



UNIVERSITAS INDONESIA

**MENINGKATKAN TOTAL PRODUKSI
PADA PRODUK X DI PT XYZ
DENGAN MENGGUNAKAN PEMODELAN SIMULASI
BERBASIS OBJEK**

SKRIPSI

CHRISTIAN TULUS

0706274546

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**MENINGKATKAN TOTAL PRODUKSI
PADA PRODUK X DI PT XYZ
DENGAN MENGGUNAKAN PEMODELAN SIMULASI
BERBASIS OBJEK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

CHRISTIAN TULUS

0706274546

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Christian Tulus

NPM : 0706274546

Tanda tangan : 

Tanggal : Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Christian Tulus
NPM : 0706274546
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Meningkatkan Total Produksi Pada Produk X Di
PT XYZ Dengan Menggunakan Pemodelan
Simulasi Berbasis Objek

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Akhmad Hidayatno, ST., MBT ()

Penguji : Ir. Amar Rachman, MEIM ()

Penguji : Ir. Yadrifil, M.Sc ()

Penguji : Armand Omar Moeis, ST., M.Sc ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 1 Juli 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan karunia-Nya sehingga dengan anugrah-Nya skripsi ini dapat selesai dengan baik dan dipersembahkan bagi-Nya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka melengkapi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Akhmad Hidayatno, ST., MBT., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Ibu Yunita, Bapak Imam, dan Mas Arief serta rekan-rekan di PT Indokarlo Perkasa atas waktu dan bantuannya selama saya melakukan pengambilan data;
3. Saudara Aziz Sutrisno, ST., yang memberikan bantuan berupa sumber-sumber pendukung dalam pengerjaan skripsi ini;
4. Mama, Papa, Ii, dan kedua adik saya Chrisella dan Chrisendy serta keluarga besar saya yang turut mendoakan dan mendukung saya dalam pengerjaan skripsi ini;
5. Teman-teman seperjuangan Gersianto, Daril, Rangga, Berry, Gersen, Ariel, Oscar, Alan, Paulus, dan Lucy sebagai anggota skripsi SEMS (System Engineering Modelling and Simulation) yang berjuang dan saling mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Seluruh teman-teman Teknik Industri 2007 yang telah berjuang selama empat tahun dari awal semester satu sampai semester delapan ini dan atas kebersamaan yang sungguh luar biasa dan tiada taranya berjuang bersama-sama sebagai satu keluarga dalam naungan Teknik Industri 2007;
7. Seluruh teman-teman POFTUI yang telah mendukung dalam doa dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;

8. Eka, Wage, dan Abdullah yang membantu dalam memberikan masukan saat pengerjaan model baik secara langsung maupun tidak langsung;
9. Bapak T. Yuri Zagloel, selaku Ketua Jurusan Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia;
10. Ibu Erlinda Muslim, selaku dosen pembimbing akademis; dan
11. Semua pihak-pihak yang terlupakan namun terlibat membantu penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhirnya, penulis berharap agar skripsi ini bisa memberikan inspirasi dan manfaat bagi semua pihak yang membacanya dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 12 Juni 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Christian Tulus

NPM : 0706274546

Program Studi : Teknik Industri

Departemen : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Meningkatkan Total Produksi Pada Produk X Di PT XYZ Dengan
Menggunakan Pemodelan Simulasi Berbasis Objek**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Juni 2011

Yang Menyatakan



(Christian Tulus)

ABSTRAK

Nama : Christian Tulus
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Meningkatkan Total Produksi Pada Produk X Di PT XYZ
Dengan Menggunakan Pemodelan Simulasi Berbasis Objek

Studi ini menjelaskan tentang pemodelan simulasi dari proses produksi pada industri komponen karet. Model ini dirancang dengan menggunakan sebuah *software* yang berorientasi pada objek dan pemodelan. Simulasi ini dilihat dari total produksi yang dapat dihasilkan. Selain itu terdapat faktor-faktor variabel lain seperti waktu kerja, jumlah mesin, dan waktu tiap proses produksi yang terjadi yang berpengaruh pada model simulasi. Dari model simulasi, kita dapat melihat total produksi yang dapat dihasilkan serta perilaku sistem tiap proses produksinya. Sebagai perbandingan, kita membuat skenario tentang penambahan satu mesin dan peniadaan penggunaan waktu kerja lembur. Dari hasil skenario ini, kita dapat mengetahui keputusan/cara yang tepat untuk melakukan penambahan mesin baru atau untuk penggunaan waktu lembur.

Kata Kunci:

Object-oriented modeling, simulasi, model, *Plant Simulation*, fasilitas, mesin, produksi

ABSTRACT

Name : Christian Tulus
Study Program : Industrial Engineering
Title : Increasing Total Production on Product X in XYZ
Company by Using The Object-Oriented Modeling Simulation

This study describes about the simulation modeling of production process in rubber component industry. This model was created by using object-oriented modeling software. The simulation is seen from total production that can be produced. Besides that there are other variable factors such as working time, number of machines, and the time each process that affects the simulation model. From this simulation model, we can see the total production that can be produced and the system behavior of each process. As a comparison, we make a scenario about the addition of one machine and elimination of the use of overtime work. From the results of this scenario, we can know the right decisions to add the new machine or to use the usage overtime.

Key words:

Object-oriented modeling, simulation, model, Plant Simulation, facility, machine, production

DAFTAR ISI

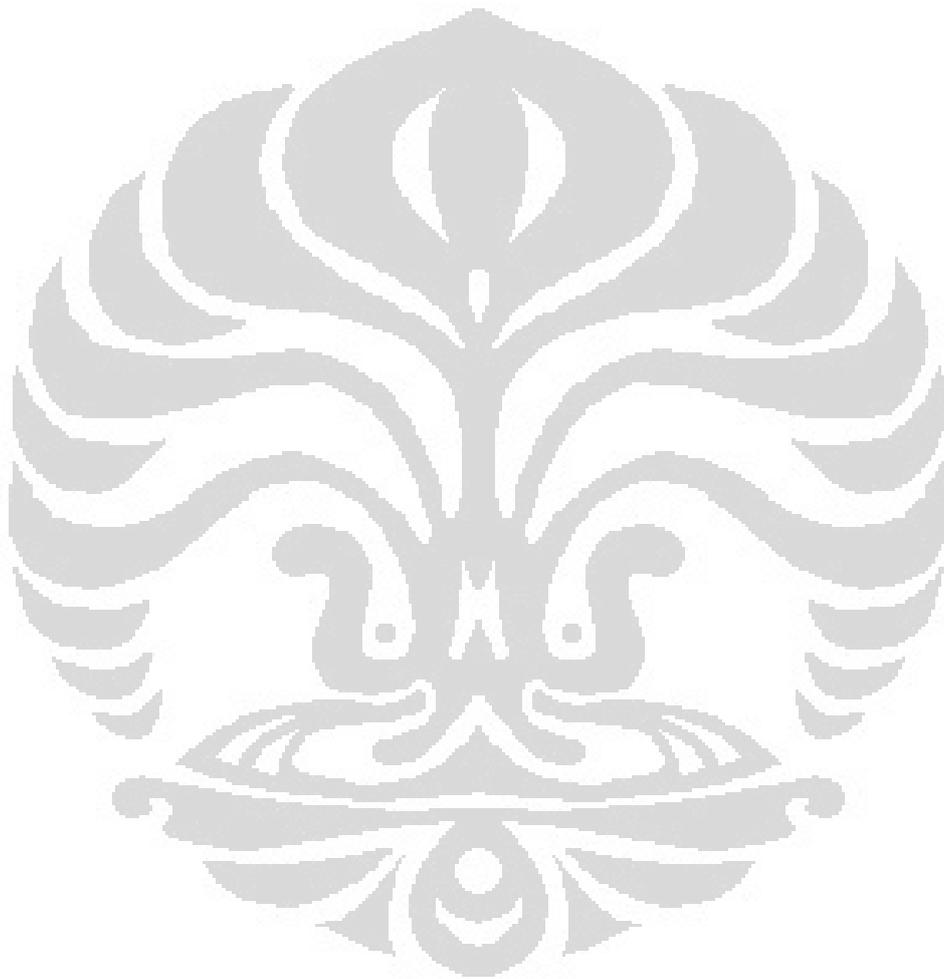
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
2. DASAR TEORI	8
2.1 Simulasi.....	8
2.1.1 Tipe-Tipe Simulasi.....	8
2.1.2 Simulasi Flow Based Oriented.....	10
2.1.3 Simulasi Berorientasi Objek	10
2.2 Verifikasi dan Validasi.....	11
2.2.1 Verifikasi.....	12
2.2.2 Validasi	12
2.3 Sistem.....	13
2.4 Simulasi Dengan Plant Simulation.....	15
2.5 Unified Modeling Language (UML).....	16
2.5.1 Use Case Diagram.....	17
2.5.2 Class Diagram.....	18
2.6 Statistik.....	19
2.6.1 Data	19
2.6.2 Distribusi.....	20
2.6.3 Distribution Fitting.....	23
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	26
3.1 Gambaran Umum Proses Produksi Pada PT XYZ.....	26
3.1.1 Proses <i>Mixing</i>	27
3.1.2 Proses <i>Cutting</i>	28
3.1.3 Proses <i>Pressing</i>	28
3.2 Pengumpulan Data	29

3.2.1	Data Primer	29
3.2.2	Data Sekunder	32
3.3	Pengolahan Data	33
3.3.1	Uji Kenormalan Data	33
3.3.2	Uji Keseragaman Data	35
3.3.3	Uji Kecukupan Data	38
3.4	Pembuatan Formulasi Model	40
3.4.1	Kelas	40
3.4.2	Membuat Model	41
3.5	Verifikasi dan Validasi Model	47
3.5.1	Verifikasi Model	48
3.5.2	Validasi Model	48
3.6	Pembuatan Skenario Model	49
4.	ANALISIS	50
4.1	Analisis Model Awal	50
4.1.1	Analisis Model Awal Bulan Januari 2011	50
4.1.2	Analisis Model Awal Bulan Februari 2011	51
4.1.3	Analisis Model Awal Bulan Maret 2011	52
4.1.4	Analisis Model Awal Bulan April 2011	53
4.2	Analisis Model Skenario	55
4.2.1	Analisis Model Skenario Bulan Januari 2011	56
4.2.2	Analisis Model Skenario Bulan Februari 2011	57
4.2.3	Analisis Model Skenario Bulan Maret 2011	58
4.2.4	Analisis Model Skenario Bulan April 2011	59
5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran.....	61
6	DAFTAR REFERENSI.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	6
Gambar 2.1 Contoh Dari (a) Simulasi <i>Deterministic</i> (b) Simulasi <i>Stochastic</i>	9
Gambar 2.2 Perbandingan Antara Perubahan Kontinyu dan Diskrit.....	10
Gambar 2.3 Contoh <i>Use Case Diagram</i>	18
Gambar 2.4 Contoh <i>Class Diagram</i>	19
Gambar 2.5 Grafik Distribusi Normal	21
Gambar 2.6 Grafik Distribusi Eksponensial.....	21
Gambar 2.7 Grafik Distribusi Erlang.....	22
Gambar 2.8 Grafik Distribusi Poisson.....	23
Gambar 3.1 Value Stream Map Proses Produksi PT XYZ.....	27
Gambar 3.2 Grafik Hasil <i>Normality Test</i> Proses <i>Mixing</i> Mesin Kneader.....	34
Gambar 3.3 Grafik Hasil <i>Normality Test</i> Proses <i>Mixing</i> Mesin Open Mill.....	34
Gambar 3.4 Grafik Hasil <i>Normality Test</i> Proses <i>Cutting</i>	35
Gambar 3.5 Grafik Hasil <i>Normality Test</i> Proses <i>Pressing</i>	36
Gambar 3.6 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu Proses <i>Mixing</i> Kneader.....	37
Gambar 3.7 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu Proses <i>Mixing</i> Open Mill.....	37
Gambar 3.8 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu Proses <i>Cutting</i>	38
Gambar 3.9 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu Proses <i>Pressing</i>	39
Gambar 3.10 Tampilan Model 2 Dimensi (2D).....	43
Gambar 3.11 Tampilan Model 3 Dimensi (3D).....	43
Gambar 3.12 <i>Shift Times</i> Proses Produksi	45
Gambar 3.13 Tanggal Yang Tidak Berproduksi Pada Bulan Januari 2011	46
Gambar 3.14 Tanggal Yang Tidak Berproduksi Pada Bulan Februari 2011	46
Gambar 3.15 Tanggal Yang Tidak Berproduksi Pada Bulan Maret 2011	47
Gambar 3.16 Tanggal Yang Tidak Berproduksi Pada Bulan April 2011	47
Gambar 3.17 Tampilan Event Debugger	48
Gambar 4.1 Grafik Perilaku Sistem Bulan Januari 2011	51
Gambar 4.2 Grafik Perilaku Sistem Bulan Februari 2011	52
Gambar 4.3 Grafik Perilaku Sistem Bulan Maret 2011	53

Gambar 4.4 Grafik Perilaku Sistem Bulan April 2011	54
Gambar 4.5 Tampilan Model 2 Dimensi Skenario	55
Gambar 4.6 Tampilan Model 3 Dimensi Skenario	55
Gambar 4.7 Grafik Perilaku Sistem Setelah Skenario Bulan Januari 2011	57
Gambar 4.8 Grafik Perilaku Sistem Setelah Skenario Bulan Februari 2011	58
Gambar 4.9 Grafik Perilaku Sistem Setelah Skenario Bulan Maret 2011	59
Gambar 4.10 Grafik Perilaku Sistem Setelah Skenario Bulan April 2011	60



DAFTAR TABEL

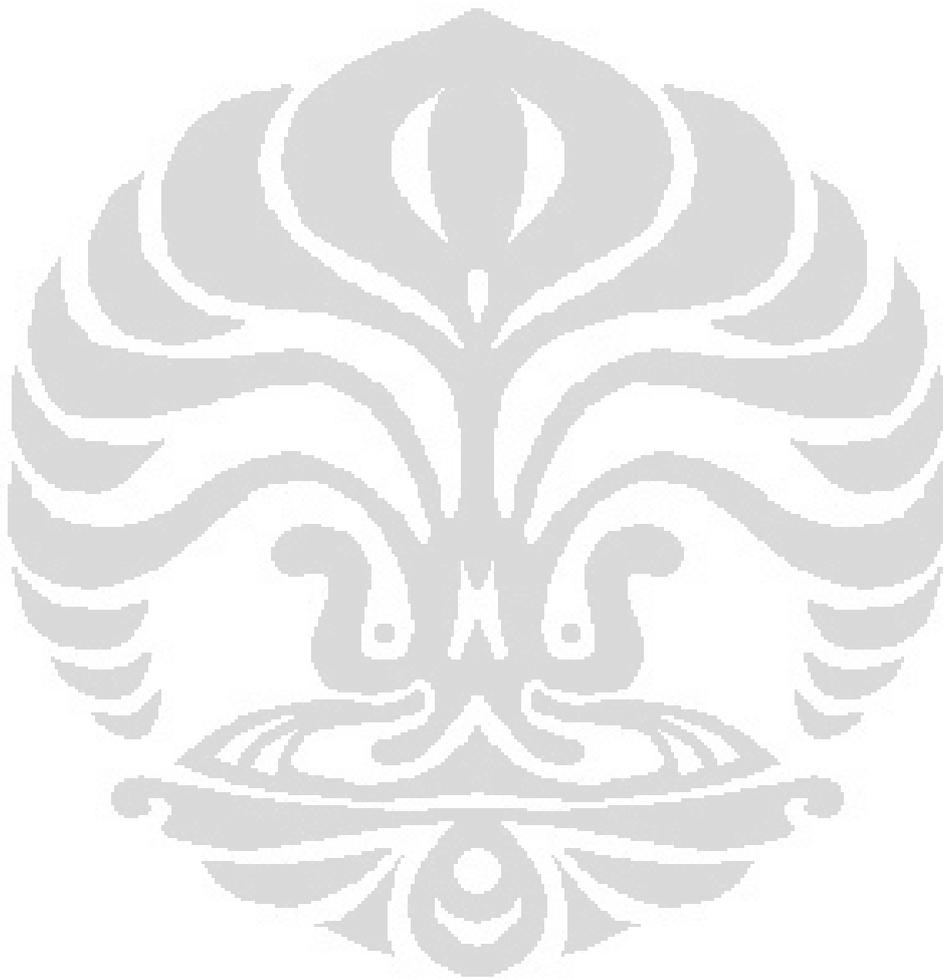
Tabel 3.1 Produksi Produk X Selama Triwulan Pertama Tahun 2011	26
Tabel 3.2 Data Waktu Proses <i>Mixing</i> Mesin Kneader	29
Tabel 3.3 Data Waktu Proses <i>Mixing</i> Mesin Open Mill	30
Tabel 3.4 Data Waktu Proses <i>Cutting</i>	31
Tabel 3.5 Data Waktu Proses <i>Pressing</i>	32
Tabel 3.6 Hasil Produksi Per Bulan	32
Tabel 3.7 Tabel Hasil Kecukupan Data Setiap Proses.....	39
Tabel 3.8 Tabel Waktu Proses Setiap Produksi	44
Tabel 3.9 Validasi Hasil Simulasi Dengan Kondisi <i>Real</i> Selama Satu Hari	49
Tabel 4.1 Rekap Hasil Simulasi Model Awal, Hasil Pada Lapangan Dan Permintaan	54
Tabel 4.2 Rekap Hasil Simulasi Sebelum Dengan Hasil Simulasi Sesudah.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Penggunaan *Software*

Lampiran B : Membuat Model Tiga Dimensi

Lampiran C : Kelas Diagram



BAB 1

PENDAHULUAN

1 Pendahuluan

Pada bab ini berisi tentang pembahasan mengenai latar belakang pemilihan topik penelitian, rumusan permasalahan yang terjadi, tujuan dari penelitian, serta ruang lingkup yang membatasi dalam pengerjaan penelitian ini. Selain itu terdapat pembahasan mengenai metodologi yang dipakai serta sistematika penulisan yang digunakan.

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, perusahaan manufaktur memiliki pertumbuhan yang sangat signifikan dengan munculnya beragam jenis perusahaan manufaktur. Umumnya perusahaan manufaktur didirikan untuk memproduksi barang-barang yang berguna bagi kelangsungan hidup manusia. Barang-barang dari hasil perusahaan manufaktur dipakai untuk keperluan manusia sehari-hari. Semakin bertambahnya kebutuhan manusia maka semakin bertambah banyak pula perusahaan manufaktur yang didirikan agar dapat memenuhi pemenuhan kebutuhan manusia. Dengan banyaknya perusahaan manufaktur yang ada, maka tentunya setiap perusahaan manufaktur berusaha untuk bersaing satu sama lain agar memperoleh keuntungan dari barang yang diproduksinya.

Semakin banyaknya perusahaan manufaktur yang ada, maka perkembangan perusahaan manufaktur pun semakin pesat. Hal ini ditandai dengan adanya persaingan antara sesama perusahaan manufaktur yang sejenis. Umumnya kegiatan yang menjadi masalah utama dalam perusahaan manufaktur adalah kegiatan proses produksi. Proses produksi merupakan setiap kegiatan yang dilakukan dalam membuat setiap barang baik barang setengah jadi ataupun barang jadi. Proses produksi menjadi bagian yang sangat penting dalam suatu perusahaan manufaktur. Inti dari setiap kegiatan produksi adalah pada proses produksi yang berjalan dengan baik.

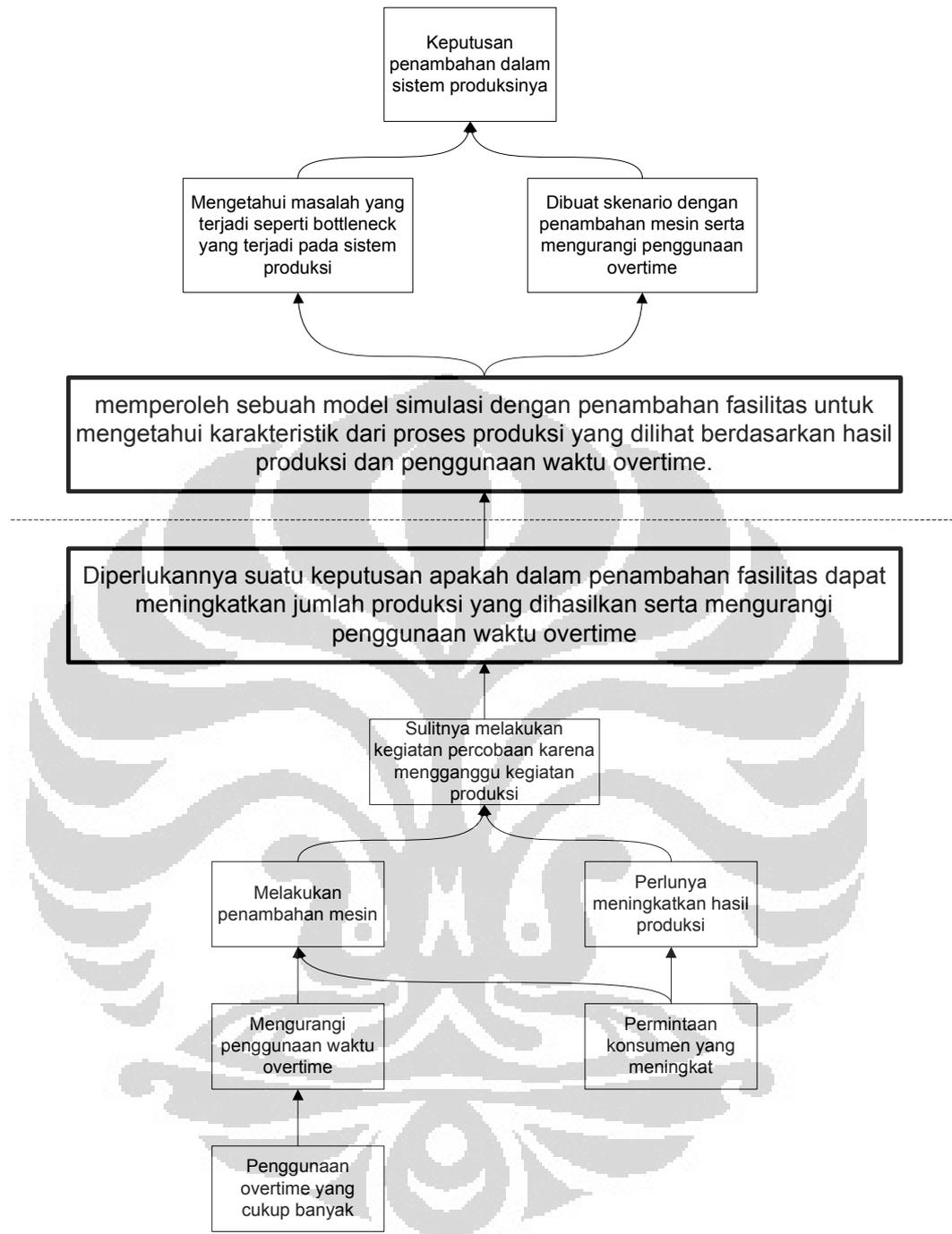
Seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen, maka perusahaan berusaha untuk meningkatkan produksinya sehingga permintaan konsumen pun dapat terpenuhi. Namun ada kalanya pada suatu kesempatan tertentu, perusahaan mengalami kendala dalam pemenuhan permintaan sehingga perlu dilakukan penambahan waktu produksi atau *overtime* sehingga perusahaan memerlukan agar perusahaan dapat memenuhi permintaan konsumennya.

Menurut Georges Habchi dan Claire Berchet (2003), simulasi proses produksi merupakan suatu cara untuk mengetahui atau menganalisis jalannya proses produksi. Melalui cara yang dilakukan ini maka permasalahan terhadap sistem produksi dapat disimulasikan untuk memahami kondisi kegiatan produksi yang terjadi. Menurut Teerapun Saeheaw, Nivit Charoenchai, dan Wichai Chattinnawat (2009), simulasi merupakan suatu cara untuk merancang sebuah model yang merepresentasikan kondisi yang sebenarnya untuk mengidentifikasi *bottlenecks* dan meningkatkan performa dari sistem. Dengan menggunakan model simulasi yang valid, hal ini dapat memberikan beberapa keuntungan diantaranya adalah menciptakan proses manufaktur yang lebih baik untuk meningkatkan performa dari kegiatan manufaktur tersebut.

Simulasi berbasis objek merupakan bentuk simulasi yang sekarang ini banyak digunakan. Simulasi berbasis objek ini berorientasi pada pemahaman dan pengembangan objek sehingga simulasi ini menekankan pada objek yang akan diteliti. Menurut Pedroni dan Meyer, kelebihan dari metode objek oriented modeling adalah menyediakan konsep yang kuat dengan tampilan yang *expressive*. Pemanfaatan menggunakan metode ini adalah untuk *design* sistem, memodelkan sistem, dan untuk mempelajari cara berpikir secara sistem.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Berikut ini adalah diagram keterkaitan masalah yang menggambarkan keterkaitan antar masalah berdasarkan penggambaran latar belakang di atas yang ditampilkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, pokok permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah apakah keputusan penambahan fasilitas dapat meningkatkan jumlah produksi yang dihasilkan serta mengurangi penggunaan waktu *overtime* dengan menggunakan metode pemodelan simulasi berbasis objek.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan diagram ketertkaitan masalah dan perumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh sebuah model simulasi dengan penambahan fasilitas untuk mengetahui karakteristik dari proses produksi yang dilihat berdasarkan hasil produksi dan penggunaan waktu overtime.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah agar pelaksanaan serta hasil yang akan diperoleh sesuai dengan tujuan pelaksanaannya. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini terjadi di PT Indokarlo Perkasa
2. Berfokus pada satu produk tertentu yang merupakan produk dengan permintaan paling banyak
3. Berfokus kepada tiga proses produksi yang terjadi yakni pada proses *mixing*, *cutting* dan *pressing*
4. Tidak memperhitungkan produk cacat atau NG (*Not Good*)
5. Durasi penelitian terjadi selama bulan Januari sampai April 2011.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian ini secara sistematis adalah sebagai berikut:

1. Penentuan topik penelitian
Adapun topik dalam penelitian ini berkaitan dengan memodelkan kegiatan proses produksi yang bertujuan untuk mengetahui performance dari proses produksi yang berlangsung pada perusahaan manufaktur
2. Pemahaman landasan teori
Tahap selanjutnya adalah menentukan landasan teori yang berhubungan dengan topik sebagai dasar dalam penelitian. Adapun landasan teori yang terkait antara lain mengenai kegiatan proses produksi dan metode pemodelan berbasis objek
3. Pengumpulan dan Pengambilan data

Pengumpulan data dilakukan dengan mencari data yang berkaitan dengan penelitian seperti alur proses produksi yang berlangsung, *time study* masing-masing *workstation*, data hasil produksi (*output* prosesnya), dll

4. Pembuatan model simulasi

Ditujukan untuk mengembangkan model simulasi yang menyerupai dengan kondisi proses produksi/pabrik yang berlangsung

5. Analisis model simulasi

Menganalisis setiap hasil yang diperoleh dari model mengenai kondisi jalannya pabrik sekarang ini dan juga membuat skenario-skenario dari kegiatan proses produksi yang mungkin terjadi

6. Kesimpulan dan saran

Dalam tahapan ini akan dihasilkan kesimpulan mengenai keseluruhan penelitian tugas akhir, serta saran dan masukan yang berguna untuk pihak perusahaan.

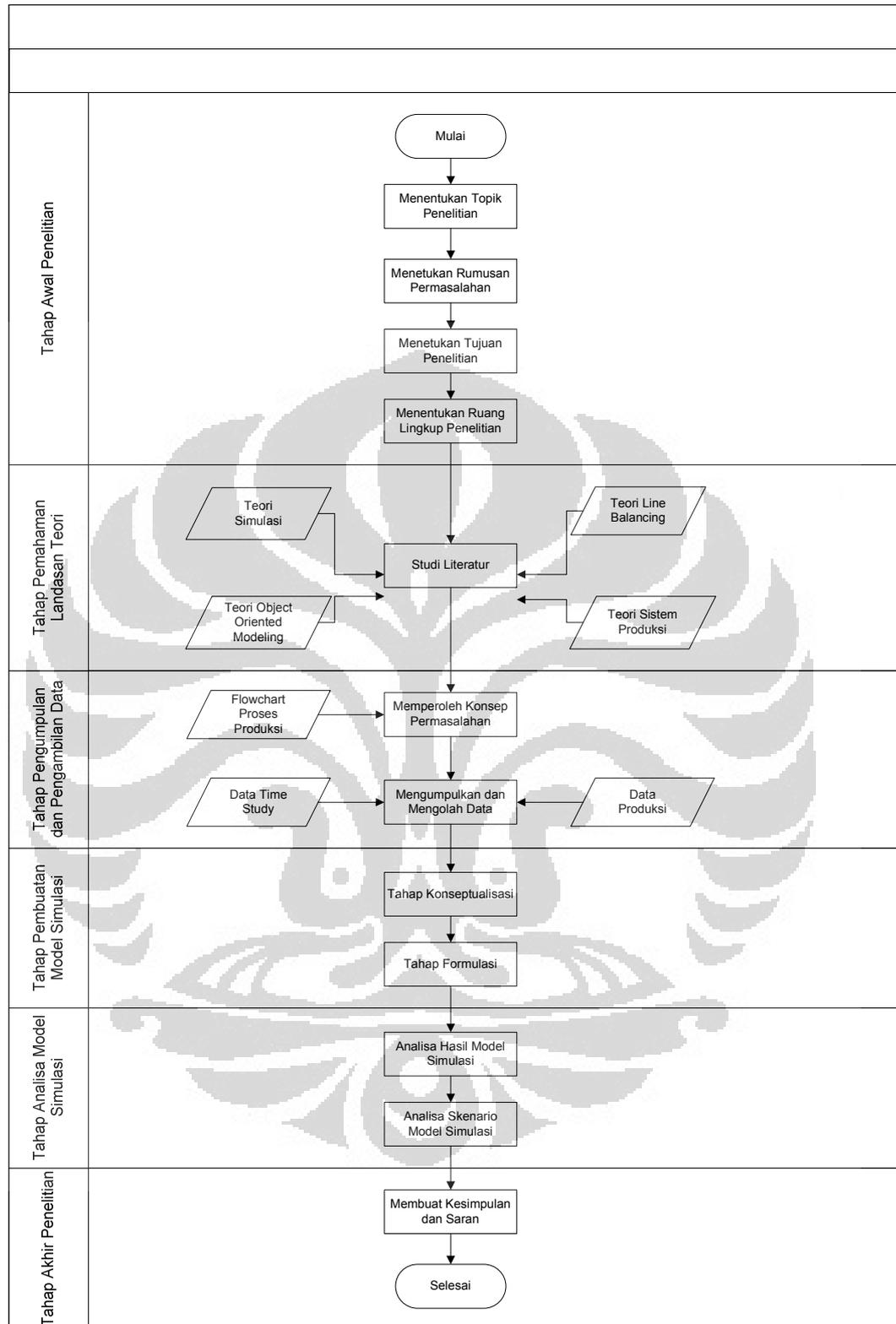
Berikut di bawah ini merupakan diagram alir metodologi dari penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.2.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi ke dalam enam bab, yang disusun secara sistematis berdasarkan tahap-tahap penelitian yang dilakukan.

Bab pertama merupakan pendahuluan dari laporan yang berisi latar belakang permasalahan, diagram keterkaitan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian atau batasan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab kedua merupakan tinjauan atas teori-teori dan literatur yang terkait dengan objek dan metode penelitian yang dijadikan landasan berpikir di dalam melakukan penelitian. Di dalam penelitian ini, teori-teori yang digunakan adalah dasar teori simulasi, teori metode pemodelan berbasis objek, teori line balancing, dan teori sistem produksi.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Bab ketiga merupakan pembahasan mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Pada bagian awal dibahas mengenai *flowchart* proses produksi yang terjadi, data *time study*, dan data hasil produksi yang dihasilkan. Pengolahan data yang dilakukan lebih bersifat pembelajaran terhadap data yang dihasilkan untuk dimasukkan ke dalam input data model simulasi yang dirancang.

Bab keempat merupakan perancangan model simulasi yang membahas mengenai proses pembuatan model simulasi mengenai kondisi *workstation* dan mesin *pressing* produksi yang terjadi. Kemudian merancang model simulasi yang terjadi dengan menggunakan metode pemodelan berbasis objek berdasarkan hasil input data yang diperoleh pada bab sebelumnya. Kemudian dilakukan beberapa skenario yang dilakukan untuk dapat dihasilkan *output* yang diinginkan.

Bab kelima merupakan hasil analisis dari model simulasi yang dirancang berdasarkan kondisi yang terjadi di lapangan. Kemudian juga membandingkan kondisi hasil model yang dirancang dengan model skenario yang lain untuk meningkatkan utilitas dari *workstation* yang ada. Kemudian hasilnya akan dibahas sebagai dasar pembuatan kesimpulan bab selanjutnya.

Bab keenam adalah bagian kesimpulan dan saran. Bab ini merangkum keseluruhan proses penelitian yang dilakukan serta hasil dan analisis yang diperoleh dari model simulasi yang dirancang. Selain itu dibuat saran-saran yang mungkin dilakukan yang berkaitan dengan kondisi *workstation* yang terjadi di lapangan.

BAB 2

DASAR TEORI

2 Dasar Teori

Pada bab ini berisi mengenai dasar teori yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

2.1 Simulasi

Simulasi adalah suatu cara untuk menduplikasi/menggambarkan ciri, tampilan, dan karakteristik dari suatu sistem nyata. Ide awal dari simulasi adalah untuk meniru situasi dunia nyata secara matematis, kemudian mempelajari sifat dan karakter operasionalnya, dan akhirnya membuat kesimpulan dan membuat keputusan berdasar hasil dari simulasi. Dengan cara ini, sistem di dunia nyata tidak disentuh/dirubah sampai keuntungan dan kerugian dari apa yang menjadi kebijakan utama suatu keputusan diujicobakan dalam sistem model.

2.1.1 Tipe-Tipe Simulasi

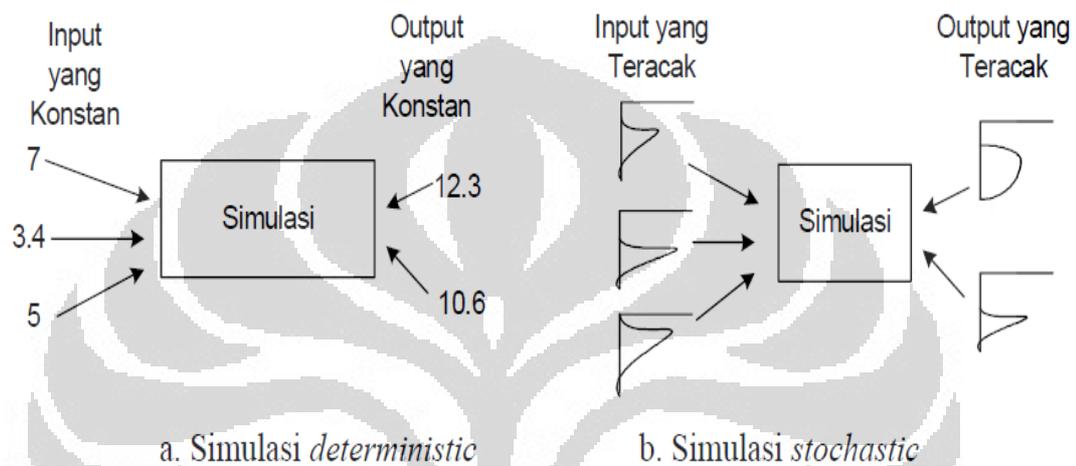
Ada beberapa tipe simulasi, diantaranya adalah *static versus dynamic simulation*, *stochastic versus deterministic simulation*, dan *Discrete-event versus continous simulation*.

2.1.1.1 Static versus dynamic simulation

Static simulation merupakan salah satu simulasi yang tidak berdasarkan waktu, seringkali melibatkan pengambilan contoh secara acak untuk menghasilkan keluaran statistik (biasa disebut Simulasi Monte Carlo). Simulasi ini biasa digunakan dalam menghitung nilai portofolio. *Dynamic simulation*, kebalikan dari *static simulation* yang tidak berdasarkan waktu, simulasi ini berdasarkan waktu. Simulasi tipe ini cocok digunakan dalam sistem manufaktur dan jasa.

2.1.1.2 Stochastic versus deterministic simulation

Stochastic atau *probabilistic simulation* adalah simulasi yang salah satu atau lebih dari satu variabelnya diacak secara alami. Simulasi ini menghasilkan keluaran yang teracak dan oleh karena itu keluaran ini hanya memberikan data mengenai kemungkinan perilaku dari sistem. Sedangkan simulasi yang tidak memiliki komponen input yang teracak disebut *deterministic simulation*.

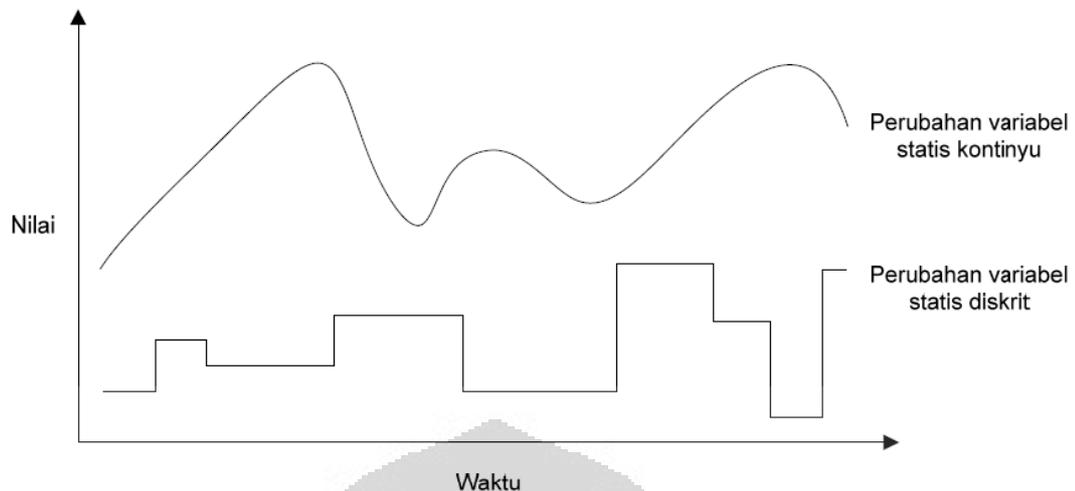


Gambar 2.1 Contoh Dari (a) Simulasi *Deterministic* (b) Simulasi *Stochastic*

(Sumber: Charles Harrel, Biman K. Gosh dan Royce Bowden, 2000 hal 49)

2.1.1.3 Discrete-event versus continuous simulation

Sebuah simulasi diskrit adalah simulasi dimana perubahan keadaan terjadi pada suatu titik waktu tertentu yang dipicu oleh sebuah kejadian. Misalkan perubahan terjadi karena adanya kedatangan barang, atau perubahan terjadi karena adanya penambahan jumlah mesin dan pekerja yang melakukan proses. Sedangkan pada *continuous simulation* keadaan berubah secara terus menerus sejalan dengan perubahan waktu. Misalnya suhu yang terus turun karena hari sudah malam dan suhu naik karena siang hari. Pada Gambar 2.2 dapat dilihat perbedaan dari kedua tipe simulasi ini.



Gambar 2.2 Perbandingan Antara Perubahan Kontinyu dan Diskrit

(Sumber: Charles Harrel, Biman K. Gosh dan Royce Bowden, 2000)

2.1.2 Simulasi Flow Based Oriented

Simulasi Flow based oriented adalah simulasi dimana langkah-langkahnya berjalan dari satu demi satu proses. Dan keseluruhan objeknya cenderung pasif. Artinya simulasi flow based ini tidak memberikan komunikasi antara satu objek dengan objek lainnya. Simulasi berbasis flow based ini sangat cocok digunakan pada simulasi produksi massal dan hanya berfokus pada satu macam objek dimana satu objek tersebut hanya memerlukan 1 aliran proses.

2.1.3 Simulasi Berorientasi Objek

Sebuah simulasi berorientasi objek terdiri dari satu set objek yang berinteraksi satu sama lain dari waktu ke waktu. Simulasi berorientasi objek memiliki daya tarik intuitif yang besar dalam aplikasi karena sangat mudah untuk melihat dunia nyata terdiri sebagai objek. Dalam manufaktur, benda atau material, mesin, para pekerja, conveyor dan lain - lain. Juga, rute bagian, jadwal, serta rencana kerja dapat dilihat sebagai objek. Simulasi berorientasi objek memungkinkan pemetaan satu-ke-satu antara objek dalam sistem manufaktur yang dimodelkan dan abstraksi mereka dalam model simulasi (Narayanan dkk, 1998). Simulasi Berorientasi Objek dianggap sebagai paradigma pemetaan yang lebih alami untuk aplikasi simulasi, simulasi berorientasi objek (OOS) cocok untuk aplikasi dan kondisi yang kompleks sebelum orang dapat menyesuaikan

kebijakan atau peraturan. Pendekatan Simulasi Berorientasi Objek dikaitkan dengan kelompok riset di Institut Teknologi Georgia, Amerika Serikat, lihat misalnya Narayanan dkk. (2000). Pemodelan berbasis objek pada dasarnya dibangun terpisah pada empat abstraksi perangkat lunak yang mendasar yaitu: bahan atau material, lokasi, controller, dan rencana proses. Lokasi bisa memproses material atau bahan. Proses rencana menentukan operasi yang diperlukan untuk prosional, upaya penurunan bagian-bagian tertentu. Controllers melakukan keputusan pembuatan dan kontrol dalam simulasi. Controller adalah entitas-event yang merespon perubahan-perubahan dalam domain mereka. Semua pendekatan kegiatan terpisah tersebut disadari untuk memberikan kebutuhan penilaian yang terkait dengan pengambilan keputusan dari kegiatan lain yang terkait dengan transformasi fisik atau pengolahan data. Keuntungan kita di dalam menggunakan Simulasi Berbasis objek adalah :

- a. Kemampuan untuk mempertahankan dan menerapkan perubahan dalam program lebih efisien dan lebih cepat
- b. Kemampuan untuk lebih efektif menciptakan sistem dengan menggunakan proses tim, yang memungkinkan spesialisasi untuk bekerja pada bagian-bagian tertentu dari sistem.
- c. Kemampuan untuk menggunakan kembali komponen kode dalam program-program lain dan komponen pembelian ditulis oleh pengembang pihak ketiga untuk meningkatkan fungsi program dengan hanya sedikit usaha
- d. Terintegrasi lebih baik dengan sistem komputasi terdistribusi digabungkan secara fleksibel
- e. Peningkatan integrasi dengan sistem operasi modern.
- f. Kemampuan untuk membuat user interface yang lebih intuitif bagi pengguna grafis

2.2 Verifikasi dan Validasi

Sebelum digunakan model hasil simulasi perlu diverifikasi dan divalidasi terlebih dahulu agar didapat suatu kepastian bahwa model hasil simulasi benar-benar gambaran situasi yang akurat sehingga informasi yang di didapat dari model

juga akurat. Oleh karena itu, dalam verifikasi lebih melibatkan pembuat model daripada pengguna model. Setelah model sudah diverifikasi, langkah selanjutnya adalah validasi. Validasi berfungsi untuk menentukan apakah model telah mempresentasikan sistem yang sebenarnya.

2.2.1 Verifikasi

Merupakan proses untuk menentukan apakah model hasil simulasi telah beroperasi sesuai yang diinginkan. Beberapa cara yang dapat dilakukan dalam verifikasi adalah:

- a. Melakukan pengecekan pada kode model
- b. Memeriksa masuk akal nya *output*
- c. Mengamati tingkah laku sistem dalam animasi
- d. Menggunakan fungsi *trace* dan *debug* pada *software* untuk mendapatkan keadaan model yang tidak dapat terlihat melalui animasi.

2.2.2 Validasi

Merupakan proses untuk menentukan apakah model telah mencerminkan keadaan nyata secara akurat (Hoover dan Perry, 1990). Beberapa cara yang dilakukan dalam validasi model adalah:

- a. Melakukan pengamatan pada animasi untuk dibandingkan dengan pengetahuan seseorang mengenai keadaan sebenarnya.
- b. Membandingkan dengan sistem aktual
- c. Membandingkan dengan model lain yang telah tervalidasi
- d. Melakukan uji degenerasi untuk melihat apakah sifat *output* dari model akan berubah ketika salah satu variabelnya mencapai titik tertentu
- e. Menggunakan uji kondisi ekstrim seperti dengan menghalau kedatangan pada suatu sistem untuk melihat apakah sistem masih akan berjalan
- f. Melakukan pengujian terhadap data historis
- g. Melakukan analisis sensitivitas.

2.3 Sistem

Blanchard (2000) mendefinisikan sistem sebagai sekumpulan dari elemen-elemen yang mempunyai fungsi bersama untuk mencapai suatu tujuan. Sedangkan Law (2004) mendefinisikan sistem sebagai sekelompok komponen yang beroperasi secara bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu atau sekumpulan entitas yang bertindak dan berinteraksi bersama-sama untuk memenuhi suatu tujuan akhir yang logis.

Setidaknya di dalam sistem mempunyai empat ciri yaitu:

- a. Adanya sekumpulan elemen
- b. Adanya interaksi diantara elemen tersebut
- c. Mempunyai tujuan yang hendak dicapai dan
- d. Situasi dan kondisi yang kompleks.

Suatu sistem didefinisikan sebagai himpunan atau kombinasi dari bagian-bagian yang membentuk sebuah kesatuan yang kompleks. Namun tidak semua kumpulan dan gugus bagian dapat disebut suatu sistem kalau tidak memenuhi syarat adanya kesatuan (*unity*), hubungan fungsional, dan tujuan. Suatu kawasan dengan berbagai sumber daya dan aktivitas di dalamnya merupakan suatu sistem yang kompleks. Dalam penataan ruang suatu kawasan jelas ketiga syarat tersebut dapat dipenuhi, tata ruang yang berbasis lahan merupakan suatu kesatuan yang didalamnya terdapat hubungan fungsional antarsektor atau bagian dalam mencapai tujuan optimalisasi pemanfaatan tata ruang suatu kawasan. Setiap sistem membutuhkan diferensiasi untuk mengidentifikasi subparts dan integrasi untuk memastikan bahwa sistem tidak terurai menjadi unsur-unsur yang terpisah (*Forum Kajian Kebijakan Spasial Kehutanan P4W*)

Suatu sistem mempunyai karakteristik atau sifat-sifat tertentu, yaitu :

- a. Komponen-komponen

Komponen sistem atau elemen sistem dapat berupa:

Elemen-elemen yang lebih kecil dari sistem utama yang disebut *sub sistem*, misalkan sistem komputer terdiri dari sub sistem perangkat keras, perangkat lunak dan manusia.

Elemen-elemen yang lebih besar dari sistem utama yang disebut *supra sistem*. Misalkan bila perangkat keras adalah sistem yang memiliki sub

sistem CPU, perangkat I/O dan memori, maka supra sistem perangkat keras adalah sistem komputer

b. Batas sistem

Batas sistem merupakan daerah yang membatasi antara suatu sistem dengan sistem yang lainnya atau dengan lingkungan luarnya. Batas sistem ini memungkinkan suatu sistem dipandang sebagai suatu kesatuan. Batas suatu sistem menunjukkan ruang lingkup dari sistem tersebut.

c. Lingkungan luar sistem

Lingkungan luar dari sistem adalah apapun yang berada di luar batas dari sistem yang mempengaruhi operasi sistem. Lingkungan luar sistem dapat bersifat menguntungkan dan dapat juga bersifat merugikan sistem tersebut, tergantung kondisi yang ada. Lingkungan luar yang menguntungkan merupakan energi dari sistem dan dengan demikian harus tetap selalu dijaga dan dipelihara. Sedang lingkungan luar yang merugikan harus ditahan dan dikendalikan, kalau tidak akan mengganggu kelangsungan hidup dan keseimbangan dari sistem

d. Penghubung

Penghubung merupakan media perantara antar subsistem. Melalui penghubung ini memungkinkan sumber-sumber daya mengalir dari satu subsistem ke subsistem lainnya. *Output* dari satu subsistem akan menjadi input untuk subsistem yang lainnya dengan melalui penghubung. Dengan penghubung satu subsistem dapat berinteraksi dengan subsistem yang lainnya membentuk satu kesatuan

e. Masukkan

Masukan adalah energi yang dimasukkan ke dalam sistem. Masukan dapat berupa *maintenance input* dan *sinyal input*. *Maintenance input* adalah energi yang dimasukkan supaya sistem tersebut dapat beroperasi. *Sinyal input* adalah energi yang diproses untuk didapatkan keluaran

f. Keluaran

Keluaran adalah hasil dari energi yang diolah dan diklasifikasikan menjadi keluaran yang berguna dan sisa pembuangan. Keluaran dapat merupakan masukan untuk subsistem yang lain atau kepada supra sistem

g. Pengolah

Suatu sistem dapat mempunyai suatu bagian pengolah atau sistem itu sendiri sebagai pengolahnya. Pengolah yang akan merubah masukan menjadi keluaran. Suatu sistem produksi akan mengolah masukan berupa bahan baku dan bahan-bahan yang lain menjadi keluaran berupa barang jadi

h. Sasaran atau tujuan

Suatu sistem pasti mempunyai tujuan atau sasaran. Kalau suatu sistem tidak mempunyai sasaran, maka operasi sistem tidak akan ada gunanya. Sasaran dari sistem sangat menentukan sekali masukan yang dibutuhkan sistem dan keluaran yang akan dihasilkan sistem. Suatu sistem dikatakan berhasil bila mengenai sasaran atau tujuannya.

2.4 Simulasi Dengan Plant Simulation

Pada tahun 1986, Fraunhofer Society for Factory Operation and Automation mengembangkan sebuah hirarki simulasi program berorientasi objek untuk Apple Macintosh yang diberi nama *SIMPLE Mac for Apple Macintosh*. Tahun 1990, didirikan AIS (Angewandte Informations Systeme) yang mengembangkan SIMPLE++ (*Simulation in Produktion Logistik and Engineering*). Di tahun 1991, AIS berganti nama menjadi AESOP (Angewandte EDV-Systeme zur optimierten Planung). Tecnomatix Ltd Mengakuisisi AESOP pada tahun 1997 dan mengganti nama 2000 SIMPLE++ menjadi *eM-Plant*. Ditahun 2004, Tecnomatix Ltd diakuisisi oleh UGS Corporation, *eM-Plant* berganti nama menjadi *Tecnomatix Plant Simulation*. Pada tahun 2007, Siemens AG mengakuisisi UGS Corporation dan terus melakukan pengembangan terhadap *Tecnomatix Plant Simulation*.

Tecnomatix Plant Simulation atau yang lebih dikenal dengan nama *Plant Simulation* merupakan salah satu perangkat lunak yang berbasis *windows* yang mampu mensimulasikan suatu sistem produksi. *Plant Simulation* digunakan untuk mengoptimalkan *throughput*, mengurangi kemacetan, dan mengurangi kegiatan kegiatan dalam proses. *Plant Simulation* juga mempertimbangkan factor internal dan eksternal rantai pasokan, sumber-sumber produksi dan bisnis proses sehingga

memungkinkan penggunaanya untuk menganalisis dampak variasi yang berbeda. Salah satu daya tarik dari perangkat lunak *Plant Simulation* ini mampu memberikan kemudahan penggunaannya, serta animasi yang dibuat mendekati kenyataan dengan bentuk 3 dimensi sehingga mampu memberikan presentasi yang baik. Dengan *Plant Simulation* kita dapat membuat simulasi dan optimasi sistem produksi dan proses.

Plant Simulation memberikan kemudahan bagi *engineer* dan manager untuk melakukan serangkaian percobaan yang bertujuan melakukan perbaikan terhadap sistem yang ada. Kemampuan dasar yang harus dimiliki sebagai dasar yang digunakan melakukan simulasi dengan *Plant Simulation* adalah kemampuan analisis yang cukup baik, pengetahuan statistik, keahlian teknik, dan kemampuan komunikasi yang baik.

Keunggulan *Plant Simulation* adalah :

- a. Mendeteksi dan menghilangkan masalah yang hanya sedikit membutuhkan koreksi biaya dan memakan waktu langkah - langkah selama produksi
- b. Meminimalkan biaya investasi lini produksi tanpa membahayakan *output* yang diperlukan
- c. Mengoptimalkan kinerja sistem produksi yang ada dengan mengambil langkah-langkah yang telah diverifikasi dalam lingkungan simulasi sebelum diimplementasikan
- d. Dapat disajikan dalam bentuk 3D Visualisasi

2.5 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modelling Language (UML) adalah sebuah "bahasa" yang telah menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasikan sistem piranti lunak. UML menawarkan sebuah standar untuk merancang model sebuah sistem.

UML mendefinisikan diagram-diagram berikut ini :

- a. *use case diagram*
- b. *class diagram*
- c. *behaviour diagram*
 - *statechart diagram*

- *activity diagram*
- d. *interaction diagram*
 - *sequence diagram*
 - *collaboration diagram*
- e. *component diagram*
- f. *deployment diagram*

2.5.1 Use Case Diagram

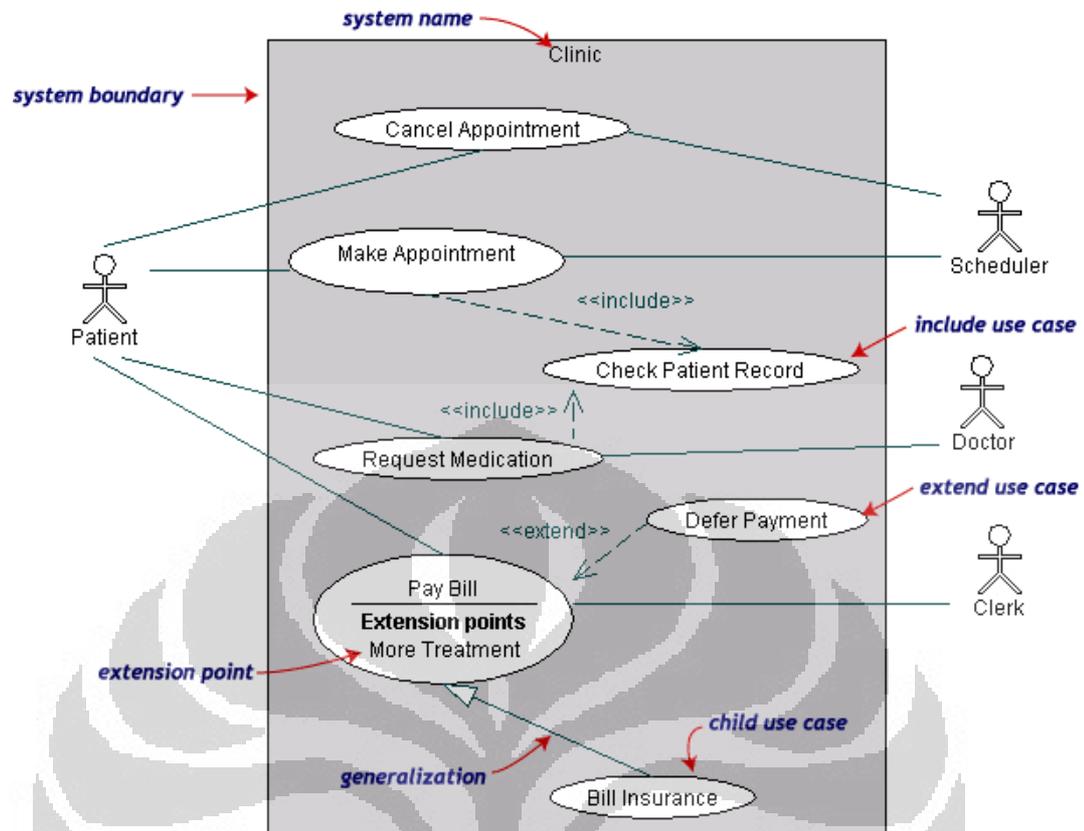
Use case diagram menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Yang ditekankan adalah “apa” yang diperbuat sistem, dan bukan “bagaimana”. Sebuah *use case* merepresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem. *Use case* merupakan sebuah pekerjaan tertentu, misalnya login ke sistem, meng-*create* sebuah daftar belanja, dan sebagainya. Seorang/sebuah aktor adalah sebuah entitas manusia atau mesin yang berinteraksi dengan sistem untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tertentu.

Use case diagram dapat sangat membantu bila kita sedang menyusun *requirement* sebuah sistem, mengkomunikasikan rancangan dengan klien, dan merancang *test case* untuk semua *feature* yang ada pada sistem.

Sebuah *use case* dapat meng-*include* fungsionalitas *use case* lain sebagai bagian dari proses dalam dirinya. Secara umum diasumsikan bahwa *use case* yang di-*include* akan dipanggil setiap kali *use case* yang meng-*include* dieksekusi secara normal.

Sebuah *use case* dapat di-*include* oleh lebih dari satu *use case* lain, sehingga duplikasi fungsionalitas dapat dihindari dengan cara menarik keluar fungsionalitas yang *common*.

Sebuah *use case* juga dapat meng-*extend* *use case* lain dengan *behaviour*-nya sendiri. Sementara hubungan generalisasi antar *use case* menunjukkan bahwa *use case* yang satu merupakan spesialisasi dari yang lain.



Gambar 2.3 Contoh Use Case Diagram

(Sumber: Pengantar Unified Modeling Language (UML), IlmuKomputer.Com © 2003)

2.5.2 Class Diagram

Class adalah sebuah spesifikasi yang jika diinstansiasi akan menghasilkan sebuah objek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek. *Class* menggambarkan keadaan (atribut/properti) suatu sistem, sekaligus menawarkan layanan untuk memanipulasi keadaan tersebut (metoda/fungsi).

Class diagram menggambarkan struktur dan deskripsi *class*, *package* dan objek beserta hubungan satu sama lain seperti *containment*, pewarisan, asosiasi, dan lain-lain.

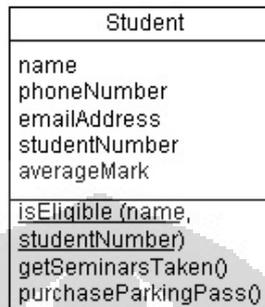
Class memiliki tiga area pokok :

- a. Nama (dan stereotype)
- b. Atribut
- c. Metoda

Atribut dan metoda dapat memiliki salah satu sifat berikut :

- a. *Private*, tidak dapat dipanggil dari luar *class* yang bersangkutan

- b. *Protected*, hanya dapat dipanggil oleh *class* yang bersangkutan dan anak-anak yang mewarisinya
- c. *Public*, dapat dipanggil oleh siapa saja



Gambar 2.4 Contoh *Class Diagram*

(Sumber: *Pengantar Unified Modeling Language (UML)*, IlmuKomputer.Com © 2003)

2.6 Statistik

Statistik merupakan kumpulan cara-cara, aturan-aturan metode yang digunakan untuk mengumpulkan, menyajikan, mengolah, dan menganalisis data yang berupa angka.

2.6.1 Data

Data adalah sekumpulan nomor dari observasi-observasi yang berkaitan. Kumpulan data disebut data set, dan observasi tunggal disebut data point. Agar bermanfaat, data harus diolah dan dijadikan informasi yang menarik. Informasi adalah data yang telah diolah secara formal, dengan cara yang benar dan secara efektif, sehingga hasilnya bisa bermanfaat dalam operasional dan manajemen.

Ada dua jenis data yaitu: data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan secara langsung oleh peneliti yang berkepentingan. Data primer ini tidak tersedia dalam bentuk terkompilasi ataupun dalam bentuk-bentuk file, data ini harus dicari melalui narasumber atau elemen studi lainnya. Data primer dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu: melakukan *survey*, menyebarkan kuesioner, melakukan wawancara dan pengukuran kerja, dan lain-lain.

Data sekunder adalah data yang sudah tersedia sehingga kita tinggal mencari dan mengumpulkannya. Mengumpulkan data sekunder memang lebih mudah karena sudah tersedia, namun didalam pengumpulan data sekunder kita tidak boleh melakukan secara sembarangan. Data sekunder ada yang berupa data mentah yang belum di hitung dan ada data yang telah dihitung. Data sekunder dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, majalah, internet, dan lain-lain.

2.6.2 Distribusi

Distribusi digunakan untuk menggambarkan data. Distribusi mengindikasikan jumlah dan persentase responden, objek yang masuk ke dalam kategori yang ada. Teknik ini biasanya digunakan untuk memberikan informasi awal dalam penelitian tentang objek atau responden. Berikut merupakan jenis-jenis distribusi.

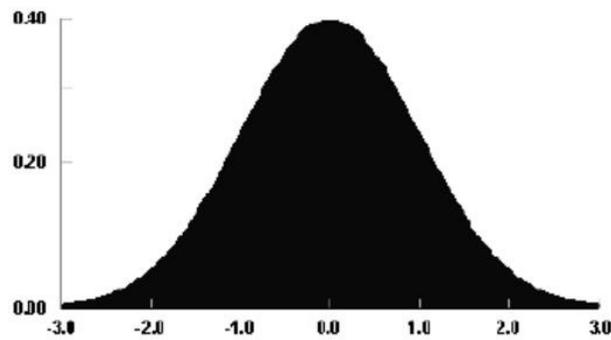
a. Distribusi Normal

Distribusi normal dengan notasi $N(\mu, \sigma^2)$, merupakan distribusi kontinyu yang tidak dibatasi tepinya. Distribusi ini sering kali disebut sebagai distribusi Gaussian atau kurva lonceng, karena bentuknya yang seperti lonceng. Biasanya digunakan untuk menggambarkan waktu aktivitas yang cenderung simetris dengan kecenderungan data berada di tengah-tengah *range* data. Distribusi ini digambarkan dengan mean (μ) dan standar deviasi (σ). Pada keadaan yang sebenarnya, aktivitas yang terdistribusi secara normal jumlahnya sangat sedikit.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{[x - \mu]^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2.1)$$

Dimana : μ = parameter pergeseran = *mean*

σ = parameter skala = standar deviation



Gambar 2.5 Grafik Distribusi Normal

(Sumber: Charles Harrel, Biman K. Gosh dan Royce Bowden, 2000)

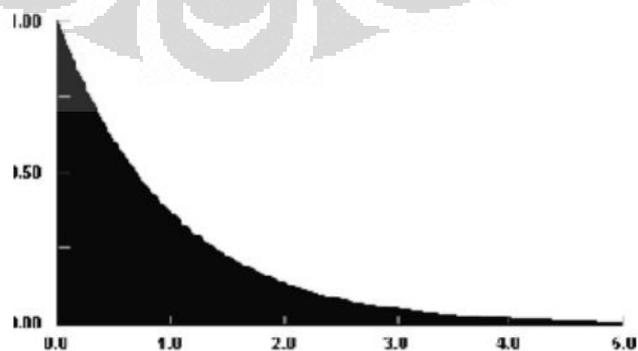
b. Distribusi Ekspensial

Distribusi eksponensial merupakan distribusi kontinu yang dibatasi pada sisi bawahnya. Bentuknya selalu sama, dimulai dengan nilai tak hingga pada sisi bawah dan secara kontinu berkurang dengan bertambahnya nilai x . distribusi ini biasanya digunakan untuk memperlihatkan waktu antar kejadian, seperti waktu antar kedatangan pada suatu antrian. Seringkali distribusi ini juga digunakan untuk memperlihatkan waktu pelayanan untuk suatu operasi tertentu.

$$f(x) = \frac{1}{\beta} \text{eks} \left(\frac{[x - \text{min}]}{\beta} \right) \quad (2.2)$$

Dimana : min = minimum nilai x

β = parameter skala = *mean*



Gambar 2.6 Grafik Distribusi Ekspensial

(Sumber: Charles Harrel, Biman K. Gosh dan Royce Bowden, 2000)

c. Distribusi Erlang

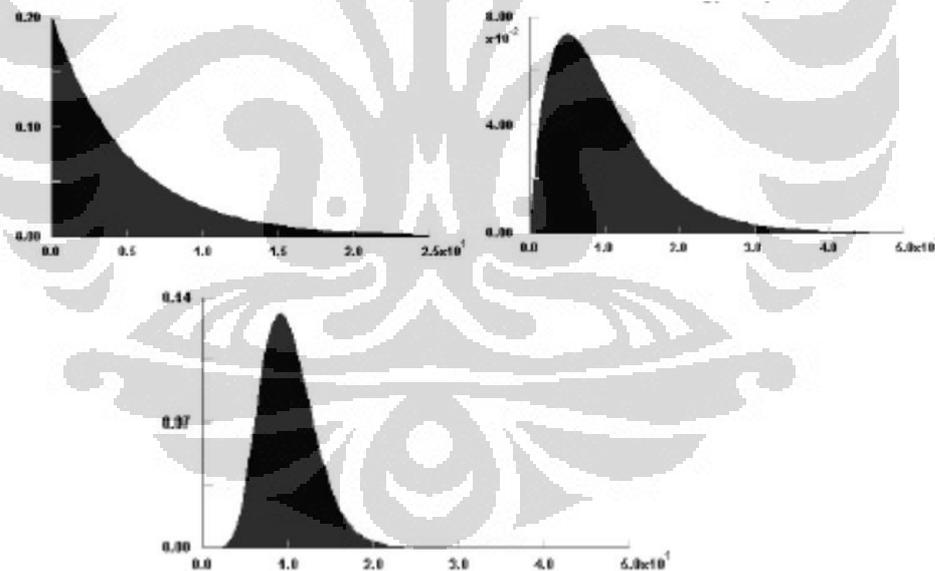
Distribusi Erlang dikembangkan oleh A. K. Erlang untuk menguji jumlah panggilan telepon yang mungkin dilakukan dalam satu waktu pada suatu switching station milik operator. Ini bekerja pada perencanaan trafik telepon yang pemakaiannya meluas hingga untuk menghitung waktu tunggu dalam sistem antrian secara umum. Distribusi Erlang kini digunakan dalam proses stochastic.

$$f(x) = \frac{(x - \min)^{m-1}}{\beta^m \Gamma(m)} \exp\left(-\frac{[x - \min]}{\beta}\right) \quad (2.3)$$

Dimana : min = minimum x

m = faktor bentuk = bulat positif

β = faktor skala > 0



Gambar 2.7 Grafik Distribusi Erlang

(Sumber: Charles Harrel, Biman K. Gosh dan Royce Bowden, 2000)

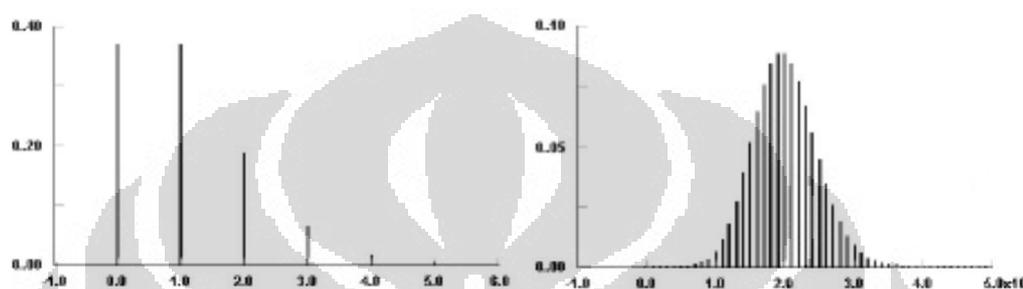
d. Distribusi Poisson

Distribusi poisson merupakan distribusi yang bersifat diskrit dengan sisi bawah dibatasi pada 0 dan sisi atas tak terbatas. Distribusi poisson sering digunakan untuk representasi kejadian yang tidak teratur. Distribusi ini

digunakan untuk membuat model tingkat kejadian (jumlah kejadian pada suatu hal atau karakteristik per interval waktu). Distribusi ini sangat penting dalam permulaan teori antrian. Pada distribusi ini, mean sama dengan varians, dan digambarkan sebagai rata-rata kejadian (λ).

$$p(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad (2.4)$$

Dimana: λ = tingkat kedatangan



Gambar 2.8 Grafik Distribusi Poisson

(Sumber: Charles Harrel, Biman K. Gosh dan Royce Bowden, 2000)

2.6.3 Distribution Fitting

Setelah data terkumpul kemudian dilakukan distribution fitting atau uji distribusi untuk mengetahui kesesuaian data terhadap distribusi tertentu. Perhitungan kesesuaian distribusi ini merupakan perhitungan Goodness of Fit pada tingkat kepercayaan tertentu. Perhitungan Goodness of Fit diantaranya dapat menggunakan Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling dan Shapiro-Wilk.

2.6.3.1 Kolmogorov-Smirnov Tes

Uji Kolmogorov Smirnov merupakan pengujian normalitas yang banyak dipakai, terutama setelah adanya banyak program statistik yang beredar. Statistik ini menggunakan fungsi distribusi kumulatif dan berdasarkan pada maksimum perbedaan antara dua distribusi, yaitu distribusi normal dengan distribusi data yang diamati. Biasanya digunakan untuk data berukuran kurang dari atau sama dengan 30. Bila nilai P value lebih besar atau sama dengan alpha, maka data berdistribusi normal. Kelebihan dari uji ini adalah sederhana dan tidak menimbulkan perbedaan persepsi di antara satu pengamat dengan pengamat yang

lain, yang sering terjadi pada uji normalitas dengan menggunakan grafik. Konsep dasar dari uji normalitas Kolmogorov Smirnov adalah dengan membandingkan distribusi data (yang akan diuji normalitasnya) dengan distribusi normal baku. Distribusi normal baku adalah data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk Z-Score dan diasumsikan normal. Jadi sebenarnya uji Kolmogorov Smirnov adalah uji beda antara data yang diuji normalitasnya dengan data normal baku. Seperti pada uji beda biasa, jika signifikansi di bawah 0,05 berarti terdapat perbedaan yang signifikan, dan jika signifikansi di atas 0,05 maka tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Penerapan pada uji Kolmogorov Smirnov adalah bahwa jika signifikansi di bawah 0,05 berarti data yang akan diuji mempunyai perbedaan yang signifikan dengan data normal baku, berarti data tersebut tidak normal.

$$D = \sup_x [|F_n(x) - F_0(x)|] \quad (2.5)$$

Dengan F adalah distribusi kumulatif teoretis dari distribusi yang sedang diuji yang harus berdistribusi kontinu (tidak ada masalah seperti distribusi diskrit binomial atau Poisson), dan harus sepenuhnya ditentukan (yaitu, lokasi, skala, dan bentuk parameter tidak dapat diperkirakan dari data).

Uji Kolmogorov - Smirnov juga memiliki beberapa keterbatasan (kelemahan) yang cukup penting untuk diketahui, yaitu:

- a. Uji KS cenderung lebih sensitif di dekat pusat distribusi daripada di ekor (ujung).
- b. Mungkin keterbatasan yang paling serius yaitu distribusinya harus benar-benar ditentukan. Artinya, jika lokasi, skala, dan bentuk parameter diperkirakan dari data, daerah kritis dari pengujian KS tidak lagi berlaku. Biasanya harus ditentukan dengan simulasi.

Karena keterbatasan di atas, banyak Analis lebih suka menggunakan Uji kebaikan Anderson-Darling. Namun, uji Anderson-Darling hanya tersedia untuk beberapa distribusi tertentu saja.

2.6.3.2 Anderson-Darling Tes

Statistik ini dikembangkan oleh Anderson dan Darling tahun 1954. Statistik Anderson-Darling berdasarkan pada fungsi distribusi empirik. Statistik ujinya dinamakan statistik yang merupakan kuadrat dari selisih antara luas histogram dengan luas daerah di bawah kurva normal. Bila nilai Pvalue lebih besar atau sama dengan alpha , maka data berdistribusi normal. Biasanya digunakan untuk data berukuran besar.

Tes Anderson-Darling adalah tes *goodness of fit* untuk distribusi kumulatif terhadap suatu data, dengan pembobotan besar pada ujung dari distribusi. Tes ini menghitung integral dari kuadrat nilai perbedaan antara data dengan distribusi yang disesuaikan, dengan pembobotan yang meningkat untuk ujung dari distribusi dengan menggunakan persamaan matematis:

$$W^2 = n \int_{-\infty}^{\infty} \frac{[F_n(x) - F(x)]^2}{F(x)[1 - F(x)]} dF(x) \quad (2.6)$$

Untuk W^2 adalah nilai statistic AD, n adalah jumlah data, F(x) adalah distribusi kumulatif yang disesuaikan, dan $F_n(x)$ adalah distribusi kumulatif dari data.

Hasil tes kemudian dibandingkan dengan nilai standar statistic AD dengan jumlah titik data dan *significant level* tertentu. Tes AD sangat sensitive pada ujung distribusi, untuk itu tes perlu disanakan dengan distribusi kontiniu pada batas bawah dan nilai finite pada batas bawah.

BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3 Pengumpulan dan Pengolahan Data

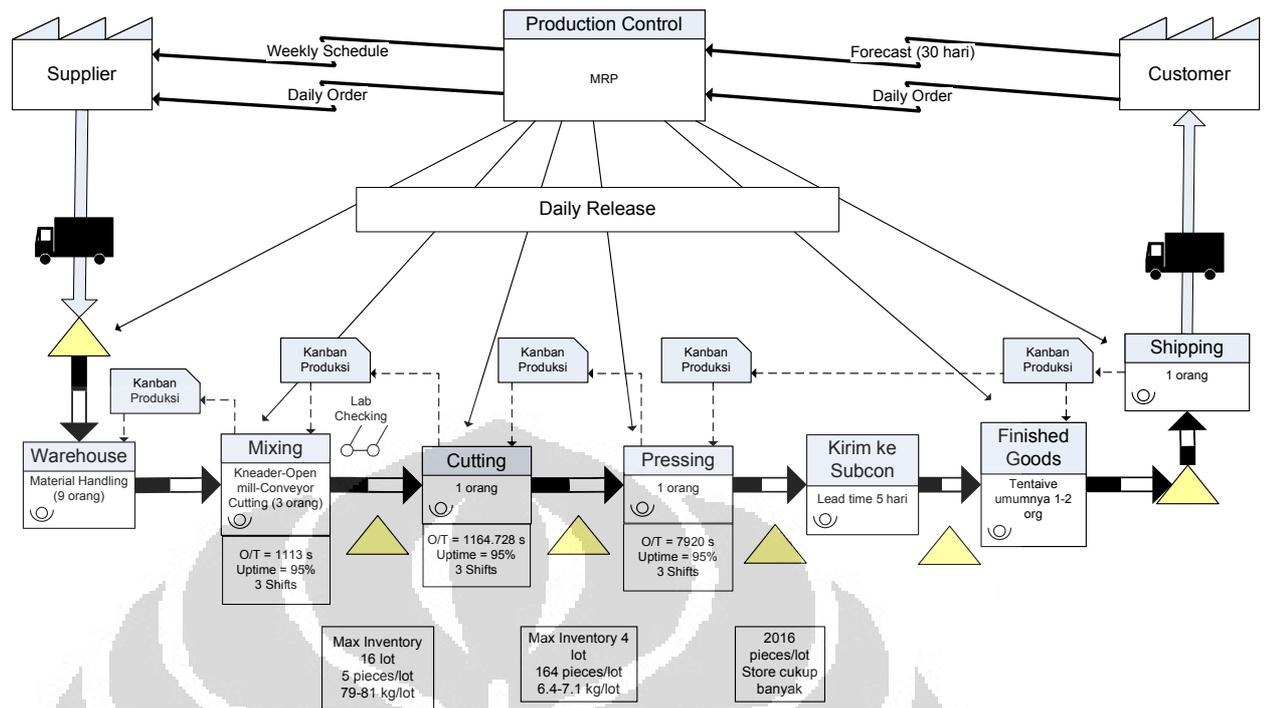
Pada bab ini berisi tentang tahap-tahap pengumpulan data dari data primer dan data sekunder. Selain itu pada bab ini juga terdapat bagian pengolahan data dimana hasil dari data yang dikumpulkan diolah untuk bisa digunakan menjadi masukan bagi model yang akan dipakai.

3.1 Gambaran Umum Proses Produksi Pada PT XYZ

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi komponen-komponen karet. Komponen-komponen karet yang diproduksi ini beraneka ragam dan bervariasi hingga kurang lebih seribu produk. Proses produksi yang terjadi pada PT XYZ menggunakan sistem kanban. Proses produksinya menggunakan sistem *pull* dimana sistem *pull* ini kegiatan proses produksi dimulai dari belakang kemudian ditarik dari depan. Pada penelitian ini, hanya berfokus pada satu produk tertentu saja yakni produk X yang dalam bahasa dagangnya disebut *tube breather*. Produk X ini merupakan produk yang memiliki kapasitas produksi karena permintaan untuk produk X ini dari bulan Januari 2011 lebih dari 600.000 buah per bulannya dan meningkat setiap bulannya. Berikut di bawah ini pada tabel 3.1 adalah daftar tabel produksi produk X per bulannya.

Tabel 3.1 Produksi Produk X Selama Triwulan Pertama Tahun 2011

Bulan	Hasil di lapangan
Januari 2011	617997
Februari 2011	867144
Maret 2011	734331
April 2011	850794



Gambar 3.1 Value Stream Map Proses Produksi PT XYZ

Pada proses produksi PT XYZ terdapat enam (5) proses kegiatan yang dilakukan namun untuk beberapa produk tertentu termasuk produk X ini hanya dilakukan 3 proses saja yang dijalankan di internal PT XYZ sendiri. Adapun proses produksi yang terjadi pada PT XYZ adalah

1. *Mixing*
2. *Cutting*
3. *Pressing*
4. *Checking*
5. *Finishing*

3.1.1 Proses *Mixing*

Mixing merupakan proses pertama yang terjadi dari kegiatan produksi pada PT XYZ ini dimana pada proses *mixing* ini semua material bahan baku diaduk menjadi satu untuk diolah menjadi *compound* karet yang dilakukan oleh mesin yang dibantu oleh operator. Pada proses *mixing* ini terdapat dua proses mesin yang terjadi yakni proses *mixing* dengan menggunakan mesin kneader dan

mesin open mill. Mesin kneader berfungsi sebagai mesin yang mengaduk bahan-bahan material menjadi satu sesuai dengan takaran yang tertulis pada SOP (Standar Operasional Prosedur). Kemudian mesin open mill merupakan mesin yang berfungsi untuk mengatur ketebalan dari lembaran karet serta mengatur lebar dari sheet karet. Umumnya terdapat dua bentuk lembaran karet yakni berbentuk sheet (persegi) dan belt (persegi panjang yang tidak putus). Pada proses ini dibantu oleh dua sampai tiga operator.

3.1.2 Proses *Cutting*

Cutting merupakan proses kedua yang menjadi kelanjutan dari proses *mixing* sebelumnya. Pada PT X ini proses *cutting* dilakukan oleh operator dengan dibantu alat potong pisau statis yang terdapat di meja operator. Proses *cutting* ini dilakukan hanya untuk membentuk lembaran sheet karet untuk menjadi panjang dan lebar yang sesuai dengan cetakan (*mold*) yang terdapat pada mesin *pressing* nantinya. Operator yang bekerja pada proses *cutting* ini melakukan pemotongan sesuai dengan SOP yang berlaku dan paling tidak harus mendekati standar lebar dan berat yang telah ditoleransikan. Hal ini dilakukan agar hasil pada mesin *pressing* nantinya tidak menjadi produk NG (*Not Good*).

Operator pun setelah selesai melakukan pemotongan harus menghitung jumlah pieces karet (yang biasa disebut oleh operator sebagai hasil dari pemotongan sheet karet) sesuai dengan kartu kanban yang tertera. Operator yang terdapat pada proses *cutting* ini terdapat tujuh belas (17) orang yang bisa bekerja untuk memotong semua jenis pieces karet yang diminta. Namun dalam penelitian, hanya berfokus pada penggunaan satu orang operator saja karena memang masalah dalam penelitian ini tidak terletak pada proses *cutting*.

3.1.3 Proses *Pressing*

Pressing merupakan proses ketiga dalam kegiatan yang terjadi di PT XYZ dimana pada proses *pressing* ini hasil dari proses *cutting* yang berupa pieces tersebut akan dicetak pada mesin *pressing*. Setelah tahap ini, sebenarnya ada tahap-tahap lain (checking dan finishing), namun pada penelitian ini hanya dibahas salah satu produk tertentu saja yang proses checking dan finishing-nya

dilakukan di wilayah subkontraktor sehingga dalam batasan penelitian hanya berakhir sampai proses *pressing* saja.

Pada proses *pressing* ini terdapat dua mesin yang mengerjakan untuk produk ini sehingga operator yang diperlukan untuk menjalankan tombol pada mesin membutuhkan dua orang. Ketika pieces karet ini dicetak pada mesin press maka pieces karet diletakkan pada cetakan (*mold*) yang ada kemudian pecet karet dicetak dengan cara di-*press* lalu setelah beberapa lama waktu setelah selesai di-proses ini, operator melepaskan karet dari cetakan (*mold*).

3.2 Pengumpulan Data

Dalam penelitian kali ini dilakukan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer berupa data hasil *time study* yang dilakukan untuk menghitung waktu per mesin (*mixing* dan *pressing*) dan operator (*cutting*) serta data sekunder berupa data yang diperoleh dari perusahaan berupa data-data mengenai produksi yang berkaitan dengan total produksi yang dihasilkan beserta data produksi harian yang menggambarkan waktu pelaksanaan produksi (memperhitungkan waktu lembur).

3.2.1 Data Primer

Data primer yang didapat adalah data *time study* berupa pencatatan waktu-waktu setiap prosesnya.

3.2.1.1 Data Waktu Proses *Mixing*

a. Mesin Kneader

Data waktu proses *mixing* mesin kneader untuk mengaduk komponen *compound* yang diteliti adalah sebagai berikut

Tabel 3.2 Data Waktu Proses *Mixing* Mesin Kneader

No	Waktu (detik)	No	Waktu (detik)
1	967	25	951
2	923	26	1047
3	944	27	1013
4	1103	28	886

5	1070	29	879
6	1125	30	859
7	1025	31	844
8	890	32	1121
9	857	33	928
10	1039	34	946
11	925	35	1113
12	977	36	1073
13	1024	37	967
14	989	38	894
15	1029	39	1058
16	1131	40	1050
17	1081	41	960
18	1035	42	960
19	942	43	1129
20	1103	44	1072
21	974	45	917
22	867	46	1109
23	1114	47	1080
24	939		

b. Mesin Open mill

Data waktu proses *mixing* mesin open mill untuk membentuk dimensi komponen *compound* (tebal dan lebar) yang diteliti menjadi sheet karet adalah sebagai berikut

Tabel 3.3 Data Waktu Proses *Mixing* Mesin Open Mill

No	Waktu (detik)	No	Waktu (detik)
1	699	20	709
2	683	21	678
3	720	22	667
4	672	23	717
5	665	24	702
6	691	25	689
7	684	26	717
8	684	27	662
9	680	28	708
10	692	29	675
11	675	30	669
12	711	31	698

13	708
14	707
15	662
16	710
17	688
18	705
19	660

32	664
33	717
34	664
35	707
36	703
37	697

3.2.1.2 Data Waktu Proses *Cutting*

Data waktu proses *cutting* yang dilakukan operator untuk memotong sheet karet yang diteliti menjadi pieces karet adalah sebagai berikut

Tabel 3.4 Data Waktu Proses *Cutting*

No	Waktu (detik)	No	Waktu (detik)
1	4.11	21	4.25
2	4.61	22	5.27
3	5.67	23	4.98
4	4.72	24	4.06
5	4.41	25	4.71
6	5.08	26	4.53
7	4.86	27	5.14
8	4.64	28	4.07
9	4.56	29	4.87
10	4.36	30	4.79
11	4.97	31	4.21
12	4.32	32	5.09
13	4.63	33	5.42
14	4.16	34	4.26
15	4.12	35	4.46
16	4.39	36	4.31
17	4.45	37	4.15
18	4.24	38	4.56
19	4.44	39	4.64
20	5.13	40	4.07

3.2.1.3 Data Waktu Proses *Pressing*

Data waktu proses *pressing* untuk mencetak pieces karet menjadi barang jadi yang diteliti adalah sebagai berikut

Tabel 3.5 Data Waktu Proses *Pressing*

No	Waktu (detik)	No	Waktu (detik)
1	196	24	155
2	195	25	176
3	194	26	154
4	200	27	187
5	230	28	156
6	209	29	171
7	206	30	168
8	198	31	176
9	201	32	254
10	189	33	208
11	185	34	158
12	177	35	161
13	192	36	189
14	198	37	245
15	186	38	201
16	226	39	157
17	185	40	170
18	161	41	141
19	169	42	189
20	173	43	203
21	186	44	156
22	162	45	147
23	161	46	160

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh merupakan data mengenai hasil produksi dari bulan Januari sampai bulan April 2011 beserta dengan jadwal PT XYZ melakukan OT (*Overtime*) untuk produk X yang diteliti pada hari Sabtu dan atau Minggu. Berikut ini adalah daftar hasil produksi per bulannya dari bulan Januari sampai bulan April 2011

Tabel 3.6 Hasil Produksi Per Bulan

Bulan dan Tahun	Hasil di lapangan
Januari 2011	617997
Februari 2011	867144
Maret 2011	734331
April 2011	850794

3.3 Pengolahan Data

Setelah melakukan pengumpulan data, terkhusus data primer, perlu dilakukan beberapa uji statistik yang ada yakni uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan data. Hal ini dilakukan agar data primer, dalam hal ini data hasil waktu yang didapat, dapat dipakai dan sudah teruji secara layak dan benar secara statistik.

3.3.1 Uji Kenormalan Data

Pada uji kenormalan, dilakukan pengujian normalitas data dengan menggunakan *software* statistik yang ada dengan metode Shapiro-Wilk test. Metode ini digunakan karena data yang dikumpulkan sekitar kurang dari 50 sampel data sehingga untuk pengujian kenormalan data memerlukan uji statistik dengan menggunakan metode Shapiro-Wilk test. Berikut ini adalah beberapa hasil pengujian data-data yang dikumpulkan dimana pada pengujian ini data dikatakan terdistribusi normal bila data tersebut memiliki nilai P-value yang lebih besar dari 0.05.

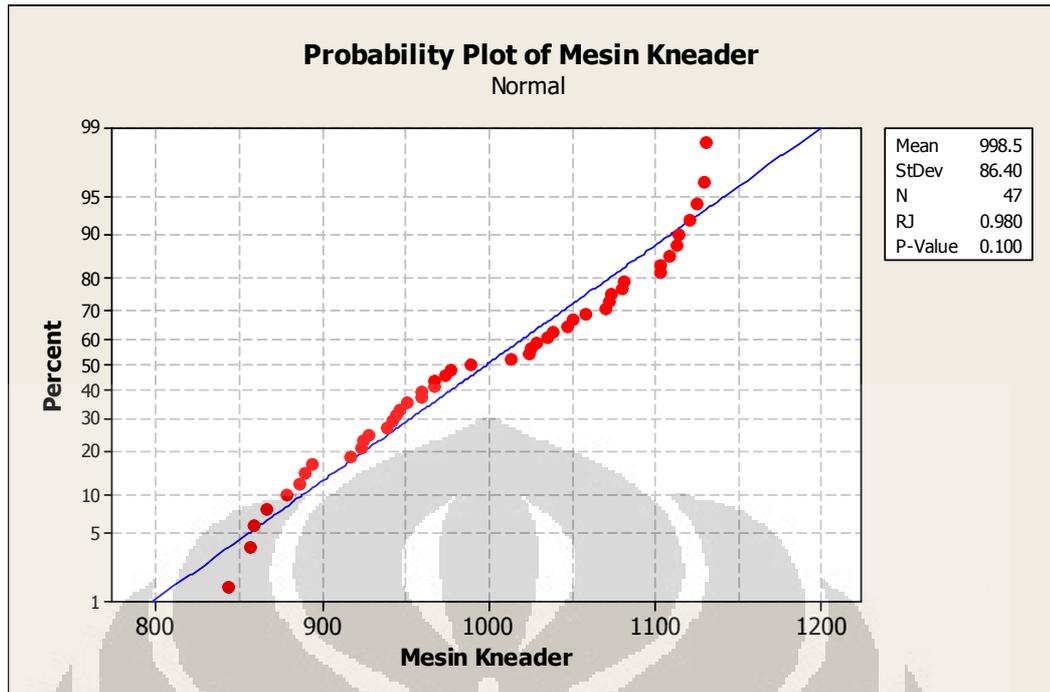
3.3.1.1 Uji Kenormalan Data Waktu Proses *Mixing*

a. Mesin Kneader

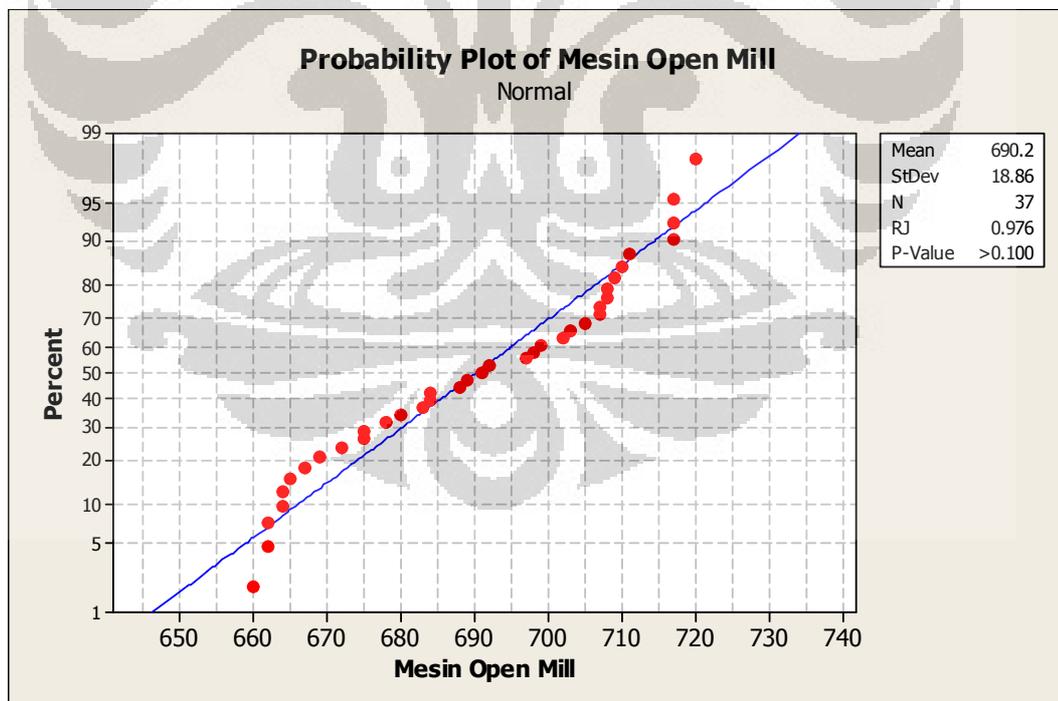
Data waktu proses *mixing* mesin kneader ini dapat dilihat pada gambar 3.2 bahwa nilai P-value-nya adalah 0,100 sehingga lebih besar dari batas P-value-nya. Jadi data waktu proses *mixing* mesin kneader dikatakan telah terdistribusi normal.

b. Mesin Open Mill

Data waktu proses *mixing* mesin open mill ini dapat dilihat pada gambar 3.3 bahwa nilai P-value-nya adalah lebih besar dari 0,100 sehingga lebih besar dari batas P-value-nya. Jadi data waktu proses *mixing* mesin open mill dikatakan telah terdistribusi normal.

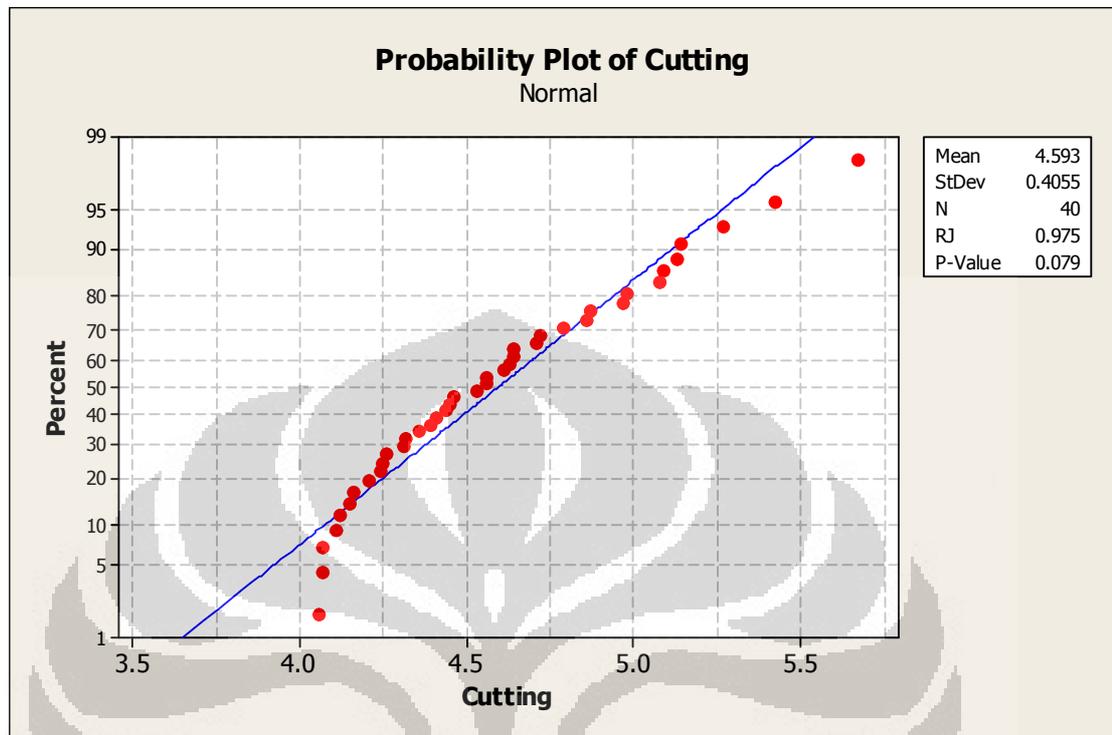


Gambar 3.2 Grafik Hasil *Normality Test* Proses *Mixing* Mesin Kneader



Gambar 3.3 Grafik Hasil *Normality Test* Proses *Mixing* Mesin Open Mill

3.3.1.2 Uji Kenormalan Data Waktu Proses *Cutting*



Gambar 3.4 Grafik Hasil *Normality Test* Proses *Cutting*

Data waktu proses *cutting* ini dapat dilihat bahwa nilai P-value-nya adalah 0,079 sehingga lebih besar dari batas P-value-nya. Jadi data waktu proses *cutting* dikatakan telah terdistribusi normal.

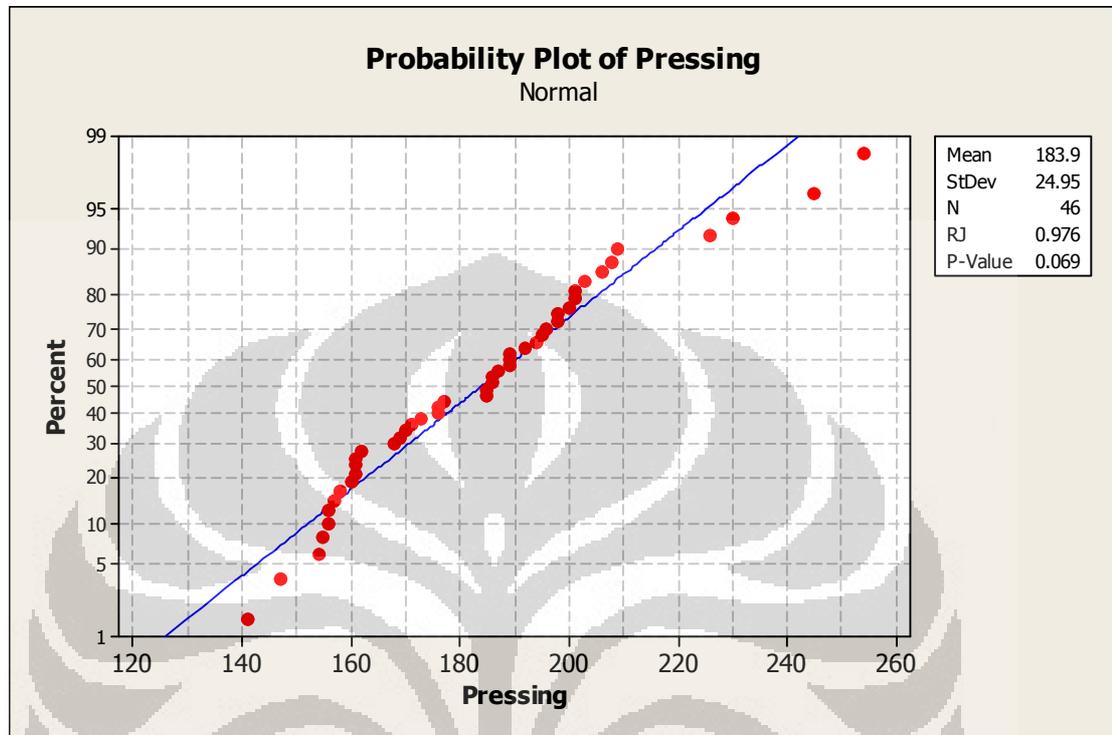
3.3.1.3 Uji Kenormalan Data Waktu Proses *Pressing*

Data waktu proses *pressing* ini dapat dilihat pada gambar 3.5 bahwa nilai P-value-nya adalah 0,069 sehingga lebih besar dari batas P-value-nya. Jadi data waktu proses *pressing* dikatakan telah terdistribusi normal.

3.3.2 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data menunjukkan bahwa data yang dimiliki berada pada batas kendali yang diperbolehkan sehingga tidak ada pesebaran data yang diluar batas atau *outlier*. Uji keseragaman data dilakukan dengan menghitung nilai simpangan baku dari data yang dikumpulkan kemudian menghitung angka batas kendali atas (BKA) dan angka batas kendali bawah (BKB) dari data yang ada.

Bila data berada pada daerah antara BKA dan BKB maka data tersebut dapat dikatakan seragam.



Gambar 3.5 Grafik Hasil *Normality Test* Proses *Pressing*

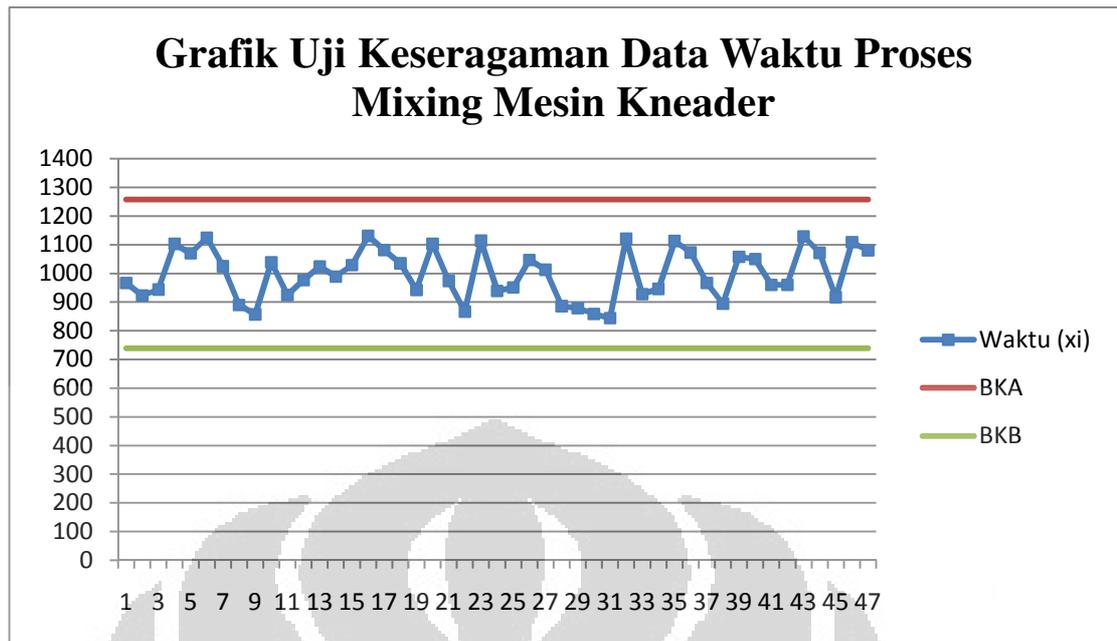
3.3.2.1 Uji Keseragaman Data Waktu Proses *Mixing*

a. Mesin Kneader

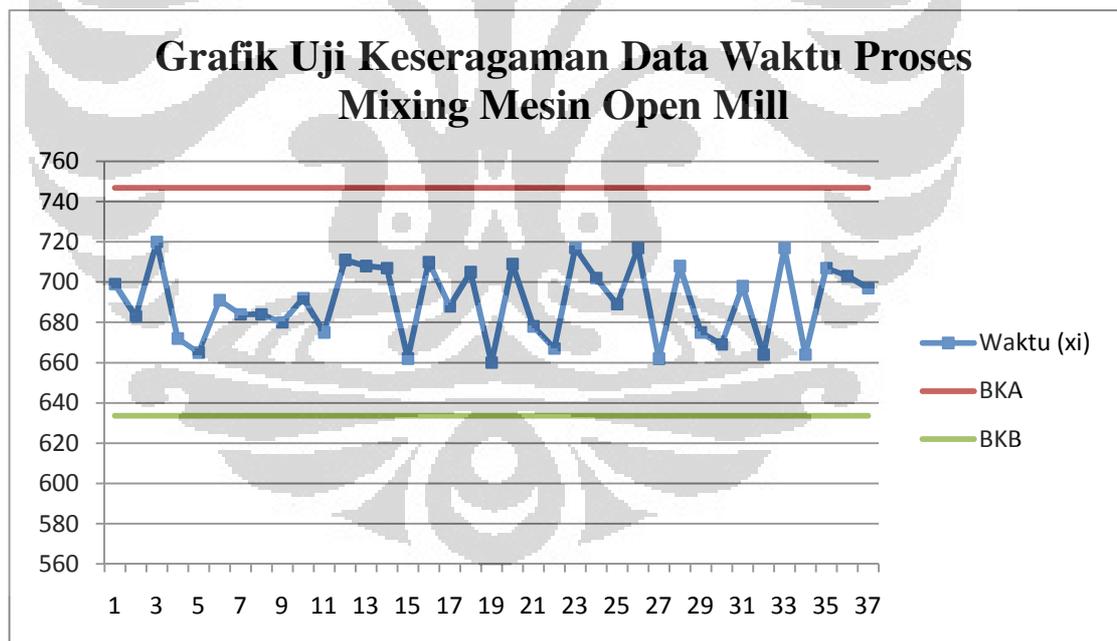
Berikut ini adalah gambar dari grafik uji keseragaman data pada proses *mixing* kneader yang dapat dilihat pada gambar 3.6. Terlihat pada grafik persebaran dari data yang diperoleh berada pada di daerah antara batas kendali atas dan batas kendali bawah sehingga dapat dikatakan bahwa data yang diperoleh sudah seragam.

b. Mesin Open Mill

Berikut ini adalah gambar dari grafik uji keseragaman data pada proses *mixing* open mill yang dapat dilihat pada gambar 3.7. Terlihat pada grafik persebaran dari data yang diperoleh berada pada di daerah antara batas kendali atas dan batas kendali bawah sehingga dapat dikatakan bahwa data yang diperoleh sudah seragam.



Gambar 3.6 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu Proses *Mixing* Kneader

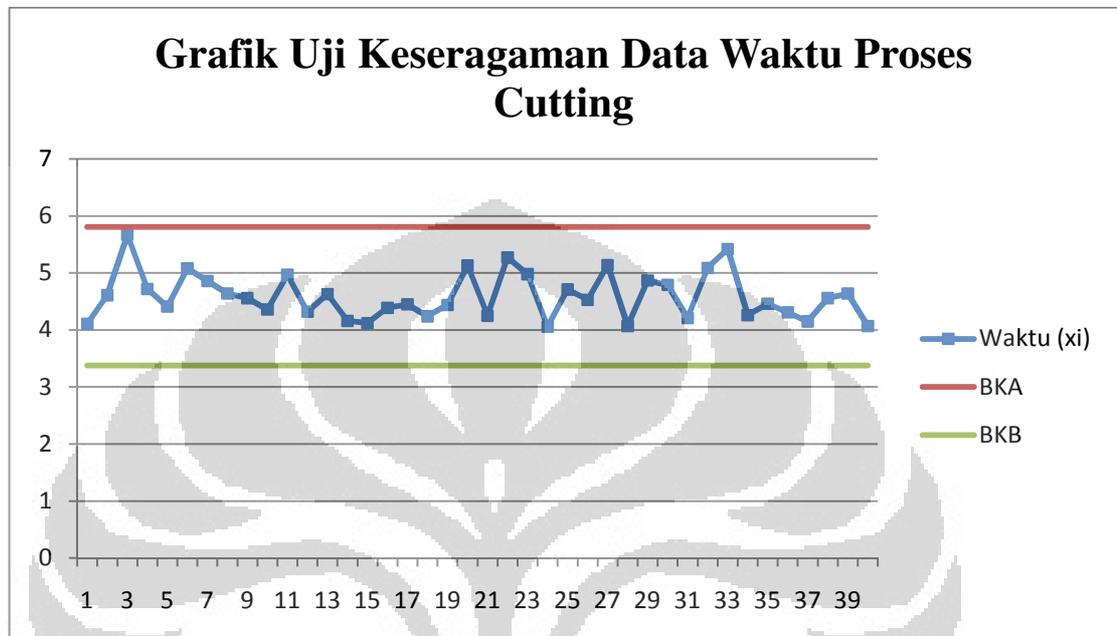


Gambar 3.7 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu Proses *Mixing* Open Mill

3.3.2.2 Uji Keseragaman Data Waktu Proses *Cutting*

Berikut ini adalah gambar dari grafik uji keseragaman data pada proses *mixing* open mill yang dapat dilihat pada gambar 3.8. Terlihat pada grafik

persebaran dari data yang diperoleh berada pada di daerah antara batas kendali atas dan batas kendali bawah sehingga dapat dikatakan bahwa data yang diperoleh sudah seragam.



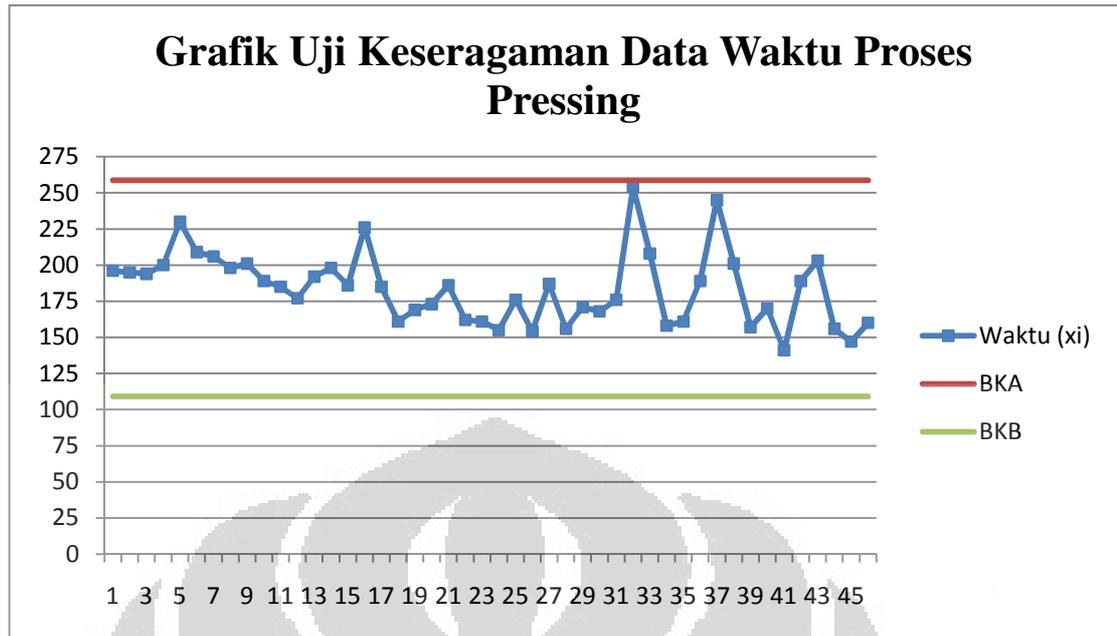
Gambar 3.8 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu Proses *Cutting*

3.3.2.3 Uji Keseragaman Data Waktu Proses *Pressing*

Berikut ini adalah gambar dari grafik uji keseragaman data pada proses *mixing* open mill yang dapat dilihat pada gambar 3.8. Terlihat pada grafik persebaran dari data yang diperoleh berada pada di daerah antara batas kendali atas dan batas kendali bawah sehingga dapat dikatakan bahwa data yang diperoleh sudah seragam.

3.3.3 Uji Kecukupan Data

Pada uji kecukupan data ditujukan untuk mengetahui jumlah sampel minimum dari data yang dikumpulkan agar data tersebut dapat digunakan untuk proses pengerjaan selanjutnya yakni dipakai dalam memasukkan input untuk waktu proses dalam model. Uji kecukupan data dilakukan dengan menggunakan rumus pada rumus (3.1)



Gambar 3.9 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu Proses *Pressing*

$$N' = \left[\frac{K/S \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \quad (3.1)$$

Dimana: N' = Jumlah observasi yang diperlukan

N = Jumlah aktual yang didapat

K = Tingkat keyakinan 95%, K = 2

S = Derajat ketelitian 5%

Tabel-tabel perhitungan uji kecukupan data ini dapat dilihat pada bagian lampiran. Dari hasil pengujian kecukupan data ini setelah dimasukkan ke dalam rumus tersebut maka diperoleh hasil uji kecukupan data untuk setiap proses yang terjadi adalah sebagai berikut

Tabel 3.7 Tabel Hasil Kecukupan Data Setiap Proses

No.	Proses	N	N'
1	Mixing Kneader	47	12
2	Mixing Open Mill	37	2
3	Cutting	40	13
4	Pressing	46	32

Dari hasil tabel di atas maka dapat dikatakan bahwa jumlah data yang dikumpulkan untuk keempat proses tersebut sudah memenuhi batas kecukupan data. Kemudian berarti data yang dikumpulkan dapat digunakan untuk menjadi input waktu setiap proses produksi yang terjadi.

3.4 Pembuatan Formulasi Model

Hal yang dilakukan pertama kali untuk melakukan pembuatan model berbasis objek adalah pembuatan bahasa pemodelan yang dapat dilihat yakni menggunakan *unified modeling language* (UML). Hal ini dilakukan dengan cara membuat kelas-kelas yang dibutuhkan pada setiap sistem yang ada seperti entitas, proses, dsb. Kemudian setelah menentukan kelas-kelas yang akan dibuat selanjutnya adalah memetakan kelas-kelas tersebut ke dalam *software* simulasi yang digunakan.

3.4.1 Kelas

Kelas adalah sebuah spesifikasi yang jika diinstansiasi akan menghasilkan sebuah objek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek.

Bentuk dari kelas terdiri dari:

1. Nama
2. Atribut
3. Metoda

Dalam pembuatan model sistem produksi yang terjadi pada PT XYZ untuk membuat produk X maka kelas-kelas yang diperlukan untuk membentuk model ini adalah

- a. Entity

Merupakan material awal yang berasal dari gudang bahan baku (GBB)

- b. Sheet karet
- c. Pieces karet
- d. Tube breather
- e. Mesin *mixing*

Terdiri dari mesin *mixing* kneader dan mesin *mixing* open mill

- f. Operator *cutting*
- g. Mesin *pressing*
Terdiri dari mesin *pressing* 22A dan mesin *pressing* 22B
- h. Gudang
Terdiri dari gudang bahan baku (GBB), gudang WIP 1 (*work in process* 1), gudang WIP 2 (*work in process* 2) dan gudang barang jadi (GBJ)

3.4.2 Membuat Model

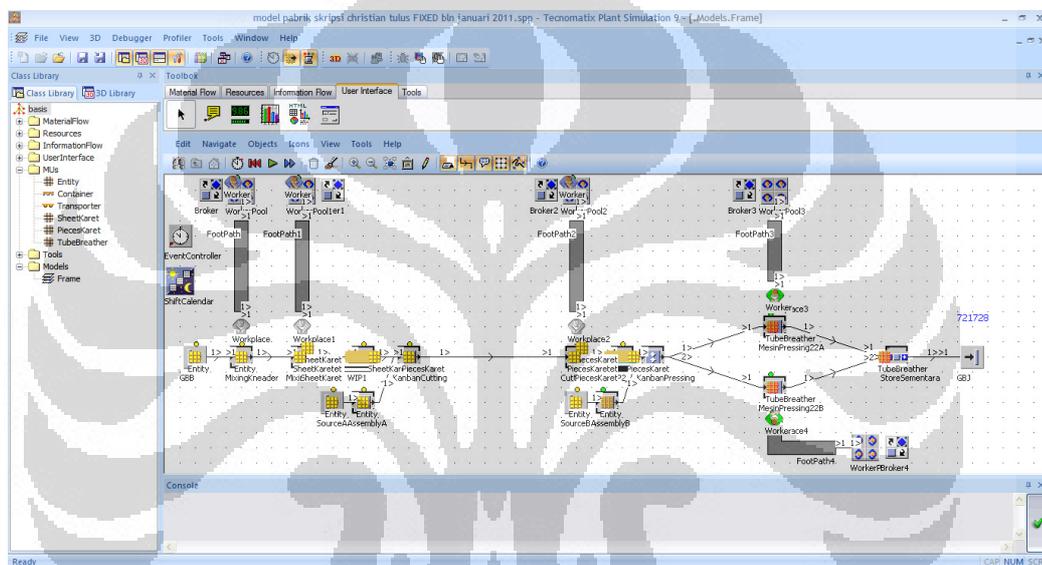
Setelah dibuat diagram-diagram kelas yang ada maka dapat dibangun model yang berupa objek-objek sebagai berikut

- SingleProc
SingleProc adalah objek yang menjadi tempat terjadinya sebuah proses. Pada model simulasi proses pembuatan sandaran kursi ini *SingleProc* adalah mesin-mesin yang memproses material untuk menjadi sebuah sandaran kursi.
- AssemblyStation
AssemblyStation berfungsi sebagai objek yang menjadi tempat penggabungan beberapa entity menjadi satu bagian entity baru atau yang sudah ada. Disini terjadi proses join atau combine untuk menyatukan entity yang satu dengan entity yang lainnya.
- DismantleStation
DismantleStation berfungsi sebagai objek yang memecah entity menjadi banyak entity. Misalkan ingin menghasilkan entitiy keluaran lebih dari satu (1) contohnya lima puluh (50) entity maka dipergunakan objek ini untuk melakukannya
- Connector
Connector berfungsi sebagai penghubung bagi objek-objek lainnya sehingga setiap objek bisa saling berinteraksi.
- Entity
Entity merupakan objek yang akan diproses pada model simulasi yang dibuat. Pada model simulasi proses pembuatan sandaran kursi ini yang menjadi *entity* adalah *veneer* yang merupakan bahan baku pembuatan sandaran kursi.

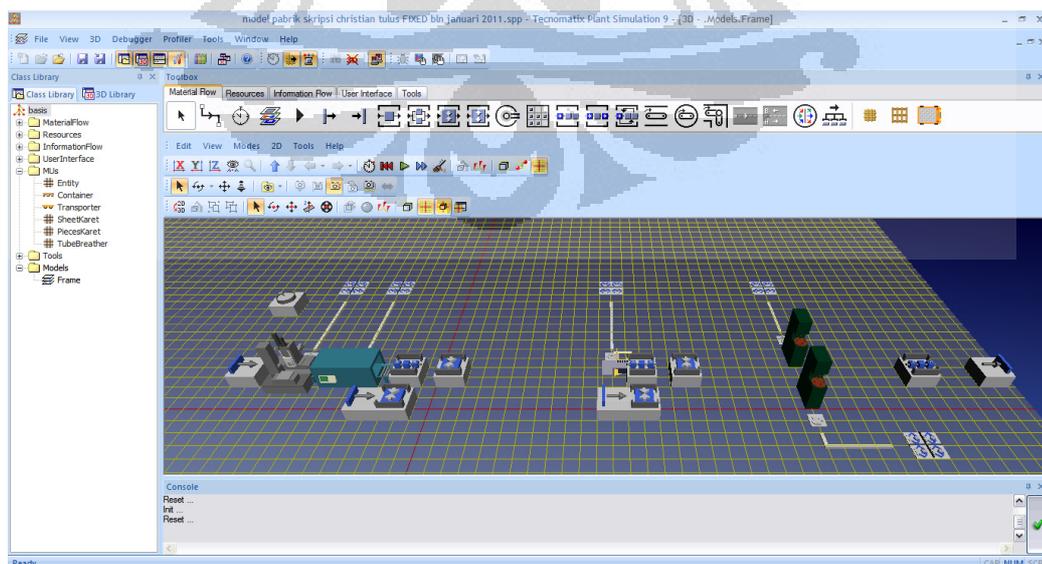
- **Source**
Source adalah titik pertama atau titik awal dari sebuah *entity* yang akan memasuki sistem model. Dengan kata lain, *source* adalah sumber dan pengatur masuknya *entity* kedalam model simulasi.
- **Drain**
Drain adalah titik akhir dari *entity* untuk keluar dari sistem model ketika sudah mengalami proses di dalam sistem.
- **MaterialFlow**
MaterialFlow berfungsi sebagai pengatur aliran material setelah mengalami sebuah proses.
- **Buffer**
Buffer merupakan objek yang berfungsi untuk menyimpan *entity* sementara waktu sesuai dengan kapasitas yang disediakan.
- **ShiftCalendar**
ShiftCalendar berfungsi untuk melakukan setting terhadap hari kerja, hari libur dan atau waktu libur pekerja.
- **WorkerPool**
WorkerPool merupakan objek yang mengatur jumlah pekerja, tingkat keterampilan pekerja, kecepatan jalan pekerja, *efficiency* dan waktu kerja setiap pekerja.
- **Workplace**
Workplace adalah tempat fisik pekerja berada. Workplace merupakan tempat dimana pekerja melakukan pekerjaannya.
- **Footpath**
Footpath merupakan jalur khusus untuk worker berjalan dari WorkerPoll menuju Workplace.
- **Broker**
Broker berfungsi untuk memberikan penugasan kepada pekerja untuk melakukan pekerjaan pada suatu tempat kerja (*workplace*).
- **Event Controler**
Event Controler adalah objek yang digunakan untuk mengendalikan lamanya proses simulasi yang akan dijalankan sesuai dengan yang dikehendaki. Pada

event controller ini, bisa diatur kapan dimulainya proses simulasi, kapan proses itu berhenti, dan seberapa cepat proses simulasi itu berjalan.

Setiap objek tersebut dimasukkan kedalam *software* kemudian diletakkan pada frame. Selanjutnya semua objek dihubungkan dengan connector agar bisa terhubung satu sama lain sesuai dengan urutan aliran prosesnya. Tampilan untuk model 2 dimensi (2D) dan 3 dimensi (3D) yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.10 Tampilan Model 2 Dimensi (2D)



Gambar 3.11 Tampilan Model 3 Dimensi (3D)

Semua objek yang merupakan bagian dari proses produksi pada PT XYZ yang dilakukan perhitungan *time study* dimasukkan waktu proses yang telah dihitung di bagian pengolahan data untuk menjadi input-an waktu setiap proses. Jenis waktu yang dipergunakan adalah menggunakan pembagian distribusi normal (nilai rata-rata, simpangan baku, batas kendali atas, dan batas kendali bawah). Pada proses *cutting* Adapun yang waktu untuk tiap proses yang dimasukkan ke dalam *software* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.8 Tabel Waktu Proses Setiap Produksi

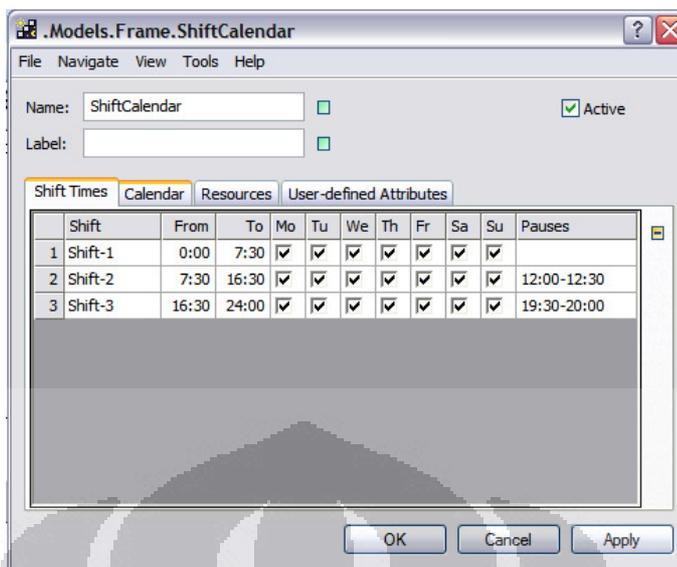
No	Proses Produksi	Waktu (detik)	Sigma	BKA	BKB
1	Mixing mesin kneader	998.489	86.405	1257.704	739.275
2	Mixing mesin open mill	690.243	18.863	746.831	633.655
3	Cutting	4.593	0.405	5.809	3.376
4	Pressing	183.935	24.953	258.793	109.077

Selain tabel waktu proses produksi juga di-input-kan ke dalam model mengenai penjadwalan kalender selama simulasi berlangsung. Dalam *software* ini penjadwalan kalender dimasukkan ke dalam objek ShiftCalender. Penjadwalan kalender yang didapatkan berupa waktu *shift* melakukan produksi, hari produksi beserta dengan hari *overtime* yang berlangsung. Dari data yang diperoleh selama bulan Januari sampai bulan April 2011. Perhitungan kalender dapat dilihat pada tab *Shift Times* yang berlangsung dapat dilihat pada gambar berikut ini

Waktu produksi yang berlangsung pada PT XYZ ini berjalan selama 24 jam kemudian dibagi menjadi 3 *shift* dengan pembagian *shift* sebagai berikut:

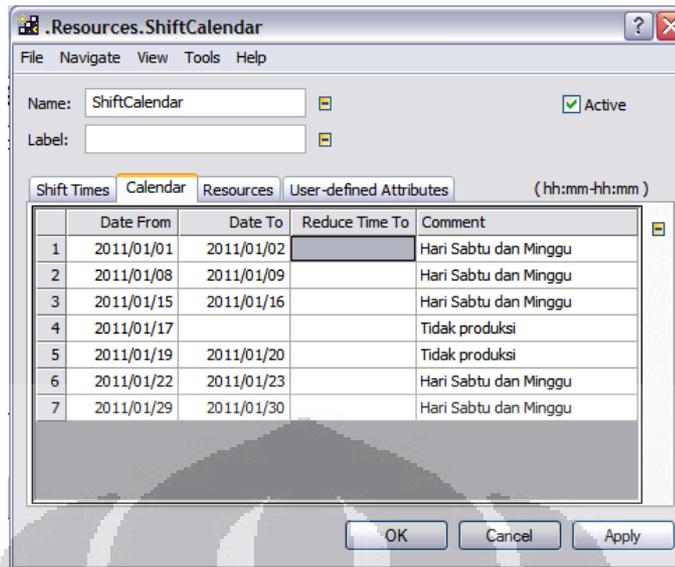
- *Shift* 1 dari pukul 00.00 – 07.30 WIB
- *Shift* 2 dari pukul 07.30 – 16.30 WIB
- *Shift* 3 dari pukul 16.30 – 24.00 WIB

Tampilan *shift times* pada *software* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.12.

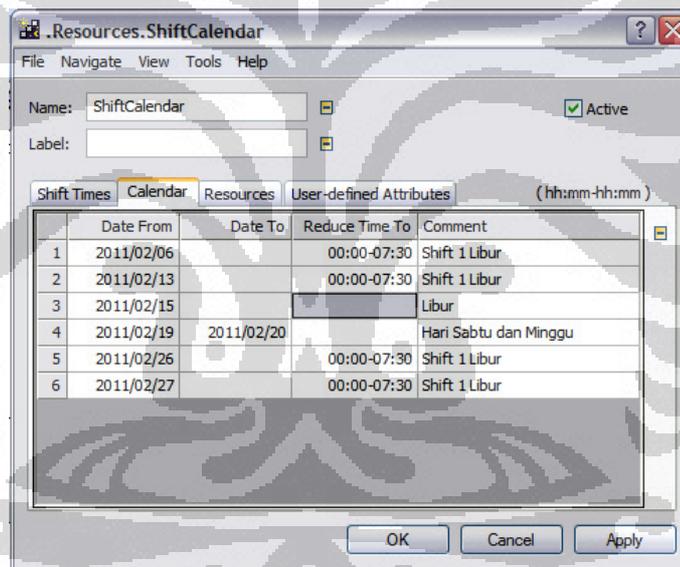


Gambar 3.12 *Shift Times* Proses Produksi

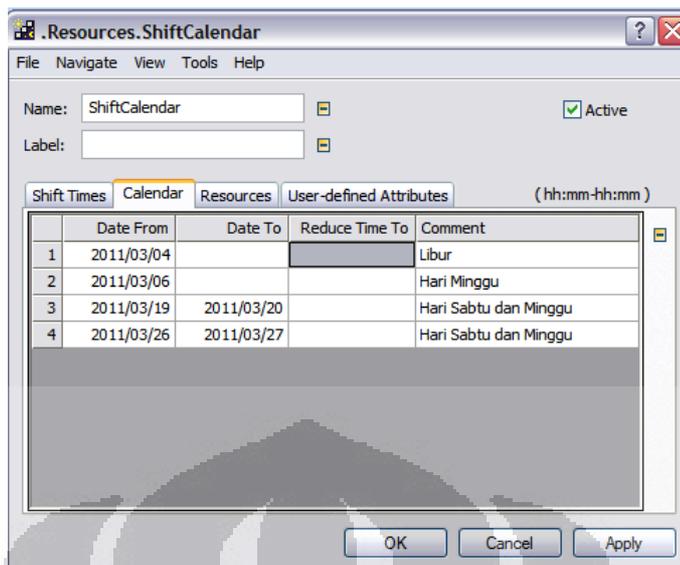
Penjadwalan kalender mengenai penjadwalan hari produksi pada tab *Shift Times* dilihat pada gambar 3.12 bahwa terdapat kolom *check box* yang tercentang menunjukkan bahwa pada hari tersebut terjadi produksi. Khusus *check box* yang tercentang pada hari Sabtu atau hari Minggu menyatakan bahwa pada hari tersebut terjadi kegiatan *overtime*. Bila pada hari tertentu tidak terjadi produksi atau hari libur atau tidak ada kegiatan *overtime* maka dilakukan pengecualian pada tab *calendar* untuk meniadakan kegiatan pada hari tertentu, misalkan hari libur, tidak berproduksi dan tidak melakukan *overtime* pada hari Sabtu atau hari Minggu. Berikut ini adalah kalender hari yang tidak melakukan produksi di dalam *software* selama empat bulan produksi, mulai dari bulan Januari 2011 sampai bulan April 2011 berturut-turut pada gambar 3.13 sampai gambar 3.16



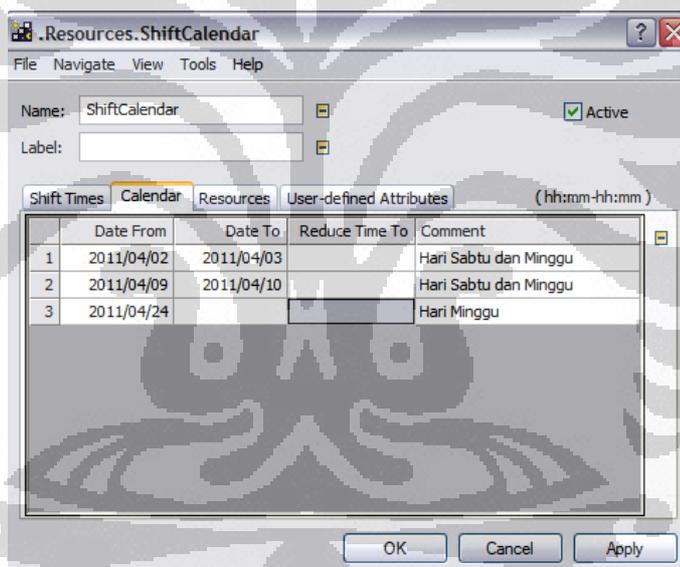
Gambar 3.13 Tanggal Yang Tidak Berproduksi Pada Bulan Januari 2011



Gambar 3.14 Tanggal Yang Tidak Berproduksi Pada Bulan Februari 2011



Gambar 3.15 Tanggal Yang Tidak Berproduksi Pada Bulan Maret 2011



Gambar 3.16 Tanggal Yang Tidak Berproduksi Pada Bulan April 2011

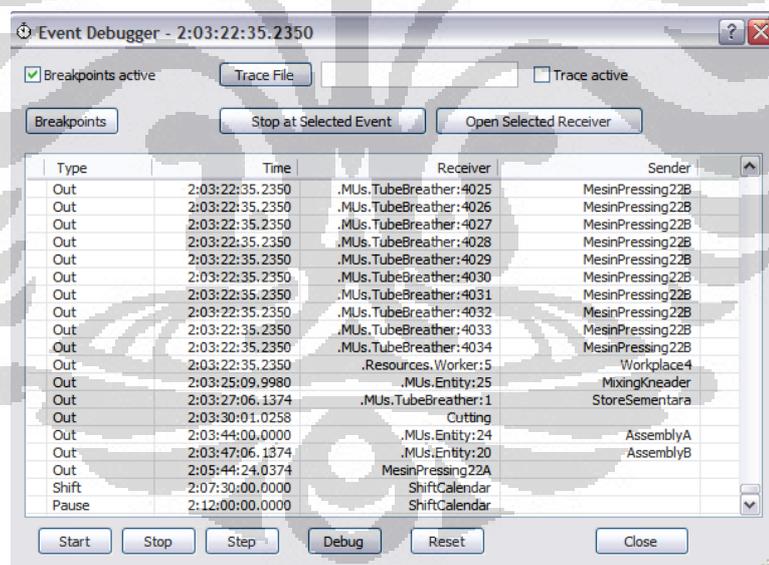
3.5 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dan validasi merupakan suatu tahap untuk memastikan model yang dibuat sudah sesuai dengan kondisinya nyata dan diujikan sesuai dengan patokan standar tertentu misalkan dengan jumlah hasil *output* yang dihasilkan atau dengan memanfaatkan *tools* yang ada pada *software* yang digunakan seperti fungsi *debugger* yang dapat mengetahui bila terjadi kesalahan pada model yang dibuat.

3.5.1 Verifikasi Model

Verifikasi model merupakan metode untuk memastikan model simulasi telah dibuat dengan benar dan sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Verifikasi dilakukan dengan memeriksa kode pada seluruh objek dan proses dalam model agar sesuai dengan yang diinginkan, juga dilakukan dengan mengamati jalannya simulasi secara umum, jika tidak muncul *debug* dapat dikatakan *logic* operasi benar.

Pada perangkat lunak *Plant Simulation*, jika terjadi kesalahan kode yang mengakibatkan tidak bisa berjalannya simulasi, maka secara otomatis akan muncul pemberitahuan. Sedangkan untuk *debug* yang tidak terdeteksi langsung oleh perangkat lunak, bisa dilihat dengan menggunakan fasilitas *Event Debugger* yang terdapat pada *Event Controller*. Untuk mengakses *Event Debugger*, buka *Event Controller* window, kemudian klik *list*. Maka akan tampil *window* yang menampilkan *logic* yang sedang dijalankan.



Gambar 3.17 Tampilan Event Debugger

3.5.2 Validasi Model

Validasi model merupakan metode untuk memastikan formulasi model yang dibuat dengan bantuan perangkat lunak *plant simulation* ini telah sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan. Dalam hal ini, dilakukan validasi dengan membandingkan hasil *output* proses yang dihasilkan oleh simulasi dengan hasil

output yang terjadi di lapangan. Validasi dilakukan dengan menjalankan simulasi selama satu hari penuh (24 jam). Dari validasi yang dilakukan dapat dilihat bahwa hasil *output* proses yang dihasilkan pada simulasi mendekati dengan hasil *output* proses yang terjadi di lapangan.

Tabel 3.9 Validasi Hasil Simulasi Dengan Kondisi *Real* Selama Satu Hari

Hasil Simulasi	Hasil di lapangan
32256	32319

3.6 Pembuatan Skenario Model

Dengan melihat apa yang terjadi pada sistem yakni terjadi bottleneck pada bagian *cutting* menuju *pressing* maka skenario yang akan dilakukan adalah dengan melakukan penambahan satu (1) unit mesin atau menambah cetakan (*mold*) pada bagian *pressing*. Hal ini dilakukan karena waktu proses pengerjaan pada bagian *cutting* yang rata-rata pengerjaannya selama kurang lebih tiga belas menit sementara pada proses berikutnya yakni proses *pressing* memerlukan waktu rata-rata pengerjaan sekitar dua jam sepuluh menit. Hal ini membuat diperlukannya adanya tambahan unit mesin atau menambah cetakan (*mold*) pada bagian *pressing* untuk mengurangi *workload* yang diterima pada bagian *pressing* yang pada awalnya dilakukan oleh dua mesin menjadi tiga mesin.

Selain itu dengan melakukan penambahan mesin atau menambah cetakan (*mold*) maka waktu *overtime* pun akan ditiadakan mengingat dengan melakukan penambahan mesin atau menambah cetakan (*mold*) tentu akan memakan biaya sehingga waktu *overtime* pekerja akan dihilangkan. Pada bagian analisis nanti akan coba diperbandingkan apakah hasil penambahan mesin atau menambah cetakan (*mold*) dapat menutupi hasil yang diberikan selama melakukan *overtime* atau tidak?

BAB 4

ANALISIS

4 Analisis

Pada bagian analisis ini berisi mengenai hasil pembahasan dari simulasi yang dilakukan mengenai kondisi yang sekarang dan juga dengan membahas tentang hasil skenario yang dibuat. Selanjutnya membandingkan dari antara hasil skenario yang didapat dengan kondisi yang terjadi.

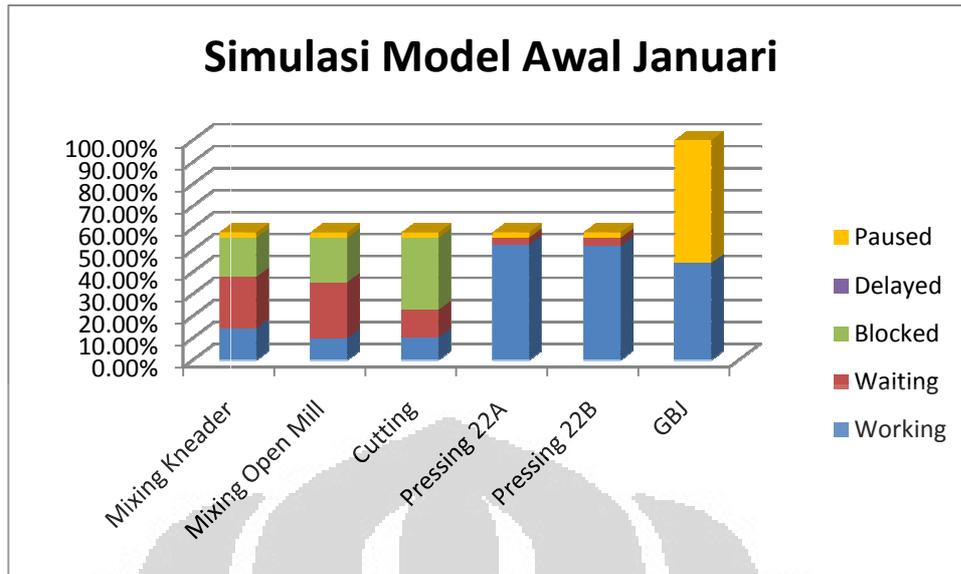
4.1 Analisis Model Awal

Setelah model simulasi terbentuk selanjutnya adalah menjalankan model simulasi tersebut. Dalam menganalisis model yang terjadi dilihat dari sisi hasil *output* berupa banyaknya unit produksi yang dihasilkan. Terdapat empat bulan dari model yang dikerjakan yakni dari bulan Januari sampai bulan April 2011.

4.1.1 Analisis Model Awal Bulan Januari 2011

Pada bulan Januari 2011 terlihat pada bab sebelumnya setiap hari Sabtu dan Minggu tidak melakukan *overtime* sehingga kebutuhan produksi untuk bulan Januari 2011 dapat terpenuhi oleh kegiatan produksi pada hari kerja biasa saja. Hasil *output* yang dihasilkan melalui simulasi selama bulan Januari 2011 adalah 721.728 unit sementara itu permintaan pada bulan itu adalah 600.000 unit. Sementara itu untuk kondisi nyata yang terjadi di perusahaan *output* yang dihasilkan adalah 617.997 unit. Jadi berdasarkan hasil simulasi bahwa untuk bulan Januari 2011 terpenuhi.

Selain itu bila dilihat berdasarkan grafik dari perilaku setiap proses kegiatan produksinya, pada proses pressing terlihat memiliki kapasitas yang cukup besar yakni 52.41% (mesin pressing 22A) dan 51.91% (mesin pressing 22B). Perilaku dari setiap proses pada bulan Januari 2011 dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Perilaku Sistem Bulan Januari 2011

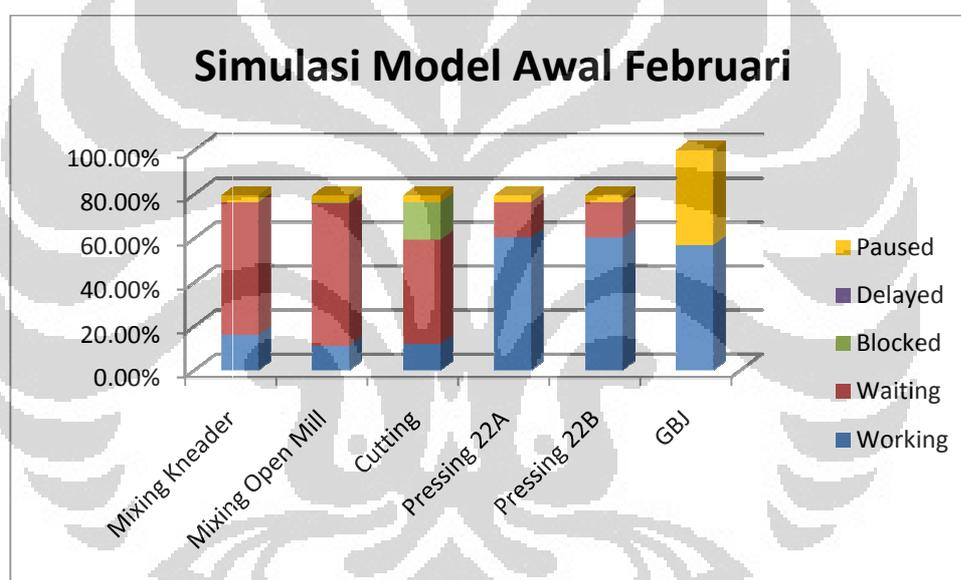
4.1.2 Analisis Model Awal Bulan Februari 2011

Pada bulan Februari 2011 terlihat pada bab sebelumnya hampir setiap hari Sabtu dan Minggu melakukan kegiatan *overtime* kecuali pada tanggal 19 Februari 2011 dan 20 Februari 2011, selain itu jadwal *overtime*-nya tidak menyeluruh atau fluktuatif ada yang semua *shift* melakukan *overtime* tetapi ada pula yang hanya sebagian *shift* yang melakukan *overtime*. Pada tanggal 5 Februari 2011 dan 12 Februari 2011 melakukan *overtime* secara penuh. Namun pada tanggal 6 Februari 2011, 13 Februari 2011, 26 Februari 2011 dan 27 Februari 2011 melakukan *overtime* juga namun tidak semua *shift* melakukan *overtime* karena *output* yang dihasilkan hanya sebagian dari target yang umumnya dicapai. Penggunaan waktu *overtime* di bulan Februari 2011 ini disebabkan oleh permintaan yang meningkat serta jumlah hari kerja yang berkurang sehingga untuk menutupi kekurangan produksi maka dilakukan *overtime*.

Hasil *output* yang dihasilkan melalui simulasi selama bulan Februari 2011 adalah 749.952 unit sementara itu permintaan pada bulan itu adalah 860.000 unit. Sementara itu untuk kondisi nyata yang terjadi di perusahaan *output* yang dihasilkan adalah 867.144 unit. Jadi berdasarkan hasil simulasi bahwa untuk bulan Februari 2011 tidak terpenuhi karena hasil simulasi menunjukkan adanya kekurangan produksi yang dihasilkan. Hal ini tentunya berkaitan juga factor luar yang tidak dapat dimasukkan ke dalam model simulasi yakni usaha atau semangat

kerja atau tekanan pada pekerja untuk dapat mencapai suatu target tertentu. Namun bila melihat *inventory* yang dihasilkan dari hasil produksi bulan Januari 2011 sebelumnya terdapat *inventory* sebesar 121.728 unit maka bila ditambahkan produksi bulan Februari 2011 bisa dikatakan permintaan bulan Februari dapat terpenuhi.

Selain itu bila dilihat berdasarkan grafik dari perilaku setiap proses kegiatan produksinya, pada proses pressing terlihat memiliki kapasitas yang cukup besar yakni 60.23% (mesin pressing 22A) dan 60.17% (mesin pressing 22B). Perilaku dari setiap proses pada bulan Februari 2011 dapat dilihat pada gambar 4.2.



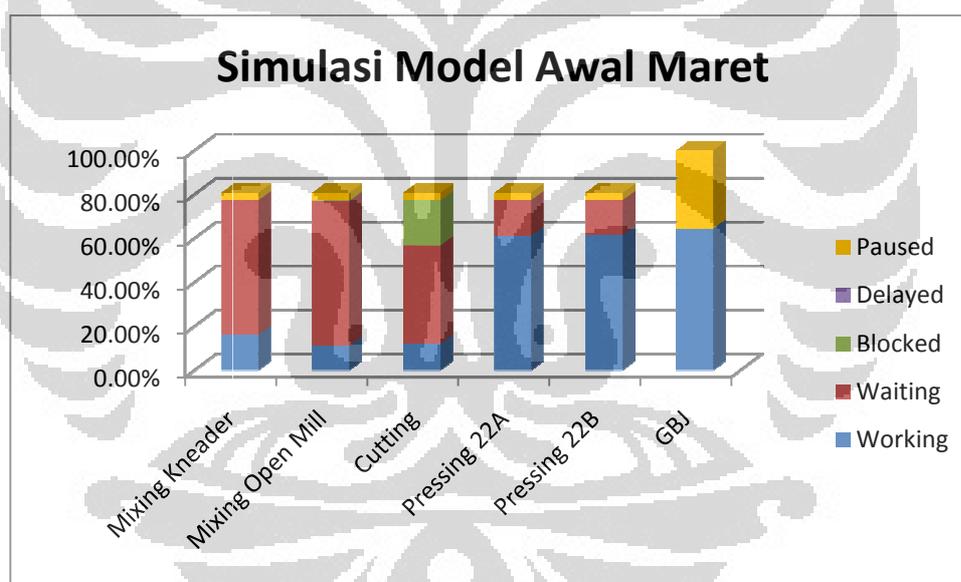
Gambar 4.2 Grafik Perilaku Sistem Bulan Februari 2011

4.1.3 Analisis Model Awal Bulan Maret 2011

Pada bulan Maret 2011 terlihat pada bab sebelumnya *overtime* tidak dilakukan pada tanggal 6 Maret 2011, 19 Maret 2011, 20 Maret 2011, 26 Maret 2011 dan 27 Maret 2011. Selebihnya diluar hari Sabtu dan Minggu tersebut dilakukan *overtime*. Hasil *output* yang dihasilkan melalui simulasi selama bulan Maret 2011 adalah 854.784 unit sementara itu permintaan pada bulan itu adalah 750.000 unit. Sementara itu untuk kondisi nyata yang terjadi di perusahaan *output* yang dihasilkan adalah 734.331 unit.

Pada kondisi nyata perusahaan tersebut terlihat bahwa hasil produksi untuk bulan Maret 2011 tidak terpenuhi karena pada bulan-bulan sebelumnya masih terdapat kelebihan *inventory* sehingga perusahaan tidak mengharuskan pekerja untuk memenuhi target permintaan namun sebaiknya menghabiskan terlebih dahulu *inventory* yang ada. Sementara itu berdasarkan hasil simulasi bahwa permintaan untuk bulan Maret 2011 terpenuhi bahkan menghasilkan kelebihan *inventory*.

Selain itu bila dilihat berdasarkan grafik dari perilaku setiap proses kegiatan produksinya, pada proses pressing terlihat memiliki kapasitas yang cukup besar yakni 61.10% (mesin pressing 22A) dan 61.40% (mesin pressing 22B). Perilaku dari setiap proses pada bulan Maret 2011 dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Perilaku Sistem Bulan Maret 2011

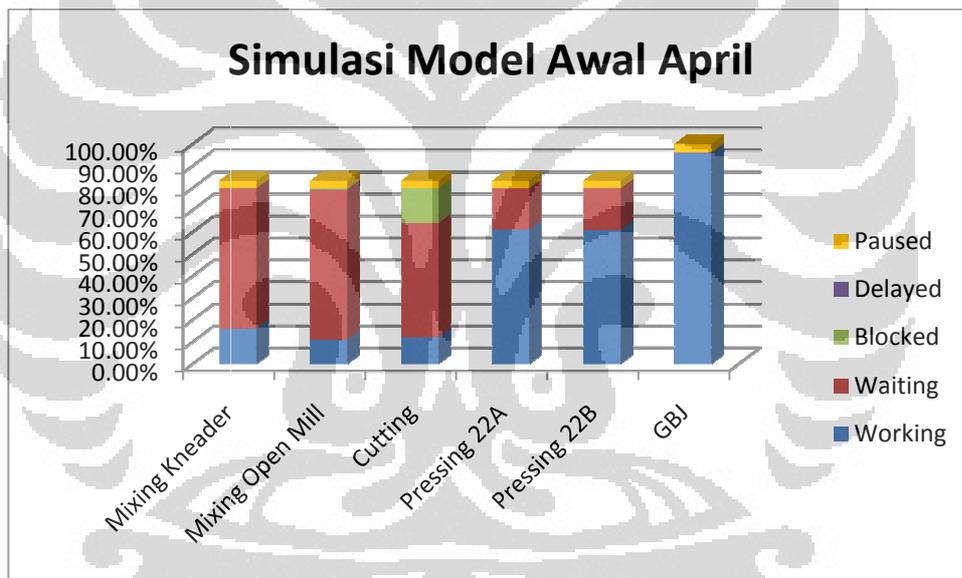
4.1.4 Analisis Model Awal Bulan April 2011

Pada bulan April 2011 terlihat pada bab sebelumnya *overtime* tidak dilakukan pada tanggal 2 April 2011, 3 April 2011, 9 April 2011, 10 April 2011 dan 24 April 2011. Selebihnya diluar hari Sabtu dan Minggu tersebut dilakukan *overtime*. Hasil *output* yang dihasilkan melalui simulasi selama bulan April 2011 adalah 826.560 unit sementara itu permintaan pada bulan itu adalah 850.000 unit.

Sementara itu untuk kondisi nyata yang terjadi di perusahaan *output* yang dihasilkan adalah 850.794 unit.

Dalam hasil simulasi yang dilakukan jumlah *output* yang dihasilkan belum mencukupi kebutuhan permintaan namun bila ditambahkan dengan *inventory* pada bulan-bulan sebelumnya maka permintaan pada bulan ini dapat terpenuhi. Sehingga dapat dikatakan bahwa produksi untuk bulan April 2011 ini terpenuhi.

Selain itu bila dilihat berdasarkan grafik dari perilaku setiap proses kegiatan produksinya, pada proses pressing terlihat memiliki kapasitas yang cukup besar yakni 61.14% (mesin pressing 22A) dan 61.02% (mesin pressing 22B). Perilaku dari setiap proses pada bulan April 2011 dapat dilihat pada gambar 4.4.



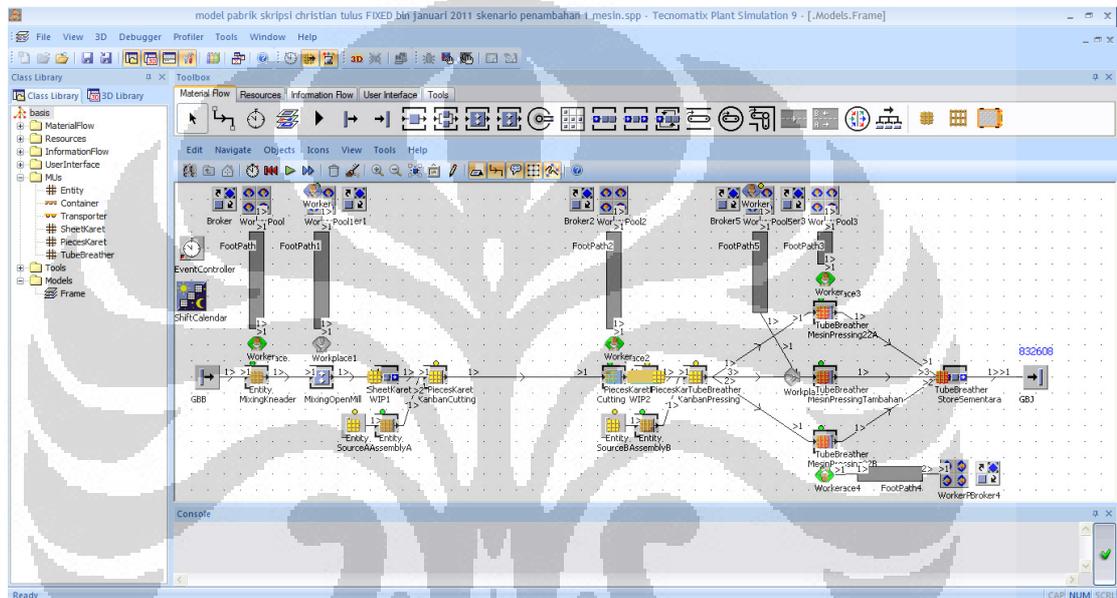
Gambar 4.4 Grafik Perilaku Sistem Bulan April 2011

Tabel 4.1 Rekap Hasil Simulasi Model Awal, Hasil Pada Lapangan Dan Permintaan

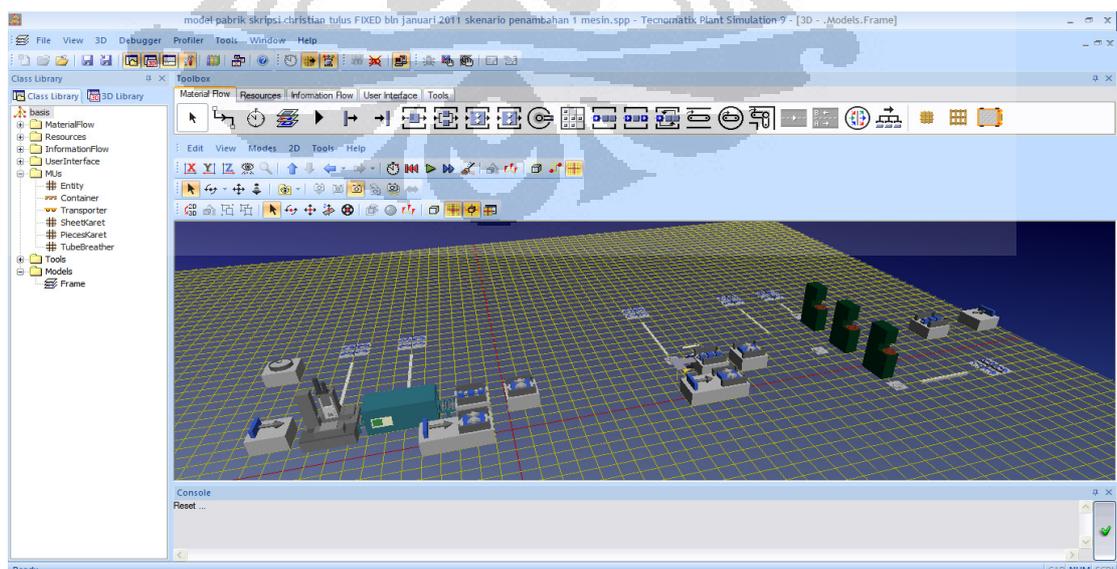
Bulan	Hasil Simulasi	Hasil di lapangan	Permintaan
Januari 2011	721728	617997	600000
Februari 2011	749952	867144	860000
Maret 2011	854784	734331	750000
April 2011	826560	850794	850000

4.2 Analisis Model Skenario

Model skenario yang dibuat berupa hasil penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) pada model simulasi. Jadi pada model simulasi akan terlihat penambahan satu unit mesin press yang jika dilihat pada gambar tampilan dua dimensi akan memiliki nama MesinPressTambah. Di bawah ini merupakan tampilan dari gambar model dua dimensi dan tiga dimensi yang baru setelah dilakukan skenario.



Gambar 4.5 Tampilan Model 2 Dimensi Skenario



Gambar 4.6 Tampilan Model 3 Dimensi Skenario

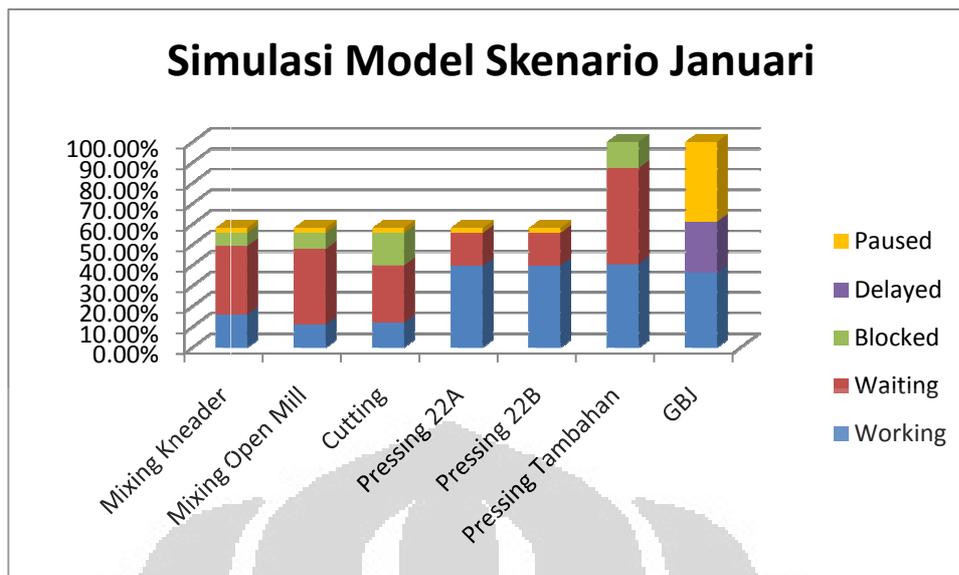
Selain itu skenario juga sekaligus dibuat dengan mengabaikan terjadi kegiatan *overtime* dimana setelah penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) tersebut dianggap bahwa jumlah hasil *output* yang dihasilkan pada *overtime* sebelum dilakukan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) dapat digantikan dengan adanya penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*). Jadi perhitungan hasil skenario ini dengan tidak memakai waktu *overtime*.

4.2.1 Analisis Model Skenario Bulan Januari 2011

Pada bulan Januari 2011 setelah dilakukan skenario terhadap model berupa penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) dengan tidak melakukan *overtime* memperoleh hasil adalah 832.608 unit. Bila dilihat dari hasil sebelum dilakukan skenario hasil pada bulan Januari 2011 adalah 721.728 unit. Dapat terlihat terdapat peningkatan dari hasil produksi yang menggunakan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) dengan selisih 110.880 unit lebih banyak dari yang sebelum skenario.

Hal ini menunjukkan memang terdapat pengaruh ketika dilakukan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) ke dalam sistem yang sudah ada dengan bertambahnya hasil total produksi yang dapat dicapai pada bulan Januari 2011. Namun pada kondisi nyata memang permintaan pada bulan Januari 2011 sebesar 600.000 unit sehingga pada bulan Januari 2011 memang tidak terlalu dibutuhkan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*). Akan tetapi walaupun demikian hal ini menunjukkan ada penambahan hasil produksi ketika ditambahkan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*).

Selain itu bila dilihat berdasarkan grafik dari perilaku setiap proses kegiatan produksinya yang telah dilakukan skenario, maka pada proses pressing terlihat kapasitas mengalami penurunan menjadi 39.62% (mesin pressing 22A), 39.76% (mesin pressing 22B), dan 40.50% (mesin tambahan). Perilaku dari setiap proses yang telah mengalami skenario pada bulan Januari 2011 dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Perilaku Sistem Setelah Skenario Bulan Januari 2011

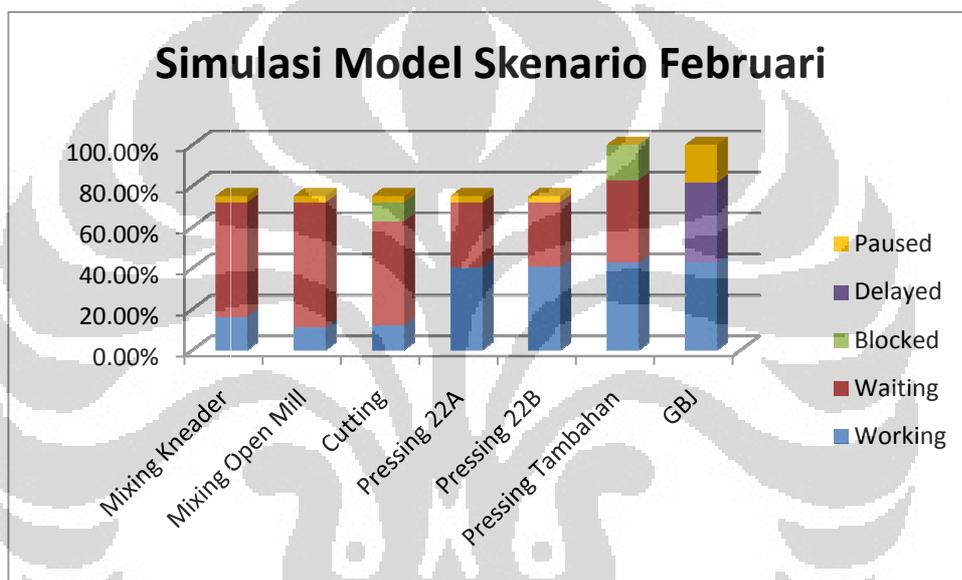
4.2.2 Analisis Model Skenario Bulan Februari 2011

Pada bulan Februari 2011 setelah dilakukan skenario terhadap model berupa penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) dengan tidak melakukan *overtime* memperoleh hasil adalah 772.128 unit. Bila dilihat dari hasil sebelum dilakukan skenario hasil pada bulan Februari 2011 adalah 749.952 unit. Dapat terlihat terdapat peningkatan dari hasil produksi yang menggunakan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) dengan selisih 22.176 unit lebih banyak dari yang sebelum skenario. Hal ini menunjukkan memang terdapat pengaruh ketika dilakukan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) ke dalam sistem yang sudah ada dengan bertambahnya hasil total produksi yang dapat dicapai pada bulan Februari 2011.

Namun pada kondisi nyata permintaan bulan Februari 2011 mengalami peningkatan yang cukup banyak menjadi 860.000 unit. Dikarenakan setelah melakukan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) masih mengalami kekurangan untuk memenuhi permintaan yang ada sehingga untuk bulan Februari 2011 ini memang perlu dilakukan penambahan hari kerja mengingat pada bulan Februari 2011 hanya terdapat 20 hari kerja (dikurangi satu hari kerja dikarenakan pada tanggal 15 Februari 2011 merupakan hari libur nasional). Jadi untuk bulan Februari 2011 memang perlu dilakukan penambahan

satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) dan dengan tambahan hari untuk *overtime*.

Selain itu bila dilihat berdasarkan grafik dari perilaku setiap proses kegiatan produksinya yang telah dilakukan skenario, maka pada proses pressing terlihat kapasitas mengalami penurunan menjadi 40.39% (mesin pressing 22A), 40.47% (mesin pressing 22B), dan 42.42% (mesin tambahan). Perilaku dari setiap proses yang telah mengalami skenario pada bulan Februari 2011 dapat dilihat pada gambar 4.8.



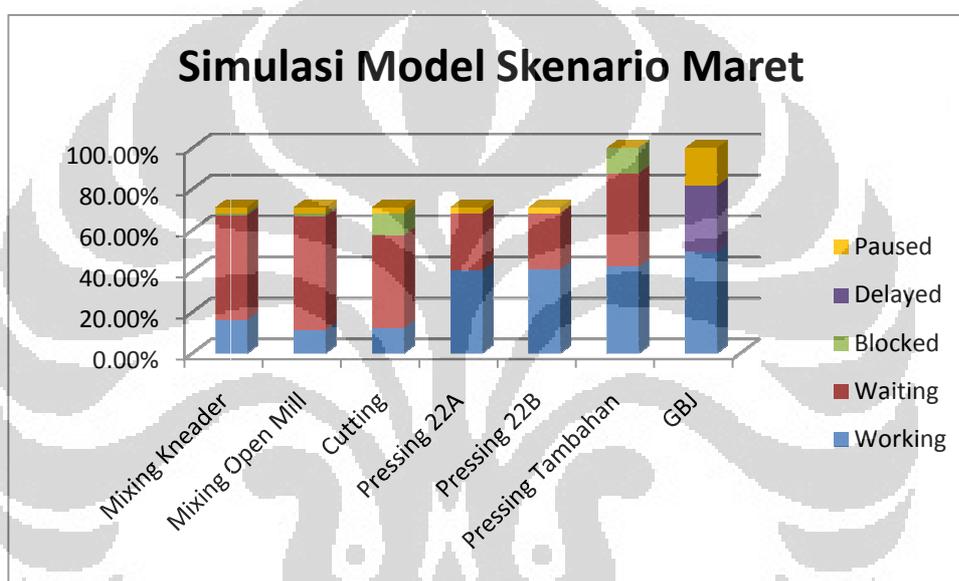
Gambar 4.8 Grafik Perilaku Sistem Setelah Skenario Bulan Februari 2011

4.2.3 Analisis Model Skenario Bulan Maret 2011

Pada bulan Maret 2011 setelah dilakukan skenario terhadap model berupa penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) dengan tidak melakukan *overtime* memperoleh hasil adalah 854.784 unit. Bila dilihat dari hasil sebelum dilakukan skenario hasil pada bulan Maret 2011 adalah 854.784 unit. Dapat terlihat bahwa hasil produksi baik model yang menggunakan skenario maupun model awal memiliki hasil produksi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa ternyata hasil penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) pada skenario ternyata sama dengan hasil produksi yang menggunakan tambahan waktu *overtime*. Dengan kondisi seperti ini tentunya akan sangat menguntungkan

bila diperlukan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) dibandingkan dengan harus melakukan *overtime*.

Selain itu bila dilihat berdasarkan grafik dari perilaku setiap proses kegiatan produksinya yang telah dilakukan skenario, maka pada proses pressing terlihat kapasitas mengalami penurunan menjadi 40.28% (mesin pressing 22A), 40.63% (mesin pressing 22B), dan 41.95% (mesin tambahan). Perilaku dari setiap proses yang telah mengalami skenario pada bulan Maret 2011 dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Perilaku Sistem Setelah Skenario Bulan Maret 2011

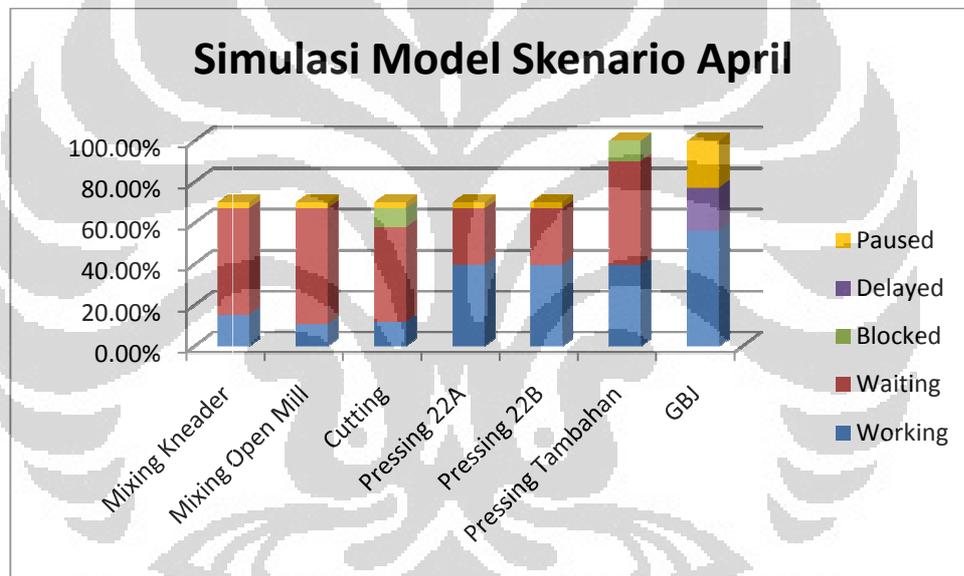
4.2.4 Analisis Model Skenario Bulan April 2011

Pada bulan April 2011 setelah dilakukan skenario terhadap model berupa penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) dengan tidak melakukan *overtime* memperoleh hasil adalah 798.336 unit. Bila dilihat dari hasil sebelum dilakukan skenario hasil pada bulan Maret 2011 adalah 826.560 unit. Dapat terlihat bahwa hasil produksi setelah skenario ternyata mengalami penurunan dari model awal. Selisih yang terjadi adalah hasil model skenario 28.224 lebih sedikit dari model awal.

Hal ini menunjukkan bahwa baik hasil model awal maupun model skenario belum bisa memenuhi permintaan yang harus dipenuhi yakni 850.000 unit. Namun bila kita lihat dari hasil produksi yang terjadi pada model dengan

permintaan pada kondisi nyata hanya berselisih sekitar satu sampai dua hari produksi. Jika hari untuk produksi ditambahkan maka tentunya dapat terpenuhi permintaannya atau bisa juga dilakukan *overtime* untuk menutupi kekurangan permintaan.

Selain itu bila dilihat berdasarkan grafik dari perilaku setiap proses kegiatan produksinya yang telah dilakukan skenario, maka pada proses pressing terlihat kapasitas mengalami penurunan menjadi 39.64% (mesin pressing 22A), 39.45% (mesin pressing 22B), dan 39.55% (mesin tambahan). Perilaku dari setiap proses yang telah mengalami skenario pada bulan April 2011 dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Perilaku Sistem Setelah Skenario Bulan April 2011

Tabel 4.2 Rekap Hasil Simulasi Sebelum Dengan Hasil Simulasi Sesudah

Bulan	Hasil Simulasi Sebelum	Hasil Simulasi Sesudah	Hasil di lapangan	Permintaan
Januari 2011	721728	832608	617997	600000
Februari 2011	749952	772128	867144	860000
Maret 2011	854784	854784	734331	750000
April 2011	826560	798336	850794	850000

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5 Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan terhadap hasil analisis pada bab sebelumnya. Selanjutnya adanya saran-saran untuk penelitian lebih lanjut bagi yang ingin melakukan atau melanjutkan penelitian yang berkaitan dengan simulasi dengan menggunakan *software* ini.

5.1 Kesimpulan

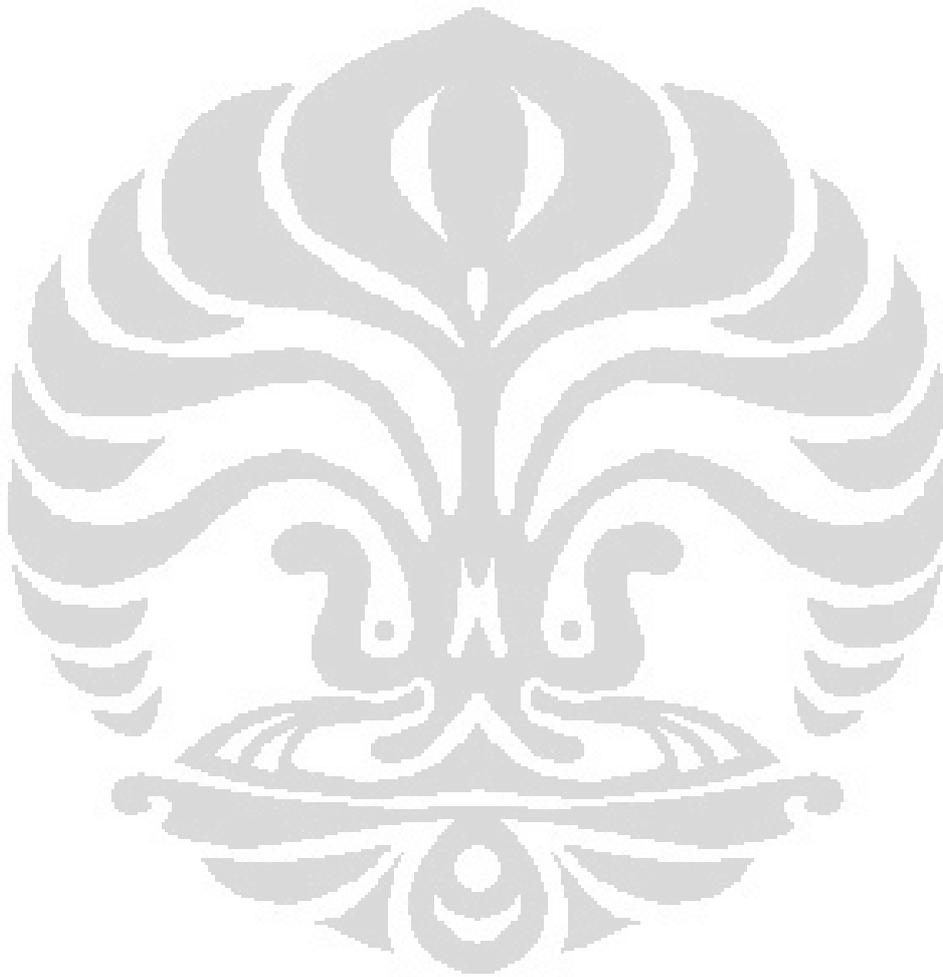
Dari hasil penelitian skripsi “Meningkatkan Total Produksi Pada Produk X Di PT XYZ Dengan Menggunakan Pemodelan Berbasis Objek” ini, dapat diambil kesimpulan bahwa

1. Skenario yang dilakukan dalam pembuatan model simulasi ini adalah berupa melakukan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) serta tidak memberikan alokasi waktu untuk *overtime*
2. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan tersebut, peningkatan hasil produksi dapat tercapai dengan melakukan penambahan satu mesin atau menambah cetakan (*mold*) pada mesin yang lain
3. Dari hasil simulasi juga dapat dilihat bahwa beban kerja dari proses pressing berkurang sekitar 15-20%.

5.2 Saran

Kepada peneliti di masa depan yang akan menggunakan *software* ini sebagai salah satu alat dalam mengerjakan skripsi yang bertemakan simulasi, disarankan untuk memanfaatkan fitur-fitur lain yang terdapat pada *software* tersebut. Misalkan mempelajari cara penggunaan *kanban tools* yang digunakan untuk melakukan simulasi pada perusahaan dengan sistem *kanban*. Hal ini ditujukan agar dapat menghasilkan situasi yang benar-benar menyerupai kondisi nyata pada model yang dibuat. Atau juga menggunakan *tools bottleneck analyzer* yang dapat mengetahui di bagian mana yang merupakan masalah terbesar terjadi

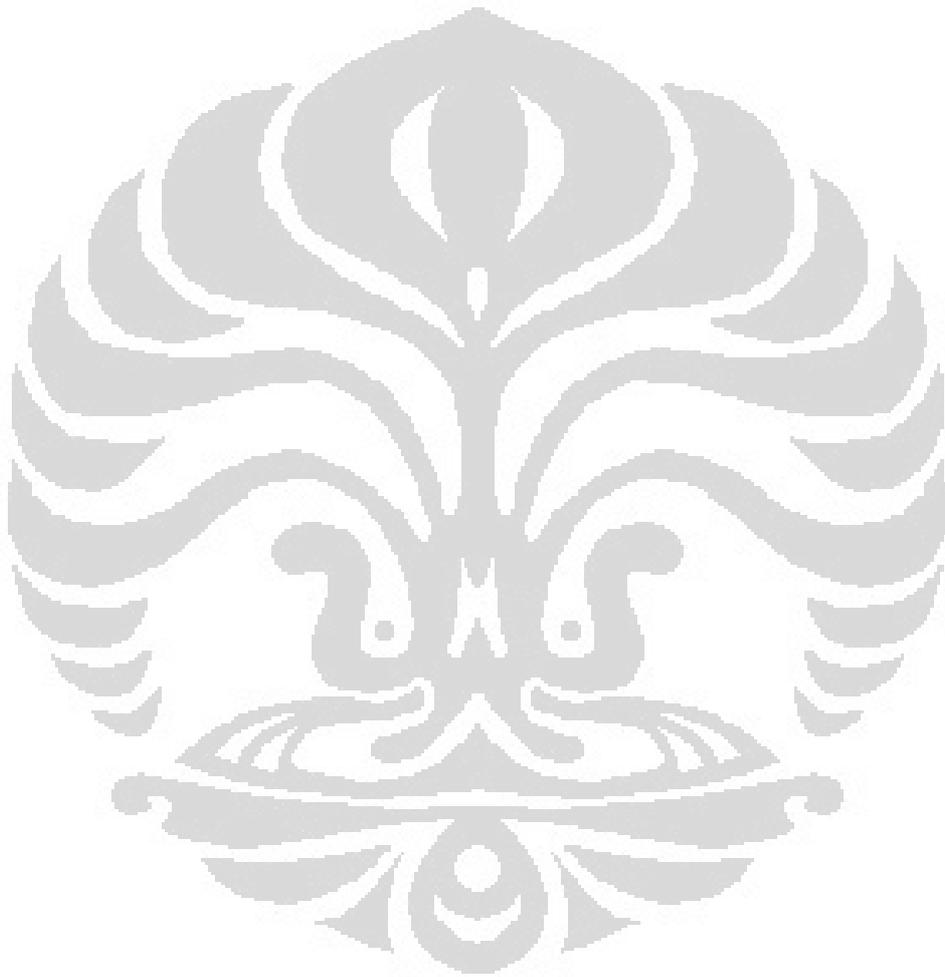
bootleneck tersebut. Semoga penelitian bermanfaat bagi pembacanya dan memberikan pengetahuan serta gambaran mengenai simulasi yang telah dilakukan.



DAFTAR REFERENSI

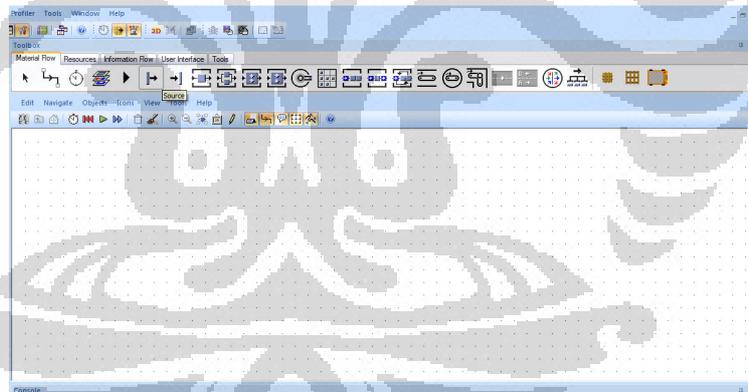
- Balci, O. (1997). *Verification, Validation and Accreditation of Simulation Models*. Paper presented at the meeting of Winter Simulation Conference, Blacksburg, Virginia.
- Bangsow, Steffen. (2010). *Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk Usage and Programming with Examples and Solutions*, ISBN 978-3-642-05073-2. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Cao, X., Day, S., Shah, S.A., & Gee, S.M. (2006). *Discrete Event Simulation in Pharmaceutical Research - A Package Line Model*. Paper presented at the meeting of OR Society Simulation Workshop, Hertfordshire.
- Habchi, Georges, & Berchet, Claire (2003). *A model for manufacturing systems simulation with a control dimension*. Elsevier, 11, 21 – 44.
- Jeffrey A. Joines, Stephen D. Roberts. (1998). *Fundamentals Of Object-Oriented Simulation*. Dalam Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, Department of Industrial Engineering Campus Box 7906 North Carolina State University Raleigh, NC 27695-7906, U.S.A.
- Karacal, S. Cem & Mize, Joe H. (1998). *A formal structure for discrete event simulation*. Part II: Object-oriented software implementation for manufacturing systems. *IIE Transactions*, 30: 3, 217 - 226.
- Mize, Joe H., Bhuskute, Hemant C., Pratt, David B. and Kamath, Manjunath. (1992). *Modeling of integrated manufacturing systems using an object-oriented approach*. *IIE Transactions*, 24: 3, 14 - 26.
- Plant Simulation Basics Student Guide, Version 8.2. PLT 100. *Siemens Manufacturing Process Management Solutions Training Manual 3D*. 2003. Copyright © 2003 by Tecnomatix Technologies GmbH & Co.KG.
- Saeheaw, T., Nivit, C., & Chattinnawat, W. (2009). *Line Balancing in the Hard Disk Drive Process Using Simulation Techniques*. World Academy of Science, Engineering and Technology, 60, 660-664.
- Sabri Pillana, Thomas Fahringer. (2002)/ *Uml Based Modeling Of Performance Oriented Parallel And Distributed Applications*, Dalam Proceedings of the

2002 Winter Simulation Conference, Institute for Software Science
University of Vienna Vienna, A-1090, AUSTRIA, 497 – 505.

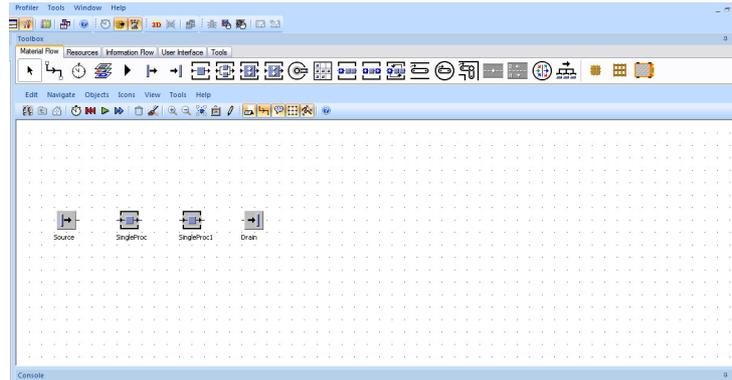


Berikut ini adalah langkah-langkah penggunaan *software plant simulation* untuk membuat model berbasis objek.

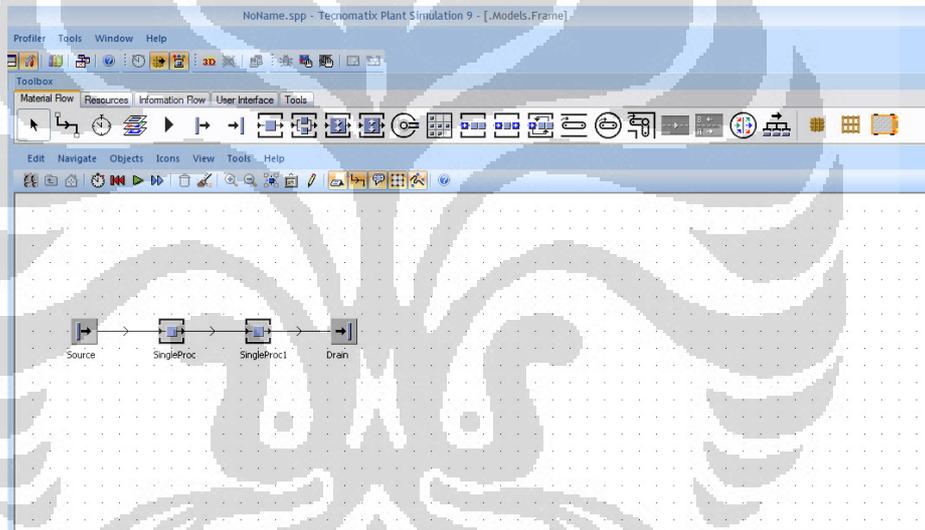
1. Mengumpulkan data-data yang diperlukan seperti data *time study*, data proses, dll
2. Selanjutnya men-*design* model yang akan kita buat umumnya dengan menggunakan *flowchart* karena konsep pada *software* ini juga hampir mirip dengan konsep *flow-based*. Selanjutnya kita perlu identifikasi objek-objek apa saja yang berada dalam sistem ini misalkan *entity*, mesin proses, pekerja, waktu operasional (*shift time*), sumber (awal proses masuk *entity*), tujuan (akhir proses keluar *entity*) dan lain-lainnya yang berkaitan dengan objek
3. Setelah selesai membuat konsepnya itu kemudian kita memulai dalam pengerjaannya ke dalam *software*. Pertama-tama buka *software plant simulation* dengan mengklik Tecnomatix Plant Simulation 9 pada *desktop computer*. Kemudian pilih *create new model*



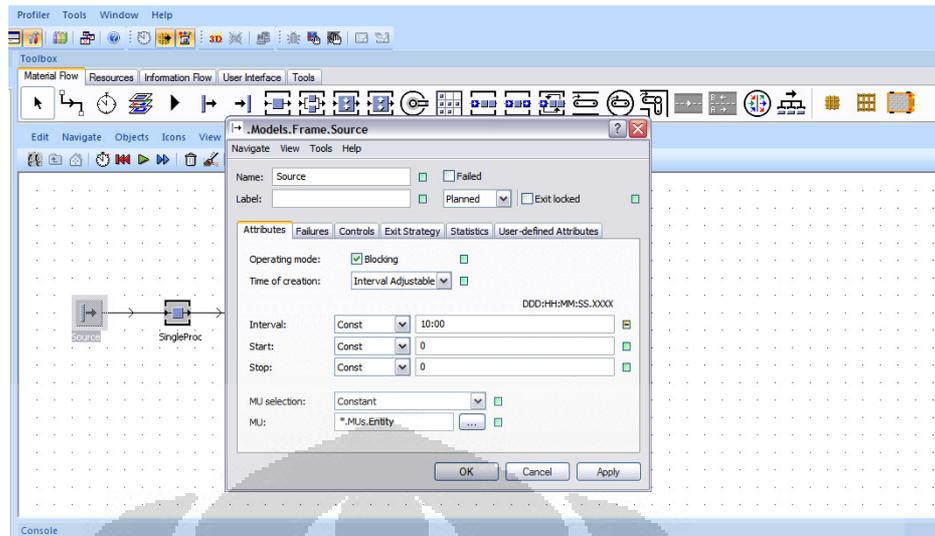
4. Kemudian kita masukkan terlebih dahulu sumber / *source* dari model kita yang menjadi *entity*-nya dan kita akan membuat dua mesin serta tujuan / drain dari model kita seperti pada gambar berikut



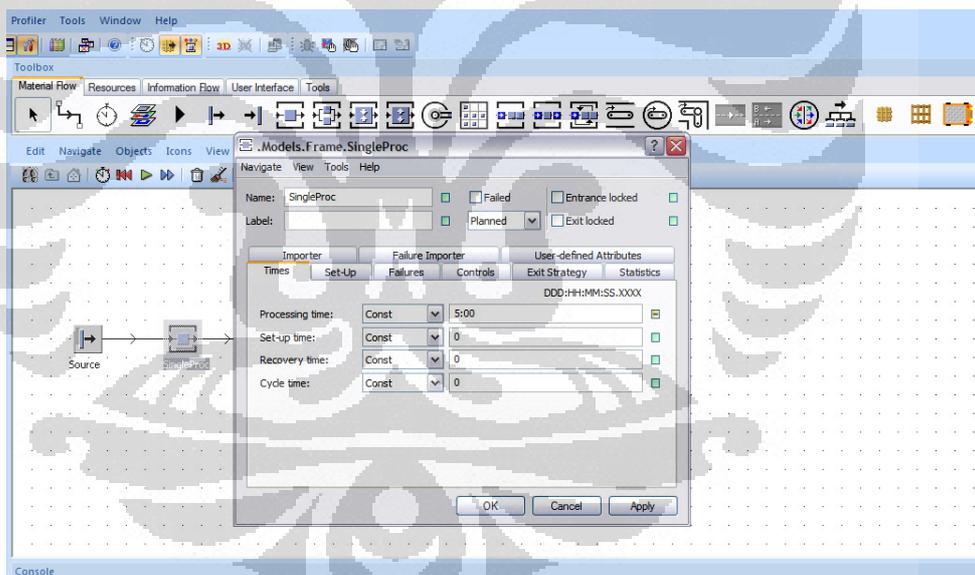
5. Lalu dihubungkan dengan *connector* untuk menghubungkan objek-objek yang sudah kita buat agar bisa terhubung



6. Setelah dihubungkan kita perlu memasukkan waktu (interval atau *processing time*) dari setiap objek yang ada. Pertama-tama masukkan waktu untuk interval dari *source* dengan cara *double* klik terus buka *tab Attributes*. Misalkan kita memasukkan intervalnya sepuluh menit, pada *software* kita masukkan 10:00

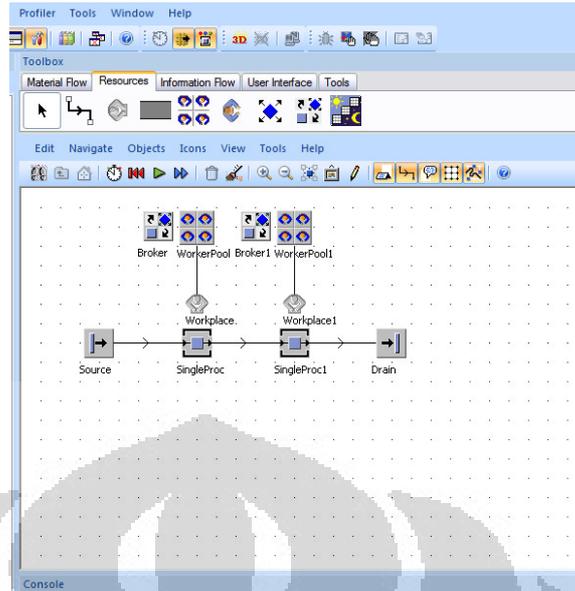


Kemudian masukkan waktu pada singleproc-nya untuk *processing time* misalkan kita masukkan lima menit, pada *software* kita masukkan 5:00

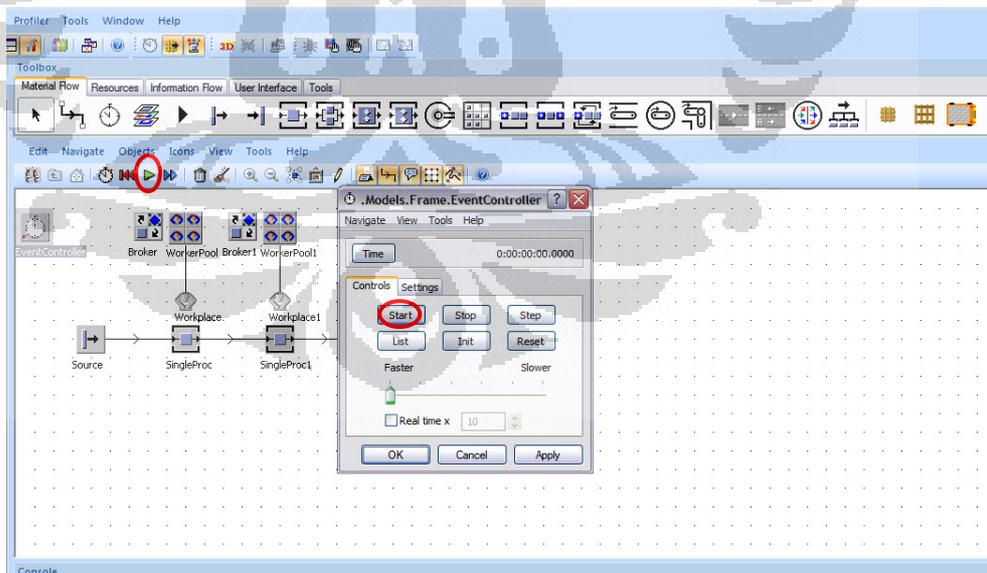


7. Setelah itu kita tambahkan pekerja dengan menambahkan pada *tab Resources* dengan menambahkan Workplace, WorkerPool dan Broker. Kemudian hubungkan dengan *connector* dari WorkerPool ke Workplace

Lampiran A : Penggunaan *Software* (Lanjutan)

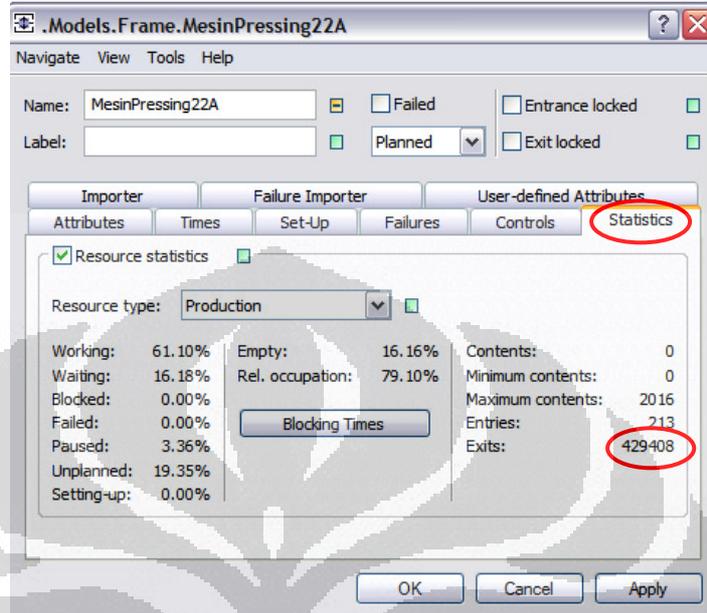


Setelah kita memasukkan untuk ke semua *input* waktunya selanjutnya kita tambahkan *event controller* untuk menjalankan simulasinya kemudian kita *double* klik *event controller*-nya sehingga muncul tampilan seperti berikut ini. Lalu tekan tombol *Start* atau yang bergambar seperti yang ada pada di lingkaran merah

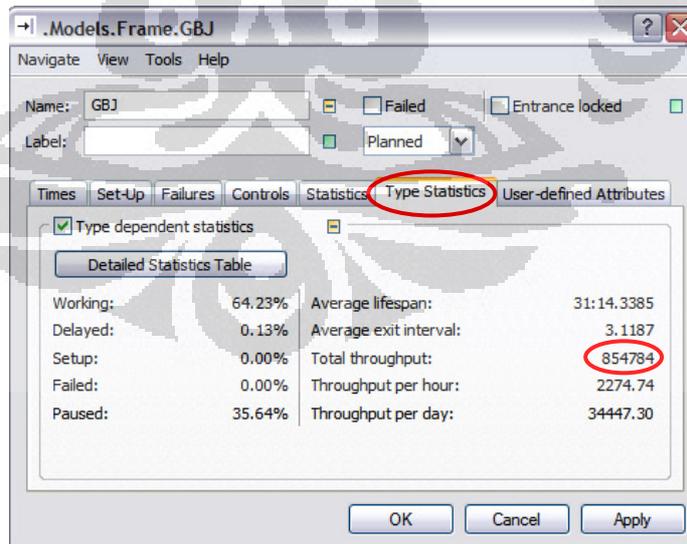


8. Untuk melihat hasil *output* per mesin atau workstation dapat dilihat dengan men-*double* klik bagian mesinnya (umumnya

SingleProc/ParalelProc/AssemblyStation/DismantleStation) kemudian dilihat pada *tab Statistics*



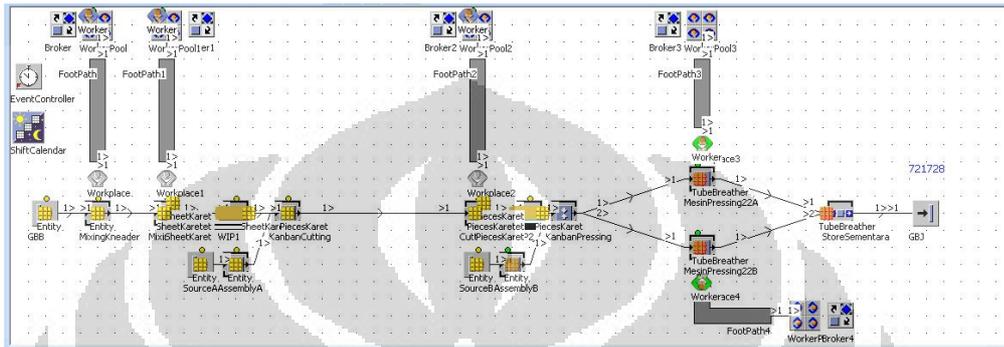
9. Untuk melihat hasil *output* akhir yang diproduksi, dapat dilihat dengan men-*double* klik bagian *Drain* kemudian dilihat pada *tab Type Statistics*



Pengembangan Model Dari 2 Dimensi Menjadi 3 Dimensi.

Cara untuk melakukan proses pengembangan model 2 dimensi menjadi 3 adalah dengan menggunakan model 3 dimensi yang sudah tersedia pada *library plant simulation*. Berikut ini adalah langkah-langkah membuat model 3 dimensi dengan perangkat lunak plant simulation

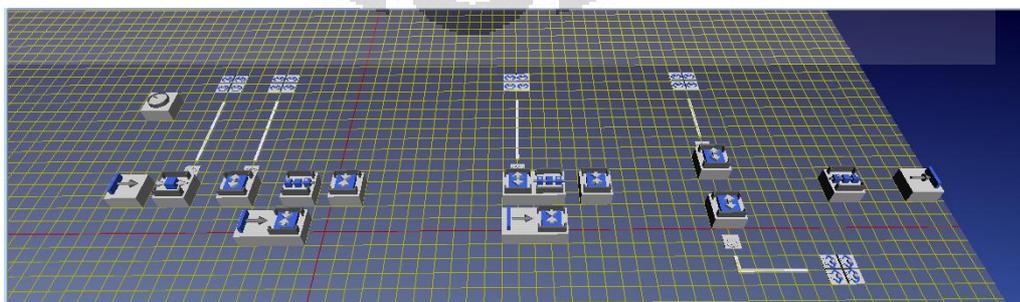
1. Bangun model secara 2 dimensi dengan menggunakan *plant simulation*



2. Setelah model 2 dimensi dibangun, aktifkan 3D dimensi pada perangkat lunak *plant simulation*



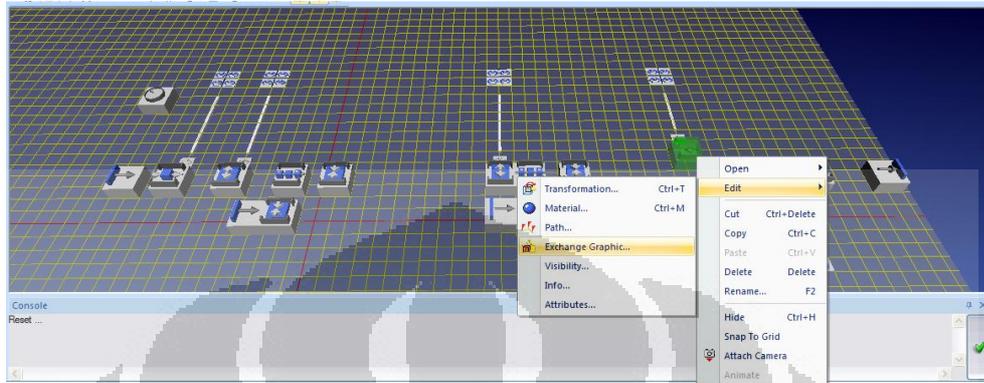
3. Gambar berikut ini adalah tampilan hasil model 3 dimensi dari 2 dimensi yang sudah dibangun



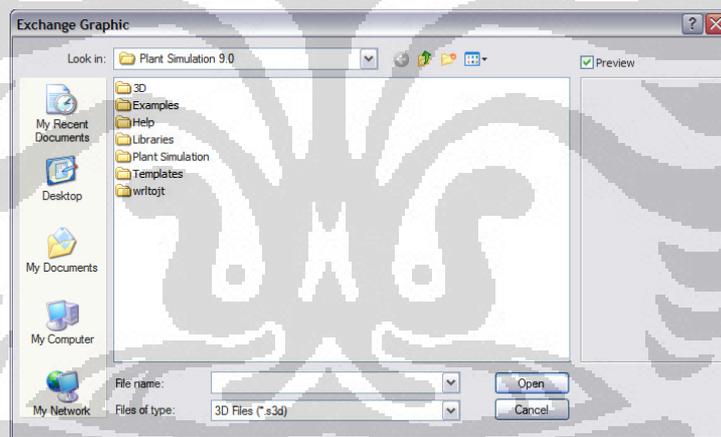
4. Setelah model 3 dimensi selesai dibangun, kita dapat mengganti model 3 dimensi dari yang sudah ada dengan model 3 dimensi dari *plant*

Lampiran B : Membuat Model Tiga Dimensi (Lanjutan)

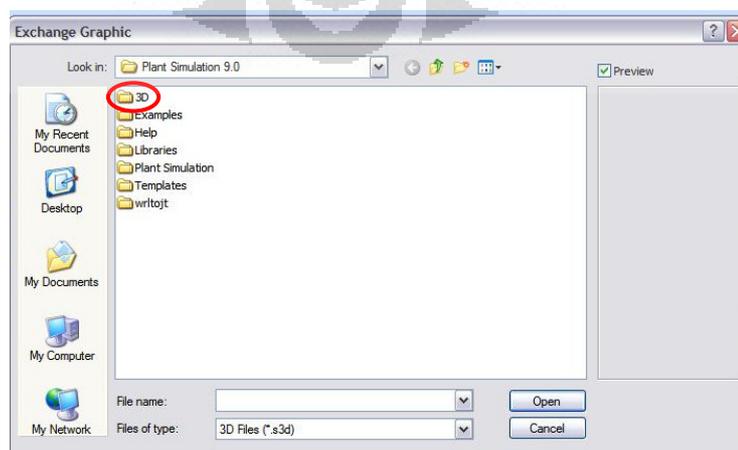
simulation. Caranya dengan mengklik kanan pada gambar yang akan kita ganti. Setelah kita klik kanan pada gambar yang akan kita ganti, maka gambar 3 dimensi awal akan berwarna hijau. Kemudian pilih dan klik *edit* kemudian masuk ke *exchange graphic*.



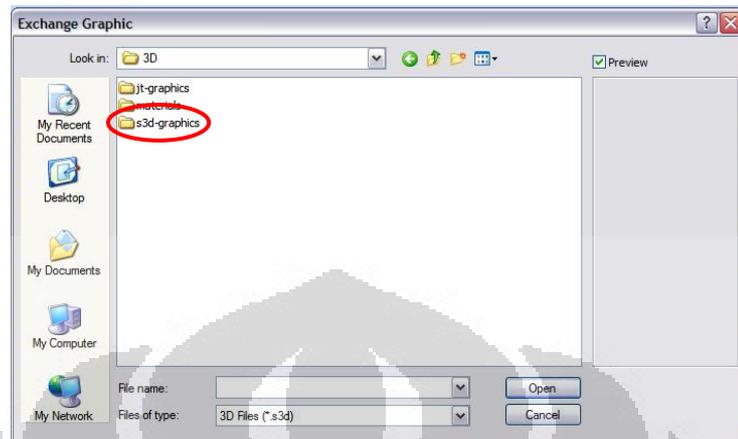
5. Setelah itu akan muncul tampilan *windows explorer* seperti gambar berikut.



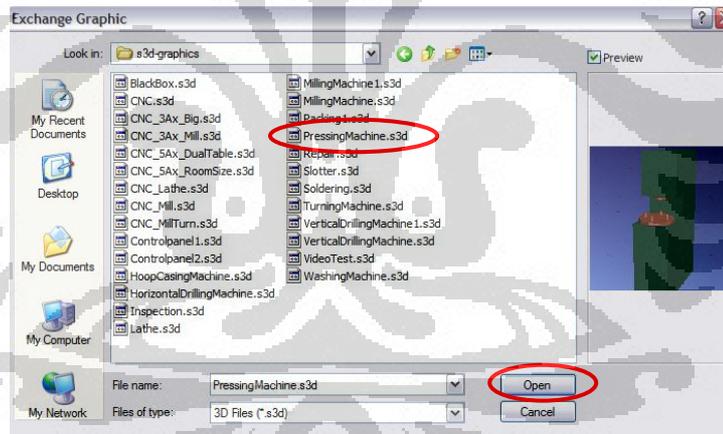
6. Kemudian pilih folder 3D pada *windows explorer*



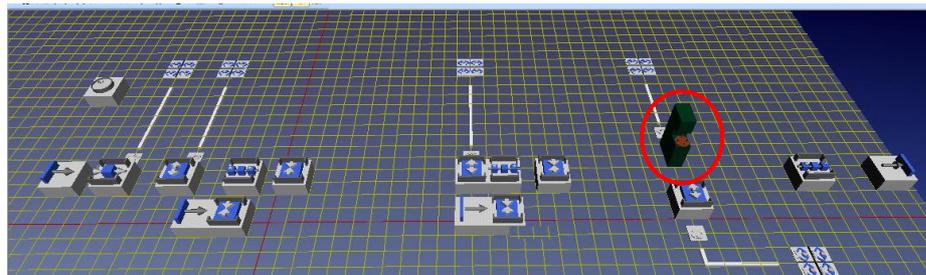
7. Setelah kita membuka folder 3D pada *windows explorer* maka akan muncul *windows explorer* yang baru seperti pada gambar berikut.

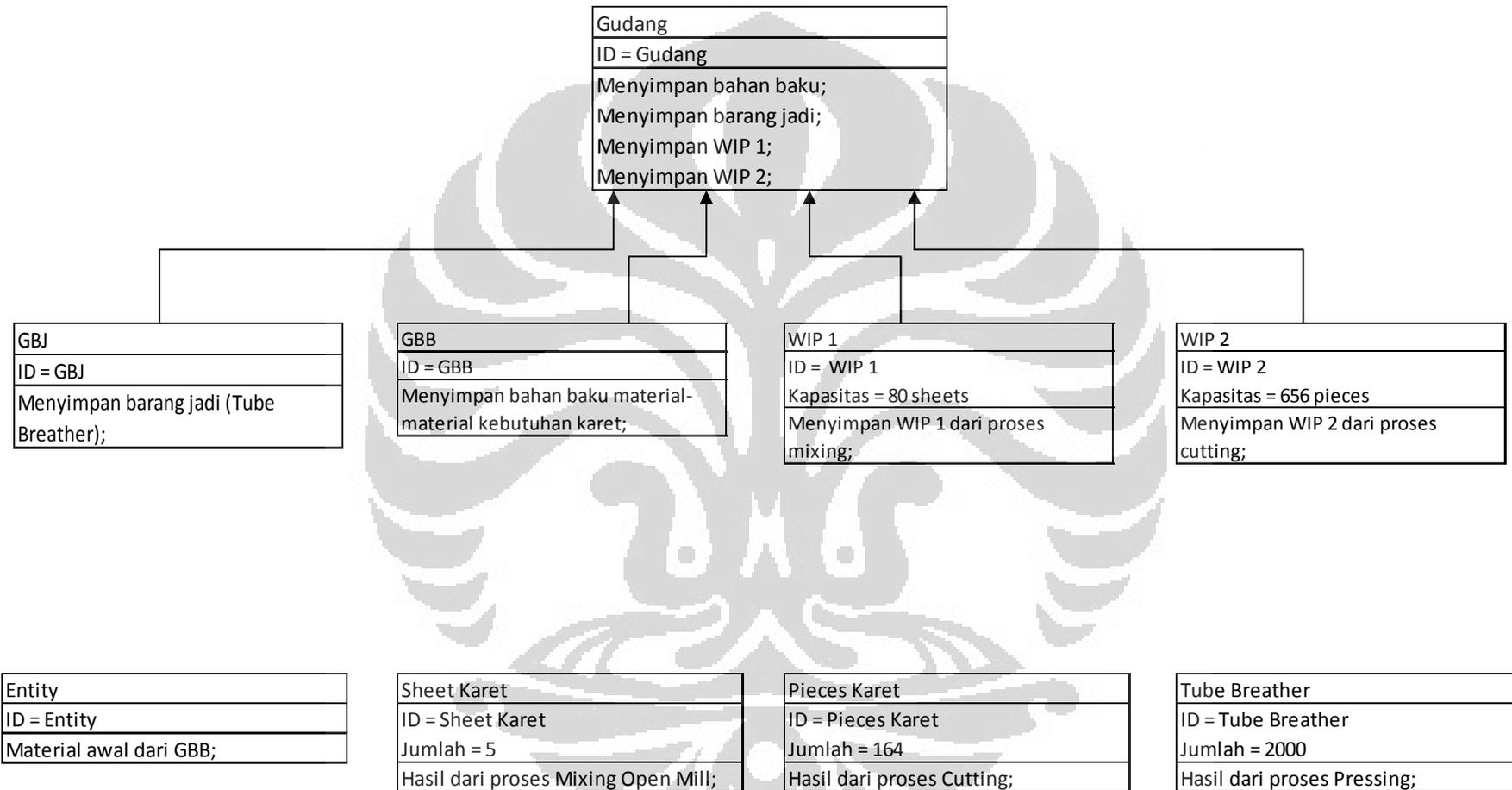


8. Yang harus diperhatikan pada tahap ini adalah format gambar. Format gambar yang akan kita pilih harus berbentuk 3D files (*.s3d). Setelah kita membuka folder s3d-graphics maka akan muncul pilihan seperti gambar berikut.



9. Pilih model 3 dimensi yang diinginkan, misal *PressingMachine*, setelah itu klik open. Kemudian akan muncul gambar 3 dimensi seperti dibawah ini. Selanjutnya lakukan *exchange graphic* untuk semua objek yang diinginkan untuk diubah tampilannya.





Mesin Mixing Kneader
ID = Mixing_Kneader
Mengaduk bahan baku karet ditambahkan dengan obat-obatan dan material lainnya;

Mesin Mixing Open Mill
ID = Mixing_Open_Mill
Mengatur ketebalan karet; Mengatur lebar karet; Memberikan label nama pada karet; Menghasilkan sheet karet sejumlah 5 sheet;

Operator Cutting
ID = Cutting
Memotong sheet karet sesuai ukuran yang diminta sesuai SOP; Menghasilkan pieces karet sejumlah 164 pieces;

Mesin Pressing 22A
ID = Mesin_Pressing22A
Mencetak tube breather; Menghasilkan 2016 hasil output selama 42 cycle;

Mesin Pressing 22B
ID = Mesin_Pressing22B
Mencetak tube breather; Menghasilkan 2016 hasil output selama 42 cycle;

Pekerja x
Jenis Kelamin = Pria Tinggi = 170 cm Berat = 60 kg Memasangkan material ke cetakan; Menggambil material;