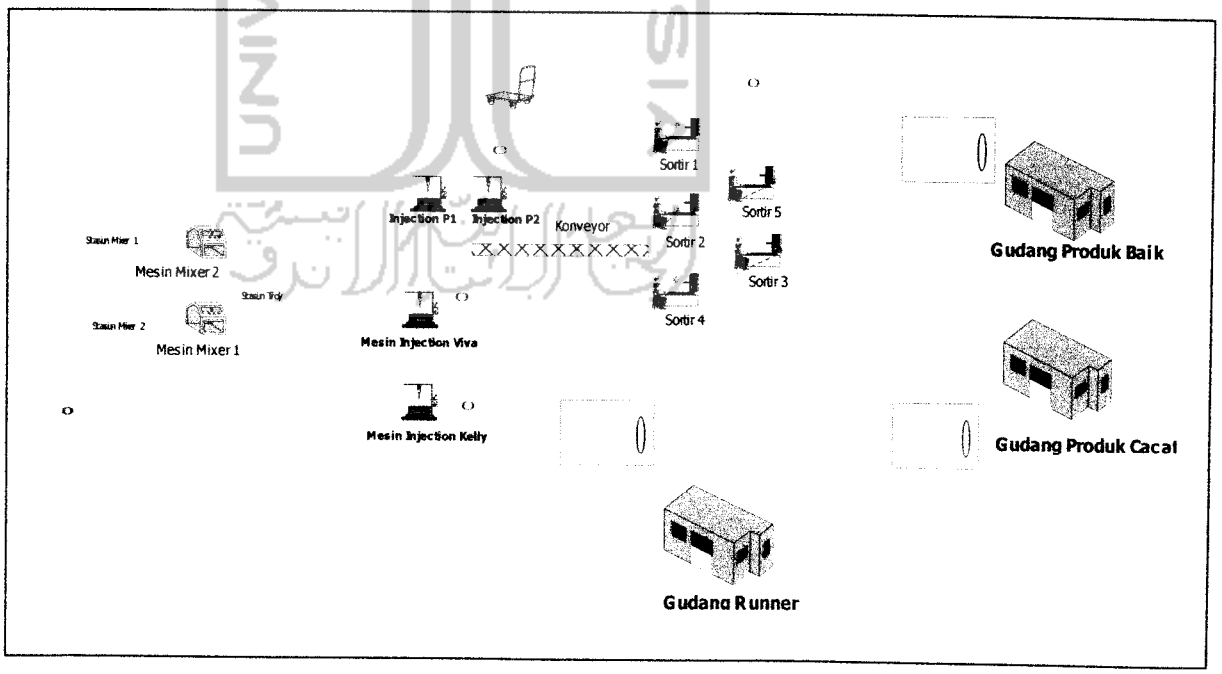
   Pada Model Pengembangan ini yang berubah adalah jumlah mesin injection Kelly. Selain itu dilakukan penambahan tenaga kerja sortir sebanyak 1 orang



Gambar 4.7 Model Pengembangan Tiga

4. Model Pengembangan Empat

Pada Model Pengembangan ini yang berubah adalah jumlah mesin injection Pepsodent dan tanpa penambahan tenaga kerja sortir.



Gambar 4.8 Model Pengembangan Empat

4.5.7 Model Pengembangan Dengan OpQuest

Optquest merupakan tool dalam ARENA 8.0 yang bermanfaat untuk mengevaluasi/membandingkan alternatif model simulasi yang telah didesain dalam berbagai skenario yang berbeda. Dengan penggunaan Op Quest dapat diperoleh solusi optimal karena dari setiap alternatif yang ada akan disimulasikan dan dicari alternatif yang terbaik.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisa Model Simulasi Awal

Proses produksi yang berlansung di PT. KSA berlansung selama 24 jam dan dimulai dari pukul 07.00. Terdapat 3 shift kerja dimana setiap shift berlangsung selama 8 jam termasuk 1 jam waktu istirahat. Khusus untuk proses sortir hanya terdiri dari dua shift yaitu shift pertama jam 07.00 – 15.00 dan shift dua 15.00 – 23.00. Mesin injection yang digunakan merupakan mesin otomatis sehingga cycle time disetup dengan waktu tetap permouldnya. Dalam model pengembangan awal menggunakan Arena, karena keterbatasan software maka produk yang dihasilkan bukan dalam bentuk pieces, tetapi dalam bentuk box. Untuk itu dilakukan penyesuaian pada waktu proses injection agar model simulasi sesuai dengan sistem nyata. Penyesuaian yang dilakukan adalah : 50 kg bahan baku pada sistem nyata sama dengan 1 entitas pada model simulasi. Kemudian ketika memasuki proses injection entitas dipecah menjadi dua entitas (1 entitas = 25 kg sistem nyata). Waktu proses pengerjaan di mesin injection injection adalah 1,4 jam untuk produk Pepsodent, 5,8 jam untuk Viva dan 3,1 jam untuk Kelly. Contoh perhitungan waktu proses di mesin injection untuk produk Pepsodent adalah :

Berat produk Pepsodent permould = (32 x 1,15) + (8 x 4,3) = 71,2 gram

Jumlah mould untuk 25 kg bahan = 25000 gram ÷ 71,2 gram = 351 mould

Waktu proses Injection = 351 x 14,5 CT = 5086,5 dtk = 1,4 jam

Jumlah produk yang di hasilkan = 351 x 32 = 11.232 pcs ≈ 1 box

Untuk dapat mengembangkan suatu sistem menjadi lebih baik, maka kelemahan dari sistem yang dikembangkan harus dapat diidentifikasi. Untuk menganalisa sistem ini, penulis menggunakan parameter : jumlah output, jumlah antrian, waktu siklus, waktu tunggu, utilitas penggunaan sumberdaya mesin dan manusia, dan biaya sistem sebagai ukuran performansi sistem, ditambah dengan analisa perbandingan antara pendapatan dan biaya yang dikeluarkan. Identifikasi kelemahan pada sistem nyata diterjemahkan dalam model simulasi awal yang mewakili kinerja sistem nyata dan disimulasikan sebanyak 20 replikasi, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.1 Ukuran Performansi Sistem Pada Model Awal

Ukuran Kinerja	Rata-Rata Kinerja (perminggu)
Output Produk Pepsodent	59,2
Output Produk Viva	42,25
Output Produk Kelly	47,3
Total Output Produk	148,75
Utilisasi Mesin Mixer 1	3,82 %
Utilisasi Mesin mixer 2	1,42 %
Utilisasi mesin Injection Pepsodent	93,33%
Utilisasi Mesin Injection Viva	96,67%
Utilisasi Mesin Injection Kelly	100%
Utilisasi Sortir 1	92,42 %
Utilisasi Sortir 2	93,16%

Utilisasi Sortir 3	92,19%
Utilisasi Sortir 4	93,62%
Utilisasi Sortir 5	90,86%
Proses Mixer 1 Number Inqueue	0,1806
Proses Mixer 2 Number Inqueue	0,0021
Injection Pepsodent Number Inqueue	6,6355
Injection Viva Number Inqueue	1,4500
Injection Kelly Number Inqueue	4,8823
Proses Sortir Number Inqueue	0,9971
Waktu Siklus Cap Pepsodent	15,2497
Waktu Siklus Cap Flip Top Viva	11,8569
Waktu Siklus Cap Kelly	21,2893
Waktu Siklus Keseluruhan Produk	107,7115
Waiting time pada proses Mixer 1	30,333
Waiting time pada proses Mixer 2	0,35272
Waiting time pada Injection Pepsodent	1114,7
Waiting time pada Injection Viva	243,60
Waiting time pada Injection Kelly	773,88
Waiting time pada sortir	170,65
Biaya Material Handling	Rp 4.806.800
Biaya Sumberdaya	Rp 1.137.900
Biaya Sistem	Rp 5.150.300

Dari model awal simulasi diperoleh data bahwa rata-rata output produk perminggu adalah 148,75 yang berarti telah memenuhi target produksi perminggu sebesar 147,90. Waktu siklus 107,7115 menunjukkan bahwa total waktu yang diperlukan untuk membuat satu produk adalah sebesar 107,7115 jam. Waktu tunggu 2333,52 jam yang menunjukkan total waktu tunggu pada setiap proses. Utilisasi

mesin Injection Pepsodent 0,9333, utilisasi mesin injection Kelly 1,00, utilisasi Injection Viva 0,96667, dan utilisasi sortir 0,92 menunjukkan bahwa persentase kesibukan sumberdaya tinggi yaitu lebih dari 90%. Jumlah produk dalam antrian adalah 14,15 produk dan biaya sistem sebesar Rp 5.150.300 menunjukkan jumlah biaya yang dikeluarkan berdasarkan aktivitas yang dilakukan oleh tiap sumberdaya yang dilalui entitas (produk).

Berdasarkan informasi dari simulasi model awal dapat diidentifikasi kelemahan sistem yaitu : panjangnya waktu siklus, terjadinya bottleneck pada proses injection, banyaknya jumlah produk dalam antrian serta lamanya waktu menunggu dalam sistem yang akan mengakibatkan bertambahnya biaya material handling. Untuk mengurangi waktu siklus pada sistem ini bisa dilakukan melalui dua hal, yaitu dengan memperkecil waktu proses dan penambahan sumberdaya berupa mesin atau tenaga sortir. Namun memperkecil waktu proses pada mesin akan berpengaruh kepada kecacatan produk, sedangkan memperkecil waktu pada proses sortir membutuhkan eksperimen lain yang tidak bisa dilakukan dengan simulasi. Sebelum model simulasi dikembangkan, terlebih dahulu dihitung perbandingan antara manfaat dan biaya (Rasio B/C):

Harga jual Pepsodent	= Rp 22/ pcs	= Rp 220.000 perbox
Biaya produksi	= Rp 17,5/ pcs	= Rp 175.000 perbox
Biaya produksi pertahun	= 175.000 x 59 x 4 x 12	= Rp 495.600.000
Pendapatan pertahun	= 220.000 x 59 x 4 x 12	= Rp 623.040.000

$$Rasio \quad B/C = \frac{623.040.000}{495.600.000} = 1,26$$

Harga jual Viva	= Rp 43/ pcs	= Rp 141.900 perbox
Biaya produksi	= Rp 35/ pcs	= Rp 115.500 perbox
Biaya produksi pertahun	= 115.500 x 42 x 4 x 12	= Rp 232.848.000
Pendapatan pertahun	= 141.900 x 42 x 4 x 12	= Rp 286.070.400

$$Rasio \quad B/C = \frac{286.070.400}{232.848.000} = 1{,}23$$

Harga jual Kelly	= Rp 90/ pcs	= Rp 405.000 perbox
Biaya Produksi	= Rp 75,5/ pcs	= Rp 339.750 perbox
Biaya produksi pertahun	= 339.750 x 47 x 4 x 12	= Rp 766.476.000
Pendapatan pertahun	= 405.000 x 47 x 4 x 12	= Rp 913.680.000

$$Rasio \quad B/C = \frac{913.680.000}{766.476.000} = 1{,}19$$

$$Rasio \quad B/C \quad untuk \quad keseluruhan \quad sistem = \frac{1.822.790.400}{1.494.924.000} = 1{,}219$$

5.2 Analisa Model Pengembangan

5.2.1 Model Pengembangan Satu

Pada model ini yang dilakukan adalah penambahan jumlah mesin injection Pepsodent sebanyak 1 unit dan penambahan tenaga kerja sortir sebanyak 1 orang. Adapun ukuran performansi untuk Model Pengembangan Satu adalah :

Tabel 5.2 Ukuran Performansi Sistem Pada Model Pengembangan Satu

Ukuran Kinerja	Rata-Rata Kinerja (perminggu)
Output Produk Pepsodent	60,3
Output Produk Viva	43,2
Output Produk Kelly	46,25
Total Output Produk	149,75
Utilisasi Mesin Mixer 1	3,82%
Utilisasi Mesin mixer 2	1,37%
Utilisasi mesin Injection Pepsodent 1	46,67%
Utilisasi mesin Injection Pepsodent 1	46,67%
Utilisasi Mesin Injection Viva	96,67%
Utilisasi Mesin Injection Kelly	100%
Utilisasi Sortir 1	78,04%
Utilisasi Sortir 2	74,37%
Utilisasi Sortir 3	75,66%
Utilisasi Sortir 4	75%
Utilisasi Sortir 5	75,32%
Utilisasi Sortir 6	74,52%
Proses Mixer 1 Number Inqueue	0,1806
Proses Mixer 2 Number Inqueue	0,0021
Injection Pepsodent Number Inqueue	2,9019
Injection Viva Number Inqueue	1,4500
Injection Kelly Number Inqueue	4,8823
Proses Sortir Number Inqueue	1,2059
Waktu Siklus Cap Pepsodent	10,27
Waktu Siklus Cap Flip Top Viva	11,792
Waktu Siklus Cap Kelly	21,1275
Waktu Siklus Keseluruhan Produk	97,3725

Waiting time pada proses Mixer 1	30,333
Waiting time pada proses Mixer 2	0,35296
Waiting time pada Injection Pepsodent	487,52
Waiting time pada Injection Viva	243,60
Waiting time pada Injection Kelly	773,88
Waiting time pada sortir	204,17
Biaya Material Handling	Rp 4.216.600
Biaya Sumberdaya	Rp 1.379.800
Biaya Sistem	Rp 4.798.800

Dari hasil model pengembangan satu dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan jumlah output Pepsodent sebesar 60, 3 dan kenaikan output rata-rata sistem menjadi 149,75. Karena adanya penambahan mesin maka waktu siklus turun menjadi 97,3725, utilitas pada mesin Injection Pepsodent menurun dibandingkan model awal yaitu dari 0,9333 menjadi 0,4667 . Jumlah produk pepsodent dalam antrian juga menurun menjadi 2,9019. Namun pada pengembangan satu terjadi peningkatan waktu tunggu sortir dari 170,65 pada model awal menjadi 204,17 sehingga jumlah antrian produk pada proses sortir juga meningkat dari 0,9971 menjadi 1,2059 meskipun pada pengembangan ini telah dilakukan penambahan tenaga kerja sortir. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan sumberdaya sortir tidak dapat megimbangi kenaikan produk akibat penambahan mesin. Untuk biaya material handling pada model pengembangan dua dapat dilihat bahwa terjadi penurunan biaya dari 4.806.800 menjadi 4.216.6004 karena secara keseluruhan waktu tunggu produk dalam sistem menurun.

Adapun untuk analisa rasio B/C adalah sebagai berikut :

$$Rasio \quad B/C = \frac{1.820.721.600}{1.535.564.528} = 1{,}186$$

5.2.2 Model Pengembangan Dua

Pada model ini yang dilakukan hanya penambahan tenaga kerja sortir sebanyak 1 orang. Penambahan mesin injection pada Viva tidak berpengaruh signifikan pada performansi sistem (malah menurunkan output) sehingga tidak dilakukan penambahan mesin. Pada tabel di bawah ini diperlihatkan ukuran performansi sistem dengan penambahan satu mesin dan satu tenaga sortir sebagai pembanding:

Tabel 5.3 Performansi Sistem Pada Penambahan Mesin Injection Viva

Ukuran Kinerja	Rata-Rata Kinerja (perminggu)
Output Produk Pepsodent	59,75
Output Produk Viva	40.65
Output Produk Kelly	46,85
Total Output Produk	147,25
Utilisasi mesin Injection Pepsodent 1	93,33%
Utilisasi Mesin Injection Viva	48,33%
Utilisasi Mesin Injection Viva	48,33%
Utilisasi Mesin Injection Kelly	100%
Utilisasi Sortir 1	73,94%
Utilisasi Sortir 2	71,58%
Utilisasi Sortir 3	70,91
Utilisasi Sortir 4	76,48%
Utilisasi Sortir 5	73,97%

Utilisasi Sortir 6	74,09%
Injection Pepsodent Number Inqueue	6,6355
Injection Viva Number Inqueue	0,48333
Injection Kelly Number Inqueue	4,8823
Proses Sortir Number Inqueue	1,2059
Waktu Siklus Cap Pepsodent	14,8215
Waktu Siklus Cap Flip Top Viva	9,3470
Waktu Siklus Cap Kelly	21,0005
Waktu Siklus Keseluruhan Produk	98,1595
Waiting time pada Injection Pepsodent	1114,7
Waiting time pada Injection Viva	81,2
Waiting time pada Injection Kelly	773,88
Waiting time pada sortir	150,47
Biaya Material Handling	Rp 4.306.900
Biaya Sumberdaya	Rp 1.382.600
Biaya Sistem	Rp 4.899.400

Adapun ukuran performansi untuk model pengembangan dua dengan penambahan satu tenaga sortir adalah :

Tabel 5.4 Ukuran Performansi Sistem Pada Model Pengembangan Dua

Ukuran Kinerja	Rata-Rata Kinerja (perminggu)
Output Produk Pepsodent	59,5
Output Produk Viva	42,1
Output Produk Kelly	47,55
Total Output Produk	149,15
Utilisasi Mesin Mixer 1	3,82%

Utilisasi Mesin mixer 2	1,42%
Utilisasi mesin Injection Pepsodent	93,33%
Utilisasi Mesin Injection Viva	96,67%
Utilisasi Mesin Injection Kelly	100%
Utilisasi Sortir 1	75,99%
Utilisasi Sortir 2	73,01%
Utilisasi Sortir 3	75,99
Utilisasi Sortir 4	74,22%
Utilisasi Sortir 5	75,70%
Utilisasi Sortir 6	75,51%
Proses Mixer 1 Number Inqueue	0,1806
Proses Mixer 2 Number Inqueue	0,0022
Injection Pepsodent Number Inqueue	6,6355
Injection Viva Number Inqueue	1,4500
Injection Kelly Number Inqueue	4,8823
Proses Sortir Number Inqueue	0,57821
Waktu Siklus Cap Pepsodent	14,7545
Waktu Siklus Cap Flip Top Viva	11,6165
Waktu Siklus Cap Kelly	20,9655
Waktu Siklus Keseluruhan Produk	105,669
Waiting time pada proses Mixer 1	30,333
Waiting time pada proses Mixer 2	0,35296
Waiting time pada Injection Pepsodent	1114,7
Waiting time pada Injection Viva	243,60
Waiting time pada Injection Kelly	773,88
Waiting time pada sortir	102,60
Biaya Material Handling	Rp 4.647200
Biaya Sumberdaya	Rp1.224.900
Biaya Sistem	Rp 5.077.000

Dari hasil model pengembangan dua dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan output rata-rata sistem dari 148,75 menjadi 149,15. Penambahan tenaga sortir menyebabkan turunnya utilitas tenaga sortir menjadi 0,75 . Waktu siklus turun menjadi 105,669, waktu tunggu sortir juga mengalami penurunan dari 170,65 pada model awal menjadi 102,60 sehingga jumlah antrian produk pada proses sortir juga menurun dari 0,9971 menjadi 0,578211. Untuk biaya material handling pada model pengembangan dua dapat dilihat bahwa terjadi penurunan biaya dari 4.806.800 menjadi 4.647200 karena secara keseluruhan waktu tunggu produk dalam sistem menurun.

Adapun untuk analisa rasio B/C adalah sebagai berikut :

$$Rasio \quad B/C = \frac{1.852.790.400}{1.526.016.000} = 1{,}214$$

5.2.3 Model Pengembangan Tiga

Pada model ini dilakukan penambahan jumlah mesin injection Kelly sebanyak satu unit dan penambahan tenaga kerja sortir sebanyak 1 orang. Berikut ukuran performansi sistem pada model pengembangan tiga :

Tabel 5.5 Ukuran Performansi Sistem Pada Model Pengembangan Tiga

Ukuran Kinerja	Rata-Rata Kinerja (perminggu)
Output Produk Pepsodent	60,75
Output Produk Viva	40,7
Output Produk Kelly	48,50
Total Output Produk	149,95
Utilisasi Mesin Mixer 1	3,82%

Utilisasi Mesin mixer 2	1,42%
Utilisasi mesin Injection Pepsodent	93,33%
Utilisasi Mesin Injection Viva	96,67%
Utilisasi Mesin Injection Kelly 1	51,67%
Utilisasi Mesin Injection Kelly 2	51,67%
Utilisasi Sortir 1	76,10%
Utilisasi Sortir 2	74,65%
Utilisasi Sortir 3	74,935
Utilisasi Sortir 4	74,53%
Utilisasi Sortir 5	73,76%
Utilisasi Sortir 6	76,76%
Proses Mixer 1 Number Inqueue	0,1806
Proses Mixer 2 Number Inqueue	0,0021
Injection Pepsodent Number Inqueue	6,6355
Injection Viva Number Inqueue	1,4500
Injection Kelly Number Inqueue	1,5165
Proses Sortir Number Inqueue	0,82241
Waktu Siklus Cap Pepsodent	14,7895
Waktu Siklus Cap Flip Top Viva	11,5395
Waktu Siklus Cap Kelly	11,6260
Waktu Siklus Keseluruhan Produk	84,745
Waiting time pada proses Mixer 1	30,333
Waiting time pada proses Mixer 2	0,35296
Waiting time pada Injection Pepsodent	1114,7
Waiting time pada Injection Viva	243,60
Waiting time pada Injection Kelly	254,78
Waiting time pada sortir	140,92
Biaya Material Handling	4.686.800
Biaya Sumberdaya	1.381.300
Biaya Sistem	5.266.000

Dari hasil model pengembangan tiga dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan jumlah output Kelly sebesar 48,5 dan kenaikan output rata-rata sistem menjadi 149,95. Karena adanya penambahan mesin maka waktu siklus turun menjadi 84,745. Utilitas pada mesin Injection Kelly menurun dibandingkan model awal yaitu dari 1,0 menjadi 0,51667. Jumlah produk Kelly dalam antrian juga menurun menjadi 1,5615. Pada pengembangan tiga terjadi penurunan waktu tunggu sortir dari 170,65 pada model awal menjadi 140,92 sehingga jumlah antrian produk pada proses sortir juga menurun dari 0,9971 menjadi 0,82241. Turunnya jumlah antrian pada proses sortir disebabkan pada model ini dilakukan penambahan tenaga kerja sortir. Untuk biaya material handling pada model pengembangan terjadi penurunan biaya dari 4.806.800 menjadi 4.686.800 karena secara keseluruhan waktu tunggu produk dalam sistem turun.

Adapun untuk analisa rasio B/C adalah sebagai berikut :

$$Rasio \quad B/C = \frac{1.875.979.200}{1.581.800.528} = 1,186$$

5.2.4 Model Pengembangan Empat

Pada model pengembangan ini yang dilakukan adalah hanya menambah mesin pada Injection pepsodent sebanyak satu unit. Berikut ukuran performansi sistem pada model pengembangan empat :

Tabel 5.6 Ukuran Performansi Sistem Model Pengembangan Empat

Ukuran Kinerja	Rata-Rata Kinerja (perminggu)
Output Produk Pepsodent	61,55
Output Produk Viva	40,55
Output Produk Kelly	47,5
Total Output Produk	149,6
Utilisasi Mesin Mixer 1	3,82%
Utilisasi Mesin mixer 2	1,37%
Utilisasi mesin Injection Pepsodent 1	46,67%
Utilisasi mesin Injection Pepsodent 1	46,67%
Utilisasi Mesin Injection Viva	96,67%
Utilisasi Mesin Injection Kelly	100%
Utilisasi Sortir 1	93,24%
Utilisasi Sortir 2	92,19%
Utilisasi Sortir 3	92,75%
Utilisasi Sortir 4	91,41%
Utilisasi Sortir 5	92,02%
Proses Mixer 1 Number Inqueue	0,1806
Proses Mixer 2 Number Inqueue	0,0021
Injection Pepsodent Number Inqueue	2,9019
Injection Viva Number Inqueue	1,4500
Injection Kelly Number Inqueue	4,8823
Proses Sortir Number Inqueue	1,9575
Waktu Siklus Cap Pepsodent	11,0515
Waktu Siklus Cap Flip Top Viva	12,8955
Waktu Siklus Cap Kelly	21,8740
Waktu Siklus Keseluruhan Produk	99,715
Waiting time pada proses Mixer 1	30,333

Waiting time pada proses Mixer 2	0,35296
Waiting time pada Injection Pepsodent	487,52
Waiting time pada Injection Viva	243,60
Waiting time pada Injection Kelly	773,88
Waiting time pada sortir	327,61
Biaya Material Handling	4.314.300
Biaya Sumberdaya	1.293.700
Biaya Sistem	4.813.500

Dari hasil model pengembangan empat dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan output rata-rata sistem dari 148,75 menjadi 149,6. Karena adanya penambahan mesin maka waktu siklus turun menjadi 99,715 Utilitas pada mesin Injection Pepsodent menurun dibandingkan model awal yaitu dari 0,9333 menjadi 0,4667. Waktu tunggu sortir mengalami kenaikan dari 170,65 pada model awal menjadi 327,61 sehingga jumlah antrian produk pada proses sortir juga naik dari 0,9971 menjadi 1,9575. Untuk biaya material handling pada model pengembangan empat dapat dilihat bahwa terjadi penurunan biaya dari 4.806.800 menjadi 4.314.300 karena secara keseluruhan waktu tunggu produk dalam sistem menurun.

Adapun untuk analisa rasio B/C adalah sebagai berikut :

$$Rasio \quad B/C = \frac{1.867.099.200}{1.567.508.528} = 1,191$$

5.3 Perbandingan Ukuran Performansi Sistem

Untuk membandingkan ukuran performansi masing-masing model, maka dibuat ringkasan performansi sistem seperti berikut :

Tabel 5.7 Perbandingan Performansi Sistem Untuk Setiap Model

Ukuran Kinerja	Model Simulasi				
	Awal	Satu	Dua	Tiga	Empat
Output Produk	148,75	149,75	149,15	149,95	149,6
Waktu Siklus	107,7115	97,3725	105,669	84,745	99,715
Waktu Tunggu	2333,52	1739,86	2265.47	1784,69	1863,30
Jumlah Antrian	14,15	10,62	13,73	10,61	11,37
Utilitas Mesin Injection Pepsodent	0,93	0,47	0,93	0,93	0,47
Utilitas Mesin Injection Viva	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Utilitas Mesin Injection Pepsodent	1,00	1,00	1,00	0,52	1,00
Utilitas Sortir	0,92	0,76	0,75	0,75	0,92
Biaya material Handling	4.806.800	4.216.600	4.647200	4.686.800	4.314.300
Biaya Resource	1.137.900	1.379.800	1.224.900	1.381.300	1.293.700
Biaya Sistem	5.150.300	4.798.800	5.077.000	5.266.000	4.813.500
Analisa B/C	1,219	1,186	1,214	1,186	1,191

Berdasarkan ringkasan ukuran performansi sistem pada tabel atas, dapat dibandingkan performansi masing-masing alternaif pengembangan simulasi sistem untuk dijadikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan. Dilihat dari parameter output dan waktu siklus maka yang paling baik adalah model **pengembangan tiga** karena outputnya paling tinggi dan waktu siklusnya rendah. Untuk parameter waktu tunggu maka model yang lebih baik dibanding model yang lain adalah **pengembangan satu** karena waktu tunggunya paling rendah. Untuk parameter

jumlah antrian maka yang paling baik adalah model **pengembangan tiga**. Untuk parameter biaya sistem yang paling baik adalah model **pengembangan satu**.karena biayanya paling rendah. Sedangkan untuk pemilihan model berdasarkan rasio manfaat-biaya akan di bahas pada bagian tersendiri dalam bab ini. Perlu diingat bahwa meskipun pengembangan satu dan pengembangan tiga lebih memperlihatkan peningkatan produktivitas dibandingkan pengembangan yang lain, belum tentu alternatif model-model lain tidak dipertimbangkan dalam penetapan model terpilih karena masih perlu dikaji lebih lanjut dampaknya pada kinerja perusahaan secara keseluruhan.

5.4 Penetapan Model Pengembangan Terpilih

Untuk penetapan model pengembangan terpilih berdasarkan perbandingan manfaat biaya, maka dilakukan test Incremental Rasio (Rasio B/C menigkat). Adapun perhitungannya dapat dilihat pada lampiran. Ringkasan hasil Incramental Rasio adalah:

Tabel 5.8 Rasio Manfaat Biaya Masing-Masing Model Pengembangan

Model Simulasi	Benefit	Cost	Rasio B/C
Awal	1.822.790.400	1.494.924.000	1,219
Pengembangan 1	1.820.721.600	1.535.564.000	1,186
Pengembangan 2	1.852.790.400	1.526.016.000	1.214
Pengembangan 3	1.875.979.200	1.581.800.528	1,186
Pengembangan 4	1.867.099.200	1.567.508.528	1,191

Tabel 5.9 Rasio Manfaat – Biaya Meningkat

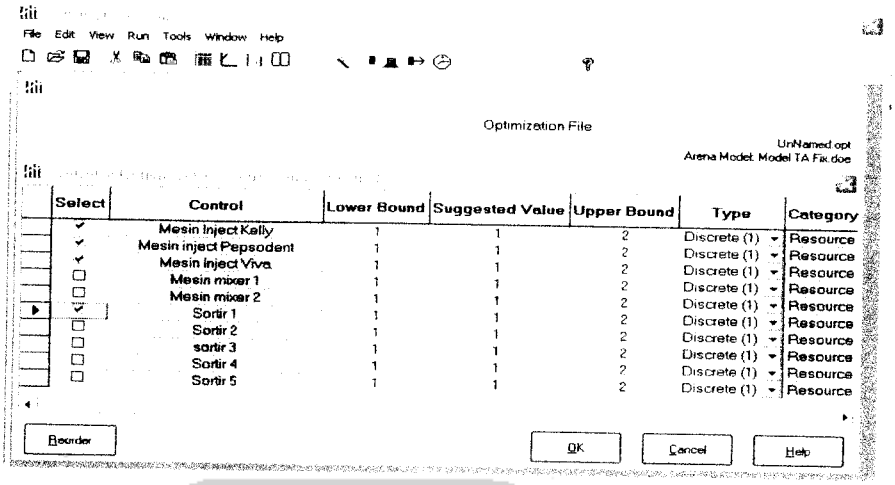
B/C_{satu-0}	1,185702192	terima pengembangan satu
$B/C_{awal-satu}$	-0,050905512	terima pengembangan satu
$B/C_{dua-satu}$	-3,35869292	terima pengembangan satu
$B/C_{empat-satu}$	1,451816724	terima pengembangan empat
$B/C_{tiga-empat}$	0,621326616	terima pengembangan empat

Berdasarkan rasio manfaat biaya menigkat, maka model pengembangan yang terpilih adalah model Pengembangan Empat yang berarti model ini memberikan keuntungan bagi perusahaan sehingga layak dilaksanakan.

5.5 Penetapan Model Pengembangan Terpilih Menggunakan OpQuest

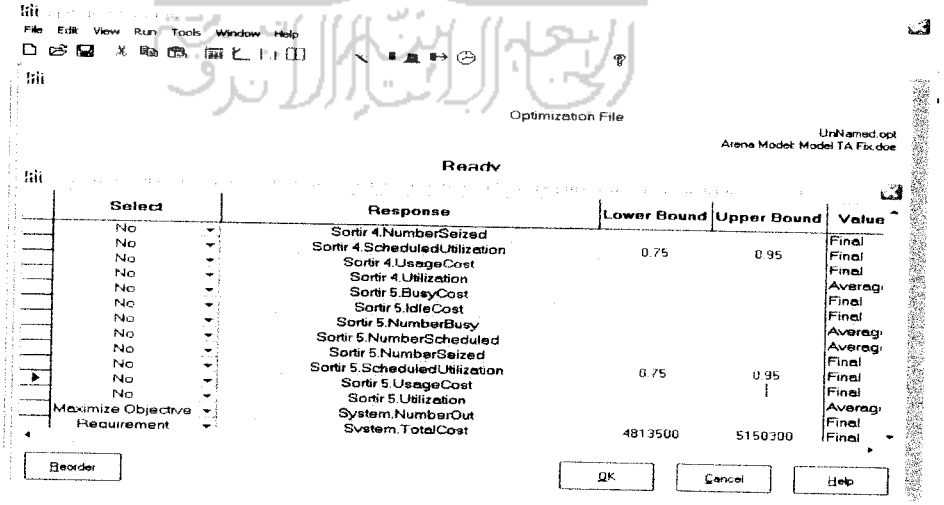
Pada software Arena tersedia tools OpQuest, dengan tools ini dapat diketahui solusi optimal dari berbagai skenario model simulasi yang dijalankan. Adapun langkah-langkah dalam OptQuest adalah :

1. Menetapkan control yaitu variabel input yang berpengaruh dalam proses yang terjadi dalam model skenario. Adapun control yang digunakan adalah mesin Injection dan tenaga sortir. Hal yang ingin dipantau pada simulasi ini adalah pengaruh dari penambahan mesin dan injection pada model skenario.



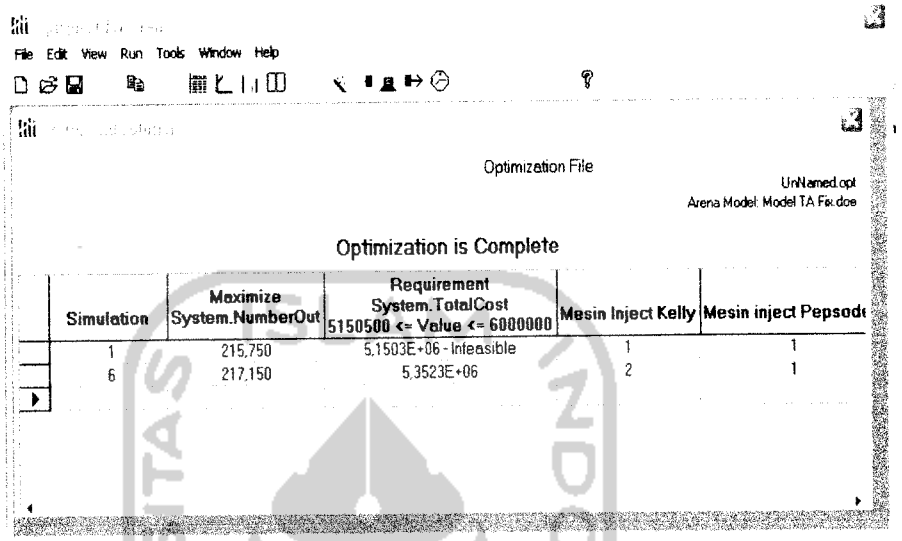
Gambar 5.1 Penetapan Control Model Skenario

2. Menetapkan respon, yaitu variabel output yang menggambarkan performa dari model skenario selama disimulasikan. Respon yang diinginkan adalah Maximasi numberout (output) dengan tetap memperhatikan biaya sistem, dimana batas bawahnya adalah biaya pada model awal (biaya ≥ 5.150.300) dan batas atasnya adalah kemampuan perusahaan menanggung biaya, yaitu senilai Rp 6.000.000 (biaya ≤ 6.000.000)



Gambar 5.2 Menetapkan Respon Model Skenario

3. Menjalankan simulasi dengan OpQuest. Skenario yang telah dibuat kemudian dijalankan dalam selama waktu yang telah ditetapkan, sehingga diperoleh skenario yang terbaik.



Gambar 5.3 Hasil Akhir Optimasi Model Skenario

Dari Optimasi menggunakan OpQuest diperoleh skenario terbaik yaitu penambahan 1 unit mesin Injection Kelly dan penambahan tenaga sortir sebanyak satu orang. Sistem numberout maksimal adalah 217,7 dengan biaya sistem sebesar Rp5.457.300.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil simulasi model awal disimpulkan bahwa rata-rata output produk perminggu adalah 148,75 box, waktu siklus perminggu 107,7115 jam, waktu tunggu perminggu 2333,52 jam. Utilisasi mesin Injection Pepsodent 93,33%, utilisasi mesin injection Kelly 100%, utilisasi Injection Viva 96,67%, dan utilisasi sortir 92%. Jumlah produk dalam antrian adalah 14,15 box dan biaya sistem sebesar Rp 5.150.300.
2. Berdasarkan analisa performansi pada simulasi model awal dapat diidentifikasikan kelemahan sistem yaitu : panjangnya waktu siklus, terjadinya bottleneck pada proses injection, banyaknya jumlah produk dalam antrian serta lamanya waktu menunggu dalam sistem.
3. Pengujian berbagai skenario model dengan OptQuest menghasilkan solusi penambahan mesin Injection pada Kelly dan penambahan tenaga sortir sebanyak satu orang (sama dengan Model Pengembangan Tiga).
4. Keputusan model terpilih adalah Model Pengembangan Empat dengan keputusan melakukan penambahan satu unit mesin Injection Pepsodent. Hasil performansi sistem: rata-rata output perminggu 149,6 box, waktu siklus perminggu 99,715 jam, waktu tunggu perminggu 1863,30 jam, jumlah antrian 11,37 box, biaya sistem Rp 4.813.500 dan Rasio Manfaat-Biaya 1,19.

6.2 Saran

1. Simulasi dapat digunakan untuk mengevaluasi performansi sistem manufaktur dengan keuntungan dapat meminimasi efek negatif pada fase implementasi. Oleh karena itu model Arena yang dibuat oleh peneliti bisa dikembangkan lebih lanjut dengan mencoba berbagai model skenario lain seperti, pengaturan layout mesin.
2. Salah satu cara untuk meningkatkan performansi sistem manufaktur di PT. Kawan Sejati Akuarasi dapat dilakukan dengan pengalokasian sumberdaya baik berupa mesin ataupun sumberdaya manusia. Oleh karena itu peneliti menyarankan agar perusahaan mempertimbangkan untuk melakukan skenario Model Pegembangan Empat karena bisa meningkatkan produktivitas dan dari sisi investasi memberikan keuntungan bagi perusahaan

Daftar Pustaka

1. Amrine, Harold T, and Jhon A. Ritchey, *Analysis and Control of Production System*, New Jersey: Prentice Hall, 1994.
2. Apple, James, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Barang*, Bandung: Penerbit ITB, 1990.
3. Banks, Jerry, Jhon S. Carson and Barry L Nelson, *Discrete Event System Simulation Second Edition*, New Jersey: Prentice Hall international, 1996.
4. Heizer, Jay, and Barry Render, *Operation Management Second Edition*, New York: Pearson Prentice Hall, 2005.
5. Hoover, Stewart V and Ronald F. Perry, *Simulation a Problem Solving Approach*, USA: Addison – Wesley Publishing Company, 1990.
6. Kakiay, Thomas J, *Pengantar Sistem Simulasi*, Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2004.
7. Kelton, David W, Randal P. Sadowski and David T. Sturrock. *Simulation with Arena* ,New York: McGraw Hill, 2003.
8. Law, Averil M and David W. Kelton, *Simulation Modelling and Analysis*, New York : McGraw Hill. 1991.
9. Pujawan, I Nyoman, *Ekonomi Teknik*, Jakarta: PT. Candimas Metropole, 1995.
10. Purnomo, Hari, *Pengantar Teknik industri*, Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
11. Ramadhany, Purnama, *Pendekatan Model Simulasi Untuk Menigkatkan Kinerja Sistem Manaufaktur Melalui Alokasi Sumber Daya Mesin Produksi*,

Jurnal Aplikasi Teknik Industri FTI Universitas Islam Indonesia, Volume 2, 2003.

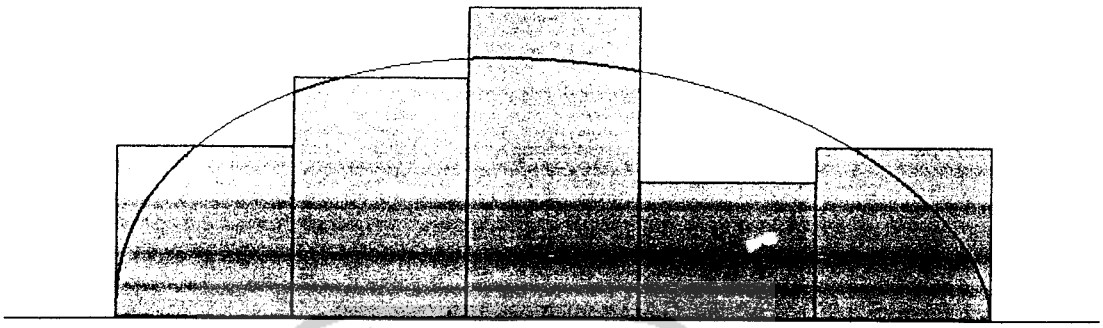
12. Simatupang, Togar M, *Pemodelan Sistem*, Klaten: Nindita, 1995.
13. Sofyan Natalia, Meifanie dan I Gede Agus W, *Minimasi Waktu pengerjaan produk Melanie Sleigh Changing Table Melalui Pendekatan Simulasi Dan Tabu Search*, Jurnal Teknik Industri FTI Universitas Kristen Petra, Volume 8, 2006.
14. Sudjana, *Metode Statistika*, Bandung: Tarsito, 1996
15. Supramono dan Sugiarto, *Statistika*, Yogyakarta: Andi Offset, 1993
16. Walpole, R.E dan R.H. Myers, *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*, Bandung: ITB, 1986.

LAMPIRAN

Hasil Input Analyzer

1. Produk Pepsodent

1.1 Distribusi Waktu Proses Mixer 2



Distribution Summary

Distribution: Beta

Expression: 9.02 + 1.53 * BETA(1.43, 1.55)

Square Error: 0.01141

Chi Square Test

Number of intervals = 3

Degrees of freedom = 0

Test Statistic = 1.41

Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0827

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30

Min Data Value = 9.15

Max Data Value = 10.4

Sample Mean = 9.75

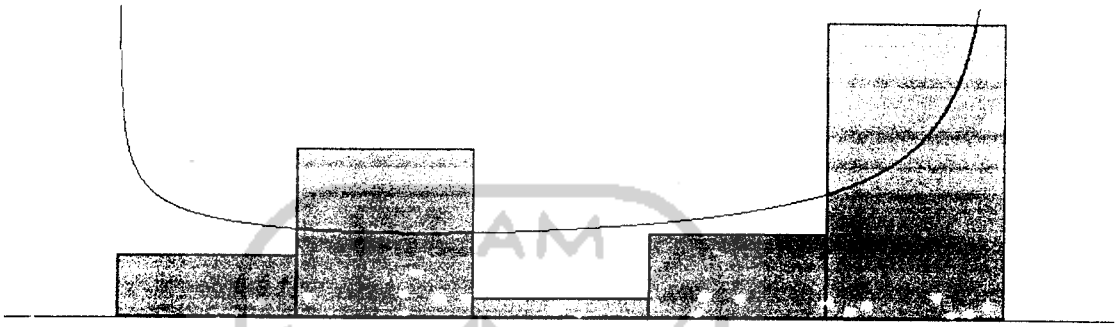
Sample Std Dev = 0.407

Histogram Summary

Histogram Range = 9.02 to 10.6

Number of Intervals = 5

1.2 Distribusi Waktu Antar Kerusakan Mesin



Distribution Summary

Distribution: Beta

Expression: 45 + 16 * BETA(0.733, 0.49)

Square Error: 0.037689

Chi Square Test

Number of intervals = 4

Degrees of freedom = 1

Test Statistic = 1.51

Corresponding p-value = 0.23

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.171

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30

Min Data Value = 45.5

Max Data Value = 60.3

Sample Mean = 54.6

Sample Std Dev = 5.26

Histogram Summary

Histogram Range = 45 to 61

Number of Intervals = 5

1.3 Distribusi Down Time Mesin



Distribution Summary

Distribution: Beta

Expression: 2 + 3.94 * BETA(1.24, 1.17)

Square Error: 0.010924

Chi Square Test

Number of intervals = 4

Degrees of freedom = 1

Test Statistic = 1.5

Corresponding p-value = 0.231

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0969

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30

Min Data Value = 2.2

Max Data Value = 5.6

Sample Mean = 4.03

Sample Std Dev = 1.07

Histogram Summary

Histogram Range = 2 to 5.94

Number of Intervals = 5

1.4 Distribusi Waktu Sortir



Distribution Summary

Distribution: Normal

Expression: NORM(2.48, 0.087)

Square Error: 0.004088

Chi Square Test

Number of intervals = 3

Degrees of freedom = 0

Test Statistic = 0.342

Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0816

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30

Min Data Value = 2.33

Max Data Value = 2.69

Sample Mean = 2.48

Sample Std Dev = 0.0885

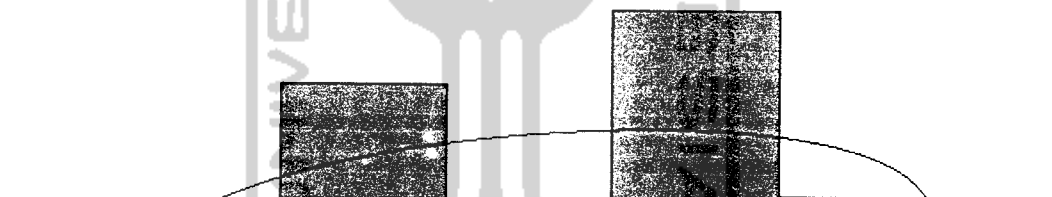
Histogram Summary

Histogram Range = 2.29 to 2.73

Number of intervals = 5

2. Produk Viva

2.1 Distribusi Waktu Proses Mixer 1



Distribution Summary

Distribution: Beta

Expression: 9.3 + 1.35 * BETA(1.3, 1.16)

Square Error: 0.031807

Chi Square Test

Number of intervals = 4

Degrees of freedom = 1

Test Statistic = 3.99

Corresponding p-value = 0.0469

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.104

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30

Min Data Value = 9.42

Max Data Value = 10.5

Sample Mean = 10

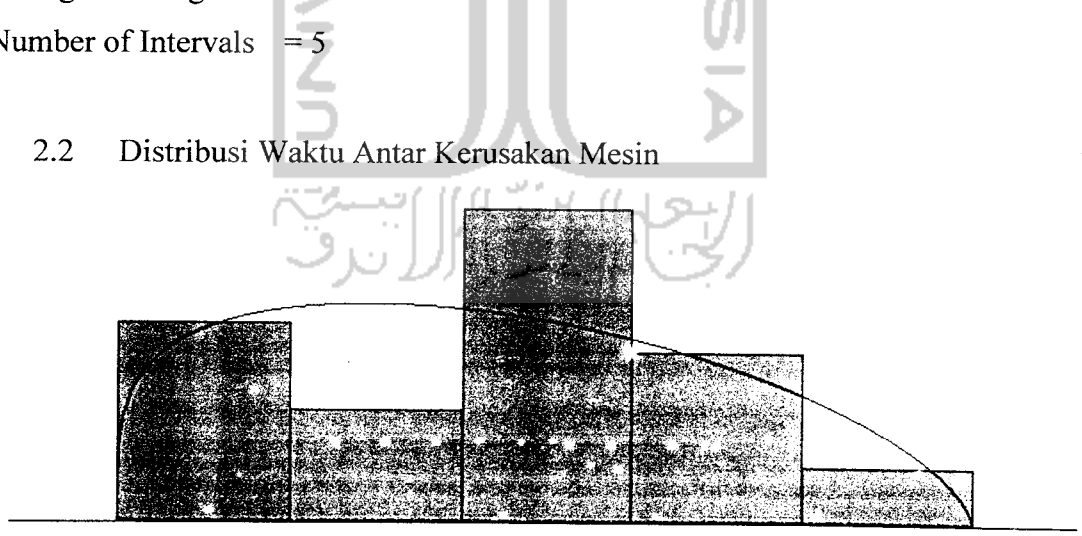
Sample Std Dev = 0.363

Histogram Summary

Histogram Range = 9.3 to 10.7

Number of Intervals = 5

2.2 Distribusi Waktu Antar Kerusakan Mesin



Distribution Summary

Distribution: Beta

Expression: 46 + 51 * BETA(1.25, 1.62)

Square Error: 0.033291

Chi Square Test

Number of intervals = 4

Degrees of freedom = 1

Test Statistic = 4.03

Corresponding p-value = 0.0461

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.128

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30

Min Data Value = 46.1

Max Data Value = 96.5

Sample Mean = 68.2

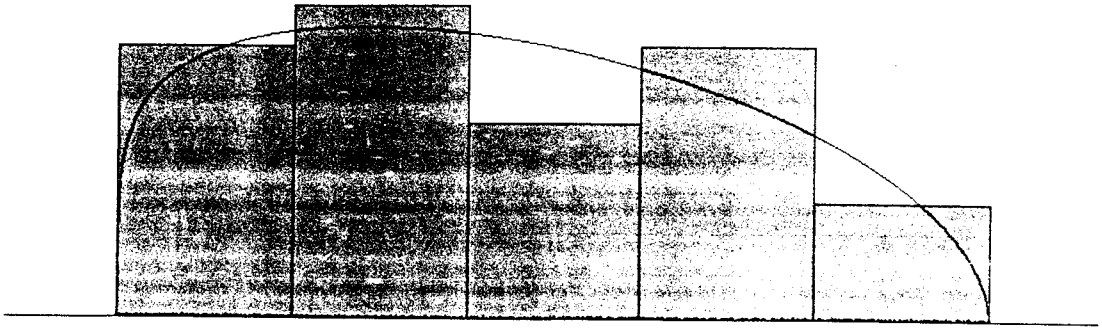
Sample Std Dev = 12.9

Histogram Summary

Histogram Range = 46 to 97

Number of Intervals = 5

2.3 Distribusi Down Time Mesin



Distribution Summary

Distribution: Beta

Expression: 2.33 + 4.44 * BETA(1.21, 1.53)

Square Error: 0.006865

Chi Square Test

Number of intervals = 4

Degrees of freedom = 1

Test Statistic = 1.11

Corresponding p-value = 0.31

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0895

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30

Min Data Value = 2.7

Max Data Value = 6.4

Sample Mean = 4.29

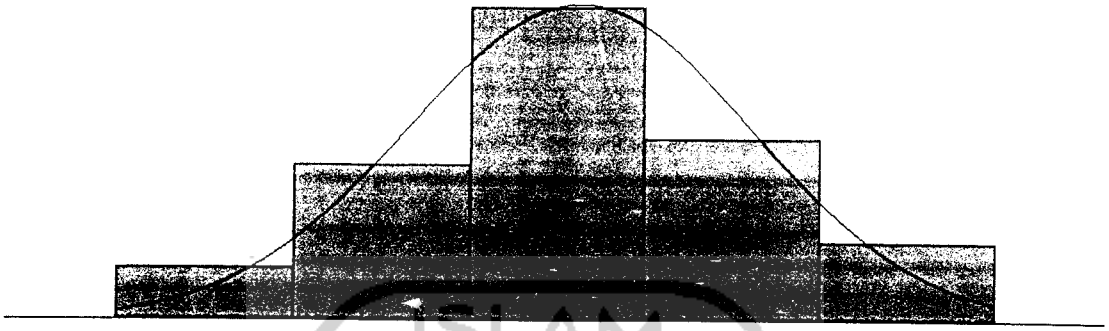
Sample Std Dev = 1.14

Histogram Summary

Histogram Range = 2.33 to 6.77

Number of Intervals = 5

2.4 Distribusi Waktu Sortir



Distribution Summary

Distribution: Normal

Expression: NORM(3.43, 0.142)

Square Error: 0.002890

Chi Square Test

Number of intervals = 3

Degrees of freedom = 0

Test Statistic = 0.178

Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.107

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30

Min Data Value = 3.11

Max Data Value = 3.71

Sample Mean = 3.43

Sample Std Dev = 0.144

Histogram Summary

Histogram Range = 3.05 to 3.77

Number of Intervals = 5

3. Produk Kelly

3.1 Distribusi Waktu Antar Kerusakan Mesin



Distribution Summary

Distribution: Beta

Expression: 18 + 34 * BETA(1.13, 0.837)

Square Error: 0.008924

Chi Square Test

Number of intervals = 4

Degrees of freedom = 1

Test Statistic = 1.5

Corresponding p-value = 0.231

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0943

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30

Min Data Value = 18.4

Max Data Value = 51.6

Sample Mean = 37.5

Sample Std Dev = 9.77

Histogram Summary

Histogram Range = 18 to 52

Number of Intervals = 5

3.2 Distribusi Down Time Mesin



Distribution Summary

Distribution: Beta

Expression: 2.36 + 5.17 * BETA(1.41, 1.9)

Square Error: 0.008767

Chi Square Test

Number of intervals = 4

Degrees of freedom = 1

Test Statistic = 1.15

Corresponding p-value = 0.3

UJI CHI SQUARE

Uji Chi Square Untuk Total Output

	Output Simulasi																			
Replikasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pepsodent	64	59	54	48	68	62	54	56	60	51	66	62	62	54	66	55	56	61	62	64
Viva	44	37	41	42	45	34	40	45	38	34	50	47	42	42	43	46	46	46	40	43
Kelly	46	44	48	42	51	49	45	51	50	48	48	48	49	48	45	42	48	48	47	49
Output total	154	140	143	132	164	145	139	152	148	133	164	157	153	144	154	143	150	155	149	156

	Output Nyata																			
Minggu ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pepsodent	57	55	54	52	66	67	48	51	63	51	64	63	58	59	65	57	66	62	64	55
Viva	45	43	42	38	50	37	42	41	33	40	44	50	43	35	42	47	44	40	37	44
Kelly	48	44	49	48	46	51	46	47	51	49	45	48	47	48	42	43	48	48	46	50
Output total	150	142	145	138	162	155	136	139	147	140	153	161	148	142	149	147	158	150	147	149

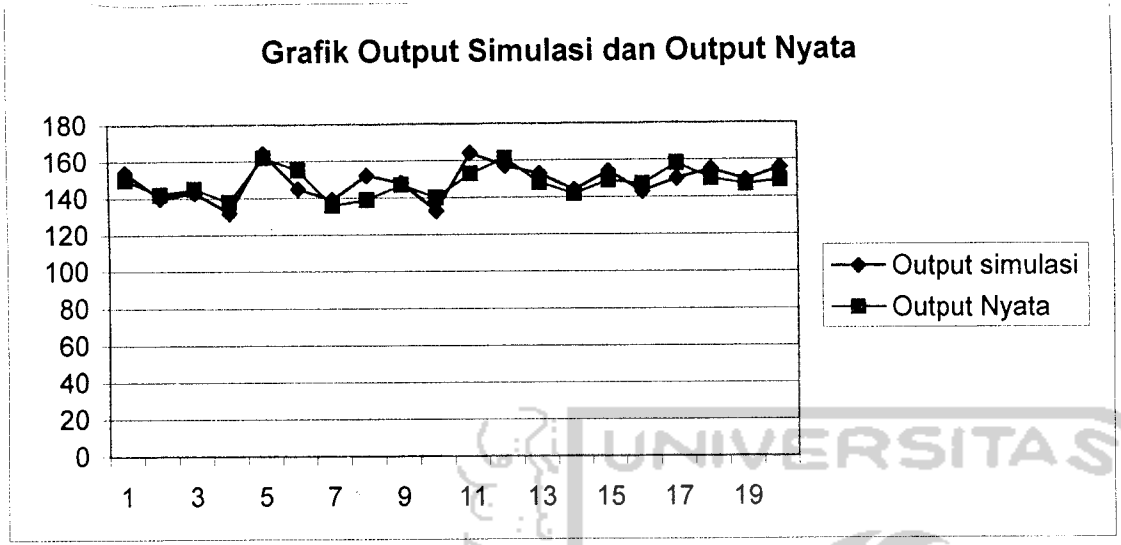
Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Output simulasi	154	140	143	132	164	145	139	152	148	133	164	157	153	144	154	143	150	155	149	156
Output Nyata	150	142	145	138	162	155	136	139	147	140	153	161	148	142	149	147	158	150	147	149
((oi-ei)^2)/ei	0,107	0,028	0,028	0,261	0,025	0,645	0,066	1,216	0,007	0,35	0,791	0,099	0,169	0,028	0,168	0,109	0,405	0,167	0,027	0,329

Mean Simulasi	148,8
Mean Nyata	147,9
Stdev Simulasi	8,926
Stdev Nyata	7,333

Derajat bebas	19
alpha	0,05
Chi square Hitung	5,024
Chi square Tabel	30,14
Ho diterima	

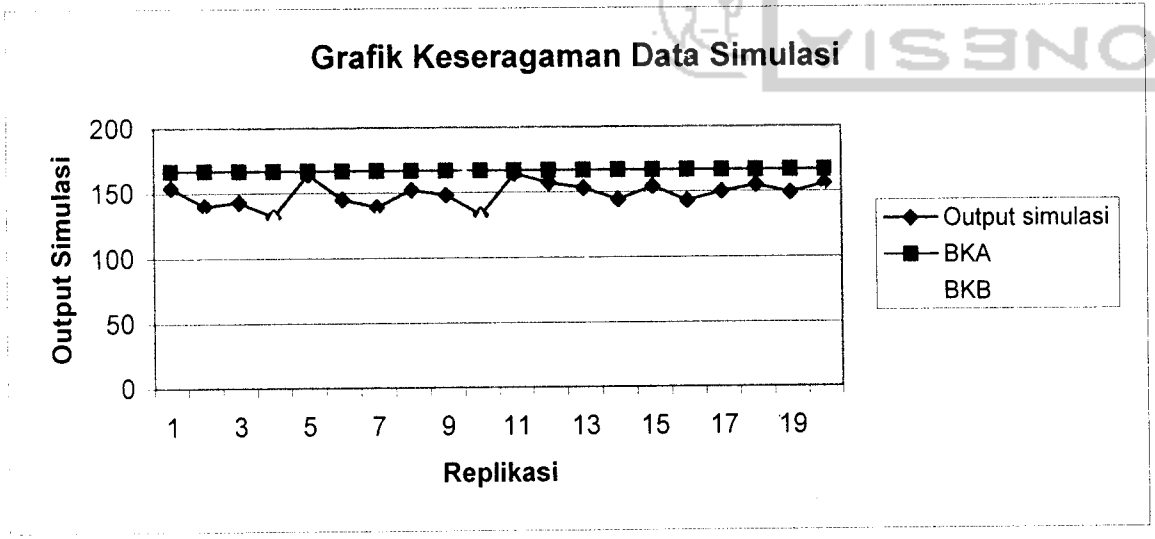
Ho : Distribusi simulasi tidak berbeda secara signifikan dengan distribusi sistem nyata

H1 : Distribusi simulasi berbeda secara signifikan dengan distribusi sistem nyata



Uji Keseragaman Data Simulasi

Replikasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Output simulasi	154	140	143	132	164	145	139	152	148	133	164	157	153	144	154	143	150	155	149	156
BKA	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6	166,6
BKB	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9	130,9



CAP PEPSODENT

Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
output simulasi	64	59	54	48	68	62	54	56	60	51	66	62	62	54	66	55	56	61	62	64
Output Nyata	57	55	54	52	66	67	48	51	63	51	64	63	58	59	65	57	66	62	64	55
((oi-ei)^2)/ei	0,86	0,291	0	0,308	0,061	0,373	0,75	0,49	0,143	0	0,063	0,016	0,276	0,424	0,015	0,07	1,515	0,016	0,063	1,473

Mean Simulasi	59,2
Mean Nyata	58,85
Stdev Simulasi	5,444
Stdev Nyata	5,86

Derajat bebas	19
alpha	0,05
Chi square Hitung	7,205
Chi square Tabel	30,14
Ho diterima	

Ho : Distribusi simulasi tidak berbeda secara signifikan dengan distribusi sistem nyata
H1 : Distribusi simulasi berbeda secara signifikan dengan distribusi sistem nyata

CAP FLIP TOP VIVA

Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
output simulasi	44	37	41	42	45	34	40	45	38	34	50	47	42	42	43	46	46	46	40	43
Output Nyata	45	43	42	38	50	37	42	41	33	40	44	50	43	35	42	47	44	40	37	44
((oi-ei)^2)/ei	0,022	0,837	0,024	0,421	0,5	0,243	0,095	0,39	0,758	0,9	0,818	0,18	0,023	1,4	0,024	0,021	0,091	0,9	0,243	0,023

Mean Simulasi	42,25
Mean Nyata	41,85
Stdev Simulasi	4,216
Stdev Nyata	4,475

Derajat bebas	19
alpha	0,05
Chi square Hitung	7,914
Chi square Tabel	30,14
Ho diterima	

Ho : Distribusi simulasi tidak berbeda secara signifikan dengan distribusi sistem nyata
H1 : Distribusi simulasi berbeda secara signifikan dengan distribusi sistem nyata

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

CAP KELLY

Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
output simulasi	46	44	48	42	51	49	45	51	50	48	48	48	49	48	45	42	48	48	47	49
Output Nyata	48	44	49	48	46	51	46	47	51	49	45	48	47	48	42	43	48	48	46	50
(oi-ei)^2)/ei	0,083	0	0,02	0,75	0,543	0,078	0,022	0,34	0,02	0,02	0,2	0	0,085	0	0,214	0,023	0	0	0,022	0,02

Mean Simulasi	47,3
Mean Nyata	47,2
Stdev Simulasi	2,577
Stdev Nyata	2,419

Derajat bebas	19
alpha	0,05
Chi square Hitung	2,442
Chi square Tabel	30,14
Kesimpulan	

Ho : Distribusi simulasi tidak berbeda secara signifikan dengan distribusi sistem nyata

H1 : Distribusi simulasi berbeda secara signifikan dengan distribusi sistem nyata

UJI KESAMAAN DUA RATA- RATA

PEPSODENT

H0 : Rata-rata output pepsodent simulasi = rata-rata output pepsodent sistem nyata

H1 : Rata-rata output pepsodent simulasi ≠ rata-rata output pepsodent sistem nyata

Syarat : $-T\alpha/2 < T < T\alpha/2$

n simulasi	20	S^2 simulasi	29,64210526
n nyata	20	S^2 nyata	34,34473684
S simulasi	5,444456379	rata-rata simulasi	59,2
S nyata	5,860438281	rata-rata nyata	58,85

Jika variansi simulasi = variansi sistem nyata	
sp^2	31,99342105
sp	5,656272717
α/2	0,025
derajat bebas	38
T	**0,195676064**
T α/2	**2,33372109**
Kesimpulan	**Ho diterima**

VIVA

H0 : Rata-rata output viva simulasi = rata-rata output viva sistem nyata

H1 : Rata-rata output viva simulasi ≠ rata-rata output viva sistem nyata

Syarat : $-T\alpha/2 < T < T\alpha/2$

n simulasi	20	S^2 simulasi	17,77631579
n nyata	20	S^2 nyata	20,02894737
S simulasi	4,21619684	rata-rata simulasi	42,25
S nyata	4,475371199	rata-rata nyata	41,85

Jika variansi simulasi = variansi sistem nyata	
sp^2	18,90263158
sp	4,347715674
α/2	0,025
derajat bebas	38
T	**0,290936933**
T α/2	**2,33372109**
Kesimpulan	**Ho diterima**

KELLY

H0 : Rata-rata output kelly simulasi = rata-rata output kelly sistem nyata

H1 : Rata-rata output kelly simulasi ≠ rata-rata output kelly sistem nyata

Syarat : $-T\alpha/2 < T < T\alpha/2$

n simulasi	20	S^2 simulasi	6,642105263
n nyata	20	S^2 nyata	5,852631579
S simulasi	2,577228213	rata-rata simulasi	47,3
S nyata	2,419221275	rata-rata nyata	47,2

Jika variansi simulasi = variansi sistem nyata	
sp^2	6,247368421
sp	2,499473629
α/2	0,025
derajat bebas	38
T	**0,126517745**
T α/2	**2,33372109**
Kesimpulan	**Ho diterima**

TOTAL PRODUK

H0 : Rata-rata output simulasi = rata-rata output sistem nyata

H1 : Rata-rata output simulasi ≠ rata-rata output sistem nyata

Syarat : $-T\alpha/2 < T < T\alpha/2$

n simulasi	20	S^2 simulasi	79,67105263
n nyata	20	S^2 nyata	53,77894737
S simulasi	8,925864251	rata-rata simulasi	148,75
S nyata	7,333413078	rata-rata nyata	147,9

Jika variansi simulasi = variansi sistem nyata	
sp^2	66,725
sp	8,168537201
α/2	0,025
derajat bebas	38
T	**0,329059652**
T α/2	**2,33372109**
Kesimpulan	**Ho diterima**

UJI KESAMAAN DUA VARIANSI

PEPSODENT

H0 : Variansi output pepsodent simulasi = variansi output pepsodent sistem nyata
H1 : Variansi output pepsodent simulasi ≠ variansi output pepsodent sistem nyata

Syarat : F α/2< F < F 1-α/2

S simulasi	5,444456379	v1	19
S nyata	5,860438281	v2	19
S^2 simulasi	29,64210526	**Fα/2**	**2,526450934**
S^2 nyata	34,34473684	**F 1-α/2**	**0,395812159**
α	0,05	**F**	**0,863075626**
Kesimpulan :		**Ho diterima**	

VIVA

H0 : Variansi output viva simulasi = variansi output viva sistem nyata
H1 : Variansi output viva simulasi ≠ variansi output viva sistem nyata

Syarat : F α/2< F < F 1-α/2

S simulasi	4,21619684	v1	19
S nyata	4,475371199	v2	19
S^2 simulasi	17,77631579	**Fα/2**	**2,526450934**
S^2 nyata	20,02894737	**F 1-α/2**	**0,395812159**
α	0,05	**F**	**0,887531205**
Kesimpulan :		**Ho diterima**	

KELLY

H0 : Variansi output kelly simulasi = variansi output kelly sistem nyata
H1 : Variansi output kelly simulasi ≠ variansi output kelly sistem nyata

Syarat : F α/2< F < F 1-α/2

S simulasi	2,577228213	v1	19
S nyata	2,419221275	v2	19
S^2 simulasi	6,642105263	**Fα/2**	**2,526450934**
S^2 nyata	5,852631579	**F 1-α/2**	**0,395812159**
α	0,05	**F**	**1,134892086**
Kesimpulan :		**Ho diterima**	

TOTAL PRODUK

H0 : Variansi output simulasi = variansi output sistem nyata
H1 : Variansi output simulasi ≠ variansi output sistem nyata

Syarat : F α/2< F < F 1-α/2

S simulasi	8,925864251	v1	19
S nyata	7,333413078	v2	19
S^2 simulasi	79,67105263	**Fα/2**	**2,526450934**
S^2 nyata	53,77894737	**F 1-α/2**	**0,395812159**
α	0,05	**F**	**1,481454296**
Kesimpulan :		**Ho diterima**	

MODEL AWAL

ARENA Simulation Results
Risma - License: STUDENT

Summary for Replication 1 of 20

Project: PROJECT TA RISMA
Run execution date : 6/14/2007
Analyst: Risma
Model revision date: 6/14/2007

Replication ended at time : 216.0 Hours
Statistics were cleared at time: 48.0 Hours (Saturday, June 16, 2007, 00:00:00)
Statistics accumulated for time: 168.0 Hours
Base Time Units: Hours

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Process sortir.TotalTimePerEntity	3.4103	(Insuf)	2.2640	7.8648	158
Process Inject Kelly.WaitTimePerEntity	14.331	(Insuf)	1.6000	27.099	54
Process Inject Viva.VATimePerEntity	5.8000	(Insuf)	5.8000	5.8000	28
Process Inject Pepsodent.WaitTimePerEntity	9.9517	(Insuf)	.00000	20.111	112
Process Mixer 1.TotalTimePerEntity	.52500	(Insuf)	.10000	.91667	70
Process Mixer 2.VATimePerEntity	.00845	(Insuf)	7.0836E-04	.01578	28
Process Inject Viva.WaitTimePerEntity	8.7000	(Insuf)	.00000	17.400	28
Process sortir.WaitCostPerEntity	1631.1	(Insuf)	.00000	21256.	158
Process Inject Viva.TotalCostPerEntity	49952.	(Insuf)	5365.0	1.2427E+05	28
Process sortir.VACostPerEntity	7876.0	(Insuf)	1863.8	22023.	158
Process Inject Pepsodent.TotalTimePerEntit	11.351	(Insuf)	1.4000	21.511	112
Process Mixer 2.TotalCostPerEntity	324.82	(Insuf)	15.017	967.88	28
Process Mixer 1.VACostPerEntity	64.166	(Insuf)	58.333	70.000	70
Process Inject Kelly.VACostPerEntity	2867.5	(Insuf)	2867.5	2867.5	54
Process Mixer 2.WaitTimePerEntity	.01116	(Insuf)	.00000	.03113	28
Process Inject Pepsodent.VACostPerEntity	5101.2	(Insuf)	1295.0	11445.	112
Process Mixer 1.WaitCostPerEntity	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	70
Process sortir.TotalCostPerEntity	9507.1	(Insuf)	1863.8	43280.	158
Process Inject Kelly.WaitCostPerEntity	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	54
Process Inject Viva.VACostPerEntity	35090.	(Insuf)	5365.0	64815.	28
Process Inject Pepsodent.WaitCostPerEntity	9004.5	(Insuf)	.00000	46725.	112
Process Mixer 1.TotalCostPerEntity	64.166	(Insuf)	58.333	70.000	70
Process Inject Kelly.TotalCostPerEntity	2867.5	(Insuf)	2867.5	2867.5	54
Process Mixer 2.VACostPerEntity	141.86	(Insuf)	15.017	334.58	28
Process sortir.VATimePerEntity	2.7863	(Insuf)	2.2640	3.8150	158
Process Inject Viva.WaitCostPerEntity	14862.	(Insuf)	.00000	59450.	28
Process sortir.WaitTimePerEntity	.62399	(Insuf)	.00000	4.1476	158
Process Inject Kelly.VATimePerEntity	3.1000	(Insuf)	3.1000	3.1000	54
Process Inject Viva.TotalTimePerEntity	14.500	(Insuf)	5.8000	23.200	28
Process Mixer 2.TotalTimePerEntity	.01960	(Insuf)	7.0836E-04	.04668	28
Process Mixer 1.VATimePerEntity	.09167	(Insuf)	.08333	.10000	70
Process Inject Pepsodent.VATimePerEntity	1.4000	(Insuf)	1.4000	1.4000	112
Process Mixer 2.WaitCostPerEntity	182.96	(Insuf)	.00000	638.24	28
Process Inject Pepsodent.TotalCostPerEntit	14105.	(Insuf)	1295.0	58170.	112
Process Mixer 1.WaitTimePerEntity	.43333	(Insuf)	.00000	.83333	70
Process Inject Kelly.TotalTimePerEntity	17.431	(Insuf)	4.7000	30.199	54
Produk reject.VATime	4.9018	(Insuf)	3.9760	5.8321	4
Produk reject.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	4
Produk reject.WaitTime	12.374	(Insuf)	6.4332	22.299	4
Produk reject.TranTime	.02042	(Insuf)	.01417	.02694	4
Produk reject.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	4
Produk reject.TotalTime	17.297	(Insuf)	10.423	28.061	4
Produk reject.VACost	18768.	(Insuf)	5008.2	32780.	4
Produk reject.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	4
Produk reject.WaitCost	27118.	(Insuf)	.00000	57613.	4
Produk reject.TranCost	97.673	(Insuf)	.00000	195.34	4
Produk reject.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	4
Produk reject.TotalCost	45984.	(Insuf)	5008.2	90589.	4
Bahan K.VATime	--	--	--	--	0
Bahan K.NVATime	--	--	--	--	0

Bahan K.WaitTime	--	--	--	--	0
Bahan K.TranTime	--	--	--	--	0
Bahan K.OtherTime	--	--	--	--	0
Bahan K.TotalTime	--	--	--	--	0
Bahan K.VACost	--	--	--	--	0
Bahan K.NVACost	--	--	--	--	0
Bahan K.WaitCost	--	--	--	--	0
Bahan K.TranCost	--	--	--	--	0
Bahan K.OtherCost	--	--	--	--	0
Bahan K.TotalCost	--	--	--	--	0
Cap pepsodent.VATime	3.9076	(Insuf)	3.6710	4.2043	64
Cap pepsodent.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	64
Cap pepsodent.WaitTime	10.860	(Insuf)	.01790	21.586	64
Cap pepsodent.TranTime	.02155	(Insuf)	.01556	.02833	64
Cap pepsodent.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	64
Cap pepsodent.TotalTime	14.789	(Insuf)	3.7229	25.427	64
Cap pepsodent.VACost	13854.	(Insuf)	3187.9	33145.	64
Cap pepsodent.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	64
Cap pepsodent.WaitCost	9876.1	(Insuf)	.00000	71953.	64
Cap pepsodent.TranCost	77.031	(Insuf)	.00000	205.41	64
Cap pepsodent.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	64
Cap pepsodent.TotalCost	23807.	(Insuf)	3187.9	1.0365E+05	64
bahan pepsodent.VATime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.NVATime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.WaitTime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.TranTime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.OtherTime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.TotalTime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.VACost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.NVACost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.WaitCost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.TranCost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.OtherCost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.TotalCost	--	--	--	--	0
Cap Kelly.VATime	5.7382	(Insuf)	5.4831	5.9333	46
Cap Kelly.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46
Cap Kelly.WaitTime	14.506	(Insuf)	1.8088	27.099	46
Cap Kelly.TranTime	.02167	(Insuf)	.01556	.02778	46
Cap Kelly.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46
Cap Kelly.TotalTime	20.266	(Insuf)	7.6967	32.726	46
Cap Kelly.VACost	4973.1	(Insuf)	4809.0	5089.1	46
Cap Kelly.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46
Cap Kelly.WaitCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46
Cap Kelly.TranCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46
Cap Kelly.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46
Cap Kelly.TotalCost	4973.1	(Insuf)	4809.0	5089.1	46
Bahan Viva.VATime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.NVATime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.WaitTime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.TranTime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.OtherTime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.TotalTime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.VACost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.NVACost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.WaitCost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.TranCost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.OtherCost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.TotalCost	--	--	--	--	0
Runer K.VATime	3.1500	(Insuf)	3.1000	3.2000	6
Runer K.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer K.WaitTime	17.620	(Insuf)	5.0089	25.499	6
Runer K.TranTime	.01028	(Insuf)	.00417	.01639	6
Runer K.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer K.TotalTime	20.781	(Insuf)	8.2252	28.603	6
Runer K.VACost	2902.5	(Insuf)	2902.5	2902.5	6
Runer K.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer K.WaitCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer K.TranCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer K.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer K.TotalCost	2902.5	(Insuf)	2902.5	2902.5	6
Runer P.VATime	1.4323	(Insuf)	1.4000	1.4833	46
Runer P.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46
Runer P.WaitTime	10.267	(Insuf)	.02027	20.111	46
Runer P.TranTime	.01139	(Insuf)	.00417	.01694	46
Runer P.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46

Runer P.TotalTime	11.711	(Insuf)	1.4412	21.515	46
Runer P.VACost	4866.1	(Insuf)	1324.1	11543.	46
Runer P.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46
Runer P.WaitCost	9981.7	(Insuf)	.00000	50959.	46
Runer P.TranCost	42.729	(Insuf)	.00000	122.84	46
Runer P.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	46
Runer P.TotalCost	14890.	(Insuf)	1324.1	62594.	46
Runer V.VATime	5.8431	(Insuf)	5.8000	5.9000	5
Runer V.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	5
Runer V.WaitTime	9.3028	(Insuf)	.09422	17.400	5
Runer V.TranTime	.01117	(Insuf)	.00417	.01583	5
Runer V.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	5
Runer V.TotalTime	15.157	(Insuf)	5.9258	23.204	5
Runer V.VACost	29200.	(Insuf)	5400.0	64982.	5
Runer V.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	5
Runer V.WaitCost	12307.	(Insuf)	.00000	60570.	5
Runer V.TranCost	64.916	(Insuf)	.00000	162.29	5
Runer V.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	5
Runer V.TotalCost	41573.	(Insuf)	5400.0	1.2556E+05	5
bahan baku.VATime	--	--	--	--	0
bahan baku.NVATime	--	--	--	--	0
bahan baku.WaitTime	--	--	--	--	0
bahan baku.TranTime	--	--	--	--	0
bahan baku.OtherTime	--	--	--	--	0
bahan baku.TotalTime	--	--	--	--	0
bahan baku.VACost	--	--	--	--	0
bahan baku.NVACost	--	--	--	--	0
bahan baku.WaitCost	--	--	--	--	0
bahan baku.TranCost	--	--	--	--	0
bahan baku.OtherCost	--	--	--	--	0
bahan baku.TotalCost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.VATime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.NVATime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.WaitTime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.TranTime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.OtherTime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.TotalTime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.VACost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.NVACost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.WaitCost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.TranCost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.OtherCost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.TotalCost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.VATime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.NVATime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.WaitTime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.TranTime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.OtherTime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.TotalTime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.VACost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.NVACost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.WaitCost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.TranCost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.OtherCost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.TotalCost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.VATime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.NVATime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.WaitTime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.TranTime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.OtherTime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.TotalTime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.VACost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.NVACost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.WaitCost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.TranCost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.OtherCost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.TotalCost	--	--	--	--	0
Cap Flip Top Viva.VATime	6.3640	(Insuf)	3.2602	9.6150	44
Cap Flip Top Viva.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	44
Cap Flip Top Viva.WaitTime	4.8912	(Insuf)	.00333	18.056	44
Cap Flip Top Viva.TranTime	.01847	(Insuf)	.01556	.02722	44
Cap Flip Top Viva.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	44
Cap Flip Top Viva.TotalTime	11.273	(Insuf)	3.4196	27.238	44
Cap Flip Top Viva.VACost	31326.	(Insuf)	5297.1	54470.	44
Cap Flip Top Viva.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	44

Cap Flip Top Viva.WaitCost	11349.	(Insuf)	.00000	44638.	44
Cap Flip Top Viva.TranCost	76.098	(Insuf)	.00000	139.51	44
Cap Flip Top Viva.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	44
Cap Flip Top Viva.TotalCost	42751.	(Insuf)	5297.1	97368.	44
Process Mixer 2.Queue.WaitingTime	.01116	(Insuf)	.00000	.03113	28
Process Mixer 2.Queue.WaitingCost	182.96	(Insuf)	.00000	638.24	28
Batch V.Queue.WaitingTime	.03845	(Insuf)	.00000	.09929	14
Batch V.Queue.WaitingCost	788.23	(Insuf)	.00000	2035.4	14
Process Inject Kelly.Queue.WaitingTime	14.320	(Insuf)	1.6000	27.099	54
Process Inject Kelly.Queue.WaitingCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	54
Access Konvey.Queue.WaitingTime	5.4901E-04	(Insuf)	.00000	.00613	160
Access Konvey.Queue.WaitingCost	1.4602	(Insuf)	.00000	31.401	160
Process sortir.Queue.WaitingTime	.60344	(Insuf)	.00000	4.1476	160
Process sortir.Queue.WaitingCost	1610.7	(Insuf)	.00000	21256.	160
Request Trolly.Queue.WaitingTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Request Trolly.Queue.WaitingCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Process Inject Pepsodent.Queue.WaitingTime	9.9517	(Insuf)	.00000	20.111	112
Process Inject Pepsodent.Queue.WaitingCost	9004.5	(Insuf)	.00000	46725.	112
Process Inject Viva.Queue.WaitingTime	8.7000	(Insuf)	.00000	17.400	28
Process Inject Viva.Queue.WaitingCost	14862.	(Insuf)	.00000	59450.	28
Batch K.Queue.WaitingTime	.05000	(Insuf)	.00000	.10000	28
Batch K.Queue.WaitingCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	28
Batch P.Queue.WaitingTime	.09155	(Insuf)	.00000	.56489	56
Batch P.Queue.WaitingCost	1025.3	(Insuf)	.00000	8190.9	56
Process Mixer 1.Queue.WaitingTime	.43333	(Insuf)	.00000	.83333	70
Process Mixer 1.Queue.WaitingCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	70

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
Produk reject.WIP	9.9206E-05	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Bahan K.WIP	5.9541	(Insuf)	1.0000	10.000	7.0000
Cap pepsodent.WIP	.00212	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
bahan pepsodent.WIP	7.7677	(Insuf)	.00000	16.000	8.0000
Cap Kelly.WIP	.00152	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Bahan Viva.WIP	2.4275	(Insuf)	.00000	5.0000	2.0000
Runer K.WIP	1.4881E-04	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Runer P.WIP	.00114	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Runer V.WIP	1.2401E-04	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
bahan baku.WIP	.00000	(Insuf)	.00000	10.000	.00000
Produk jadi K.WIP	.89791	(Insuf)	.00000	2.0000	1.0000
Produk jadi P.WIP	1.2011	(Insuf)	.00000	4.0000	1.0000
Produk Jadi V.WIP	1.1215	(Insuf)	.00000	4.0000	2.0000
Cap Flip Top Viva.WIP	.00146	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin inject Pepsodent.NumberBusy	.93333	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin inject Pepsodent.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Mesin inject Pepsodent.Utilization	.93333	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin mixer 1.NumberBusy	.03819	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin mixer 1.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Mesin mixer 1.Utilization	.03819	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin mixer 2.NumberBusy	.00141	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin mixer 2.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Mesin mixer 2.Utilization	.00141	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin Inject Kelly.NumberBusy	1.0000	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Mesin Inject Kelly.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Mesin Inject Kelly.Utilization	1.0000	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Mesin Inject Viva.NumberBusy	.96667	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin Inject Viva.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Mesin Inject Viva.Utilization	.96667	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 1.NumberBusy	.58325	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 1.NumberScheduled	.58333	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 1.Utilization	.58325	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 2.NumberBusy	.51887	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 2.NumberScheduled	.50262	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 2.Utilization	.51887	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
sortir 3.NumberBusy	.52231	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
sortir 3.NumberScheduled	.57205	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
sortir 3.Utilization	.52231	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Sortir 4.NumberBusy	.52814	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Sortir 4.NumberScheduled	.53924	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Sortir 4.Utilization	.52814	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000

Sortir 5.NumberBusy	.48625	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Sortir 5.NumberScheduled	.53447	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Sortir 5.Utilization	.48625	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Process Mixer 2.Queue.NumberInQueue	.00186	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
Batch V.Queue.NumberInQueue	.00320	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Process Inject Kelly.Queue.NumberInQueue	4.8824	(Insuf)	.00000	9.0000	2.0000
Access Konvey.Queue.NumberInQueue	5.2287E-04	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Process sortir.Queue.NumberInQueue	.57170	(Insuf)	.00000	4.0000	1.0000
Request Trolly.Queue.NumberInQueue	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Process Inject Pepsodent.Queue.NumberInQue	6.6345	(Insuf)	.00000	15.000	.00000
Process Inject Viva.Queue.NumberInQueue	1.4500	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
Batch K.Queue.NumberInQueue	.00833	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Batch P.Queue.NumberInQueue	.03052	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Process Mixer 1.Queue.NumberInQueue	.18056	(Insuf)	.00000	9.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Record Reject	4	Infinite
Record Runer K	6	Infinite
Record Runer P	46	Infinite
Record Runer V	5	Infinite
Record Cap K	46	Infinite
Record Cap P	64	Infinite
Record Cap V	44	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
Process Inject Pepsodent Accum VA Time	156.80
Process Inject Kelly Accum VA Time	167.40
Process Inject Kelly Number Out	54.000
Process Inject Pepsodent Total Accum Cost	1.5799E+06
Process Inject Pepsodent Accum Wait Time	1114.5
Process Inject Viva Accum VA Time	162.40
Process Mixer 2 Accum Wait Cost	5123.0
Process Mixer 1 Number Out	70.000
Process Inject Kelly Accum Wait Time	773.88
Process Mixer 2 Total Accum Cost	9095.2
Process Mixer 1 Total Accum Cost	4491.6
Process Mixer 1 Number In	70.000
Process Inject Pepsodent Accum VA Cost	5.7134E+05
Process Inject Kelly Accum VA Cost	1.5484E+05
Process Inject Viva Number In	28.000
Process Mixer 2 Total Accum Time	.54893
Process Inject Pepsodent Accum Wait Cost	1.0085E+06
Process Inject Viva Accum VA Cost	9.8252E+05
Process Inject Pepsodent Total Accum Time	1271.3
Process Inject Kelly Accum Wait Cost	.00000
Process Mixer 1 Accum VA Time	6.4166
Process sortir Number In	160.00
Process Inject Viva Total Accum Cost	1.3987E+06
Process sortir Total Accum Time	538.83
Process Inject Kelly Total Accum Cost	1.5484E+05
Process Mixer 1 Accum Wait Time	30.333
Process sortir Accum VA Time	440.24
Process Mixer 1 Total Accum Time	36.750
Process Inject Viva Accum Wait Time	243.60
Process sortir Total Accum Cost	1.5021E+06
Process Mixer 1 Accum VA Cost	4491.6
Process sortir Accum Wait Time	98.590
Process Mixer 1 Accum Wait Cost	.00000
Process sortir Accum VA Cost	1.2444E+06
Process sortir Number Out	158.00
Process Mixer 2 Number Out	28.000
Process Inject Viva Accum Wait Cost	4.1615E+05
Process Mixer 2 Number In	28.000
Process Mixer 2 Accum VA Time	.23657
Process sortir Accum Wait Cost	2.5772E+05
Process Inject Viva Number Out	28.000
Process Mixer 2 Accum Wait Time	.31236

Process Inject Viva Total Accum Time	406.00
Process Inject Pepsodent Number Out	112.00
Process Inject Kelly Total Accum Time	941.28
Process Inject Pepsodent Number In	112.00
Process Inject Kelly Number In	56.000
Process Mixer 2 Accum VA Cost	3972.1
Produk reject.NumberIn	4.0000
Produk reject.NumberOut	4.0000
Bahan K.NumberIn	74.000
Bahan K.NumberOut	68.000
Cap pepsodent.NumberIn	64.000
Cap pepsodent.NumberOut	64.000
bahan pepsodent.NumberIn	148.00
bahan pepsodent.NumberOut	140.00
Cap Kelly.NumberIn	46.000
Cap Kelly.NumberOut	46.000
Bahan Viva.NumberIn	60.000
Bahan Viva.NumberOut	58.000
Runer K.NumberIn	6.0000
Runer K.NumberOut	6.0000
Runer P.NumberIn	46.000
Runer P.NumberOut	46.000
Runer V.NumberIn	5.0000
Runer V.NumberOut	5.0000
bahan baku.NumberIn	80.000
bahan baku.NumberOut	80.000
Produk jadi K.NumberIn	48.000
Produk jadi K.NumberOut	48.000
Produk jadi P.NumberIn	66.000
Produk jadi P.NumberOut	66.000
Produk Jadi V.NumberIn	46.000
Produk Jadi V.NumberOut	44.000
Cap Flip Top Viva.NumberIn	44.000
Cap Flip Top Viva.NumberOut	44.000
Mesin inject Pepsodent.NumberSeized	112.00
Mesin inject Pepsodent.ScheduledUtilizatio	.93333
Mesin inject Pepsodent.BusyCost	1.4504E+05
Mesin inject Pepsodent.IdleCost	10360.
Mesin inject Pepsodent.UsageCost	.00000
Mesin mixer 1.NumberSeized	70.000
Mesin mixer 1.ScheduledUtilization	.03819
Mesin mixer 1.BusyCost	4491.6
Mesin mixer 1.IdleCost	1.1311E+05
Mesin mixer 1.UsageCost	.00000
Mesin mixer 2.NumberSeized	28.000
Mesin mixer 2.ScheduledUtilization	.00141
Mesin mixer 2.BusyCost	165.59
Mesin mixer 2.IdleCost	1.1743E+05
Mesin mixer 2.UsageCost	.00000
Mesin Inject Kelly.NumberSeized	54.000
Mesin Inject Kelly.ScheduledUtilization	1.0000
Mesin Inject Kelly.BusyCost	1.5484E+05
Mesin Inject Kelly.IdleCost	.05907
Mesin Inject Kelly.UsageCost	.00000
Mesin Inject Viva.NumberSeized	28.000
Mesin Inject Viva.ScheduledUtilization	.96667
Mesin Inject Viva.BusyCost	1.5022E+05
Mesin Inject Viva.IdleCost	5180.0
Mesin Inject Viva.UsageCost	.00000
Sortir 1.NumberSeized	36.000
Sortir 1.ScheduledUtilization	.99985
Sortir 1.BusyCost	78388.
Sortir 1.IdleCost	12344.
Sortir 1.UsageCost	.00000
Sortir 2.NumberSeized	31.000
Sortir 2.ScheduledUtilization	1.0323
Sortir 2.BusyCost	70462.
Sortir 2.IdleCost	16836.
Sortir 2.UsageCost	.00000
sortir 3.NumberSeized	31.000
sortir 3.ScheduledUtilization	.91305
sortir 3.BusyCost	68783.
sortir 3.IdleCost	17036.
sortir 3.UsageCost	.00000
Sortir 4.NumberSeized	32.000

Sortir 4.ScheduledUtilization	.97942
Sortir 4.BusyCost	69740.
Sortir 4.IdleCost	19474.
Sortir 4.UsageCost	.00000
Sortir 5.NumberSeized	30.000
Sortir 5.ScheduledUtilization	.90978
Sortir 5.BusyCost	64817.
Sortir 5.IdleCost	21224.
Sortir 5.UsageCost	.00000
All Entities.VACost	2.9616E+06
All Entities.NVACost	.00000
All Entities.WaitCost	1.7606E+06
All Entities.TranCost	10959.
All Entities.OtherCost	.00000
All Entities.TotalCost	4.7332E+06
All Resources.BusyCost	8.0696E+05
All Resources.IdleCost	3.3300E+05
All Resources.UsageCost	.00000
All Resources.TotalCost	1.1400E+06
System.TotalCost	5.0662E+06
System.NumberOut	215.00

ARENA Simulation Results
Risma - License: STUDENT

Output Summary for 20 Replications

Project: PROJECT TA RISMA
Run execution date : 6/14/2007
Analyst: Risma
Model revision date: 6/14/2007

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Process Inject Pepsodent Accum VA Time	156.80	2.3440E-14	156.80	156.80	20
Process Inject Kelly Accum VA Time	167.40	2.6778E-14	167.40	167.40	20
Process Inject Kelly Number Out	54.000	.00000	54.000	54.000	20
Process Inject Pepsodent Total Accum Cost	1.5801E+06	127.79	1.5796E+06	1.5806E+06	20
Process Inject Pepsodent Accum Wait Time	1114.7	.10571	1114.4	1115.1	20
Process Inject Viva Accum VA Time	162.40	.00000	162.40	162.40	20
Process Mixer 2 Accum Wait Cost	5602.2	341.74	4236.0	7289.7	20
Process Mixer 1 Number Out	70.000	.00000	70.000	70.000	20
Process Inject Kelly Accum Wait Time	773.88	.00181	773.88	773.89	20
Process Mixer 2 Total Accum Cost	9633.0	498.32	7581.4	11856.	20
Process Mixer 1 Total Accum Cost	4491.6	.00000	4491.6	4491.6	20
Process Mixer 1 Number In	70.000	.00000	70.000	70.000	20
Process Inject Pepsodent Accum VA Cost	5.7134E+05	4.5067E-11	5.7134E+05	5.7134E+05	20
Process Inject Kelly Accum VA Cost	1.5484E+05	2.7949E-11	1.5484E+05	1.5484E+05	20
Process Inject Viva Number In	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Process Mixer 2 Total Accum Time	.59141	.02992	.47698	.71985	20
Process Inject Pepsodent Accum Wait Cost	1.0087E+06	127.79	1.0083E+06	1.0092E+06	20
Process Inject Viva Accum VA Cost	9.8252E+05	1.1180E-10	9.8252E+05	9.8252E+05	20
Process Inject Pepsodent Total Accum Time	1271.5	.10571	1271.2	1271.9	20
Process Inject Kelly Accum Wait Cost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Process Mixer 1 Accum VA Time	6.4166	.00000	6.4166	6.4166	20
Process sortir Number In	152.85	3.2256	140.00	164.00	20
Process Inject Viva Total Accum Cost	1.3987E+06	.10429	1.3987E+06	1.3987E+06	20
Process sortir Total Accum Time	595.30	33.735	472.56	737.50	20
Process Inject Kelly Total Accum Cost	1.5484E+05	2.7949E-11	1.5484E+05	1.5484E+05	20
Process Mixer 1 Accum Wait Time	30.333	.00000	30.333	30.333	20
Process sortir Accum VA Time	424.65	10.006	385.00	465.26	20
Process Mixer 1 Total Accum Time	36.750	3.4118E-15	36.750	36.750	20
Process Inject Viva Accum Wait Time	243.60	2.9165E-05	243.60	243.60	20
Process sortir Total Accum Cost	1.5755E+06	96058.	1.1731E+06	2.0213E+06	20
Process Mixer 1 Accum VA Cost	4491.6	.00000	4491.6	4491.6	20
Process sortir Accum Wait Time	170.65	30.493	62.024	275.74	20
Process Mixer 1 Accum Wait Cost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Process sortir Accum VA Cost	1.1543E+06	40109.	9.8005E+05	1.3191E+06	20

Process sortir Number Out	152.85	3.5780	138.00	166.00	20
Process Mixer 2 Number Out	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Process Inject Viva Accum Wait Cost	4.1615E+05	.10429	4.1615E+05	4.1615E+05	20
Process Mixer 2 Number In	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Process Mixer 2 Accum VA Time	.23868	.01042	.19873	.28714	20
Process sortir Accum Wait Cost	4.2121E+05	79831.	1.0505E+05	7.5597E+05	20
Process Inject Viva Number Out	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Process Mixer 2 Accum Wait Time	.35272	.02078	.27825	.45163	20
Process Inject Viva Total Accum Time	406.00	2.9165E-05	406.00	406.00	20
Process Inject Pepsodent Number Out	112.00	.00000	112.00	112.00	20
Process Inject Kelly Total Accum Time	941.28	.00181	941.28	941.29	20
Process Inject Pepsodent Number In	112.00	.00000	112.00	112.00	20
Process Inject Kelly Number In	56.000	.00000	56.000	56.000	20
Process Mixer 2 Accum VA Cost	4030.8	174.11	3345.4	4918.1	20
Produk reject.NumberIn	4.1000	.93479	1.0000	8.0000	20
Produk reject.NumberOut	4.1000	.93479	1.0000	8.0000	20
Bahan K.NumberIn	74.000	.00000	74.000	74.000	20
Bahan K.NumberOut	68.000	.00000	68.000	68.000	20
Cap pepsodent.NumberIn	59.200	2.5480	48.000	68.000	20
Cap pepsodent.NumberOut	59.200	2.5480	48.000	68.000	20
bahan pepsodent.NumberIn	148.00	.00000	148.00	148.00	20
bahan pepsodent.NumberOut	140.00	.00000	140.00	140.00	20
Cap Kelly.NumberIn	47.300	1.2061	42.000	51.000	20
Cap Kelly.NumberOut	47.300	1.2061	42.000	51.000	20
Bahan Viva.NumberIn	58.750	.88376	55.000	62.000	20
Bahan Viva.NumberOut	56.750	.88376	53.000	60.000	20
Runer K.NumberIn	5.3500	1.0103	2.0000	11.000	20
Runer K.NumberOut	5.3500	1.0103	2.0000	11.000	20
Runer P.NumberIn	51.300	2.5951	42.000	64.000	20
Runer P.NumberOut	51.300	2.5951	42.000	64.000	20
Runer V.NumberIn	6.2500	.88376	3.0000	10.000	20
Runer V.NumberOut	6.2500	.88376	3.0000	10.000	20
bahan baku.NumberIn	80.000	.00000	80.000	80.000	20
bahan baku.NumberOut	80.000	.00000	80.000	80.000	20
Produk jadi K.NumberIn	48.650	1.0103	43.000	52.000	20
Produk jadi K.NumberOut	48.600	.98872	43.000	52.000	20
Produk jadi P.NumberIn	60.700	2.5951	48.000	70.000	20
Produk jadi P.NumberOut	61.000	2.6123	48.000	68.000	20
Produk Jadi V.NumberIn	43.500	1.7675	36.000	50.000	20
Produk Jadi V.NumberOut	43.250	1.8276	36.000	50.000	20
Cap Flip Top Viva.NumberIn	42.250	1.9732	34.000	50.000	20
Cap Flip Top Viva.NumberOut	42.250	1.9732	34.000	50.000	20
Mesin inject Pepsodent.NumberSeized	112.00	.00000	112.00	112.00	20
Mesin inject Pepsodent.ScheduledUtilizatio	.93333	1.4551E-16	.93333	.93333	20
Mesin inject Pepsodent.BusyCost	1.4504E+05	2.0009E-11	1.4504E+05	1.4504E+05	20
Mesin inject Pepsodent.IdleCost	10360.	3.6642E-12	10360.	10360.	20
Mesin inject Pepsodent.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Mesin mixer 1.NumberSeized	70.000	.00000	70.000	70.000	20
Mesin mixer 1.ScheduledUtilization	.03819	3.3318E-18	.03819	.03819	20
Mesin mixer 1.BusyCost	4491.6	.00000	4491.6	4491.6	20
Mesin mixer 1.IdleCost	1.1311E+05	2.0962E-11	1.1311E+05	1.1311E+05	20
Mesin mixer 1.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Mesin mixer 2.NumberSeized	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Mesin mixer 2.ScheduledUtilization	.00142	6.1997E-05	.00118	.00171	20
Mesin mixer 2.BusyCost	167.07	7.2908	139.10	200.99	20
Mesin mixer 2.IdleCost	1.1743E+05	7.2908	1.1740E+05	1.1746E+05	20
Mesin mixer 2.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Mesin Inject Kelly.NumberSeized	54.000	.00000	54.000	54.000	20
Mesin Inject Kelly.ScheduledUtilization	1.0000	2.8508E-07	1.0000	1.0000	20
Mesin Inject Kelly.BusyCost	1.5484E+05	2.7949E-11	1.5484E+05	1.5484E+05	20
Mesin Inject Kelly.IdleCost	.05217	.04430	.00000	.37852	20
Mesin Inject Kelly.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Mesin Inject Viva.NumberSeized	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Mesin Inject Viva.ScheduledUtilization	.96667	1.6858E-17	.96667	.96667	20
Mesin Inject Viva.BusyCost	1.5022E+05	2.7949E-11	1.5022E+05	1.5022E+05	20
Mesin Inject Viva.IdleCost	5180.0	8.4003E-13	5180.0	5180.0	20
Mesin Inject Viva.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Sortir 1.NumberSeized	31.800	1.1820	27.000	36.000	20
Sortir 1.ScheduledUtilization	.92419	.02807	.79182	1.0083	20
Sortir 1.BusyCost	68982.	2171.1	57725.	78388.	20
Sortir 1.IdleCost	18919.	1901.1	12344.	27600.	20
Sortir 1.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Sortir 2.NumberSeized	30.550	.96602	27.000	35.000	20
Sortir 2.ScheduledUtilization	.93162	.03122	.85632	1.0980	20
Sortir 2.BusyCost	67184.	1965.0	61163.	76961.	20

Sortir 2.IdleCost	19733.	1839.6	10573.	25946.	20
Sortir 2.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
sortir 3.NumberSeized	31.250	.95883	27.000	35.000	20
sortir 3.ScheduledUtilization	.92195	.02887	.77518	1.0241	20
sortir 3.BusyCost	68580.	2076.3	60774.	74876.	20
sortir 3.IdleCost	18693.	1850.0	11492.	24833.	20
sortir 3.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Sortir 4.NumberSeized	31.500	.90470	29.000	35.000	20
Sortir 4.ScheduledUtilization	.93625	.03434	.81276	1.1033	20
Sortir 4.BusyCost	68836.	1910.6	62827.	78556.	20
Sortir 4.IdleCost	19113.	1708.0	11269.	24019.	20
Sortir 4.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Sortir 5.NumberSeized	30.500	.98989	27.000	34.000	20
Sortir 5.ScheduledUtilization	.90856	.03748	.76186	1.0572	20
Sortir 5.BusyCost	66136.	2362.9	57134.	75272.	20
Sortir 5.IdleCost	20901.	2147.9	13243.	29354.	20
Sortir 5.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
All Entities.VACost	2.8715E+06	40119.	2.6971E+06	3.0364E+06	20
All Entities.NVACost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
All Entities.WaitCost	1.9247E+06	79800.	1.6086E+06	2.2589E+06	20
All Entities.TranCost	10655.	141.82	10036.	11275.	20
All Entities.OtherCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
All Entities.TotalCost	4.8068E+06	96069.	4.4042E+06	5.2531E+06	20
All Resources.BusyCost	7.9448E+05	8005.7	7.6276E+05	8.2697E+05	20
All Resources.IdleCost	3.4344E+05	7332.9	3.1304E+05	3.7145E+05	20
All Resources.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
All Resources.TotalCost	1.1379E+06	1368.9	1.1320E+06	1.1437E+06	20
System.TotalCost	5.1503E+06	92770.	4.7716E+06	5.5661E+06	20
System.NumberOut	215.75	1.4867	210.00	221.00	20

Simulation run time: 0.75 minutes.
Simulation run complete.

MODEL PENGEMBANGAN EMPAT

ARENA Simulation Results
Risma - License: STUDENT

Summary for Replication 1 of 20

Project: PROJECT TA RISMA Run execution date :
6/15/2007
Analyst: Risma Model revision date:
6/15/2007

Replication ended at time : 216.0 Hours
Statistics were cleared at time: 48.0 Hours (Sunday, June 17, 2007, 00:00:00)
Statistics accumulated for time: 168.0 Hours
Base Time Units: Hours

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Produk reject.VATime	5.6390	(Insuf)	3.3228	9.3618	4
Produk reject.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	4
Produk reject.WaitTime	11.279	(Insuf)	.50799	23.608	4
Produk reject.TranTime	.02333	(Insuf)	.01417	.02694	4
Produk reject.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	4
Produk reject.TotalTime	16.941	(Insuf)	9.8956	29.426	4
Produk reject.VACost	28503.	(Insuf)	3402.1	53502.	4
Produk reject.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	4
Produk reject.WaitCost	18800.	(Insuf)	.00000	72599.	4
Produk reject.TranCost	66.197	(Insuf)	.00000	132.39	4
Produk reject.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	4
Produk reject.TotalCost	47370.	(Insuf)	3402.1	1.2487E+05	4
Bahan K.VATime	--	--	--	--	0
Bahan K.NVATime	--	--	--	--	0
Bahan K.WaitTime	--	--	--	--	0

Bahan K.TranTime	--	--	--	--	0
Bahan K.OtherTime	--	--	--	--	0
Bahan K.TotalTime	--	--	--	--	0
Bahan K.VACost	--	--	--	--	0
Bahan K.NVACost	--	--	--	--	0
Bahan K.WaitCost	--	--	--	--	0
Bahan K.TranCost	--	--	--	--	0
Bahan K.OtherCost	--	--	--	--	0
Bahan K.TotalCost	--	--	--	--	0
Cap pepsodent.VATime	3.9067	(Insuf)	3.6940	4.0734	68
Cap pepsodent.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	68
Cap pepsodent.WaitTime	8.4241	(Insuf)	.01671	16.035	68
Cap pepsodent.TranTime	.02213	(Insuf)	.01556	.02833	68
Cap pepsodent.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	68
Cap pepsodent.TotalTime	12.352	(Insuf)	3.8275	20.101	68
Cap pepsodent.VACost	12838.	(Insuf)	3092.7	32774.	68
Cap pepsodent.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	68
Cap pepsodent.WaitCost	10055.	(Insuf)	.00000	68733.	68
Cap pepsodent.TranCost	69.479	(Insuf)	.00000	205.41	68
Cap pepsodent.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	68
Cap pepsodent.TotalCost	22963.	(Insuf)	3092.7	98910.	68
bahan pepsodent.VATime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.NVATime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.WaitTime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.TranTime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.OtherTime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.TotalTime	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.VACost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.NVACost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.WaitCost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.TranCost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.OtherCost	--	--	--	--	0
bahan pepsodent.TotalCost	--	--	--	--	0
Cap Kelly.VATime	5.7233	(Insuf)	5.5482	5.9662	49
Cap Kelly.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Cap Kelly.WaitTime	16.876	(Insuf)	1.8509	33.398	49
Cap Kelly.TranTime	.02129	(Insuf)	.01556	.02778	49
Cap Kelly.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Cap Kelly.TotalTime	22.620	(Insuf)	7.7450	39.327	49
Cap Kelly.VACost	4963.6	(Insuf)	4858.9	5152.7	49
Cap Kelly.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Cap Kelly.WaitCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Cap Kelly.TranCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Cap Kelly.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Cap Kelly.TotalCost	4963.6	(Insuf)	4858.9	5152.7	49
Bahan Viva.VATime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.NVATime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.WaitTime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.TranTime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.OtherTime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.TotalTime	--	--	--	--	0
Bahan Viva.VACost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.NVACost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.WaitCost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.TranCost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.OtherCost	--	--	--	--	0
Bahan Viva.TotalCost	--	--	--	--	0
Runer K.VATime	3.1666	(Insuf)	3.1000	3.2000	3
Runer K.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	3
Runer K.WaitTime	7.5059	(Insuf)	4.2088	9.5000	3
Runer K.TranTime	.01231	(Insuf)	.00417	.01639	3
Runer K.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	3
Runer K.TotalTime	10.684	(Insuf)	7.4252	12.604	3
Runer K.VACost	2902.5	(Insuf)	2902.5	2902.5	3
Runer K.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	3
Runer K.WaitCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	3
Runer K.TranCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	3
Runer K.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	3
Runer K.TotalCost	2902.5	(Insuf)	2902.5	2902.5	3
Runer P.VATime	1.4264	(Insuf)	1.4000	1.4833	43
Runer P.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	43
Runer P.WaitTime	4.3372	(Insuf)	.00000	9.7510	43
Runer P.TranTime	.01011	(Insuf)	.00417	.01694	43
Runer P.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	43
Runer P.TotalTime	5.7737	(Insuf)	1.4041	11.251	43

Runer P.VACost	5822.7	(Insuf)	1324.1	11563.	43
Runer P.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	43
Runer P.WaitCost	5280.7	(Insuf)	.00000	20630.	43
Runer P.TranCost	54.281	(Insuf)	.00000	122.84	43
Runer P.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	43
Runer P.TotalCost	11157.	(Insuf)	1324.1	32230.	43
Runer V.VATime	5.8341	(Insuf)	5.8000	5.9000	6
Runer V.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer V.WaitTime	8.7208	(Insuf)	.10534	17.400	6
Runer V.TranTime	.01000	(Insuf)	.00417	.01583	6
Runer V.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer V.TotalTime	14.565	(Insuf)	5.9258	23.204	6
Runer V.VACost	35132.	(Insuf)	5400.0	64879.	6
Runer V.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer V.WaitCost	20356.	(Insuf)	.00000	60542.	6
Runer V.TranCost	81.145	(Insuf)	.00000	162.29	6
Runer V.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6
Runer V.TotalCost	55569.	(Insuf)	5400.0	1.2556E+05	6
bahan baku.VATime	--	--	--	--	0
bahan baku.NVATime	--	--	--	--	0
bahan baku.WaitTime	--	--	--	--	0
bahan baku.TranTime	--	--	--	--	0
bahan baku.OtherTime	--	--	--	--	0
bahan baku.TotalTime	--	--	--	--	0
bahan baku.VACost	--	--	--	--	0
bahan baku.NVACost	--	--	--	--	0
bahan baku.WaitCost	--	--	--	--	0
bahan baku.TranCost	--	--	--	--	0
bahan baku.OtherCost	--	--	--	--	0
bahan baku.TotalCost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.VATime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.NVATime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.WaitTime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.TranTime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.OtherTime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.TotalTime	--	--	--	--	0
Produk jadi K.VACost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.NVACost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.WaitCost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.TranCost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.OtherCost	--	--	--	--	0
Produk jadi K.TotalCost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.VATime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.NVATime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.WaitTime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.TranTime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.OtherTime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.TotalTime	--	--	--	--	0
Produk jadi P.VACost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.NVACost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.WaitCost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.TranCost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.OtherCost	--	--	--	--	0
Produk jadi P.TotalCost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.VATime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.NVATime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.WaitTime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.TranTime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.OtherTime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.TotalTime	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.VACost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.NVACost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.WaitCost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.TranCost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.OtherCost	--	--	--	--	0
Produk Jadi V.TotalCost	--	--	--	--	0
Cap Flip Top Viva.VATime	6.3308	(Insuf)	3.1251	9.5790	44
Cap Flip Top Viva.NVATime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	44
Cap Flip Top Viva.WaitTime	7.2781	(Insuf)	.00333	20.835	44
Cap Flip Top Viva.TranTime	.01821	(Insuf)	.01556	.02722	44
Cap Flip Top Viva.OtherTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	44
Cap Flip Top Viva.TotalTime	13.627	(Insuf)	3.1734	30.346	44
Cap Flip Top Viva.VACost	26930.	(Insuf)	5223.6	54796.	44
Cap Flip Top Viva.NVACost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	44
Cap Flip Top Viva.WaitCost	15402.	(Insuf)	.00000	63110.	44

Cap Flip Top Viva.TranCost	63.415	(Insuf)	.00000	139.51	44
Cap Flip Top Viva.OtherCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	44
Cap Flip Top Viva.TotalCost	42396.	(Insuf)	5223.6	1.1650E+05	44
Process Mixer 2.Queue.WaitingTime	.01372	(Insuf)	.00000	.03985	28
Process Mixer 2.Queue.WaitingCost	213.10	(Insuf)	.00000	675.75	28
Batch V.Queue.WaitingTime	.04106	(Insuf)	.00000	.09534	14
Batch V.Queue.WaitingCost	841.82	(Insuf)	.00000	1954.4	14
Process Inject Kelly.Queue.WaitingTime	14.320	(Insuf)	1.6000	27.099	54
Process Inject Kelly.Queue.WaitingCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	54
Access Konvey.Queue.WaitingTime	9.6206E-04	(Insuf)	.00000	.00611	164
Access Konvey.Queue.WaitingCost	2.0562	(Insuf)	.00000	31.319	164
Process sortir.Queue.WaitingTime	2.9171	(Insuf)	.00000	8.2600	166
Process sortir.Queue.WaitingCost	5545.6	(Insuf)	.00000	55386.	166
Request Trolly.Queue.WaitingTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Request Trolly.Queue.WaitingCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	49
Process Inject Pepsodent.Queue.WaitingTime	4.3557	(Insuf)	.00000	8.9231	112
Process Inject Pepsodent.Queue.WaitingCost	3299.9	(Insuf)	.00000	16363.	112
Process Inject Viva.Queue.WaitingTime	8.7000	(Insuf)	.00000	17.400	28
Process Inject Viva.Queue.WaitingCost	14862.	(Insuf)	.00000	59450.	28
Batch K.Queue.WaitingTime	.05000	(Insuf)	.00000	.10000	28
Batch K.Queue.WaitingCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	28
Batch P.Queue.WaitingTime	.09111	(Insuf)	.00000	.56874	56
Batch P.Queue.WaitingCost	1019.0	(Insuf)	.00000	8246.7	56
Process Mixer 1.Queue.WaitingTime	.43333	(Insuf)	.00000	.83333	70
Process Mixer 1.Queue.WaitingCost	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	70

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier Value	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final
Produk reject.WIP	9.9206E-05	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Bahan K.WIP	5.9541	(Insuf)	1.0000	10.000	7.0000
Cap pepsodent.WIP	.00225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
bahan pepsodent.WIP	4.0375	(Insuf)	.00000	16.000	8.0000
Cap Kelly.WIP	.00162	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Bahan Viva.WIP	2.4275	(Insuf)	.00000	5.0000	2.0000
Runer K.WIP	7.4405E-05	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Runer P.WIP	.00107	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Runer V.WIP	1.4881E-04	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
bahan baku.WIP	.00000	(Insuf)	.00000	10.000	.00000
Produk jadi K.WIP	1.4347	(Insuf)	.00000	4.0000	1.0000
Produk jadi P.WIP	2.5405	(Insuf)	.00000	10.000	.00000
Produk Jadi V.WIP	1.6425	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000
Cap Flip Top Viva.WIP	.00146	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Injection P 1.NumberBusy	.46667	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Injection P 1.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Injection P 1.Utilization	.46667	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Injection P 2.NumberBusy	.46667	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Injection P 2.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Injection P 2.Utilization	.46667	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin mixer 1.NumberBusy	.03819	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin mixer 1.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Mesin mixer 1.Utilization	.03819	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin mixer 2.NumberBusy	.00135	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin mixer 2.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Mesin mixer 2.Utilization	.00135	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin Inject Kelly.NumberBusy	1.0000	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Mesin Inject Kelly.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Mesin Inject Kelly.Utilization	1.0000	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Mesin Inject Viva.NumberBusy	.96667	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Mesin Inject Viva.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Mesin Inject Viva.Utilization	.96667	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 1.NumberBusy	.51395	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 1.NumberScheduled	.53693	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Sortir 1.Utilization	.51395	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 2.NumberBusy	.58816	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 2.NumberScheduled	.55934	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Sortir 2.Utilization	.58816	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
sortir 3.NumberBusy	.56403	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
sortir 3.NumberScheduled	.55952	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
sortir 3.Utilization	.56403	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Sortir 4.NumberBusy	.52871	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000

Sortir 4.NumberScheduled	.55952	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 4.Utilization	.52871	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 5.NumberBusy	.53777	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Sortir 5.NumberScheduled	.56641	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Sortir 5.Utilization	.53777	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Process Mixer 2.Queue.NumberInQueue	.00229	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
Batch V.Queue.NumberInQueue	.00342	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Process Inject Kelly.Queue.NumberInQueue	4.8823	(Insuf)	.00000	9.0000	2.0000
Access Konvey.Queue.NumberInQueue	9.3915E-04	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Process sortir.Queue.NumberInQueue	2.8745	(Insuf)	.00000	13.000	.00000
Request Trolly.Queue.NumberInQueue	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Process Inject Pepsodent.Queue.NumberInQue	2.9038	(Insuf)	.00000	14.000	.00000
Process Inject Viva.Queue.NumberInQueue	1.4500	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
Batch K.Queue.NumberInQueue	.00833	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Batch P.Queue.NumberInQueue	.03037	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Process Mixer 1.Queue.NumberInQueue	.18056	(Insuf)	.00000	9.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Record Reject	4	Infinite
Record Runer K	3	Infinite
Record Runer P	43	Infinite
Record Runer V	6	Infinite
Record Cap K	49	Infinite
Record Cap P	68	Infinite
Record Cap V	44	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
Produk reject.NumberIn	4.0000
Produk reject.NumberOut	4.0000
Bahan K.NumberIn	74.000
Bahan K.NumberOut	68.000
Cap pepsodent.NumberIn	68.000
Cap pepsodent.NumberOut	68.000
bahan pepsodent.NumberIn	148.00
bahan pepsodent.NumberOut	140.00
Cap Kelly.NumberIn	49.000
Cap Kelly.NumberOut	49.000
Bahan Viva.NumberIn	59.000
Bahan Viva.NumberOut	57.000
Runer K.NumberIn	3.0000
Runer K.NumberOut	3.0000
Runer P.NumberIn	43.000
Runer P.NumberOut	43.000
Runer V.NumberIn	6.0000
Runer V.NumberOut	6.0000
bahan baku.NumberIn	80.000
bahan baku.NumberOut	80.000
Produk jadi K.NumberIn	51.000
Produk jadi K.NumberOut	50.000
Produk jadi P.NumberIn	69.000
Produk jadi P.NumberOut	69.000
Produk Jadi V.NumberIn	44.000
Produk Jadi V.NumberOut	46.000
Cap Flip Top Viva.NumberIn	44.000
Cap Flip Top Viva.NumberOut	44.000
Injection P 1.NumberSeized	56.000
Injection P 1.ScheduledUtilization	.46667
Injection P 1.BusyCost	72520.
Injection P 1.IdleCost	82880.
Injection P 1.UsageCost	.00000
Injection P 2.NumberSeized	56.000
Injection P 2.ScheduledUtilization	.46667
Injection P 2.BusyCost	72520.
Injection P 2.IdleCost	82880.
Injection P 2.UsageCost	.00000
Mesin mixer 1.NumberSeized	70.000
Mesin mixer 1.ScheduledUtilization	.03819

Mesin mixer 1.BusyCost	4491.6
Mesin mixer 1.IdleCost	1.1311E+05
Mesin mixer 1.UsageCost	.00000
Mesin mixer 2.NumberSeized	28.000
Mesin mixer 2.ScheduledUtilization	.00135
Mesin mixer 2.BusyCost	158.60
Mesin mixer 2.IdleCost	1.1744E+05
Mesin mixer 2.UsageCost	.00000
Mesin Inject Kelly.NumberSeized	54.000
Mesin Inject Kelly.ScheduledUtilization	1.0000
Mesin Inject Kelly.BusyCost	1.5484E+05
Mesin Inject Kelly.IdleCost	.00000
Mesin Inject Kelly.UsageCost	.00000
Mesin Inject Viva.NumberSeized	28.000
Mesin Inject Viva.ScheduledUtilization	.96667
Mesin Inject Viva.BusyCost	1.5022E+05
Mesin Inject Viva.IdleCost	5180.0
Mesin Inject Viva.UsageCost	.00000
Sortir 1.NumberSeized	31.000
Sortir 1.ScheduledUtilization	.95719
Sortir 1.BusyCost	69074.
Sortir 1.IdleCost	17872.
Sortir 1.UsageCost	.00000
Sortir 2.NumberSeized	34.000
Sortir 2.ScheduledUtilization	1.0515
Sortir 2.BusyCost	79048.
Sortir 2.IdleCost	10520.
Sortir 2.UsageCost	.00000
sortir 3.NumberSeized	35.000
sortir 3.ScheduledUtilization	1.0080
sortir 3.BusyCost	74390.
sortir 3.IdleCost	15669.
sortir 3.UsageCost	.00000
Sortir 4.NumberSeized	32.000
Sortir 4.ScheduledUtilization	.94493
Sortir 4.BusyCost	71059.
Sortir 4.IdleCost	16707.
Sortir 4.UsageCost	.00000
Sortir 5.NumberSeized	34.000
Sortir 5.ScheduledUtilization	.94943
Sortir 5.BusyCost	72275.
Sortir 5.IdleCost	14878.
Sortir 5.UsageCost	.00000
All Entities.VACost	2.8826E+06
All Entities.NVACost	.00000
All Entities.WaitCost	1.7859E+06
All Entities.TranCost	10600.
All Entities.OtherCost	.00000
All Entities.TotalCost	4.6792E+06
All Resources.BusyCost	8.2060E+05
All Resources.IdleCost	4.7714E+05
All Resources.UsageCost	.00000
All Resources.TotalCost	1.2977E+06
System.TotalCost	5.1563E+06
System.NumberOut	217.00

ARENA Simulation Results
Risma - License: STUDENT

Output Summary for 20 Replications

Project: PROJECT TA RISMA
6/15/2007
Analyst: Risma
6/15/2007

Run execution date :

Model revision date:

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Produk reject.NumberIn	3.9500	.90439	1.0000	8.0000	20
Produk reject.NumberOut	3.9500	.90439	1.0000	8.0000	20
Bahan K.NumberIn	74.000	.00000	74.000	74.000	20
Bahan K.NumberOut	68.000	.00000	68.000	68.000	20
Cap pepsodent.NumberIn	61.550	2.6100	49.000	70.000	20
Cap pepsodent.NumberOut	61.550	2.6100	49.000	70.000	20
bahan pepsodent.NumberIn	148.00	.00000	148.00	148.00	20
bahan pepsodent.NumberOut	140.00	.00000	140.00	140.00	20
Cap Kelly.NumberIn	47.500	1.0465	43.000	52.000	20
Cap Kelly.NumberOut	47.500	1.0465	43.000	52.000	20
Bahan Viva.NumberIn	57.800	1.1116	53.000	63.000	20
Bahan Viva.NumberOut	55.800	1.1116	51.000	61.000	20
Runer K.NumberIn	4.9000	.97108	1.0000	9.0000	20
Runer K.NumberOut	4.9000	.97108	1.0000	9.0000	20
Runer P.NumberIn	48.950	2.3644	42.000	61.000	20
Runer P.NumberOut	48.950	2.3644	42.000	61.000	20
Runer V.NumberIn	7.2000	1.1116	2.0000	12.000	20
Runer V.NumberOut	7.2000	1.1116	2.0000	12.000	20
bahan baku.NumberIn	80.000	.00000	80.000	80.000	20
bahan baku.NumberOut	80.000	.00000	80.000	80.000	20
Produk jadi K.NumberIn	49.100	.97108	45.000	53.000	20
Produk jadi K.NumberOut	48.800	.94338	45.000	53.000	20
Produk jadi P.NumberIn	63.050	2.3644	51.000	70.000	20
Produk jadi P.NumberOut	63.050	2.3644	51.000	70.000	20
Produk Jadi V.NumberIn	41.600	2.2233	32.000	52.000	20
Produk Jadi V.NumberOut	41.700	2.0035	32.000	50.000	20
Cap Flip Top Viva.NumberIn	40.550	1.9175	32.000	49.000	20
Cap Flip Top Viva.NumberOut	40.550	1.9175	32.000	49.000	20
Injection P 1.NumberSeized	56.000	.00000	56.000	56.000	20
Injection P 1.ScheduledUtilization	.46667	7.3964E-17	.46667	.46667	20
Injection P 1.BusyCost	72520.	4.1338E-12	72520.	72520.	20
Injection P 1.IdleCost	82880.	3.8271E-12	82880.	82880.	20
Injection P 1.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Injection P 2.NumberSeized	56.000	.00000	56.000	56.000	20
Injection P 2.ScheduledUtilization	.46667	7.4442E-17	.46667	.46667	20
Injection P 2.BusyCost	72520.	4.1338E-12	72520.	72520.	20
Injection P 2.IdleCost	82880.	4.9408E-12	82880.	82880.	20
Injection P 2.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Mesin mixer 1.NumberSeized	70.000	.00000	70.000	70.000	20
Mesin mixer 1.ScheduledUtilization	.03819	3.3318E-18	.03819	.03819	20
Mesin mixer 1.BusyCost	4491.6	.00000	4491.6	4491.6	20
Mesin mixer 1.IdleCost	1.1311E+05	2.0962E-11	1.1311E+05	1.1311E+05	20
Mesin mixer 1.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Mesin mixer 2.NumberSeized	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Mesin mixer 2.ScheduledUtilization	.00134	5.7028E-05	.00111	.00155	20
Mesin mixer 2.BusyCost	157.65	6.7065	130.23	182.55	20
Mesin mixer 2.IdleCost	1.1744E+05	6.7065	1.1742E+05	1.1747E+05	20
Mesin mixer 2.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Mesin Inject Kelly.NumberSeized	54.000	.00000	54.000	54.000	20
Mesin Inject Kelly.ScheduledUtilization	1.0000	2.2177E-07	1.0000	1.0000	20
Mesin Inject Kelly.BusyCost	1.5484E+05	2.7949E-11	1.5484E+05	1.5484E+05	20
Mesin Inject Kelly.IdleCost	.04649	.03446	.00000	.24276	20
Mesin Inject Kelly.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Mesin Inject Viva.NumberSeized	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Mesin Inject Viva.ScheduledUtilization	.96667	2.3841E-17	.96667	.96667	20
Mesin Inject Viva.BusyCost	1.5022E+05	2.7949E-11	1.5022E+05	1.5022E+05	20
Mesin Inject Viva.IdleCost	5180.0	8.5689E-13	5180.0	5180.0	20

Mesin Inject Viva.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Sortir 1.NumberSeized	31.550	1.0894	27.000	37.000	20
Sortir 1.ScheduledUtilization	.93240	.03371	.82512	1.1018	20
Sortir 1.BusyCost	68284.	2095.3	61742.	79784.	20
Sortir 1.IdleCost	19487.	2035.0	9156.8	28199.	20
Sortir 1.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Sortir 2.NumberSeized	31.250	1.1350	26.000	34.000	20
Sortir 2.ScheduledUtilization	.92188	.03328	.79179	1.0515	20
Sortir 2.BusyCost	68822.	2439.6	59927.	79048.	20
Sortir 2.IdleCost	18588.	2080.5	10520.	27087.	20
Sortir 2.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
sortir 3.NumberSeized	31.450	1.0351	26.000	35.000	20
sortir 3.ScheduledUtilization	.92754	.03344	.77265	1.0588	20
sortir 3.BusyCost	68268.	2149.3	58802.	75902.	20
sortir 3.IdleCost	19182.	1786.2	14464.	27385.	20
sortir 3.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Sortir 4.NumberSeized	30.250	1.1145	25.000	33.000	20
Sortir 4.ScheduledUtilization	.91407	.03398	.76437	1.0247	20
Sortir 4.BusyCost	66505.	2535.6	56065.	73489.	20
Sortir 4.IdleCost	20533.	2360.0	13825.	29675.	20
Sortir 4.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
Sortir 5.NumberSeized	31.100	1.2232	27.000	36.000	20
Sortir 5.ScheduledUtilization	.92023	.04209	.78668	1.1167	20
Sortir 5.BusyCost	67865.	2435.1	60246.	77638.	20
Sortir 5.IdleCost	19908.	2209.5	11194.	26732.	20
Sortir 5.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
All Entities.VACost	2.8238E+06	51981.	2.5927E+06	3.0210E+06	20
All Entities.NVACost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
All Entities.WaitCost	1.4800E+06	77299.	1.2295E+06	1.7859E+06	20
All Entities.TranCost	10489.	178.56	9652.5	11123.	20
All Entities.OtherCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
All Entities.TotalCost	4.3143E+06	1.2064E+05	3.8432E+06	4.6792E+06	20
All Resources.BusyCost	7.9450E+05	7809.1	7.5726E+05	8.2060E+05	20
All Resources.IdleCost	4.9919E+05	7580.4	4.7714E+05	5.3334E+05	20
All Resources.UsageCost	.00000	.00000	.00000	.00000	20
All Resources.TotalCost	1.2937E+06	1316.8	1.2886E+06	1.2977E+06	20
System.TotalCost	4.8135E+06	1.1424E+05	4.3567E+06	5.1563E+06	20
System.NumberOut	214.60	.96512	210.00	218.00	20

Simulation run time: 0.80 minutes.
Simulation run complete.

ARENA Simulation Results
Risma - License: STUDENT

Summary for Replication 1 of 20

Project: PROJECT TA RISMA
6/15/2007
Analyst: Risma
6/15/2007

Run execution date :

Model revision date:

Replication ended at time : 216.0 Hours
Statistics were cleared at time: 48.0 Hours (Sunday, June 17, 2007, 00:00:00)
Statistics accumulated for time: 168.0 Hours
Base Time Units: Hours

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Process sortir.TotalTimePerEntity	5.7064	(Insuf)	2.3718	11.582	165
Process Inject Kelly.WaitTimePerEntity	14.331	(Insuf)	1.6000	27.099	54
Process Inject Viva.VATimePerEntity	5.8000	(Insuf)	5.8000	5.8000	28
Process Inject Pepsodent.WaitTimePerEntity	4.3557	(Insuf)	.00000	8.9231	112
Process Mixer 1.TotalTimePerEntity	.52500	(Insuf)	.10000	.91667	70
Process Mixer 2.VATimePerEntity	.00809	(Insuf)	8.2605E-04	.01565	28
Process Inject Viva.WaitTimePerEntity	8.7000	(Insuf)	.00000	17.400	28
Process Inject Pepsodent.TotalTimePerEntit	5.7557	(Insuf)	1.4000	10.323	112
Process Mixer 2.WaitTimePerEntity	.01372	(Insuf)	.00000	.03985	28
Process sortir.VATimePerEntity	2.7715	(Insuf)	2.2107	3.7756	165
Process sortir.WaitTimePerEntity	2.9348	(Insuf)	.00000	8.2600	165

Process Inject Kelly.VATimePerEntity	3.1000	(Insuf)	3.1000	3.1000	54
Process Inject Viva.TotalTimePerEntity	14.500	(Insuf)	5.8000	23.200	28
Process Mixer 2.TotalTimePerEntity	.02182	(Insuf)	.00466	.04417	28
Process Mixer 1.VATimePerEntity	.09167	(Insuf)	.08333	.10000	70
Process Inject Pepsodent.VATimePerEntity	1.4000	(Insuf)	1.4000	1.4000	112
Process Mixer 1.WaitTimePerEntity	.43333	(Insuf)	.00000	.83333	70
Process Inject Kelly.TotalTimePerEntity	17.431	(Insuf)	4.7000	30.199	54

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
trolly.NumberBusy	.00565	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
trolly.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
trolly.Utilization	.00565	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Conveyor 1.Utilization	.00244	3.6161E-04	.00000	.75000	.00000
Conveyor 1.Blocked	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Station produk reject.NumEntTrans	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Station inject Viva.NumEntTrans	3.7037E-04	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Masuk Mixer 1.NumEntTrans	.00116	(Insuf)	.00000	10.000	10.000
Masuk Mixer 2.NumEntTrans	4.6296E-04	(Insuf)	.00000	4.0000	4.0000
Masuk Gudang Runer.NumEntTrans	.00129	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Station inject Kelly.NumEntTrans	7.8704E-04	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Masuk Produk Baik.NumEntTrans	.00542	.00105	.00000	2.0000	.00000
Masuk Konvey.NumEntTrans	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Masuk Sortir.NumEntTrans	.00976	.00145	.00000	3.0000	.00000
Station inject Pepsodent.NumEntTrans	.00167	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Station trolly.NumEntTrans	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Record Reject	4	Infinite
Record Runer K	3	Infinite
Record Runer P	43	Infinite
Record Runer V	6	Infinite
Record Cap K	49	Infinite
Record Cap P	68	Infinite
Record Cap V	44	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
Process Inject Pepsodent Accum VA Time	156.80
Process Inject Kelly Accum VA Time	167.40
Process Inject Kelly Number Out	54.000
Process Inject Pepsodent Accum Wait Time	487.84
Process Inject Viva Accum VA Time	162.40
Process Mixer 1 Number Out	70.000
Process Inject Kelly Accum Wait Time	773.88
Process Mixer 1 Number In	70.000
Process Inject Viva Number In	28.000
Process Mixer 1 Accum VA Time	6.4166
Process sortir Number In	164.00
Process Mixer 1 Accum Wait Time	30.333
Process sortir Accum VA Time	457.30
Process Inject Viva Accum Wait Time	243.60
Process sortir Accum Wait Time	484.25
Process sortir Number Out	165.00
Process Mixer 2 Number Out	28.000
Process Mixer 2 Number In	28.000
Process Mixer 2 Accum VA Time	.22658
Process Inject Viva Number Out	28.000
Process Mixer 2 Accum Wait Time	.38426
Process Inject Pepsodent Number Out	112.00
Process Inject Pepsodent Number In	112.00
Process Inject Kelly Number In	56.000

ARENA Simulation Results
Risma - License: STUDENT

Output Summary for 20 Replications

Project: PROJECT TA RISMA
6/15/2007
Analyst: Risma
6/15/2007

Run execution date :

Model revision date:

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Process Inject Pepsodent Accum VA Time	156.80	1.0121E-14	156.80	156.80	20
Process Inject Kelly Accum VA Time	167.40	2.6778E-14	167.40	167.40	20
Process Inject Kelly Number Out	54.000	.00000	54.000	54.000	20
Process Inject Pepsodent Accum Wait Time	487.52	.13261	486.90	487.90	20
Process Inject Viva Accum VA Time	162.40	.00000	162.40	162.40	20
Process Mixer 1 Number Out	70.000	.00000	70.000	70.000	20
Process Inject Kelly Accum Wait Time	773.88	.00112	773.88	773.89	20
Process Mixer 1 Number In	70.000	.00000	70.000	70.000	20
Process Inject Viva Number In	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Process Mixer 1 Accum VA Time	6.4166	.00000	6.4166	6.4166	20
Process sortir Number In	153.75	3.7559	137.00	164.00	20
Process Mixer 1 Accum Wait Time	30.333	.00000	30.333	30.333	20
Process sortir Accum VA Time	424.68	9.7620	378.13	457.30	20
Process Inject Viva Accum Wait Time	243.60	1.4611E-04	243.60	243.60	20
Process sortir Accum Wait Time	327.61	40.565	184.91	484.25	20
Process sortir Number Out	153.55	3.3696	137.00	165.00	20
Process Mixer 2 Number Out	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Process Mixer 2 Number In	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Process Mixer 2 Accum VA Time	.22522	.00958	.18605	.26079	20
Process Inject Viva Number Out	28.000	.00000	28.000	28.000	20
Process Mixer 2 Accum Wait Time	.35169	.02359	.23133	.43617	20
Process Inject Pepsodent Number Out	112.00	.00000	112.00	112.00	20
Process Inject Pepsodent Number In	112.00	.00000	112.00	112.00	20
Process Inject Kelly Number In	56.000	.00000	56.000	56.000	20

Simulation run time: 0.75 minutes.
Simulation run complete.

ANALISA B/C

Model Awal

Harga jual Pepsodent	= Rp 22/ pcs	= Rp 220.000 perbox
Biaya produksi	= Rp 17,5/ pcs	= Rp 175.000 perbox
Biaya produksi pertahun	= 175.000 x 59 x 4 x 12	= Rp 495.600.000
Pendapatan pertahun	= 220.000 x 59 x 4 x 12	= Rp 623.040.000

$$Rasio \quad B/C = \frac{623.040.000}{495.600.000} = 1,26$$

Harga jual Viva	= Rp 43/ pcs	= Rp 141.900 perbox
Biaya produksi	= Rp 35/ pcs	= Rp 115.500 perbox
Biaya produksi pertahun	= 115.500 x 42 x 4 x 12	= Rp 232.848.000
Pendapatan pertahun	= 141.900 x 42 x 4 x 12	= Rp 286.070.400

$$Rasio \quad B/C = \frac{286.070.400}{232.848.000} = 1,23$$

Harga jual Kelly	= Rp 90/ pcs	= Rp 405.000 perbox
Biaya Produksi	= Rp 75,5/ pcs	= Rp 339.750 perbox
Biaya produksi pertahun	= 339.750 x 47 x 4 x 12	= Rp 766.476.000
Pendapatan pertahun	= 405.000 x 47 x 4 x 12	= Rp 913.680.000

$$Rasio \quad B/C = \frac{913.680.000}{766.476.000} = 1,19$$

$$Rasio \quad B/C \quad untuk \quad keseluruhan \quad sistem = \frac{1.822.790.400}{1.494.924.000} = 1,219$$

Model Pengembangan Satu

Nama mesin : Injecting moulding machine	
Nama Biaya	Harga
Pembelian Mesin	55.350.000
Bunga pertahun	12%
Umur ekonomis	15 tahun
Pajak dan asuransi	11% pertahun
Nilai sisa (40%)	22.140.000
Pajak dan asuransi (11 %)	6.088.500
Biaya Operasional	15.000.000
Biaya Perawatan	8.000.000

Capital Recovery = (55.350.000 - 22.140.000) (A/P, 12%, 15) + 22.140.000 (12 %)
= 33.210.000 (0,1468) + 2.656.800
= 7.532.028

Ongkos penambahan mesin/thn = 6.088.500 + 15.000.000 + 8.000.000 + 7.532.028
= 36.620.528

Biaya produksi Pepsodent pertahun = 175.000 x 60 x 4 x 12 = 504.000.000
Biaya produksi Viva pertahun = 115.500 x 43 x 4 x 12 = 238.392.000
Biaya produksi Kelly pertahun = 339.750 x 46 x 4 x 12 = 750.168.000
Biaya tenaga sortir pertahun = 570.000 x 12 = 6.384.000
Total biaya produksi pertahun = 1.492.560.000 + 6.384.000 = 1.498.944.000

Ongkos ekuivalensi Tahunan = 36.620.528 + 1.498.944.000 = 1.535.564.528

Pendapatan Pepsodent pertahun = 220.000 x 60 x 4 x 12 = 633.600.000
Pendapatan Viva pertahun = 141.900 x 43 x 4 x 12 = 292.881.600
Pendapatan Kelly pertahun = 405.000 x 46 x 4 x 12 = 894.240.000
Total pendapatan pertahun = 1.820.721.600

$$Rasio \quad B/C = \frac{1.820.721.600}{1.535.564.528} = 1{,}186$$

Model Pengembangan Dua

Biaya produksi Pepsodent pertahun	= 175.000 x 60 x 4 x 12	= 504.000.000
Biaya produksi Viva pertahun	= 115.500 x 42 x 4 x 12	= 232.848.000
Biaya produksi Kelly pertahun	= 339.750 x 48 x 4 x 12	= 782.784.000
Biaya tenaga sortir pertahun	= 570.000 x 12	= 6.384.000
Total biaya produksi pertahun	= 1.519.632.000 + 6.384.000	= 1.526.016.000

Pendapatan Pepsodent pertahun	= 220.000 x 60 x 4 x 12	= 633.600.000
Pendapatan Viva pertahun	= 141.900 x 42 x 4 x 12	= 286.070.400
Pendapatan Kelly pertahun	= 405.000 x 48 x 4 x 12	= 933.120.000
Total pendapatan pertahun	= 1.852.790.400	

$$Rasio \quad B/C = \frac{1.852.790.400}{1.526.016.000} = 1{,}214$$

Model Pengembangan Tiga

Nama mesin : Injecting Moulding Machine	
Nama Biaya	Harga
Pembelian Mesin	55.350.000
Bunga pertahun	12%
Umur ekonomis	15 tahun
Pajak dan asuransi	11% pertahun
Nilai sisa (40%)	22.140.000
Pajak dan asuransi (11 %)	6.088.500
Biaya Operasional	15.000.000
Biaya Perawatan	8.000.000

Capital Recovery = (55.350.000 - 22.140.000) (A/P, 12%, 15) + 22.140.000 (12 %)
= 33.210.000 (0,1468) + 2.656.800
= 7.532.028

Ongkos penambahan mesin/thn = 6.088.500 + 15.000.000 + 8.000.000 + 7.532.028
= 36.620.528

Biaya produksi Pepsodent pertahun	= 175.000 x 61 x 4 x 12	= 512.400.000
Biaya produksi Viva pertahun	= 115.500 x 41 x 4 x 12	= 227.304.000
Biaya produksi Kelly pertahun	= 339.750 x 49 x 4 x 12	= 799.092.000
Biaya tenaga sortir pertahun	= 570.000 x 12	= 6.384.000
Total biaya produksi pertahun	= 1.538.796.000 + 6.384.000	= 1.545.180.000

Ongkos ekuivalensi Tahunan = 36.620.528 + 1.545.180.000 = 1.581.800.528

Pendapatan Pepsodent pertahun	= 220.000 x 61 x 4 x 12 = 644.160.000
Pendapatan Viva pertahun	= 141.900 x 41 x 4 x 12 = 279.259.200
Pendapatan Kelly pertahun	= 405.000 x 49 x 4 x 12 = 952.560.000
Total pendapatan pertahun	= 1.875.979.200

$$Rasio \quad B/C = \frac{1.875.979.200}{1.581.800.528} = 1{,}186$$

Model Pengembangan Empat

Nama mesin : Injecting moulding machine	
Nama Biaya	Harga
Pembelian Mesin	55.350.000
Bunga pertahun	12%
Umur ekonomis	15 tahun
Pajak dan asuransi	11% pertahun
Nilai sisa (40%)	22.140.000

Pajak dan asuransi (11 %)	6.088.500
Biaya Operasional	15.000.000
Biaya Perawatan	8.000.000

Capital Recovery = (55.350.000 - 22.140.000) (A/P, 12%, 15) + 22.140.000 (12 %)

= 33.210.000 (0,1468) + 2.656.800

= 7.532.028

Ongkos penambahan mesin/thn = 6.088.500 + 15.000.000 + 8.000.000 + 7.532.028

= 36.620.528

Biaya produksi Pepsodent pertahun = 175.000 x 62 x 4 x 12 = 520.800.000

Biaya produksi Viva pertahun = 115.500 x 41 x 4 x 12 = 227.304.000

Biaya produksi Keliy pertahun = 339.750 x 48 x 4 x 12 = 782.784.000

Total biaya produksi pertahun = 1.530.888.000

Ongkos ekuivalensi Tahunan = 36.620.528 + 1.530.888.000 = 1.567.508.528

Pendapatan Pepsodent pertahun = 220.000 x 62 x 4 x 12 = 654.720.000

Pendapatan Viva pertahun = 141.900 x 41 x 4 x 12 = 279.259.200

Pendapatan Kelly pertahun = 405.000 x 48 x 4 x 12 = 933.120.000

Total pendapatan pertahun = 1.867.099.200

$$Rasio \quad B/C = \frac{1.867.099.200}{1.567.508.528} = 1,191$$

INCREMENTAL RASIO

Model Simulasi	Benefit	Cost	Rasio B/C
Awal	1.822.790.400	1.494.924.000	1,219
Pengembangan 1	1.820.721.600	1.535.564.000	1,186
Pengembangan 2	1.852.790.400	1.526.016.000	1.214
Pengembangan 3	1.875.979.200	1.581.800.528	1,186
Pengembangan 4	1.867.099.200	1.567.508.528	1,191

Model Simulasi	Benefit	Cost	Rasio
Pengembangan Tiga	1.875.979.200	1.581.800.528	1,186
Pengembangan Empat	1.867.099.200	1.567.508.528	1,191
Pengembangan Dua	1.852.790.400	1.526.016.000	1,214
Model Awal	1.822.790.400	1.494.924.000	1,219
Pengembangan Satu	1.820.721.600	1.535.564.000	1,186

B/C_{satu-0}	1,185702192	terima pengembangan satu
$B/C_{awal-satu}$	-0,050905512	terima pengembangan satu
$B/C_{dua-satu}$	-3,35869292	terima pengembangan satu
$B/C_{empat-satu}$	1,451816724	terima pengembangan empat
$B/C_{tiga-empat}$	0,621326616	terima pengembangan empat

$$B/C_{satu-0} = \frac{1.820.721.600}{1.535.54.528} = 1,86$$

Karena $B/C_{satu-0} > 1$ maka model pengembangan satu diterima

$$B/C_{awal-satu} = \frac{1.822.790.400 - 1.820.721.600}{1.494.924000 - 1.535.564.528} = -0,05$$

Karena $B/C_{awal-satu} < 1$, maka model awal ditolak dan pengembangan satu diterima

$$B/C_{dua-satu} = \frac{1.852.790.000 - 1.820.721.600}{1.526.016.000 - 1.535.564.528} = -3,36$$

Karena $B/C_{dua-satu} < 1$, maka model pengembangan dua ditolak dan pengembangan satu diterima

$$B/C_{empat-satu} = \frac{1.867.099.200 - 1.820.721.600}{1.567.508.528 - 1.535.564.528} = 1,45$$

Karena $B/C_{empat-satu} > 1$, maka model pengembangan empat diterima

$$B/C_{tiga-empat} = \frac{1.875.979.200 - 1.867.099.200}{1.581.800.528 - 1.567.508.528} = 0,62$$

Karena $B/C_{tiga-empat} < 1$, maka model pengembangan tiga ditolak dan pengembangan empat diterima.