

**USULAN MITIGASI RISIKO PADA RANTAI SUPLAI  
TANAH LIAT SUKABUMI DI PT INTI KEMENANGAN JAYA  
DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

**SKRIPSI**

**ANNISA NURAINI TAHIR  
0404070115**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
JULI 2008**

**USULAN MITIGASI RISIKO PADA RANTAI SUPLAI  
TANAH LIAT SUKABUMI DI PT INTI KEMENANGAN JAYA  
DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**ANNISA NURAINI TAHIR  
0404070115**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
JULI 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

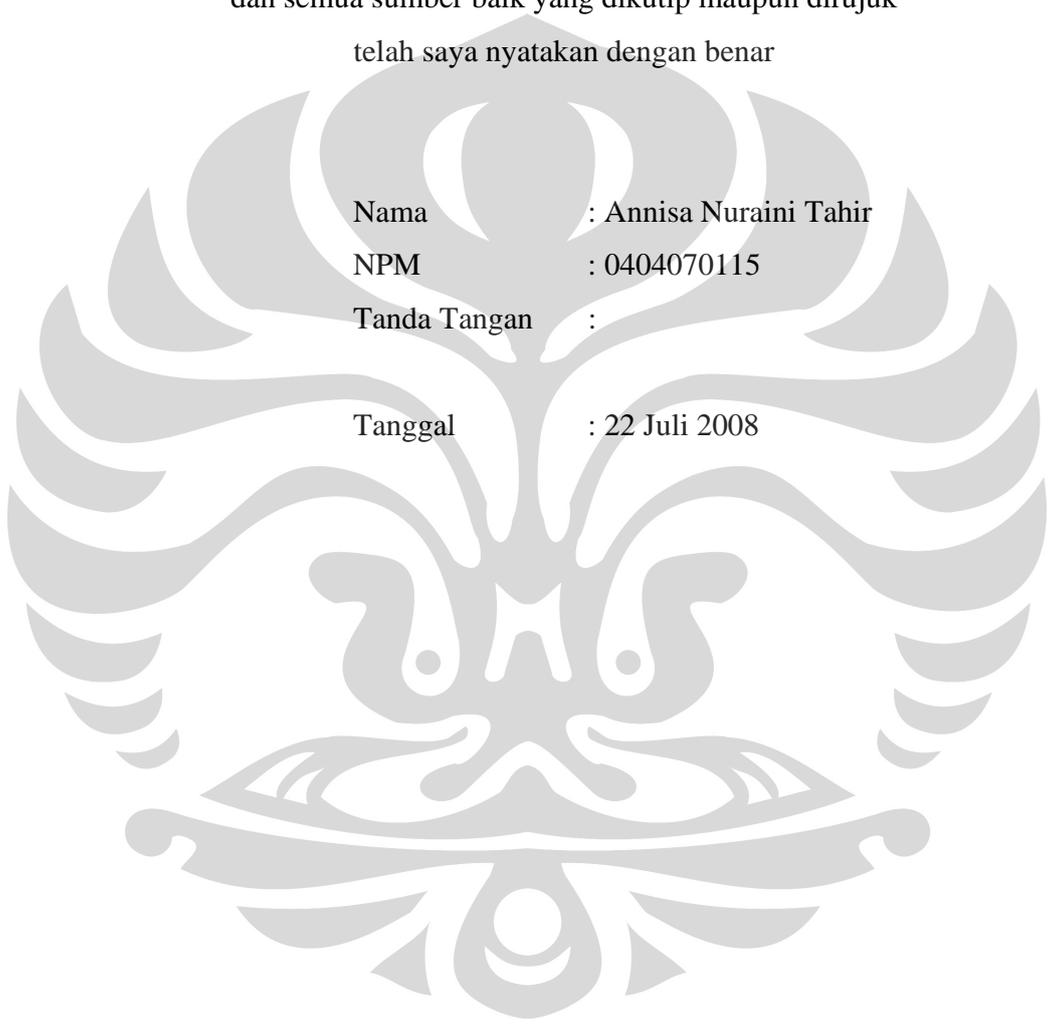
Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Annisa Nuraini Tahir

NPM : 0404070115

Tanda Tangan :

Tanggal : 22 Juli 2008



## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Annisa Nuraini Tahir  
NPM : 0404070115  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Usulan Mitigasi Risiko Pada Rantai Suplai Tanah  
Liat Sukabumi di PT Inti Kemenangan Jaya dengan  
Pendekatan Sistem Dinamis

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

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Boy Nurtjahyo, MSIE ( )  
Penguji : Dr. Ir. Teuku Yuri M. Zagloel, M.EngSc ( )  
Penguji : Armand Omar Moeis, ST, M.Sc ( )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 9 Juli 2008

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

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

Nama : Annisa Nuraini Tahir  
NPM : 0404070115  
Program Studi : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

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

**Usulan Mitigasi Risiko pada Rantai Suplai Tanah Liat Sukabumi di PT Inti  
Kemenangan Jaya dengan Pendekatan Sistem Dinamis**

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 2 Juli 2008  
Yang menyatakan

( Annisa Nuraini Tahir)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang memberikan hidup dan pelajaran berharga. Atas berkat dan rahmat-Nya skripsi ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada perpanjangan tangan Allah yang telah membantu penyusunan skripsi ini, yaitu :

1. Oma, Mama dan Papa, yang tidak henti-hentinya menyemangati, mengomeli, dan menasihati sekaligus memberikan dukungan fasilitas supaya skripsi ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Meiryl, Mbania, Masyan dan Masio, kakak-kakak penulis yang telah memberi dukungan moral, material, serta mengantar dan menjemput Jakarta-Depok.
2. Ir. Boy M. Nurtjahyo, selaku dosen pembimbing penulis.
3. Ir. Agustyan Dungga, yang telah meluangkan waktu, memberikan inspirasi, turut berpikir keras membantu penulis, dan menyediakan data-data yang dibutuhkan.
4. Segenap karyawan, jajaran manajemen dan responden kuesioner di PT IKJ.
5. Ir. Akhmad Hidayatno dan Pak Fajar, yang telah memberikan banyak masukan dan saran ke skripsi ini.
6. D'sempruls : Andika Ratna, Ardiantoro DB, Astri Annisa, Glory Sitorus, Mirza Anandita & Rahmat Azizil. *Thanks a bunch for a wonderful friendship!*
7. Diar Trihastuti, atas ilmu manrisk-nya. M. Arif Rahman, atas bimbingan Powersim. *Makasih banyaaaaakkk!*
8. Asep, Distya, Randy, Gilang, Danu, Gukguk, Rio, Markus, Nadul, Nuri, Ipeh, dan seluruh TI'04 yang tidak bisa disebutkan satu persatu, Bu Har, Mba Anna, Pak Mursyid, Mas Latief, Mas Iwan, dan warga TI & Teknik secara keseluruhan.
9. Teman-teman barista Starbucks Mal Taman Angrek, BNI 46, Kinokuniya Plaza Senayan, dan Grand Indonesia 2. *Thx for the "caffeine" getaways! =)*

Depok, 22 Juli 2008

**Penulis**

## ABSTRAK

Nama : Annisa Nuraini Tahir  
Program studi : Teknik Industri  
Judul : Usulan Mitigasi Risiko pada Rantai Suplai Tanah Liat Sukabumi di  
PT Inti Kemenangan Jaya dengan Pendekatan Sistem Dinamis

Gangguan pada rantai suplai dapat mengurangi pendapatan suatu perusahaan, mengurangi *market share*, meningkatkan biaya, serta mengancam produksi dan distribusi. Oleh karena itu, suatu perusahaan manufaktur perlu memelihara rantai supplainya agar kelangsungan bisnis tetap terjaga dengan mengendalikan risiko pada rantai suplai itu sendiri. Tujuannya adalah bagaimana perusahaan dapat fleksibel dalam menghadapi dinamika rantai suplai. Pemeringkatan risiko yang dilakukan di PT Inti Kemenangan Jaya menghasilkan faktor risiko curah hujan tinggi dan bencana alam sebagai peringkat pertama. Usulan mitigasi risiko dilakukan dengan mengembangkan model sistem dinamis yang mempertimbangkan kedua faktor risiko tersebut. Terdapat 4 strategi mitigasi risiko yang diteliti, yaitu *passive acceptance*, *sourcing mitigation*, *contingent rerouting* dan gabungan antara *sourcing mitigation* dan *contingent rerouting*. Strategi *passive acceptance* terbukti menghabiskan biaya yang paling murah namun paling rentan terkena gangguan. Sebaliknya, strategi gabungan *sourcing mitigation* dan *contingent rerouting* terbukti paling tahan terhadap gangguan namun berbiaya paling mahal. Strategi *sourcing mitigation* sebaiknya dihindari karena ketahanannya yang lebih rendah namun berbiaya lebih mahal dari strategi *sourcing mitigation*. Model ini juga dapat digunakan untuk perusahaan hanya dengan mengganti *input* model yang ada, sehingga diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu perusahaan untuk membuat keputusan yang lebih baik dalam menanggulangi risiko yang ada pada rantai suplai.

Kata kunci: *Supply Risk*, Sistem Dinamis, Manajemen Risiko

## ABSTRACT

Name : Annisa Nuraini Tahir  
Study Program : Industrial Engineering  
Title : Recommendation for Supply Chain Risk Mitigation Plan of  
Sukabumi Clay at PT Inti Kemenangan Jaya Using System  
Dynamics Approach

Supply chain disruption can reduce a firm's revenue, cut market share, inflate costs, and threaten production and distribution. In order to prevent these from happening, it has to protect its supply chain and maintain business continuity by managing supply chain risks. The aim is to make the firm flexible to face the supply chain dynamics. Risk priority done in this paper revealed that the number one risk confronted by PT Inti Kemenangan Jaya is heavy rain and natural disasters. The supply chain risk mitigation plan recommendation is done by developing a system dynamics model that considers those risks. There are 4 risk mitigation strategies studied, which are passive acceptance, sourcing mitigation, contingent rerouting and the combination between sourcing mitigation and contingent rerouting. The simulation revealed that passive acceptance strategy has the lowest cost, but suffers the highest frailty of supply chain disruption. In contrast, the combination between sourcing mitigation and contingent rerouting is the most robust of all, but has the highest cost. Sourcing mitigation strategy is not suggested, since it is less robust than sourcing mitigation, but consumed higher cost. This model can be applied by the firm to make a better decision in managing supply chain risks by modifying the inputs.

Keywords : Supply Risk, System Dynamics, Risk Management

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iv
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Metodologi Penelitian .....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	7
2. DASAR TEORI .....	9
2.1. Manajemen Risiko.....	9
2.1.1. Risiko .....	9
2.1.2. Definisi Manajemen Risiko .....	10

2.1.3. Penilaian Risiko .....	11
2.2. Manajemen Rantai Suplai .....	19
2.2.1. Definisi.....	19
2.2.2. Struktur Rantai Suplai.....	19
2.2.3. Risiko Pada Rantai Suplai.....	21
2.2.4. Mitigasi Risiko Gangguan pada Rantai Suplai .....	23
2.3. Sistem Dinamis .....	27
2.3.1. Mengembangkan Model .....	28
2.3.2. Causal Loop Diagram .....	34
2.3.3. Diagram Alir ( <i>Stock and Flow Diagram</i> ) .....	36
2.3.4. Definisi Permasalahan .....	40
2.3.5. Ruang Lingkup Model.....	40
2.3.6. Variabel dan Referensi Pola.....	41
2.3.7. Desain Model Secara Konseptual .....	42
2.3.8. Formalisasi Model .....	43
2.3.9. Simulasi.....	43
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	46
3.1. Profil Perusahaan .....	46
3.1.1. Sejarah Singkat .....	46
3.1.2. Visi .....	46
3.1.3. Misi .....	46
3.1.4. Nilai-nilai dan Motto.....	46
3.1.5. Struktur Organisasi Perusahaan .....	47
3.1.6. Sistem Manufaktur Perusahaan.....	48

3.1.7. Rantai Suplai Perusahaan.....	49
3.2. Penilaian Risiko .....	51
3.2.1. Identifikasi Risiko .....	51
3.2.2. Pemingkatan Risiko .....	56
3.3. Rencana Mitigasi Risiko .....	62
3.4 Pengembangan Model.....	64
3.4.1. Pengumpulan Data Mental.....	66
3.4.2. Diagram <i>Causal Loop</i> .....	70
3.4.3. Pengumpulan Data Numerik.....	71
3.4.4. Diagram Alir .....	73
3.4.5. Desain <i>User Interface</i> .....	85
3.4.6. Verifikasi dan Validasi Model.....	88
4. ANALISA .....	94
4.1. Skenario 1 .....	94
4.1.1. <i>Input</i> Simulasi Skenario 1 .....	94
4.1.2. Hasil Simulasi Skenario 1 .....	96
4.1.3 Rencana Mitigasi Risiko Skenario 1 .....	99
4.2. Skenario 2 .....	100
4.2.1 <i>Input</i> Simulasi Skenario 2.....	100
4.2.3 Hasil Simulasi .....	101
4.2.3 Rencana Mitigasi Risiko Skenario 2.....	103
4.3. Skenario 3 .....	104
4.3.1 <i>Input</i> Simulasi Skenario 3.....	104
4.3.2 Hasil Simulasi .....	105

4.3.3. Rencana Mitigasi Risiko Skenario 3 .....	107
4.4 Skenario 4 .....	108
4.4.1 <i>Input</i> Simulasi Skenario 4 .....	108
4.4.2 Hasil Simulasi Skenario 4 .....	109
4.4.3. Rencana Mitigasi Risiko Skenario 4 .....	110
5. KESIMPULAN .....	112
DAFTAR REFERENSI .....	113



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
Gambar 1.2. Diagram Alir Metodologi “Usulan Mitigasi Risiko Pada Rantai Suplai Tanah Liat Sukabumi di PT Inti Kemenangan Jaya dengan Pendekatan Sistem Dinamis” .....	7
Gambar 2.1. Proses Pembentukan FMEA .....	13
Gambar 2.2. Contoh FMEA.....	14
Gambar 2.3. Contoh Struktur Rantai Suplai pada Pabrik Manufaktur .....	21
Gambar 2.4. Ketidakpastian dan Risiko.....	22
Gambar 2.5. Proses Sistem Dinamis.....	29
Gambar 2.6. Cara Penulisan <i>Causal loop diagram</i> .....	35
Gambar 2.7. Polaritas Hubungan .....	36
Gambar 2.8. Cara Penulisan Diagram Alir .....	37
Gambar 2.9. Analogi Hidrolik .....	38
Gambar 2.10. Empat Representasi Struktur Diagram Alir .....	39
Gambar 2.11. Diagram Batasan Model.....	41
Gambar 3.1. Proses Bisnis PT IKJ.....	49
Gambar 3.2. Ruang Lingkup Kerja Divisi SCM di PT IKJ .....	50
Gambar 3.3. Risiko Curah Hujan.....	66
Gambar 3.4. Risiko Bencana Alam.....	68
Gambar 3.5. Diagram Causal Loop .....	70
Gambar 3.6. Hasil ID Plot pada Data Pemakaian Tanah Liat Sukabumi .....	72
Gambar 3.7. Hasil Uji Normalitas Data Pemakaian Tanah Liat Sukabumi.....	73
Gambar 3.8. Variabel Jumlah Order <i>Supplier</i> U.....	75
Gambar 3.9. Variabel Jumlah Order <i>Supplier</i> R.....	76
Gambar 3.10. Variabel Order Fleksibel .....	76
Gambar 3.11. Variabel Biaya.....	79
Gambar 3.12. Model Secara Keseluruhan .....	82
Gambar 3.13. User Interface Input.....	86

Gambar 3.14. User Interface Output.....	83
Gambar 3.15. Keadaan Inventori pada Keadaan Ekstrim.....	91
Gambar 4.1. Input Simulasi Skenario 1 .....	95
Gambar 4.2. Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 1 .....	97
Gambar 4.3. Tiga Fase Pada Inventori Skenario 1 .....	98
Gambar 4.4. Biaya Pemesanan Per Hari Hasil Simulasi Skenario 1 .....	98
Gambar 4.5. Input Simulasi Skenario 2 .....	100
Gambar 4.6. Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 2 .....	101
Gambar 4.7. Tiga Fase Pada Inventori Skenario 2 .....	102
Gambar 4.8. Biaya Pemesanan Per Hari Hasil Simulasi Skenario 2 .....	103
Gambar 4.9. Input Simulasi Skenario 3 .....	104
Gambar 4.10. Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 3 .....	105
Gambar 4.11. Tiga Fase Pada Inventori Skenario 3 .....	106
Gambar 4.12. Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 3 .....	107
Gambar 4.13. Input Simulasi Skenario 4 .....	109
Gambar 4.14. Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 4 .....	109
Gambar 4.15. Tiga Fase Pada Inventori Skenario 4 .....	110

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Definisi Manajemen Risiko dan Tahapan-tahapannya.....	10
Tabel 2.2. Acuan Desain Penilaian Kolom Frekuensi, Tingkat Keparahan, dan Kemudahan Deteksi. ....	15
Tabel 2.3. Contoh Penilaian Frekuensi Dengan Penelitian.....	15
Tabel 2.4. Contoh Penilaian Tingkat Keparahan Dengan Penelitian.....	17
Tabel 2.5. Contoh Penilaian Tingkat Deteksi Dengan Penelitian.....	18
Tabel 2.6. Tipe Risiko yang Ada pada Perusahaan.....	23
Tabel 2.7. Taktik untuk Mengurangi Risiko Gangguan Rantai Suplai.....	24
Tabel 2.8. Strategi <i>Sourcing</i> Optimal pada Perusahaan.....	26
Tabel 2.9. Strategi Mitigasi Risiko yang Optimal .....	26
Tabel 3.1. Jam Kerja Karyawan Kantor.....	47
Tabel 3.2. Jam Kerja Karyawan Produksi.....	48
Tabel 3.3. Hasil Identifikasi Risiko .....	52
Tabel 3.4. Level dan Definisi Tingkat Keparahan.....	57
Tabel 3.5. Level dan Definisi Frekuensi.....	57
Tabel 3.6. Level dan Definisi Tingkat Deteksi .....	58
Tabel 3.7. Rekapitulasi Perhitungan Faktor Risiko .....	59
Tabel 3.8. Pemeringkatan Resiko Berdasarkan Skor.....	62
Tabel 3.9. Alasan Ketidakcocokan Rencana Kontingensi Operasional.....	63
Tabel 3.10. Risiko Curah Hujan .....	67
Tabel 3.11. Risiko Bencana Alam .....	69
Tabel 3.12. Variabel-variabel Jumlah Order Fleksibel .....	77
Tabel 3.13. Variabel-variabel Biaya .....	80
Tabel 3.14. Variabel-variabel Model .....	83
Tabel 3.15. Keadaan Inventori pada Keadaan Ekstrim.....	92
Tabel 4.1. Input Faktor Risiko Curah Hujan Skenario 1 .....	95
Tabel 4.2. Alternatif Strategi Passive Acceptance.....	99

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Prinsip kegiatan manufaktur secara sederhana adalah mengenakan proses pada suatu benda agar benda tersebut bertambah nilainya. Oleh karena itu, ketergantungan manufaktur pada bahan baku amat besar. Karena dengan tidak adanya bahan baku, maka kegiatan manufaktur yang paling prinsipil tidak akan bisa dilakukan. Namun, tidak hanya arus barang masuk yang penting, namun juga arus barang keluar. Bahan baku yang telah ditambah nilainya pada dasarnya adalah untuk konsumsi. Jika arus keluar produk untuk konsumsi tidak lancar, maka perusahaan tersebut dapat mengalami kerugian yang besar. Arus keluar dan masuk barang, termasuk aliran barang di dalam perusahaan itu sendiri, menjadi sebuah rantai suplai yang senantiasa harus dipelihara.

Gangguan pada rantai suplai dapat mengurangi pendapatan suatu perusahaan, mengurangi *market share*, meningkatkan biaya, serta mengancam produksi dan distribusi. Bahkan, penelitian menyatakan bahwa lebih dari 600 eksekutif perusahaan menyatakan bahwa risiko pada rantai suplai memiliki potensi terbesar untuk mengurangi pendapatan perusahaan (Bosman, 2006). Oleh karena itu, suatu perusahaan manufaktur perlu memelihara rantai suplainya agar kelangsungan bisnis tetap terjaga. Tentunya, perusahaan manufaktur sangat bergantung pada bahan baku untuk produknya, dan sampainya produk mereka ke tangan konsumen.

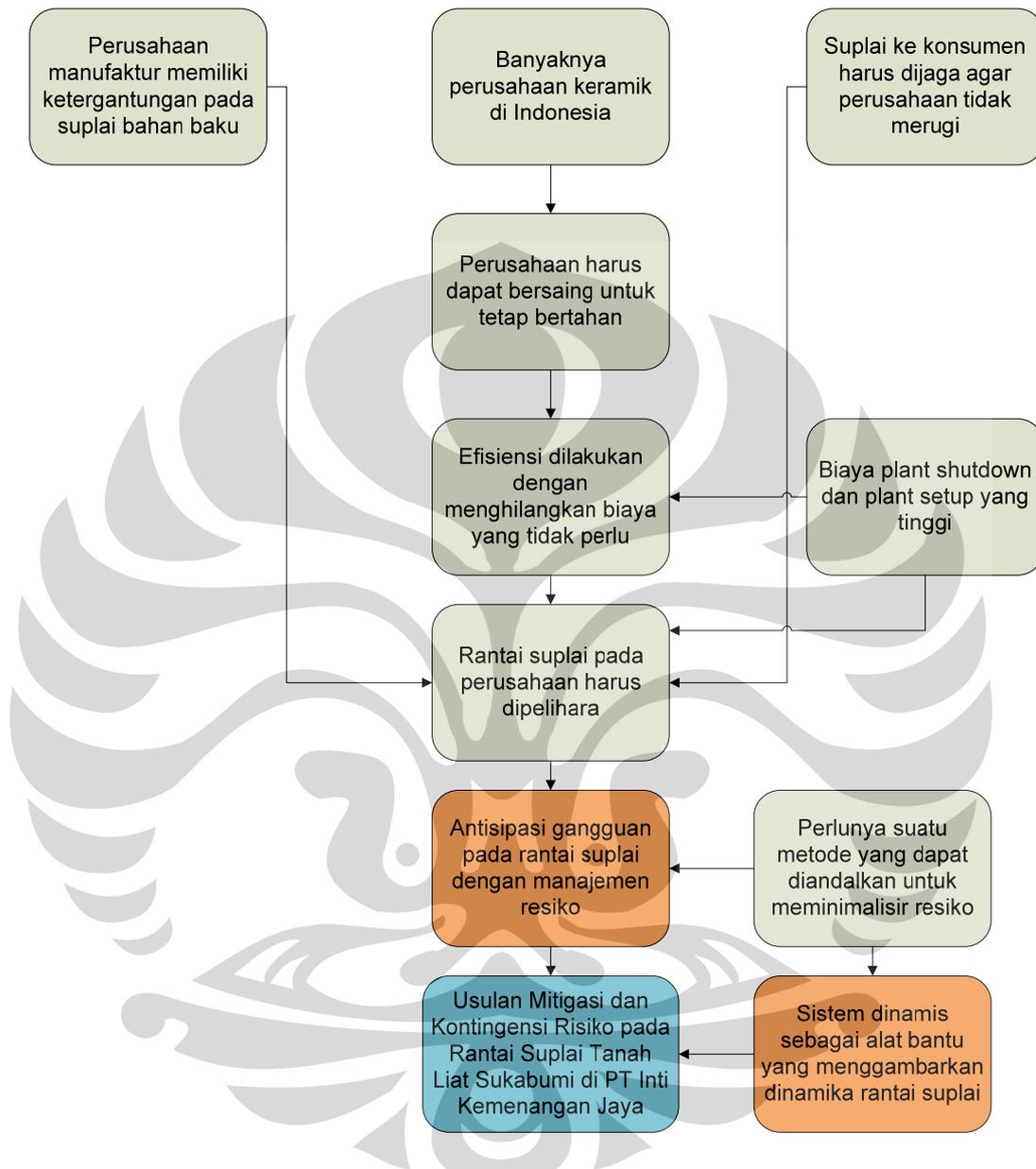
PT Inti Kemenangan Jaya merupakan produsen keramik dengan *sales turnover* lebih dari Rp 100 milyar per tahun. Risiko gangguan pada rantai suplai pada perusahaan ini dapat berakibat pada banyak hal, salah satunya adalah terhentinya kegiatan produksi. Karena proses produksi yang berjalan kontinyu, maka biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan akibat *plant shut down* dan *plant start-up* sangat tinggi. Untuk itu, gangguan pada kelangsungan produksi yang diakibatkan oleh rantai suplai harus dihindari.

Cara yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi gangguan pada rantai suplai adalah dengan mengendalikan risiko pada rantai suplai itu sendiri. Caranya ialah dengan memahami risiko yang ada pada rantai suplai perusahaan, mengidentifikasi titik-titik yang memiliki potensial untuk mengganggu rantai suplai, dan mengambil langkah-langkah yang tepat untuk meminimalisir risiko terjadinya gangguan tersebut (Bosman, 2006). Tomlin (2006) mendeskripsikan upaya meminimalisir risiko pada rantai suplai. Taktik mitigasi risiko ini terbagi dalam 3 bagian, yaitu mitigasi finansial, operasional, dan kontingensi operasional. Masing-masing taktik

Pengambilan langkah yang tepat untuk meminimalisir risiko inilah yang memegang peranan penting dalam upaya mitigasi dan kontingensi risiko. Tujuannya adalah bagaimana perusahaan dapat fleksibel dalam menghadapi dinamika rantai suplai. Untuk memberi gambaran terdekat pada dinamika rantai suplai ini, digunakan pendekatan sistem dinamis. Sistem dinamis dapat membantu mempelajari kompleksitas dari sebuah dinamika, mengerti sumber resistensi kebijakan, dan mendesain kebijakan yang lebih efektif (Stermann, 2000).

Pembuatan skripsi ini diharapkan dapat memberi masukan kepada PT Inti Kemenangan Jaya untuk mengembangkan strategi terbaik sekaligus paling efisien secara biaya dalam manajemen risiko rantai suplai.

## 1.2. Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.1. Diagram Keterkaitan Masalah

## 1.3. Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah risiko yang ada pada rantai suplai di PT Inti Kemenangan Jaya dan bagaimana memitigasinya. Mitigasi risiko dilakukan dengan memodelkan dinamika pengaruh risiko pada rantai

suplai. Hal ini dimaksudkan untuk memberi usulan bagi perusahaan tentang rencana mitigasi risiko tersebut.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang akan dicapai pada penyusunan skripsi ini adalah untuk memberikan usulan pada perusahaan untuk manajemen risiko pada rantai suplai.

#### **1.5. Batasan Masalah**

Untuk mendapatkan hasil yang komprehensif, penelitian ini dibatasi oleh hal-hal berikut :

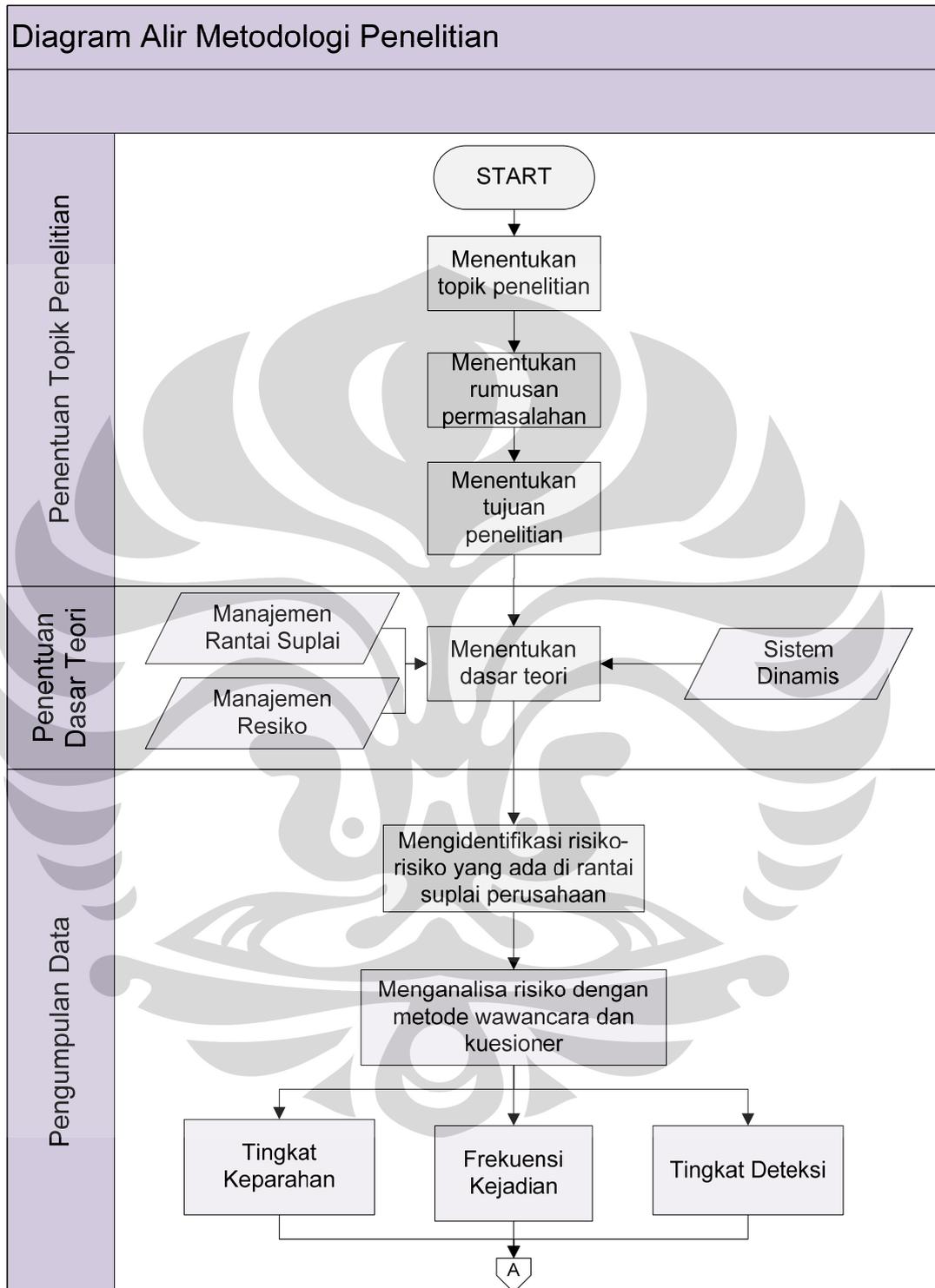
1. Penelitian ini dilakukan di pabrik keramik PT Inti Kemenangan Jaya *plant 1*.
2. Rantai suplai dibatasi pada suplai bahan baku produksi ubin keramik 40x40 cm, yaitu aliran barang dari *supplier* sampai pabrik. Penelitian ini tidak membahas suplai barang jadi dan suplai bahan pembantu produksi.
3. Penelitian dilakukan dari tahap identifikasi sampai rencana mitigasi risiko.
4. Risiko yang akan dimodelkan dibatasi pada *item* risiko yang memiliki prioritas paling tinggi.
5. Pemodelan menggunakan bantuan perangkat lunak Powersim Studio 2005.

#### **1.6. Metodologi Penelitian**

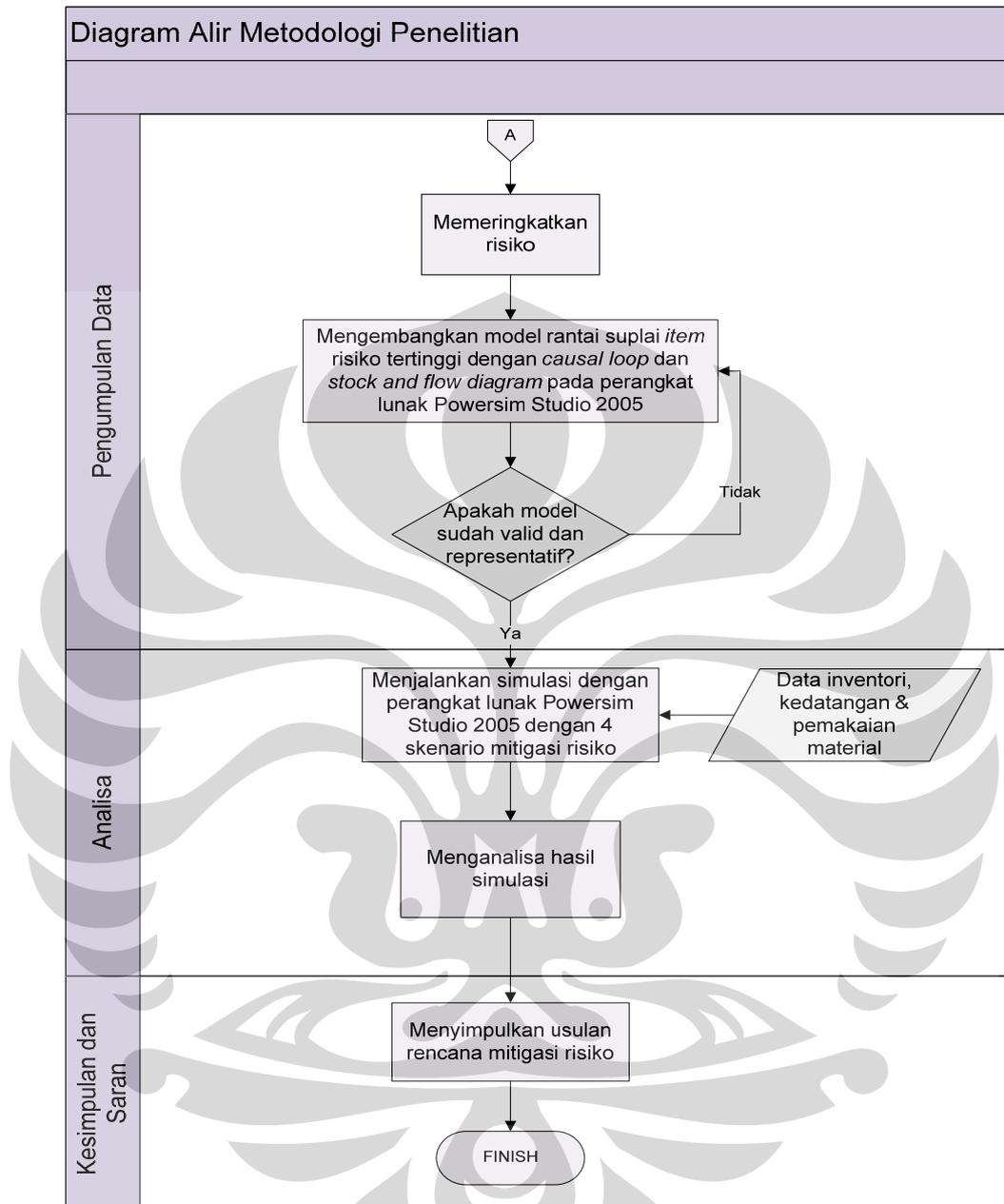
Metodologi yang menggambarkan langkah-langkah untuk melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penentuan pokok permasalahan yang akan menjadi topik penelitian.
2. Penentuan tujuan penelitian.
3. Penentuan sekaligus pembelajaran dasar teori penelitian. Dasar teori yang digunakan pada penelitian ini adalah manajemen risiko untuk tahap identifikasi dan analisa risiko, manajemen rantai suplai untuk memahami struktur dan signifikansi rantai suplai, manajemen risiko untuk rantai suplai sebagai benang merah dari kedua topik sebelumnya dan untuk tahap rencana mitigasi risiko, serta sistem dinamis untuk memodelkan risiko.

4. Mengidentifikasi risiko pada rantai suplai perusahaan. Sebelumnya, penulis mengacu pada literatur tentang risiko-risiko umum yang ada pada rantai suplai sebagai dasar identifikasi. Untuk mengidentifikasi risiko yang hanya terjadi pada perusahaan, penulis mengidentifikasi dengan metode wawancara.
  5. Menganalisa risiko yang ada pada perusahaan. Metode yang dilakukan adalah dengan wawancara dan kuesioner. Adapun hasil dari tahap analisa risiko ini adalah sebagai berikut.
    - a. Tingkat keparahan yang ditimbulkan dari *item* risiko jika terjadi.
    - b. Frekuensi kejadian risiko sebelumnya.
    - c. Tingkat deteksi perusahaan terhadap risiko tersebut.
  6. Memeringkatkan risiko dengan *Risk Priority Number* (RPN).
  7. Mengembangkan model rantai suplai *item* risiko dengan RPN tertinggi. Pengembangan model ini didasarkan pada:
    - a. *Causal loop diagram*.
    - b. *Stock and flow diagram*.
  8. Verifikasi dan validasi model. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa model yang telah dikembangkan menggambarkan keadaan sebenarnya dan tujuan pembuatan model telah tercapai.
  9. Menjalankan simulasi dengan perangkat lunak Powersim Studio 2005. Simulasi dilakukan dengan 4 skenario mitigasi risiko. Empat skenario ini didapatkan dari studi literatur.
  10. Menganalisa hasil simulasi yang berupa data numerik dan grafik.
  11. Menyimpulkan usulan rencana mitigasi risiko.
- Metodologi penelitian digambarkan dengan diagram alir sebagai berikut.



**Gambar 1.2.** Diagram Alir Metodologi “Usulan Mitigasi Risiko Pada Rantai Suplai Tanah Liat Sukabumi di PT Inti Kemenangan Jaya dengan Pendekatan Sistem Dinamis”



**Gambar 1.3.** Diagram Alir Metodologi “Usulan Mitigasi Risiko Pada Rantai Suplai Tanah Liat Sukabumi di PT Inti Kemenangan Jaya dengan Pendekatan Sistem Dinamis” (lanjutan)

### 1.7. Sistematika Penulisan

Pembahasan mengenai penelitian yang dilakukan oleh peneliti disajikan dalam lima bab. Pendahuluan sebagai bab pembuka menceritakan latar belakang

penulis memilih topik penelitian skripsi ini. Hal ini diperjelas dengan menguraikan tujuan-tujuan yang ingin dicapai dari pokok permasalahan penelitian serta batasan-batasan ruang lingkup penelitian agar penelitian dapat lebih fokus pada tujuan awalnya. Selain itu juga dijelaskan mengenai metodologi penelitian dan sistematika penulisan dengan tujuan agar pembaca memperoleh gambaran awal tentang langkah-langkah dan penyusunan proses penelitian ini.

Teori-teori yang mendukung pelaksanaan penelitian serta konsep-konsep dasar yang menjadi landasan dalam mengembangkan model penelitian akan dijelaskan pada bab kedua. Teori-teori pendukung yang digunakan antara lain manajemen risiko, manajemen rantai suplai, dan sistem dinamis.

Kemudian akan dijelaskan tentang pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian serta sumber-sumber dan cara untuk mendapatkannya pada bab 3. Dalam bab ini penulis akan menguraikan risiko yang ada pada rantai suplai perusahaan. *Item-item* risiko ini didapatkan melalui transfer wawasan dengan pembimbing lapangan dan studi literatur. Kemudian hasil dari pengumpulan data akan diolah akan dijelaskan. Pengolahan data ini terdiri dari analisa dan pemeringkatan risiko. Setelah itu rencana mitigasi risiko dikembangkan dengan pemodelan sistem dinamis. Untuk pengembangan model sistem dinamis, dibutuhkan *causal loop diagram* dan *stock & flow diagram*. Setelah model didesain maka tahap selanjutnya adalah verifikasi dan validasi model serta pembentukan tampilan atau user interface model kelayakan pemberian kredit. Pembuatan model ini dikemangkan dengan aplikasi Powersim Studio 2005.

Bab 4 memuat analisa dari skenario-skenario rencana mitigasi risiko. Di bab ini akan dijelaskan karakteristik dari masing-masing skenario, beserta keuntungan dan kerugiannya.

Bab yang terakhir adalah bab kesimpulan yang memuat kesimpulan akhir terhadap keseluruhan penelitian yang telah dilakukan.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1. Manajemen Risiko

#### 2.1.1. Risiko

Risiko dapat diartikan sebagai ukuran dari kemungkinan dan dampak dari tidak tercapainya tujuan dari suatu proyek. Definisi risiko terdiri dari 2 bagian utama yaitu ketidakpastian dan kehilangan (*loss*). Gagasan mengenai ketidakpastian (*uncertainty*) pengeluaran tersirat dalam setiap definisi dari risiko: pengeluaran harus dalam bentuk pertanyaan. Ketika suatu risiko dinyatakan ada, harus ada setidaknya dua alternatif pengeluaran yang mungkin. Jika kita mengetahui secara pasti bahwa kehilangan (*loss*) akan ada maka kita dapat mengatakan bahwa tidak ada risiko. Investasi dalam aset yang berupa modal biasanya terlibat didalamnya penurunan aset atau depresiasi, yang membuat nilai aset tersebut semakin turun. Kondisi ini menyatakan bahwa pengeluaran telah pasti dan dinyatakan bahwa tidak ada risiko. Gagasan mengenai kehilangan dapat dijelaskan jika setidaknya salah satu pengeluaran yang tidak diinginkan. Ini berarti kehilangan (*loss*) yang secara umum dapat diterima, misalnya investor yang gagal dalam mengambil suatu keuntungan (Kerzner, 2003).

Risiko didefinisikan sebagai kondisi nyata dari keadaan dimana terdapat kemungkinan dari kerugian. Secara spesifik risiko adalah kondisi dimana terdapat kemungkinan adanya penyimpangan dari pengeluaran yang diinginkan untuk terjadi. Catatan yang pertama adalah pada definisi risiko sebagai kondisi dari keadaan yang sebenarnya, merupakan kombinasi dari keadaan dalam lingkungan luar. Dengan catatan bahwa dalam kombinasi keadaan tersebut, terdapat kemungkinan kehilangan. Ketika dikatakan bahwa kejadian mungkin terjadi antara satu sampai nol. Derajat dari risiko tersebut tidak dapat diukur, tetapi kemungkinan dari penyimpangan dari pengeluaran pasti berada antara 1 dan 0 (Peltier, 2005).

Kejadian tidak diinginkan dapat disebut sebagai penyimpangan yang merugikan dari pengeluaran yang mungkin dan diinginkan. Rujukan untuk pengeluaran baik yang sudah direncanakan ataupun keinginan berasal dari individu ataupun kehilangan jangka panjang yang dapat diprediksi.

Pada umumnya kata ketidakpastian (*uncertainty*) merujuk pada suatu keadaan yang digambarkan dengan keraguan, berdasarkan adanya kekurangan informasi tentang apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang dan merupakan kebalikan dari kepastian (*certainty*). Keberadaan dari risiko, kondisi atau kombinasi dari keadaan dimana terdapat kemungkinan kehilangan (*loss*), menciptakan ketidakpastian ketika terdapat suatu risiko.

### 2.1.2. Definisi Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah proses yang memudahkan manajer untuk menyeimbangkan operasional dan biaya ekonomi untuk melakukan langkah protektif dan mencapai tujuan perusahaan dengan melindungi proses bisnis yang mendukung tujuan dan misi perusahaan. Keseluruhan proses dalam manajemen risiko digunakan untuk mengidentifikasi, mengontrol dan meminimalisir dampak dari kejadian yang tidak pasti. Tujuan dari manajemen risiko adalah mengurangi risiko dari sebuah aktivitas atau fungsi sampai level yang dapat diterima. Terdapat empat proses dalam manajemen risiko, yaitu analisa risiko, penilaian risiko, mitigasi risiko, dan penilaian kelemahan dan evaluasi kontrol. Berikut adalah definisi dari masing-masing istilah yang digunakan dalam manajemen risiko (Peltier, 2005).

**Tabel 2.1.** Definisi Manajemen Risiko dan Tahapan-tahapannya

<b>Istilah</b>	<b>Definisi</b>
Manajemen Risiko	Total biaya yang dikeluarkan untuk mengidentifikasi, mengontrol, dan meminimalisir dampak dari kejadian yang tidak pasti. Tujuan dari manajemen risiko ialah untuk mengurangi risiko sampai level yang dapat diterima.
Analisa Risiko	Teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menilai faktor yang dapat membahayakan

**Tabel 2.1.** Definisi Manajemen Risiko dan Tahapan-tahapannya (*lanjutan*)

Istilah	Definisi
	kesuksesan sebuah proyek. Teknik ini dapat membantu mendefinisikan langkah-langkah preventif untuk mengurangi kemungkinan faktor-faktor ini terjadi, sekaligus mengidentifikasi tindakan antisipasi yang dapat menangkal kendala-kendala ini
Penilaian Risiko	Penghitungan risiko. Risiko adalah ancaman dari kelemahan yang dapat menyebabkan kerusakan pada aset. Algoritma risiko menghitung risiko sebagai fungsi dari aset, ancaman, dan kelemahan.
Mitigasi Risiko	Proses dimana organisasi mengimplementasikan kontrol untuk mencegah terjadinya risiko yang telah diidentifikasi, dan pada saat bersamaan mengimplementasikan tindakan pemulihan jika risiko tersebut terjadi.
Penilaian Kelemahan dan Evaluasi Kontrol	Pemeriksaan sistematis terhadap infrastruktur yang penting, sistem yang berhubungan, informasi atau produk untuk menetapkan kecukupan dari langkah-langkah antisipasi, mengidentifikasi kekurangan dari sistem keamanan, mengevaluasi alternatif sistem keamanan, dan memverifikasi kecukupan tindakan yang dilakukan setelah implementasi.

(Sumber : Peltier, 2005, hal. 8)

### 2.1.3. Penilaian Risiko

Penilaian risiko adalah tahap penting pendefinisian masalah pada manajemen risiko, tahap dimana proses identifikasi dan analisa masalah dalam bentuk probabilitas dan dampak. Penilaian risiko digunakan untuk menentukan ancaman apa saja yang mungkin ada pada sebuah aset. Pemeringkatan ancaman, atau menentukan level risiko, memberikan informasi yang diperlukan untuk memilih tindakan kontrol, pengamanan, dan pemulihan yang sesuai untuk menurunkan risiko sampai pada level yang dapat diterima. Salah satu *tools* dalam penilaian risiko adalah *Falure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

### 2.1.3.1. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

FMEA adalah sebuah alat bantu yang digunakan untuk memeriksa kegagalan suatu produk atau proses yang potensial, mengevaluasi prioritas risiko dan membantu menentukan tindakan yang sesuai untuk menghindari masalah yang telah teridentifikasi. (Zagloel, 2008). FMEA berguna untuk hal-hal berikut :

1. Mengidentifikasi dimana sebuah produk atau proses dapat mengalami kegagalan.
2. Mengestimasi risiko yang berhubungan dengan sebab kegagalan.
3. Memeringkatkan tindakan untuk mengurangi risiko kegagalan
4. Mengevaluasi kontrol yang sudah ada.

FMEA dapat digunakan ketika mendesain sistem, produk, atau proses baru, mengubah proses atau desain yang sudah ada, mendefinisikan risiko dari sebuah proyek, dan mengukur bagaimana langkah proses berkaitan dengan risiko. FMEA memiliki beberapa tipe, yaitu :

1. FMEA Desain

Menganalisa bagaimana sebuah produk baru, servis, atau desain proses sebelum diluncurkan untuk mengetahui bagaimana mereka dapat mengalami kegagalan setelah diluncurkan.

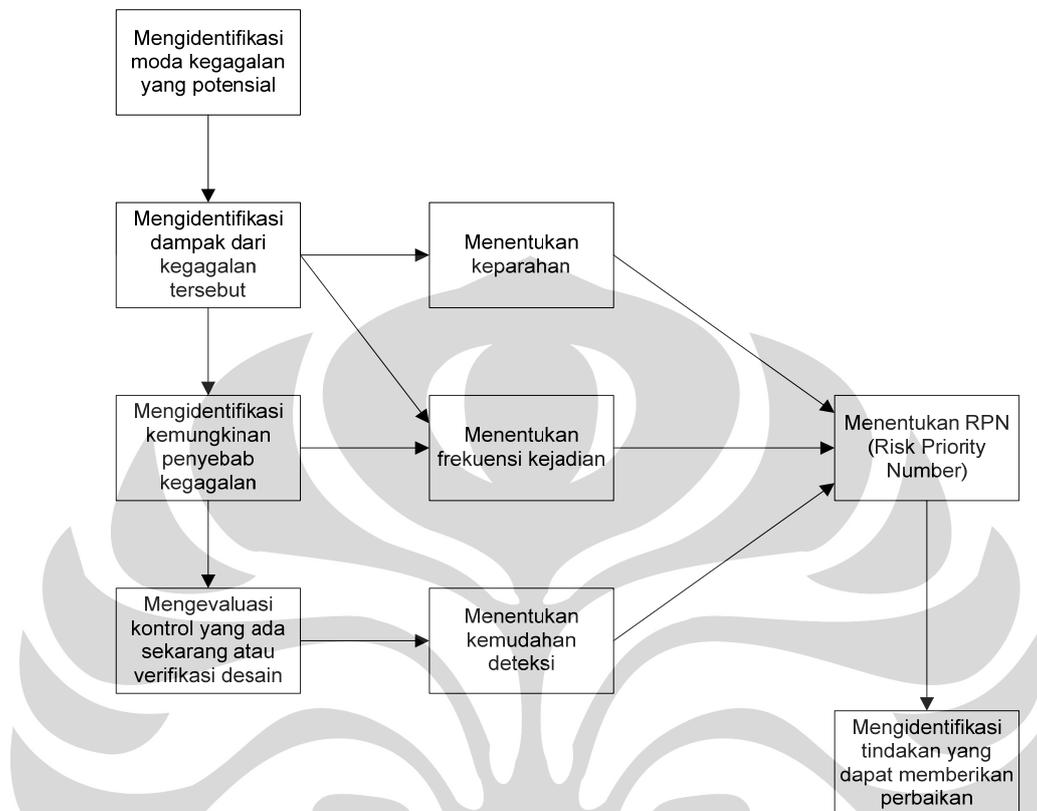
2. FMEA Proses

Bagaimana manusia, material, peralatan, metode dan lingkungan dapat menyebabkan masalah.

3. FMEA Sistem

Menganalisa sistem dan subsistem pada awal perencanaan konsep dan desain.

Proses pembentukan FMEA adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.1.** Proses Pembentukan FMEA  
(Sumber : Zagloel, 2008. Modul Kuliah TQM)

Untuk mengidentifikasi tindakan yang dapat memberikan perbaikan, analisis sebelumnya harus menentukan RPN atau *Risk Priority Number*. RPN adalah pemeringkatan risiko kuantitatif dengan memperhatikan 3 hal, yaitu tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*) dan kemudahan deteksi (*detection*). RPN digunakan untuk mengetahui butir risiko mana yang diprioritaskan. Secara kuantitatif, perhitungan RPN adalah keparahan x frekuensi kejadian x deteksi. Makin tinggi nilai yang diperoleh, maka makin tinggi prioritasnya. Perhitungan RPN terdiri atas tabel konsensus dari nilai-nilai relatif untuk mengasumsikan frekuensi muncul (*occurrence*), *severity* (seberapa besar pengaruh efek kegagalan yang terjadi), dan kemungkinan masalah tersebut terdeteksi dan diatasi sekarang ini (*detection*).

### FAILURE MODES AND EFFECT ANALYSIS

Part Name :

Engineer :

Part Number :

Dates :

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Karakteristik Produk yang Diharapkan	Mode of Failure	Cause of Failure	Effect of Failure	Frequency of Occurrence (1-10)	Degree of Severity (1-10)	Chance of Detection (1-10)	Risk of Priority (1-1000) 5x6x7	Rank
Produk yang bebas dari cacat <i>silver</i> dan <i>short shoot</i> pada proses injection	Pendinginan pada mold kurang sempurna	Tidak ada perawatan mold secara rutin	Mold menjadi panas	6	7	7	294	1
	Pendinginan pada mesin kurang sempurna	Kapasitas chiller dan jumlah mesin tidak sebanding	Air yang masuk ke mold menjadi panas	6	7	5	210	5
	Operator kurang pelatihan	Tidak ada pelatihan yang terstruktur	Operatortidak dapat setting mesin dengan baik	3	4	3	36	6
	Setting tidak baik membuat produk menjadi cacat	Tidak ada prosedur operasi untuk setting mesin	Setting mesin tidak maksimal	8	9	4	288	2
	Komposisi material tidak sesuai	Terlalu banyak material recycle	Aliran material tidak sempurna	6	6	7	252	3
	Suhu material tidak sesuai	Proses mixing tidak baik	Material menjadi panas	6	6	6	216	4
	Kapasitas produksi tidak sesuai dengan jumlah mesin	Tonase mesin tidak sesuai	Clamping force kurang	2	4	3	24	7

**Gambar 2.2.** Contoh FMEA  
(Sumber : Zagloel, 2008. Modul Kuliah TQM)

Setiap kolom tabel diisi dengan nilai 1 sampai dengan 10, tergantung keadaan yang digambarkan oleh kegagalan. Desain penilaian (*scoring*) bisa dilakukan secara penelitian maupun secara generik. Jika desain penilaian didasarkan secara generik, maka berikut adalah acuan yang digunakan.

**Tabel 2.2.** Acuan Desain Penilaian Kolom Frekuensi, Tingkat Keparahan, dan Kemudahan Deteksi.

**VALUE OF FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS**

Column/Value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Frequency of Occurrence	Hampir tidak pernah terjadi (remote)		Sangat jarang terjadi, relatif sedikit (low)			Kadang-kadang terjadi (moderate)		Sering terjadi (high)	Sulit untuk dihindari (very high)	
Severity for Quality	Tidak berpengaruh (none)	Sedikit berpengaruh, tidak terlalu kritis (low)		Cukup berpengaruh, cukup kritis (moderate)			Sangat berpengaruh, kritis (high)		Pasti berpengaruh, sangat merugikan, sangat kritis (very high)	
Probability of Detection	Pasti terdeteksi (very high)		kemungkinan besar terdeteksi (high)		Mungkin terdeteksi (moderate)		kemungkinan kecil terdeteksi (low)		Mungkin tidak terdeteksi (very low)	Tidak terdeteksi (none)

(Sumber : Zagloel, 2008. Modul Kuliah TQM)

Kelemahan dari penggunaan penilaian secara generik adalah subjektivitas peneliti untuk memberikan penilaian, karena standar yang digunakan tidak pasti. Oleh karena itu, penilaian untuk aspek-aspek ini dibuat juga secara penelitian.

**Tabel 2.3.** Contoh Penilaian Frekuensi Dengan Penelitian

Rating	Deskripsi	Definisi
10	Sangat tinggi. Kegagalan tidak dapat dihindari	Lebih dari 1 kejadian per hari atau memiliki peluang lebih dari 3 kejadian pada 10 peristiwa ( $C_{pk} < 0.33$ )
9		Satu kejadian setiap tiga atau empat hari atau memiliki peluang 3 kejadian pada 10 peristiwa ( $C_{pk} \approx 0.33$ )
8	Tinggi. Kegagalan sering terjadi	Satu kejadian seminggu atau memiliki peluang 5 kejadian pada 100 peristiwa. ( $C_{pk} \approx 0.67$ )
7		Satu kejadian setiap bulan atau 1 kejadian pada 100 peristiwa ( $C_{pk} \approx 0.83$ )

**Tabel 2.3.** Contoh Penilaian Frekuensi Dengan Penelitian (*lanjutan*)

Rating	Deskripsi	Definisi
6	Sedang. Kegagalan kadang-kadang terjadi	Satu kejadian setiap 3 bulan atau 3 kejadian pada 1000 peristiwa ( $C_{pk} \approx 1.00$ )
5		Satu kejadian setiap 6 bulan sampai satu tahun atau satu kejadian pada 10,000 peristiwa ( $C_{pk} \approx 1.17$ )
4		Satu kejadian per tahun atau enam kejadian dalam 100,000 peristiwa ( $C_{pk} \approx 1.33$ )
3	Rendah. Kegagalan relatif jarang	Satu kejadian setiap satu sampai tiga tahun atau enam kejadian pada 10 juta peristiwa ( $C_{pk} \approx 1.67$ )
2		Satu kejadian setiap tiga sampai lima tahun atau 2 kejadian pada satu miliar peristiwa ( $C_{pk} \approx 2.00$ )
1	Tidak pernah	Satu kejadian pada lebih dari 5 tahun atau kurang dari 2 kejadian pada satu miliar peristiwa ( $C_{pk} > 2.00$ )

(Sumber : Zagloel, 2008. Modul Kuliah TQM)

**Tabel 2.4.** Contoh Penilaian Tingkat Keparahan Dengan Penelitian

Rating	Deskripsi	Definisi
10	Sangat berbahaya	Kegagalan dapat melukai pelanggan atau pegawai
9	Amat sangat tinggi	Kegagalan dapat menciptakan ketidaksesuaian dengan peraturan
8	Sangat tinggi	Kegagalan dapat menyebabkan kerusakan alat
7	Tinggi	Kegagalan menyebabkan ketidakpuasan serius pada pelanggan
6	Sedang	Kegagalan dapat menyebabkan malfungsi pada sebagian atau subsistem produk
5	Rendah	Kegagalan menyebabkan performa kerja berkurang sehingga pelanggan mengeluh
4	Sangat rendah	Kegagalan dapat diperbaiki dengan modifikasi pada proses atau pelanggan, tetapi ada sedikit performa yang hilang
3	Kecil	Kegagalan menyebabkan gangguan kecil pada pelanggan, namun dapat diatasi pada proses atau produk tanpa kehilangan performa
2	Sangat kecil	Kegagalan tidak langsung terdeteksi oleh pelanggan namun mempunyai efek kecil pada proses atau produk yang dibeli
1	Tidak ada	Kegagalan tidak dapat dihindarkan pelanggan dan tidak mempengaruhi proses atau produk yang dibeli pelanggan

(Sumber : Zagloel, 2008. Modul Kuliah TQM)

**Tabel 2.5.** Contoh Penilaian Tingkat Deteksi Dengan Penelitian

Rating	Deskripsi	Definisi
10	Pasti tidak dapat dideteksi	Produk tidak diinspeksi atau kesalahan yang disebabkan oleh kegagalan tidak dapat dideteksi.
9	Sangat tidak mungkin	Produk disampel, diinspeksi dan dirilis berdasarkan <i>Acceptable Quality Level (AQL)</i>
8	Tidak mungkin	Produk diterima berdasarkan tidak adanya cacat pada sampel
7	Sangat rendah	Produk diinspeksi secara manual
6	Rendah	Produk diinspeksi secara manual dengan menggunakan <i>go/no-go</i> atau alat tes kegagalan lain
5	Sedang	<i>Statistical Process Control (SPC)</i> digunakan dan produk diperiksa secara off-line
4	Sedang-Tinggi	SPC digunakan dan ada reaksi atas kondisi yang tidak diharapkan
3	Tinggi	Program SPC yang efektif dijalankan dengan $C_p > 1,33$
2	Sangat tinggi	Semua produk diinspeksi secara otomatis
1	Hampir pasti	Cacat terlihat jelas atau ada inspeksi otomatis dengan kalibrasi berkala dan pemeliharaan dari peralatan inspeksi.

(Sumber : Zagloel, 2008. Modul Kuliah TQM)

## 2.2. Manajemen Rantai Suplai

### 2.2.1. Definisi

Manajemen rantai suplai adalah istilah yang baru-baru ini muncul untuk menjelaskan pentingnya logistik yang terintegrasi. Manajemen rantai suplai menekankan pada interaksi logistik yang ada pada fungsi pemasaran, logistik dan produksi pada suatu perusahaan dan interaksinya yang berlangsung pada perusahaan-perusahaan berbeda yang berada pada aliran produk yang sama. Rantai suplai dapat didefinisikan sebagai *“seluruh kegiatan yang berhubungan dengan aliran dan transformasi barang dari bahan baku (ekstraksi) sampai pada barang jadi di end user, berikut juga dengan aliran informasi yang berkaitan di dalamnya. Informasi dan material mengalir ke atas dan ke bawah dari rantai suplai”*. (Ballou, 2004 hal. 5). Terdapat beberapa definisi manajemen rantai suplai. Ballou mendefinisikan rantai suplai sebagai *“integrasi dari aktivitas-aktivitas di atas dengan meningkatkan hubungan antar rantai suplai untuk mendapatkan keunggulan yang berlanjut”*. (hal. 5). Jayashankar et al mendefinisikan rantai suplai sebagai sebuah *“jarinan dari kesatuan-kesatuan bisnis yang otonom atau semi-otonom yang secara bersama-sama bertanggung jawab atas aktivitas-aktivitas pengadaan, manufaktur dan distribusi yang berhubungan dengan satu atau lebih macam produk yang berhubungan”*.

### 2.2.2. Struktur Rantai Suplai

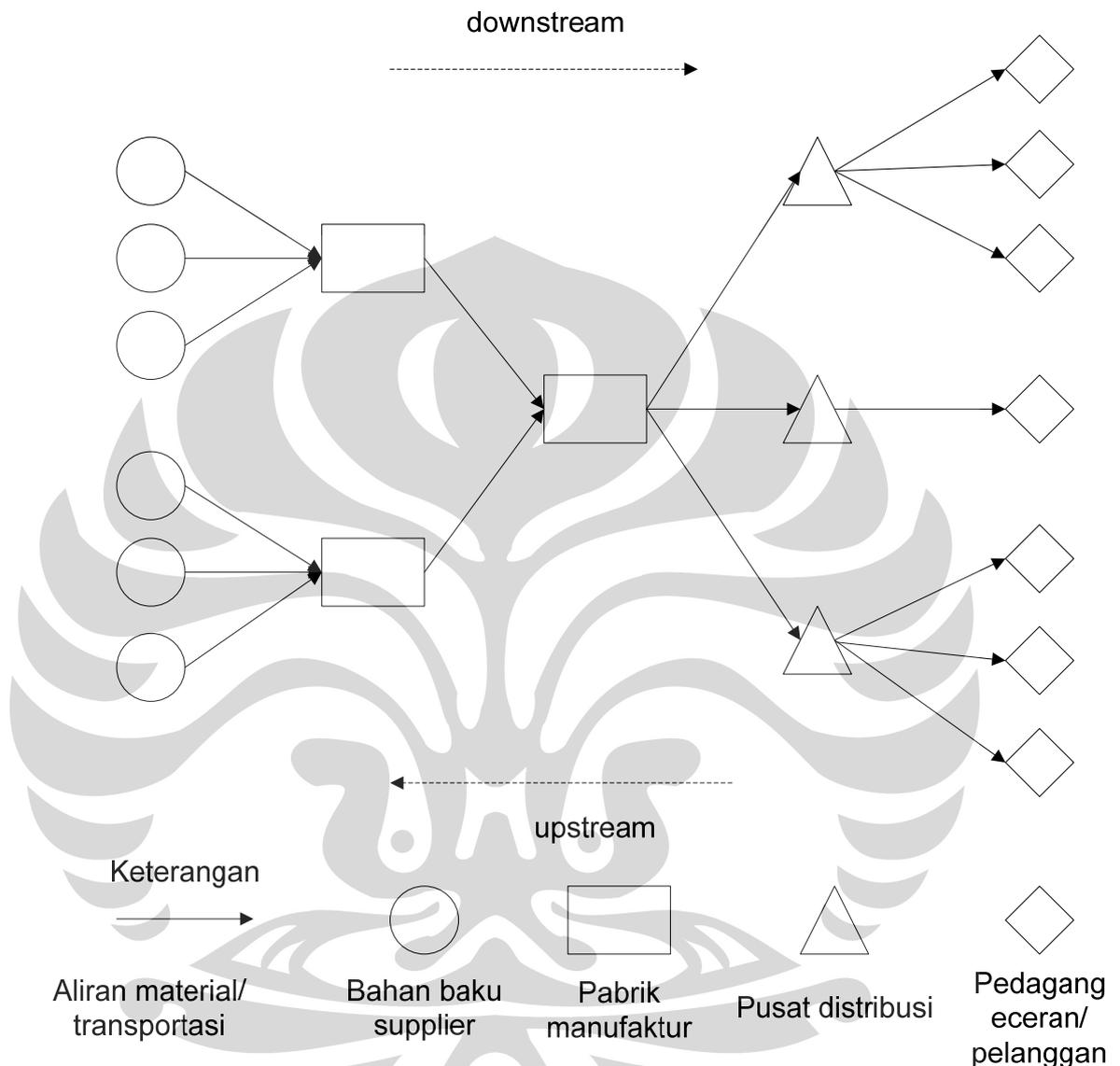
Struktur rantai suplai seringkali kompleks. Oleh karena itu, diperlukan metode komprehensif untuk memahami struktur rantai suplai. Visualisasi struktur rantai suplai dalam sebuah diagram merupakan cara untuk memahami struktur rantai suplai. Visualisasi dilakukan dengan alasan-alasan sebagai berikut (Cooper dan Gardner. 2003):

1. Agar pengetahuan tentang rantai suplai dapat dengan mudah ditransfer pada pihak yang berkepentingan.
2. Untuk menjembatani strategi perusahaan dengan strategi rantai suplai. Pemetaan rantai suplai yang mudah dimengerti dengan informasi yang tepat

dapat meningkatkan pemahaman perusahaan tentang keadaan perusahaan itu sendiri

3. Sebuah pemetaan dibutuhkan untuk mengelompokkan dan mendistribusikan informasi penting untuk bertahan dalam situasi bisnis yang selalu berubah.
4. Pemetaan rantai suplai strategis dapat menjadi dasar untuk perubahan dalam rantai suplai. Visualisasi rantai suplai dapat bersifat deskriptif atau preskriptif. Pemetaan dapat membantu mengidentifikasi area yang membutuhkan perhatian lebih atau menunjukkan kurangnya efisiensi pada bagian-bagian tertentu, dibandingkan dengan pemeriksaan pada segmen tertentu saja.
5. Dinamika dari rantai suplai dapat terangkum dengan baik pada visualisasi. Persoalan seperti posisi pada pasar, besar-kecilnya perusahaan dapat dimasukkan.
6. Proses pembuatan peta rantai suplai dapat membantu mendefinisikan perspektif dari usaha integrasi rantai suplai. Perusahaan dapat memasukkan pilihan apa saja yang mau digambarkan dan dari sudut pandang apa. Contohnya, *supplier* alternatif yang saat ini belum dipakai dapat dimasukkan.
7. Pembuatan peta rantai suplai akan mempermudah pihak-pihak di dalam perusahaan untuk mencapai pengertian yang sama tentang rantai suplai mereka.
8. Peta rantai suplai dapat dipergunakan sebagai alat komunikasi antar fungsi di dalam perusahaan itu sendiri.
9. Peta rantai suplai dapat memfasilitasi pengawasan kemajuan integrasi rantai suplai. Jika ada pemetaan yang menggambarkan keadaan sebelum dan sesudah perbaikan, maka data tersebut dapat menjadi alat evaluasi kemajuan rantai suplai yang baru.
10. Pegawai atau struktur fungsional yang baru dapat memahami peran mereka dalam rantai suplai perusahaan dengan lebih cepat,
11. Peta rantai suplai yang terdokumentasi dengan baik dan konsisten dapat menjadi alat ukur kemajuan perusahaan.

Berikut adalah contoh struktur rantai suplai pada sebuah perusahaan.

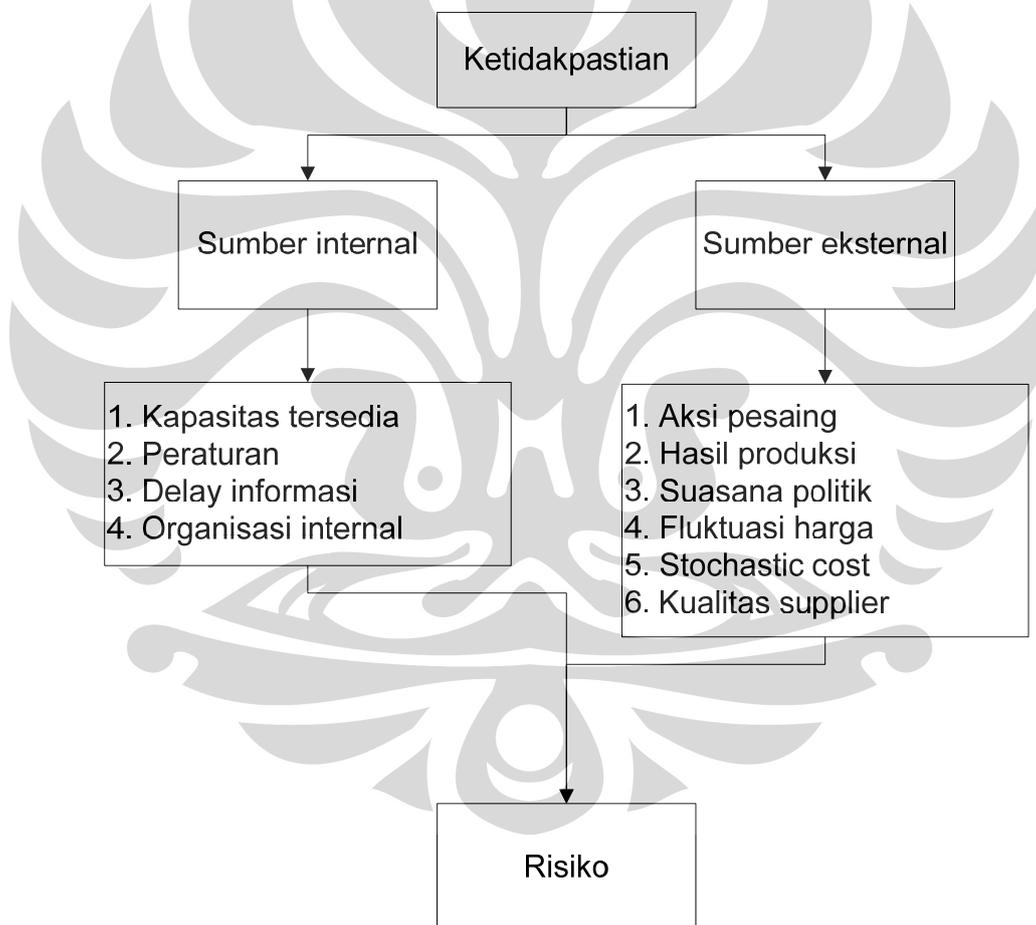


**Gambar 2.3.** Contoh Struktur Rantai Suplai pada Pabrik Manufaktur

### 2.2.3. Risiko Pada Rantai Suplai

Pada lingkungan ekonomi sebenarnya, efisiensi pada perusahaan manufaktur bergeser dari efisiensi internal menjadi efisiensi rantai suplai. Pentingnya sebuah manajemen rantai suplai yang baik dihubungkan dengan kemungkinan bahwa perusahaan tersebut dapat memiliki keunggulan untuk meraih pangsa pasar.

Sebelum menetapkan strategi yang tepat untuk rantai suplai, adalah penting untuk mengetahui sumber-sumber ketidakpastian pada jaringan, dan kemudian memilih cara terbaik untuk mengurangi ketidakpastian tersebut. Sumber ketidakpastian dalam rantai suplai terbagi menjadi dua, yaitu sumber internal dan eksternal (Cucchiella, Federica dan Massimo Gustaldi. *Risk Management in Supply Chain : A Real Options Approach. Journal of Manufacturing Technology Management* vol 17 no.6. 2006. halaman 701) Ketidakpastian ini akan menghasilkan risiko. Berikut adalah skema pembentukan risiko dari ketidakpastian.



**Gambar 2.4.** Ketidakpastian dan Risiko  
(Sumber : Cucchiella dan Gastaldi, 2006, hal. 703)

**Tabel 2.6.** Tipe Risiko yang Ada pada Perusahaan

<b>Tipe Risiko</b>	<b>Definisi</b>
Risiko pasar	Penggunaan model penerapan harga pada aset kapital untuk mengukur risiko
Risiko operasional	Mempengaruhi kemampuan internal perusahaan untuk memproduksi dan menyuplai barang serta jasa
Performa organisasi	Pengambilan risiko dipengaruhi oleh hubungan antara posisi perusahaan dengan poin-poin kritis lainnya
Karakteristik produk	Kesulitan teknis dan nilai dari item berhubungan dengan derajat risiko yang diterima
Risiko atas Peraturan	Membuat perusahaan menghadapi perubahan peraturan yang mempengaruhi bisnis perusahaan, contohnya peraturan tentang lingkungan
Risiko reputasi	Mengurangi nilai dari bisnis keseluruhan akibat kurangnya kepercayaan
Risiko sebagai konsep multi-aspek	Risiko tidak dapat dipahami secara tersendiri, karena aspek-aspek seperti finansial, teknis, pemasaran produksi dan lainnya ada
Risiko bencana	Strategi yang dapat berujung bankrupt atau tutupnya perusahaan
Risiko wirausaha	Kebebasan bertindak pada hal-hal yang tidak diketahui
Risiko kurangnya informasi	Kurangnya informasi sebagai kunci dari ketidakpastian
Risiko strategis	Mempengaruhi implementasi strategi bisnis
Risiko suplai	Mempengaruhi aliran macam-macam resource untuk mengadakan operasi
	Adanya kegagalan pada barang dan jasa di dalam perusahaan
<i>Variability returns risk</i>	Performa perusahaan dinilai dalam return dan kriteria pertumbuhan
Risiko varians	Variabilitas peluang distribusi retur

(Sumber : Cucchiella dan Gastaldi, 2006, hal. 705)

#### 2.2.4. Mitigasi Risiko Gangguan pada Rantai Suplai

Perbandingan strategi rantai suplai dan kemampuannya untuk menghadapi gangguan pada rantai suplai penting untuk diketahui. Oleh karena itu, perusahaan dapat menggunakan taktik untuk mengurangi dampak risiko gangguan rantai suplai. Taktik mitigasi adalah saat perusahaan mengambil tindakan sebelum adanya

gangguan dan investasi finansialnya. Taktik kontingensi adalah saat perusahaan mengambil tindakan saat gangguan terjadi. Berikut adalah beberapa taktik yang dapat dilakukan perusahaan dalam manajemen risiko rantai suplai.

**Tabel 2.7.** Taktik untuk Mengurangi Risiko Gangguan Rantai Suplai

Kategori	Taktik	Contoh
Mitigasi finansial	Asuransi	Pada tahun 2003, Palm Inc. menerima asuransi sebesar US\$ 6.4 juta akibat kebakaran pada pabrik <i>supplier</i>
Mitigasi operasional	Inventori	Playmates Toys memitigasi dampak dari gangguan dok kapal Pantai Barat AS dengan menginvestasikan uangnya pada inventori
		US Strategic Petroleum Reserve melindungi USA dari gangguan suplai minyak mentah
	<i>Sourcing</i>	Strategi Nokia, <i>multi-supplier sourcing</i> , berhasil mengurangi dampak dari kebakaran pada <i>suppliernya</i> , Philips Semiconductor
		Strategi <i>sourcing</i> multi-lokasi Chiquita berhasil mengurangi dampak Badai Mitch 1998
Kontingensi Operasional	<i>Re-routing</i>	Nokia merespon gangguan pada Philips dengan menaikkan produksi pada <i>supplier</i> alternatif
		Chiquita merespon gangguan Badai Mitch dengan menaikkan produksi pada lokasi alternatif
		New Balance merespon gangguan pada dok kapal Pantai Barat AS dengan mengalihkan kapal-kapalnya ke Pantai Timur dan pesawat terbang
		Chrysler merespon gangguan lalu lintas udara akibat Serangan 11 September dengan mengalihkan jalur transportasinya ke jalan darat
	<i>Demand management</i>	Dell merespon gangguan pada suplai perangkat komputer akibat Gempa Taiwan 1999 dengan mengalihkan permintaan ke produk lain

(Sumber : Tomlin, 2006, hal. 640)

Perusahaan tidak harus memilih salah satu dari strategi diatas, dan pada banyak situasi taktik yang paling cocok untuk diterapkan adalah kombinasi dari beberapa strategi sekaligus. Tindakan mitigasi dan kontingensi tidaklah gratis, oleh karena itu penerimaan pasif dari risiko adalah strategi standar meskipun tidak sesuai. Taktik dikembangkan dari sisi suplai, yaitu taktik inventori, *sourcing* dan *rerouting*. Reliabilitas *supplier* diukur dari persen *up time*, yaitu kesiapan *supplier* menanggapi pesanan. Sifat gangguan, yaitu tingkat keseringan dan lamanya gangguan adalah kunci dari strategi yang optimal. Untuk reliabilitas *supplier* tertentu yang diukur berdasarkan persen *up time*, mitigasi *sourcing* lebih disukai dibandingkan mitigasi inventori, ketika gangguan jarang terjadi namun periodenya lama. Strategi mitigasi gabungan (sebagian *sourcing* dari *supplier* handal dan menumpuk inventori) bisa optimal jika *supplier* tidak handal memiliki kapasitas terbatas. Kapasitas terbatas memberi efek gangguan lebih besar karena *supplier* tidak handal tidak dapat kembali seperti semula setelah gangguan.

Strategi optimal juga bisa didapatkan ketika *supplier* handal memiliki volum fleksibel. Volum fleksibel adalah kapasitas ekstra yang bisa diantar dengan *lead time* tertentu. Volum fleksibel bisa membuat *contingent rerouting* menjadi taktik yang optimal, karena bisa mengurangi biaya yang ditimbulkan akibat gangguan. Sebaliknya, mitigasi *sourcing* adalah strategi optimal ketika gangguan menjadi lebih jarang.

Tomlin (2006) mengembangkan model untuk mencari strategi optimal. Pada model ini, terdapat 2 *supplier*, yaitu *supplier* handal dan *supplier* yang tidak handal. *Supplier* yang tidak handal memiliki *down time*, yaitu saat ketika gangguan mempengaruhi pengantaran suplai dan barang tidak dapat diantar. Ketidakhandalan ini diasumsikan dengan proses waktu diskrit Markov. Asumsi ini berkembang karena *supplier* membutuhkan waktu pemulihan setelah terjadinya gangguan. Strategi *sourcing* yang optimal dilihat dari respon *supplier* terhadap gangguan dan fleksibilitas *supplier* tersebut. R

**Tabel 2.2.** Strategi *Sourcing* Optimal pada Perusahaan

Respon waktu	Fleksibilitas	
	Rendah	Tinggi
Sedang	<i>Single/dual-source</i>	<i>Single/dual-source</i>
Cepat	<i>Single/dual-source</i>	<i>Single source</i>

(Sumber : Tomlin, 2006, hal. 640)

Karakteristik fleksibilitas *supplier* dibagi menjadi 3, yaitu nol, cepat dan tak terbatas (*instantaneous and infinite*), dan fleksibel parsial. Fleksibilitas *supplier* menjadi nol ketika *supplier* tidak menyediakan volum fleksibel. Jika *supplier* menyediakan volum fleksibel dengan waktu respon yang cepat dan volum tersebut tak terbatas, maka fleksibilitasnya cepat dan tak terbatas (II). Jika *supplier* menyediakan volum fleksibel yang terbatas, maka fleksibilitasnya parsial. Berikut adalah strategi mitigasi risiko yang optimal menurut Tomlin (2006).

**Tabel 2.9.** Strategi Mitigasi Risiko yang Optimal

Strategi	Karakteristik Fleksibilitas		
	Nol	II	Parsial
<i>Acceptance</i>	Ya	Ya	Ya
Mitigasi saja			
Mitigasi inventori	Ya	Ya	Ya
<i>Sourcing</i> ke <i>supplier</i> R saja	Ya	Ya	Ya
Kontingensi saja			
<i>Rerouting</i>	Tidak	Ya	Ya
Mitigasi dan Kontingensi			
Inventori dan <i>rerouting</i>	Tidak	Ya	Ya
Inventori dan <i>sourcing</i> sebagian ke <i>supplier</i> R	Tidak	Tidak	Ya
<i>Rerouting</i> dan <i>sourcing</i> sebagian ke <i>supplier</i> R	Tidak	Tidak	Ya
Inventory, <i>rerouting</i> dan <i>sourcing</i> sebagian ke <i>supplier</i> R	Tidak	Tidak	Ya

(Sumber : Tomlin, 2006, hal. 648)

Strategi *acceptance* adalah ketika perusahaan menerima secara pasif risiko gangguan pada rantai suplai. *Sourcing* sepenuhnya berasal dari *supplier* U, dan tidak ada inventori tambahan. Mitigasi inventori adalah ketika perusahaan *sourcing* sepenuhnya pada *supplier* U namun memiliki tambahan inventori untuk mitigasi

risiko gangguan. Mitigasi *sourcing* adalah ketika perusahaan *sourcing* sepenuhnya pada *supplier* R. *Contingent rerouting* adalah ketika perusahaan *sourcing* ke *supplier* U ketika *supplier* tersebut bisa. Tidak ada tambahan inventori, namun jika terjadi gangguan maka pesanan dialihkan ke *supplier* R. Mitigasi inventori dan *contingent rerouting* adalah kombinasi dari dua strategi, yaitu perusahaan *sourcing* kepada *supplier* U ketika *supplier* tersebut bisa sekaligus memiliki tambahan inventori. Jika terjadi gangguan maka pesanan dialihkan pada *supplier* R.

### 2.3. Sistem Dinamis

Sistem dinamis disusun dan dibangun pada akhir tahun 1950-an dan awal tahun 1960-an di Massachusetts Institute of Technology oleh Jay Forrester. Memang, kedatangan sistem dinamik secara umum dianggap menjadi alat publikasi buku pionir Forrester, *Industrial Dynamics* pada tahun 1961 (Sterman, 2000).

Sistem dinamis adalah metode untuk memperkuat pembelajaran dalam sistem yang kompleks, dan sebagian, adalah sebagai metode untuk membentuk suatu *management flight simulator*, model simulasi komputer, untuk membantu kita mempelajari kompleksitas dinamis, mengerti sumber resistensi kebijakan, dan mendesain kebijakan yang lebih efektif. Dinamika atau perilaku sistem didefinisikan oleh strukturnya dan interaksi antar komponen-komponennya.

Pada dasarnya, ada empat konsep dasar dalam sistem dinamis yang menopang struktur dan perilaku sistem yang kompleks (Barnes, 2001).

Konsep tersebut adalah:

1. Ruang lingkup yang tertutup

Yang dimaksud tertutup di sini bukan berarti tidak ada interaksi dengan variabel dari luar sistem. Yang dimaksud tertutup adalah variabel penting yang menciptakan interaksi sebab-akibat berada di dalam sistem dan variabel yang tidak begitu penting berada di luar

2. *loop* umpan balik sebagai komponen dasar sistem

Perilaku dari sistem dipengaruhi oleh struktur dari *loop* umpan balik yang ada dalam sistem yang tertutup. Sehingga struktur umpan balik inilah yang mempengaruhi setiap perubahan yang terjadi pada sistem sepanjang waktu.

### 3. *Level* dan *rate*(tingkat)

Sebuah sistem dinamis pasti memiliki dua jenis variabel dasar yaitu *level* dan *rate*. *Level*, seperti halnya stok, merupakan akumulasi elemen sepanjang waktu, contohnya seperti jumlah pegawai atau jumlah inventori di gudang. Sedangkan *rate* merupakan variabel yang mempengaruhi perubahan nilai dari level.

### 4. Kondisi yang ingin dicapai, kondisi riil, dan perbedaan antara kondisi yang ingin dicapai dengan kondisi riil.

Suatu sistem yang dinamis akan memperlihatkan adanya kondisi yang menjadi tujuan sistem dan kondisi yang saat ini terjadi. Oleh karena ada kemungkinan kondisi yang ingin dicapai belum terjadi maka terjadi perbedaan yang mendasari perubahan dalam sistem.

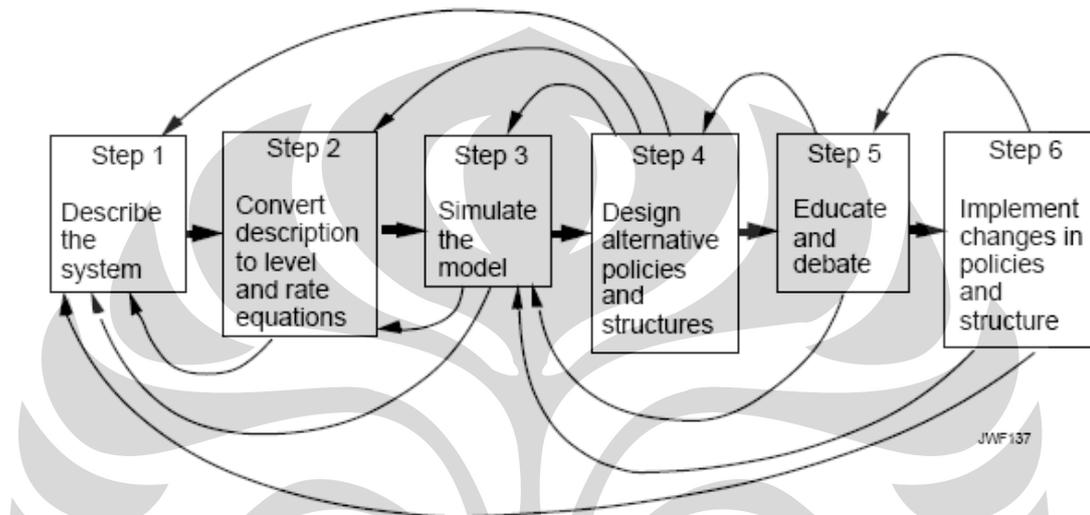
Setiap gejala, baik fisik maupun non-fisik, bagaimanapun kerumitannya, dapat disederhanakan menjadi struktur dasar yaitu mekanisme dari masukan, proses, keluaran, dan umpan balik. Mekanisme kerja berkelanjutan yang menunjukkan adanya perubahan menurut waktu bersifat dinamis. Perubahan tersebut menghasilkan kinerja sistem yang dapat diamati perilakunya.

Mekanisme berkelanjutan dari masukan, proses, keluaran dan umpan balik tersebut dalam dunia nyata tidak bebas atau tidak tumbuh tanpa batas, tetapi tumbuh dengan pengendalian. Kendali yang membatasi tersebut dapat bersumber dari dalam maupun dari luar sistem. Kendali dari dalam sistem menyangkut kerusakan sistem, sedangkan kendali dari luar sistem menyangkut intervensi dan hambatan lingkungan.

#### 2.3.1. Mengembangkan Model

Konsep digunakan untuk menggambarkan bagaimana pandangan kita terhadap lingkungan sekitar. Model dalam Powersim Studio dapat membentuk

konsep-konsep ini menjadi model yang dapat disimulasikan dalam komputer. Mengembangkan model simulasi adalah proses iteratif. Pengembangan model biasanya tidak dilakukan secara berurutan. Pada kenyataannya, proses itu maju selangkah, lalu mundur kembali tiga langkah untuk mengevaluasi apa saja yang telah dilakukan.



**Gambar 2.5.** Proses Sistem Dinamis  
(Sumber: Forrester, 1994, hal. 4)

Dari gambar diatas, langkah pertama merupakan investigasi yang termotivasi oleh perilaku sistem yang tidak diinginkan yang ingin dimengerti dan diperbaiki. Langkah awal adalah mengerti, tetapi tujuan akhirnya adalah perbaikan. Pertama-tama adalah mendeskripsikan sistem yang relevan kemudian menghasilkan suatu hipotesis bagaimana sistem tersebut menghasilkan perilaku.

Langkah kedua adalah memulai memformulasikan suatu model simulasi. Deskripsi sistem dari langkah pertama diubah menjadi persamaan level dan rate dari suatu model sistem dinamis. Pembuatan model simulasi deskripsi yang jelas dari langkah pertama. Penulisan persamaan bisa memperlihatkan adanya gap dan ketidakkonsistenan yang harus di perbaiki di tahap sebelumnya (tahap deskripsi).

Langkah ketiga dapat dimulai jika persamaan di langkah kedua telah memenuhi kriteria logis untuk sebuah model yang dapat dioperasikan (misal: variabel

yang didefinisikan, tidak lebih dari satu definisi, tidak ada persamaan simultan, dan konsistensi unit pengukuran). Software sistem dinamis biasanya menyediakan cek logis untuk hal-hal seperti yang telah disebutkan. Tahap simulasi ini juga mengarahkan pada deskripsi masalah dan perbaikan persamaan kembali. Langkah ketiga ini harus menyesuaikan dengan elemen penting dalam praktek sistem dinamis yang baik, simulasi harus menggambarkan bagaimana pertimbangan kesulitan yang dicoba dilakukan di sistem yang nyata. Berbeda dengan metodologi yang berfokus pada kondisi masa depan ideal untuk suatu sistem, sistem dinamis harus menyatakan bagaimana kondisi saat ini dan bagaimana mengarahkannya ke suatu perbaikan. Simulasi pertama akan mengarahkan pada pertanyaan-pertanyaan dan pengulangan langkah pertama dan kedua, hingga model benar-benar dikatakan cukup untuk mencapai tujuan. Ingat bahwa "kecukupan" bukan berarti pembuktian atau validasi. Tidak ada cara untuk membuktikan validasi dari isi suatu teori yang merepresentasikan perilaku dunia nyata. Yang mungkin dicapai hanyalah tingkat kepercayaan dari sebuah model yang terhadap kecukupan, waktu, serta biaya untuk melakukan perbaikan. Perbandingan utama dari sebuah model simulasi dan model lainnya (matematis misalnya) adalah model kompetitif adalah yang hampir selalu menggunakan mental model dari orang yang beroperasi (berhubungan langsung dengan sistem) di dunia nyata. Suatu model sistem dinamis membuat lebih banyak kejelasan dan kesatuan, jika dibandingkan dengan mental model sebelumnya, bahwa keputusan "kecukupan" biasanya mengarah pada sedikit kontroversi diantara operator dunia nyata yang berada dibawah tekanan waktu dan uang untuk mencapai performa yang lebih baik. Namun, jika tidak ada kontroversi bukan berarti telah melewati tahap 5 dan 6.

Langkah keempat adalah mengidentifikasi alternatif kebijakan untuk pengujian. Uji simulasi digunakan untuk mencari kebijakan mana yang memberikan peluang aplikasi terbaik. Alternatif tersebut dapat berupa pengetahuan intuitif selama tiga langkah pertama, analisis yang berpengalaman, permintaan orang-orang yang berada dalam sistem, atau berupa uji perubahan parameter secara otomatis yang lebih mendalam. Pencarian parameter secara otomatis akan sangat berguna. Pada sistem

yang sangat kompleks, akan ada banyak kriteria kompetensi untuk mendefinisikan sukses, juga, akan banyak *peaks* dalam peta perilaku multi-dimensi sehingga performa yang dianggap paling disukai akan bergantung pada beberapa perubahan simultan dalam model. Ditambah lagi, alternatif perilaku terbaik seringkali datang dari perubahan struktur sistem.

Langkah kelima melalui suatu konsensus untuk proses implementasi. Langkah kelima merepresentasikan tantangan terbesar terhadap kemampuan memimpin dan mengkoordinasi. Tidak masalah berapa orang yang ikut andil dalam langkah pertama hingga keempat, karena semuanya akan terlibat dalam proses implementasi. Model akan memperlihatkan bagaimana sistem menyebabkan masalah yang sedang mereka dihadapi. Hampir selalu, alasannya adalah pada kebijakan yang mereka ketahui, ikuti, dan percaya akan mengarahkan pada solusi terhadap masalah tadi. Implementasi terkadang menyangkut kemunduran terhadap kebijakan dan mengarahkan pada kepercayaan emosional yang kuat. Ini bukanlah masalah setuju atau tidak setuju terhadap suatu tujuan, melainkan bagaimana mencapainya. Bahkan dengan persetujuan intelektual yang meluas dengan suatu model sistem dinamis dan rekomendasi perbaikan kebijakan, masih memungkinkan adanya ketidaknyamanan (resistensi) terhadap prospek perubahan dari tindakan tradisional. Untuk melalui resistensi aktif dan pasif tersebut, diperlukan waktu yang cukup dan pendidikan dan argumen yang intens untuk menghilangkan praktek tradisional. Pertanyaan-pertanyaan akan muncul dan memerlukan pengulangan langkah pertama hingga kelima.

Langkah keenam adalah implementasi kebijakan baru. Kesulitan dari langkah ini kebanyakan berasal dari ketidakcukupan langkah sebelumnya. Jika modelnya relevan dan persuasif, dan pendidikan di langkah kelima telah cukup, maka langkah keenam akan berjalan dengan baik. Walaupun demikian, implementasi memerlukan waktu yang sangat panjang. Kebijakan lama harus benar-benar dihilangkan, dan kebijakan baru akan memerlukan sumber informasi baru dan training.

### 2.3.1.1. Sumber Informasi dalam Pengembangan Model

Pembuatan suatu model membutuhkan sumber informasi yang tepat. Sumber informasi yang digunakan dalam pembuatan model dari suatu sistem sangat beragam dan dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu data mental, data tertulis dan data numerik. Dari ketiga jenis sumber informasi ini, data mental memiliki kandungan informasi paling banyak dan data numerik memiliki kandungan informasi paling sedikit.

#### 2.3.1.1.1. Data Mental

Data mental merupakan jenis sumber informasi yang memiliki kandungan informasi paling kaya dan merupakan sumber utama dalam pembuatan suatu model. Data mental memuat informasi yang terlihat maupun tidak terlihat. Data mental terbentuk berdasarkan pengalaman dan pemahaman akan struktur terhadap suatu sistem atau permasalahan. Data mental mengandung informasi konseptual secara umum dalam melihat sistem secara keseluruhan. Informasi konseptual yang ada pada data mental tidak dapat digantikan oleh jenis informasi lain. Jika kita mengganti informasi ini dalam bentuk numerik maka akan menjadi tidak efektif. Secara umum, informasi yang didasarkan atas pemahaman konseptual dan terkait dengan perilaku sistem dapat dicek ulang dengan menggunakan sumber informasi lain.

Nemun, jika terlalu mengandalkan sumber informasi dari data mental dalam proses pembuatan model juga akan mengakibatkan ketidakefektifan. Hal ini dikarenakan perbedaan data mental yang dapat diperoleh dari individu yang berbeda. Selain itu kecenderungan biasanya data juga sangat besar karena data mental merupakan data kualitatif.

#### 2.3.1.1.2. Data Tertulis

Sumber informasi lain yang juga diperlukan dalam pembuatan suatu model dapat berasal dari data-data tertulis seperti dokumen dan literatur atau pun data hasil wawancara/kuesioner yang dilakukan. Data ini memiliki kandungan informasi yang lebih spesifik dan jelas jika dibandingkan dengan data mental dalam memahami

struktur suatu sistem atau permasalahan yang ada sehingga mampu melengkapi fungsi data mental yang bersifat terlalu umum. Tetapi, data tertulis juga memiliki batasan di mana tidak mampu menjelaskan keterkaitan antar variabel dalam suatu sistem dengan jelas.

#### 2.3.1.1.3. Data Numerik

Data numerik memiliki informasi yang sangat spesifik dan presisi, oleh karenanya berperan penting dalam proses pendekatan ilmiah dalam penyelesaian masalah. Data numerik mendukung proses kuantifikasi pembuatan model dan memberikan kejelasan fungsi sistem secara matematis. Data numerik membantu proses analisis ketika kita menghadapi permasalahan nonlinieritas yang kompleks. Walaupun memiliki informasi yang sangat spesifik, data numerik memiliki kandungan informasi yang rendah dan tidak dapat menggambarkan aspek-aspek sosial dan aspek tak terlihat lainnya dengan efektif.

#### 2.3.1.1.4 Umpan Balik (*Feedback*)

Sistem dinamis memandang bahwa suatu sistem memiliki *loop* tertutup—konsep dasar sistem dinamis adalah mengenai umpan balik—sehingga setiap variabel yang ada pada sistem dapat memiliki dua peran yaitu sebagai penyebab dan sebagai akibat. Dalam sistem tertutup, perubahan pada suatu variabel dapat mempengaruhi perubahan pada keseluruhan lingkungan dalam sistem, termasuk variabel itu sendiri.

Umpan balik merupakan suatu proses di mana suatu variabel penyebab melewati suatu rantai hubungan kausal sehingga menyebabkan perubahan pada variabel penyebab itu sendiri. Umpan balik dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu:

- Umpan balik positif

Suatu umpan balik disebut positif jika peningkatan pada suatu variabel, setelah penundaan, mengakibatkan peningkatan pada variabel yang sama. Umpan balik jenis ini dapat ditemui pada sistem yang memiliki perilaku pola eksponensial.

- Umpan balik negatif

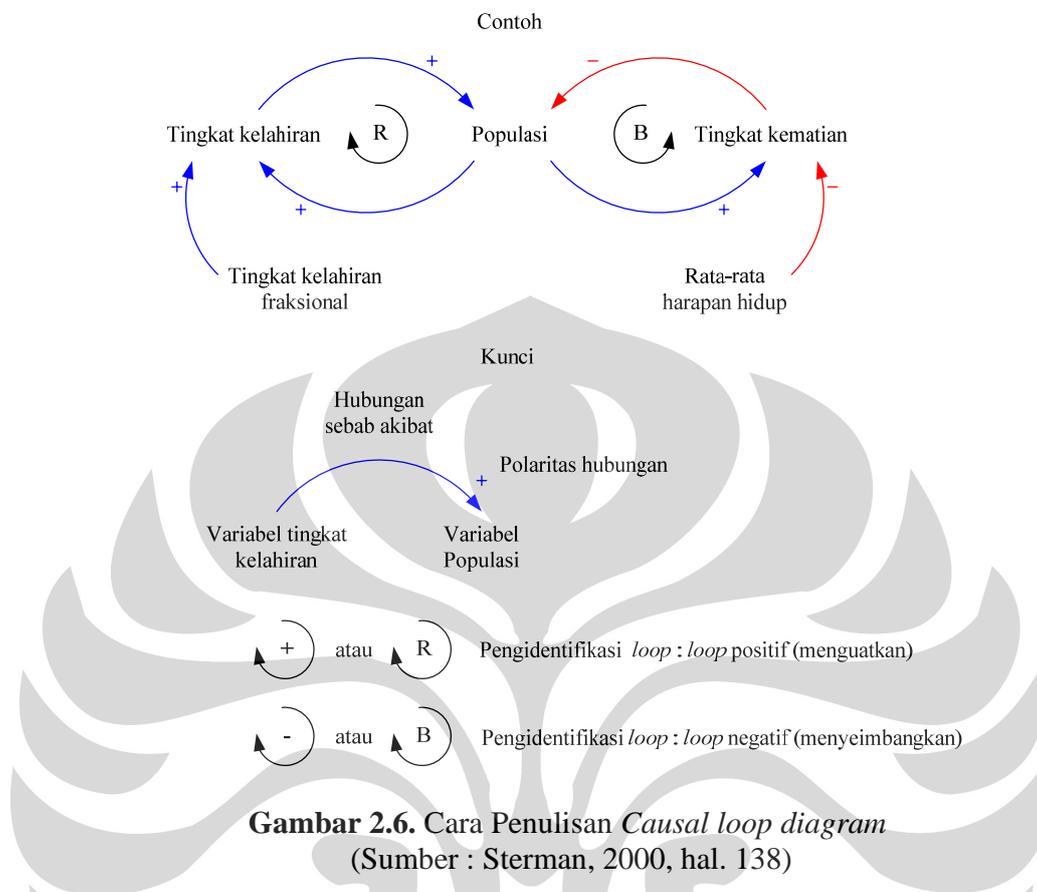
Suatu umpan balik disebut negatif apabila peningkatan pada suatu variabel akan mengakibatkan penurunan pada variabel yang sama. Umpan balik negatif bersifat menyetabilisasi sistem atau menyeimbangkan sistem. Umpan balik negatif dapat ditemui pada sistem yang memiliki perilaku dengan pola osilasi.

### 2.3.2. Causal Loop Diagram

*Causal loop diagram* adalah alat yang penting untuk merepresentasikan struktur umpan balik dari sistem (Sterman, 2000). *Causal loop diagram* baik jika digunakan untuk:

- Menangkap dengan cepat hipotesis penyebab dinamika.
- Mendapat/menangkap mental model dari individu atau tim.
- Mengkomunikasikan umpan balik penting yang diyakini bertanggung jawab terhadap suatu masalah.

Causal loop diagram terdiri dari variabel-variabel yang dihubungkan oleh tanda panah yang menunjukkan pengaruh sebab akibat di antara variabel-variabel tersebut. *Loop* umpan balik juga diidentifikasi di dalam diagram. Berikut merupakan cara yang umum digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab akibat:



Variabel-variabel berhubungan sebab akibat, seperti yang ditunjuk oleh tanda panah dalam contoh di atas, tingkat kelahiran ditentukan oleh populasi dan tingkat kelahiran fraksional. Setiap hubungan sebab akibat ditentukan oleh polaritas, baik positif (+) maupun negatif (-) yang mengindikasikan bagaimana variabel A yang bergantung pada variabel B ikut berubah ketika variabel B berubah. *Loop-loop* di dalam diagram diidentifikasi oleh pengidentifikasi *loop* yang menunjukkan apakah *loop* tersebut umpan balik positif (menguatkan) atau negatif (menyeimbangkan).

Dapat kita perhatikan bahwa pengidentifikasi *loop* berputar dalam arah yang sama dengan *loop* yang diwakilinya. Dalam contoh di atas, umpan balik positif yang berhubungan dengan kelahiran dan populasi adalah searah jarum jam dan begitu juga dengan pengidentifikasi *loop*-nya. Sedangkan umpan balik negatif yang berhubungan dengan tingkat kematian dan populasi adalah berlawanan arah jarum jam sesuai

dengan pengidentifikasi *loop*-nya. Gambar berikut akan menjelaskan polaritas hubungan:

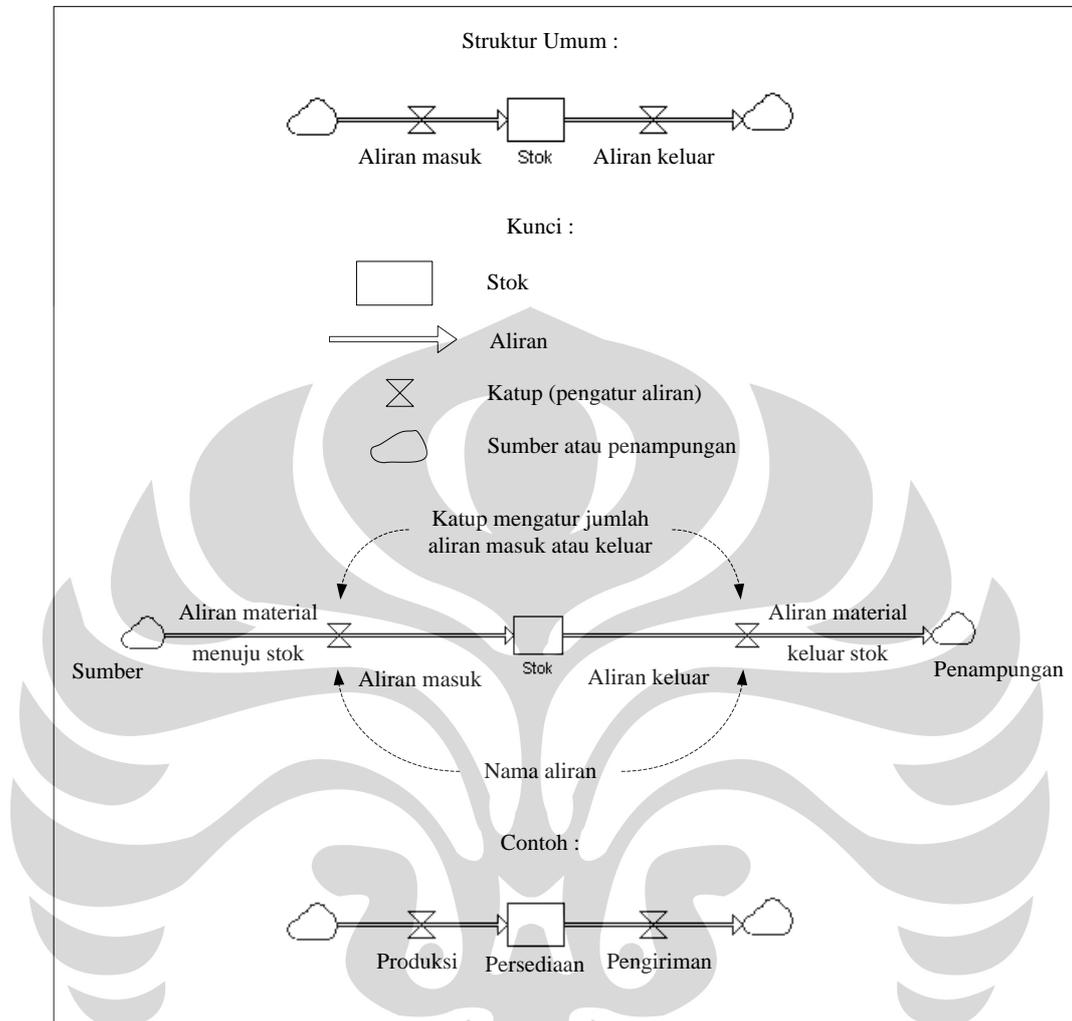
Simbol	Interpretasi	Persamaan matematika	Contoh
X $\xrightarrow{+}$ Y	Jika X meningkat (menurun), maka Y akan meningkat (menurun). Jika terjadi akumulasi, X menambah Y.	$\partial Y / \partial X > 0$ Jika terjadi akumulasi, $Y = \int_0^t (X + \dots) ds + Y_0$	Kualitas produk $\xrightarrow{+}$ Penjualan Usaha $\xrightarrow{+}$ Hasil Kelahiran $\xrightarrow{+}$ Populasi
X $\xrightarrow{-}$ Y	Jika X meningkat (menurun), maka Y akan menurun (meningkat). Jika terjadi akumulasi, X mengurangi Y.	$\partial Y / \partial X < 0$ Jika terjadi akumulasi, $Y = \int_0^t (-X + \dots) ds + Y_0$	Harga produk $\xrightarrow{-}$ Penjualan Frustrasi $\xrightarrow{-}$ Hasil Kematian $\xrightarrow{-}$ Populasi

**Gambar 2.7.** Polaritas Hubungan  
(Sumber : Sterman, 2000, hal. 139)

### 2.3.3. Diagram Alir (*Stock and Flow Diagram*)

*Causal loop diagram* memiliki beberapa keterbatasan dan dengan mudah dapat disalahgunakan. Salah satu keterbatasan yang paling penting dari diagram sebab akibat adalah ketidakmampuannya untuk menangkap struktur stok dan aliran (*stock and flow*) dari sistem. Stok dan aliran, bersama dengan umpan balik, merupakan dua konsep utama dari teori sistem dinamik.

Stok adalah akumulasi. Stok menggolongkan keadaan sistem dan membentuk informasi pada keputusan dan tindakan. Stok memberi sistem kekuatan untuk bergerak dan melengkapinya dengan memori. Stok menciptakan penundaan dengan mengakumulasikan perbedaan antara aliran masuk menuju proses dan aliran keluarnya. Dengan memisahkan tingkat aliran, stok merupakan sumber ketidakseimbangan dalam sistem.



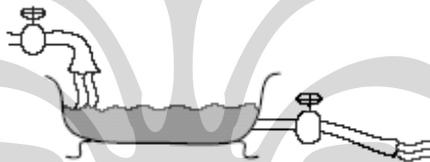
**Gambar 2.8.** Cara Penulisan Diagram Alir  
(Sumber : John D. Sterman, 2000, hal. 193)

Gambar diatas merupakan cara-cara penulisan diagram alir dalam sistem dinamis, berikut penjelasannya:

- Stok diwakili oleh persegi empat
- Aliran masuk diwakili oleh pipa dengan tanda panah yang mengarah pada stok yang berarti menambah stok. Aliran keluar diwakili oleh pipa yang mengarah keluar stok dan berarti mengurangi stok.
- Katup yang mengendalikan aliran.

- Awan mewakili sumber dan penampungan aliran. Sumber menggambarkan darimana stok berasal dan dimana aliran yang mula-mula berada diluar batasan model muncul. Sementara, penampungan menggambarkan kemana stok menuju dimana aliran yang meninggalkan batasan model keluar. Sumber dan penampungan diasumsikan memiliki kapasitas yang tidak terhingga dan tidak pernah dapat membatasi aliran.

Kaidah diagram alir didasari oleh analogi hidrolik, yang merupakan aliran air menuju dan keluar tempat penampungan air. Memang sangat membantu jika menggambarkan stok sebagai bak air. Kuantitas air di dalam bak pada suatu waktu adalah akumulasi dari air yang mengalir masuk melalui keran dikurang air yang mengalir keluar melalui saluran pipa dengan asumsi tidak ada percikan dan penguapan.



**Gambar 2.9.** Analogi Hidrolik  
(Sumber: Sterman, 2002, hal. 508.)

Melalui cara yang sama, kuantitas material dalam stok apapun merupakan akumulasi dari aliran material yang masuk dikurang aliran material yang keluar. Analogi ini memiliki pengertian matematis yang tepat dan tidak ambigu. Stok mengakumulasikan atau mengintegrasikan alirannya; aliran menuju stok adalah tingkat perubahan dari stok. Oleh karena itu, struktur yang digambarkan dalam gambar 2.9 di atas sesuai dengan persamaan integral berikut ini :

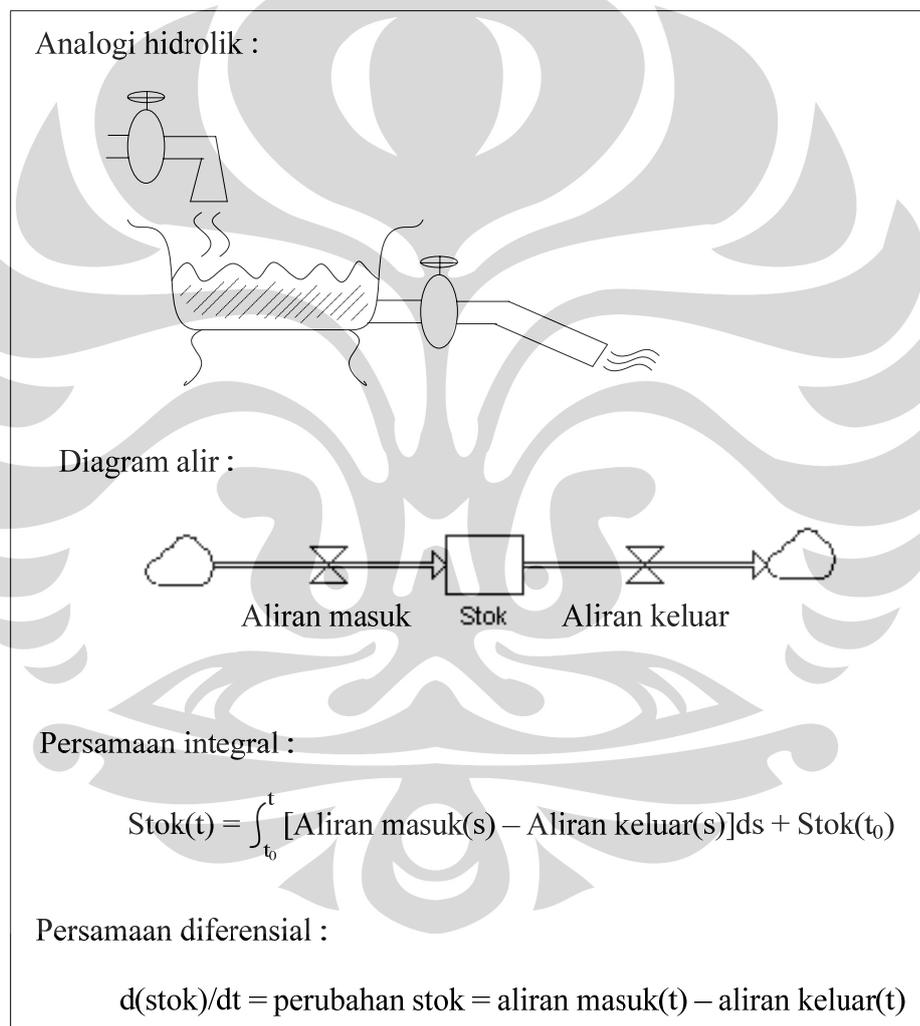
$$\text{Stok}(t) = \int_{t_0}^t [\text{Aliran masuk}(s) - \text{Aliran keluar}(s)] ds + \text{Stok}(t_0) \quad (2-1)$$

dimana aliran masuk (s) mewakili nilai dari aliran masuk pada waktu s antara waktu awal  $t_0$  dan waktu sekarang t. Dengan persamaan yang sama, tingkat perubahan stok

adalah aliran masuk dikurangi aliran keluar, yang didefinisikan dengan persamaan diferensial

$$d(\text{stock})/dt = \text{aliran masuk}(t) - \text{aliran keluar}(t) \quad (2-2)$$

Secara umum, aliran akan menjadi fungsi dari stok serta variabel-variabel dan parameter-parameter kondisi yang lain. Gambar berikut menunjukkan empat representasi yang sama dari diagram alir secara umum. Dari suatu sistem persamaan integral dan diferensial kita dapat membuat peta stok dan aliran yang sesuai:



**Gambar 2.10.** Empat Representasi Struktur Diagram Alir  
(Sumber : Sterman, 2000, hal. 194)

Sebuah model tidak pernah dikatakan benar atau selesai. Model adalah representasi dari kenyataan, yang dikembangkan untuk menjelaskan sebuah permasalahan. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pengembangan model.

#### 2.3.4. Definisi Permasalahan

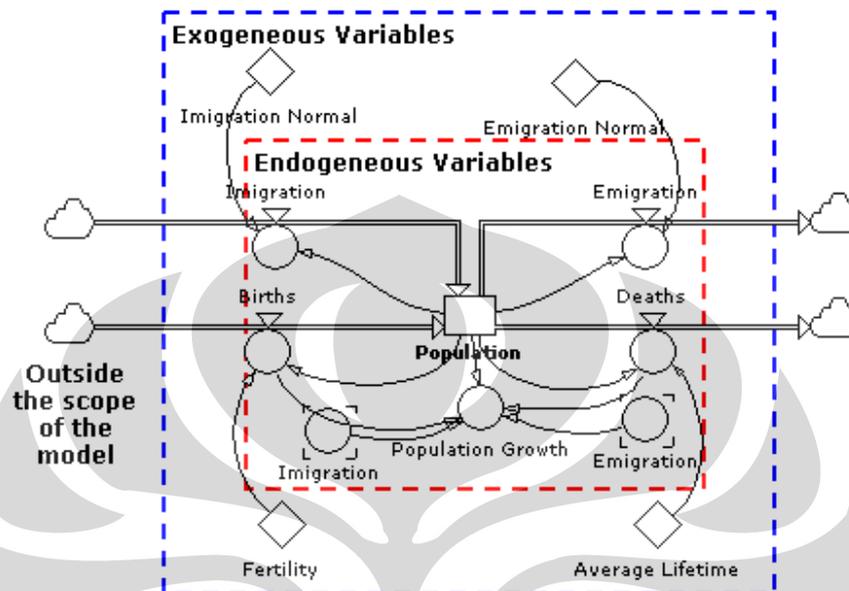
Proses pengembangan model dimulai dengan definisi permasalahan. Ini adalah kunci dari seluruh aktivitas pengembangan model. Meskipun terlihat sebagai bagian termudah, pengembangan model tidak cukup dengan konsep yang tidak jelas. Definisi permasalahan adalah definisi dari model tersebut. Oleh karena itu, permasalahan harus didefinisikan serinci mungkin. Definisi adalah dasar dari semua usaha yang dilakukan selanjutnya, dan arahan pengambilan keputusan yang menyangkut batasan masalah dan validitas model.

Angka adalah alat yang berguna dalam proses ini. Jika angka dapat digunakan untuk mendefinisikan permasalahan, contohnya data inventori yang riil untuk menggambarkan permasalahan fluktuasi inventori, maka permasalahan menjadi lebih mudah dijelaskan. Jika tidak ada data riil, maka gambaran perilaku sistem tersebut sangat berguna. Jika permasalahan mengacu pada interaksi dari variabel-variabel, misalnya efek dari fluktuasi permintaan terhadap inventori, maka pemetaan yang relevan atas variabel satu dengan yang lainnya sangat penting. Dengan ini, pemahaman tentang bagaimana variabel-variabel tersebut mempengaruhi satu sama lain dapat lebih baik. Perlu dipahami bahwa model sistem dinamis tidak memperhatikan perilaku variabel secara individual. Fokus utamanya adalah bagaimana setiap variabel berinteraksi dengan yang lainnya untuk memproduksi perilaku sistem.

#### 2.3.5. Ruang Lingkup Model

Dengan adanya definisi permasalahan yang jelas, maka langkah berikutnya adalah memberi batasan pada model. Membuat diagram batasan model dapat berguna dalam proses ini. Diagram tersebut akan membantu mengidentifikasi variabel-

variabel apa saja yang diikuti dalam model, dan apakah variabel ini termasuk dalam variabel endogen atau eksogen. Berikut adalah contoh diagram batasan model.



**Gambar 2.11.** Diagram Batasan Model  
(Sumber : Powersim Studio 2003 User's Guide hal. 42)

Variabel endogen adalah variabel yang perilakunya dikembangkan di dalam model. Variabel eksogen intinya adalah parameter dari model tersebut. Nilainya didapat dari luar batasan model, dan biasanya dianggap sebagai konstan. Hal-hal yang pengaruhnya sedikit terhadap perubahan perilaku model diusahakan minimal. Oleh karena itu, jika perilaku dari model berubah secara signifikan saat parameternya diubah, model tersebut tidak mempengaruhi perilaku sistem secara internal. Model tersebut terlalu bergantung pada pengaruh luar. Dalam hal ini, batasan model harus dikembangkan untuk memberi ruang pada variabel eksogen menjadi variabel endogen.

### 2.3.6. Variabel dan Referensi Pola

Langkah selanjutnya dalam proses adalah untuk membuat referensi pola untuk semua variabel yang relevan. Referensi pola dapat menggambarkan perilaku terhadap waktu. Referensi pola untuk variabel yang diamati penting untuk dimiliki. Ketika

simulasi dijalankan dan berjalan tidak sesuai dengan yang diantisipasi, referensi pola ini dapat dijadikan sebagai bahan perbandingan untuk mengidentifikasi struktur yang salah pada model.

Referensi pola dapat dibuat dengan berbagai cara. Salah satunya adalah memetakan perilaku dari variabel berdasarkan pengalaman atau hasil yang diinginkan. Cara lain adalah mendasarkannya dengan data riil. Cara ini memakan banyak waktu dan biaya. Terkadang data ini tersedia dalam organisasi, tetapi biasanya data harus diperoleh sendiri. Proses perolehan data tentu akan berbeda dari sistem satu ke lainnya. Bagaimanapun cara data diperoleh, tujuannya adalah untuk mengerti struktur dan perilaku dari permasalahan.

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi konsep dan komponen penting untuk dimasukkan ke dalam model. Di sini, penting untuk melihat kembali kepada definisi permasalahan. Hal ini penting untuk menstrukturisasi informasi dan mengembangkan nama serta satuan untuk tiap variabel. Biasanya daftar variabel ini akan panjang. Dari daftar ini, yang harus diidentifikasi adalah variabel sistem primer. Variabel lain yang tidak berhubungan dengan tujuan dari model dapat dihilangkan, dan variabel yang belum pasti dapat dikesampingkan. Variabel yang belum pasti ini mungkin dapat berguna dalam proses desain model.

#### 2.3.7. Desain Model Secara Konseptual

Setelah mendapatkan referensi pola, memiliki batasan masalah yang jelas, dan telah mengembangkan daftar variabel sistem primer, maka langkah selanjutnya membuat desain model secara konseptual. Ini adalah proses dimana diagram sebab akibat, diagram yang menggunakan level dan aliran, dikembangkan. Tahap ini merupakan formulasi dari permasalahan menggunakan variabel sistem primer, yang digambarkan dalam lingkaran umpan balik (*feedback loops*) atau level dan aliran. Biasanya, daftar variabel diidentifikasi pertama, lalu level, aliran dan konstan.

Proses ini dapat dimulai dengan menentukan variabel mana yang mempengaruhi satu sama lain dan bagaimana mereka bisa dihubungkan dengan kaitan fisik (aliran ke level, dan level ke aliran) atau kaitan informasi (semua

hubungan lainnya). Satuan ukur dapat menjadi alat pemeriksa yang bagus dalam proses ini.

#### 2.3.8. Formalisasi Model

Dengan desain konsep yang telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah membuat diagram dan menentukan persamaan model. Sebagai contoh adalah model inventori. Dalam model ini, ada variabel Tingkat Produksi (aliran) yang mengisi Inventori (level). Tingkat aliran akan bergantung pada level inventori. Tingkat aliran akan bergantung pada level inventori, karena produksi bergantung pada seberapa banyak inventori yang tersedia. Sebagai tambahan, aliran juga akan bergantung pada dua konstan, yaitu Level Inventori yang Diinginkan, dan penundaan waktu untuk menyesuaikan tingkat produksi ('Waktu Penyesuaian Inventori'). Satuan waktu untuk setiap variabel akan menjadi '*widjets*' untuk Level Inventori yang Diinginkan, 'minggu' untuk 'Waktu Penyesuaian Inventori'. Persamaan yang mendefinisikan 'Tingkat Produksi' dikombinasikan dengan variabel yang bergantung padanya, dalam bentuk yang menghasilkan unit '*widjets*/minggu' adalah sebagai berikut

$$\text{'Level Inventori yang Diinginkan' - 'Inventori'} / \text{Waktu Penyesuaian Inventori}$$

Sebagai tambahan untuk menspesifikasi persamaan, proses ini juga melingkupi pemilihan nilai-nilai parameter. Konsep sistem riil harus selalu diingat ketika memilih konstan. Nilai ini mungkin sudah diketahui sebelumnya di awal, atau nilai ini harus ditentukan secara logis di kemudian. Yang penting adalah konsistensi. Nilai awal dari level harus realistis untuk sistem-sistem tertentu. Angka-angka yang bulat ditetapkan di awal untuk memudahkan evaluasi hasil model.

#### 2.3.9. Simulasi

Setelah semuanya siap maka tahapan selanjutnya adalah simulasi dari model sistem dinamis tersebut. Simulasi dijalankan dan keluarannya adalah perilaku terhadap waktu. Terkadang perlu dilakukan "simulasi mental" sebelumnya sebelum

menjalankan simulasi yang sebenarnya. Model tersebut diimajinasikan seperti apa ketika dijalankan. Ketika model dijalankan, akan terlihat apakah perilaku sebenarnya berbeda dengan ekspektasi awal, oleh karena itu solusi untuk menyelesaikannya dapat diperkirakan. Kesalahan ini mungkin terjadi karena ada variabel yang tidak dimasukkan dan ekspektasi dari perilaku model menjadi salah.

Setting yang sesuai dengan model harus dibuat saat simulasi dijalankan. Dua hal yang paling penting adalah rentang dan tingkatan waktu. Rentang waktu menggambarkan periode waktu dimana model tersebut dijalankan. Rentang waktu dispesifikasi oleh kapan permulaan dan selesainya simulasi relatif terhadap kalender tertentu. Rentang waktu mungkin berbeda dari satu model dan model lainnya, dan biasanya dipilih agar sesuai dengan jangka waktu dari perilaku permasalahan. Tingkatan waktu menggambarkan interval waktu antara progress simulasi pada setiap perhitungan. Semakin pendek tingkatan waktu, semakin banyak perhitungan dan model yang dijalankan akan semakin lambat.

Setelah rentang dan tingkatan waktu dipilih, simulasi akan dapat dijalankan pada kondisi yang berbeda-beda dan mengamati hasilnya. Untuk benar-benar mengerti modelnya, struktur yang telah dibuat terhadap perilaku hasil simulasi harus dihubungkan.

Jika perilaku yang diinginkan tidak diperoleh, maka struktur model harus kembali diperiksa dan menganalisa kenapa model tersebut menghasilkan perilaku yang tidak diinginkan. *Causal loop diagram* seringkali berguna pada tahapan ini. Saat pengertian tentang bagaimana model menghasilkan perilaku tertentu, maka eksperimen dengan perubahan dalam struktur dapat dilakukan. Ini berguna untuk melihat bagaimana perubahan struktur dapat menghasilkan perilaku permasalahan sebenarnya yang dideskripsikan di awal pengembangan model. Saat model sudah cukup merepresentasikan permasalahan sebenarnya, model tersebut dapat digunakan untuk analisa kebijakan dan percobaan.

### 3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 3.1. Profil Perusahaan

##### 3.1.1. Sejarah Singkat

Kemenangan Jaya Group didirikan pada tahun 1972, dan telah berkembang pesat seiring dengan meningkatnya kemakmuran konsumen pada khususnya dan ekonomi Indonesia pada umumnya. Pada awalnya, Kemenangan Jaya Group merintis usaha ritel keramik dan aksesorisnya, yang kemudian berkembang menjadi keramik dan usaha distribusi semen. Kemudian berkembang menjadi produsen keramik dengan membangun pabrik keramik PT Perkasa Primarindo (1991), PT Indo Penta Sakti Teguh (1992) dan PT Arwana Citra Mulia (1993). Pada tahun 1994 Kemenangan Jaya Group mendirikan PT Industri Keramik Kemenangan Jaya (IKJ) yang merupakan pabrik pertama yang 100% dimiliki oleh Kemenangan Jaya Group, disusul kemudian oleh PT Ubin Keramik Kemenangan Jaya (UKKJ) dan PT Lantai Emas Kemenangan Jaya (LEKJ). PT Inti Kemenangan Jaya memproduksi ubin keramik ukuran 40 x 40 cm. Pusat aktivitas pabrik ini berada di Cikuda, Bogor, dan UKKJ serta LEKJ berada di Wanaherang, tidak jauh dari Cikuda, Bogor.

Untuk menjamin konsistensi mutu produk serta memenuhi persyaratan pelanggan, Kemenangan Jaya Group telah menyusun, mengembangkan, mendokumentasikan dalam menerbitkan satu sistem manajemen mutu terpadu yang memenuhi persyaratan standar ISO 9001 : 2000. Untuk pengendalian konsistensi kualitas, dibuat rencana mutu sebagai pedoman standard dan digunakan sebagai panduan atau manual untuk *standard cross-check*. Hal ini akan memastikan kesesuaian dengan persyaratan-persyaratan yang sudah ditetapkan. Dengan menetapkan pedoman mutu ini, Kemenangan Jaya Group berusaha untuk memperkecil terjadinya variasi dan *inconsistency* atau deviasi mutu produk serta meningkatkan mutu baik secara internal (manajemen) maupun eksternal (pelanggan).

Setelah melewati masa lebih dari 20 tahun, Kemenangan Jaya Group melakukan proses restrukturisasi dengan melakukan diversifikasi dalam beberapa

bagian. Industri dan distribusi keramik tetap menjadi bisnis inti, sementara itu usaha ritel keramik dan aksesoris menjadi sarana penunjang yang difokuskan kepada fungsi riset dan pengembangan bisnis inti. Usaha lainnya yang saat ini sedang dijalankan Kemenangan Jaya Group adalah usaha transportasi dan industri bahan bangunan lainnya.

### 3.1.2. Visi

Menjadi grup usaha global yang sehat dan terpadang dalam industri dan distribusi bahan bangunan dan integrasinya.

### 3.1.3. Misi

Melaksanakan usaha produksi dan distribusi keramik yang sehat dan menguntungkan melalui :

1. Struktur organisasi yang obyektif, fokus dan efisien
2. Sumber daya manusia yang inovatif, loyal, sinergis dan harmonis
3. Rencana kerja yang efektif dan didukung oleh komitmen penuh dari seluruh manajemen untuk melaksanakannya
4. Memberikan kepuasan bagi pelanggan dengan membentuk pelanggan yang loyal bagi produk dan persepsi perseroan
5. Memberikan keuntungan dan manfaat bagi seluruh pihak yang berkepentingan dengan perusahaan, termasuk pemegang saham, kreditur, karyawan dan masyarakat luas

### 3.1.4. Nilai-nilai dan Motto

PT IKJ mengusung nilai-nilai sebagai berikut:

1. Inovatif. Berkemampuan tinggi untuk menciptakan pembaharuan yang positif dalam mencapai tujuan perusahaan
2. Kebersamaan. Selalu bekerjasama dalam mencapai tujuan yang direncanakan
3. Religius. Bekerja sebagai bagian dalam pelaksanaan ibadah

4. Berpikiran Terbuka. Terbuka dan menghargai ide dan gagasan untuk perbaikan dan peningkatan kinerja.
5. Berorientasi Pada Hasil. Keberhasilan pelaksanaan tugas dengan hasil yang memuaskan menjadi acuan dalam bekerja.
6. Komitmen. Tekad dan dedikasi untuk mencapai tujuan yang direncanakan.
7. Proaktif. Selalu aktif dan bersikap positif dalam melaksanakan tugas yang ditetapkan.
8. Rasa Memiliki. Kepedulian yang tinggi terhadap keberhasilan perusahaan untuk mencapai keuntungan yang direncanakan.
9. Peningkatan Berkelanjutan. Konsisten dalam meningkatkan kinerja dan prestasi pribadi dan kelompok untuk mencapai tujuan perusahaan.

#### 3.1.5. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi memberikan gambaran mengenai hubungan dan bentuk koordinasi antara bagian-bagian yang terdapat dalam perusahaan. Dengan adanya gambaran tersebut dapat diketahui pembagian tugas yang jelas serta dapat memperlihatkan posisi dari masing-masing karyawan sehingga batas wewenang dan tanggung jawab menjadi jelas.

Karyawan PT IKJ dapat dibagi menjadi 2, yaitu karyawan kantor dan karyawan produksi. Karyawan produksi merupakan karyawan yang bekerja pada divisi produksi, *quality control*, gudang dan pengiriman. Berikut adalah pengaturan jam kerja yang ditetapkan perusahaan adalah.

**Tabel 3.1. Jam Kerja Karyawan Kantor**

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin sampai Kamis	08.30-17.30	12.00-13.00
Jumat	08.30-17.30	11.30-13.00

(Sumber : PT Inti Kemenangan Jaya)

**Tabel 3.2. Jam Kerja Karyawan Produksi**

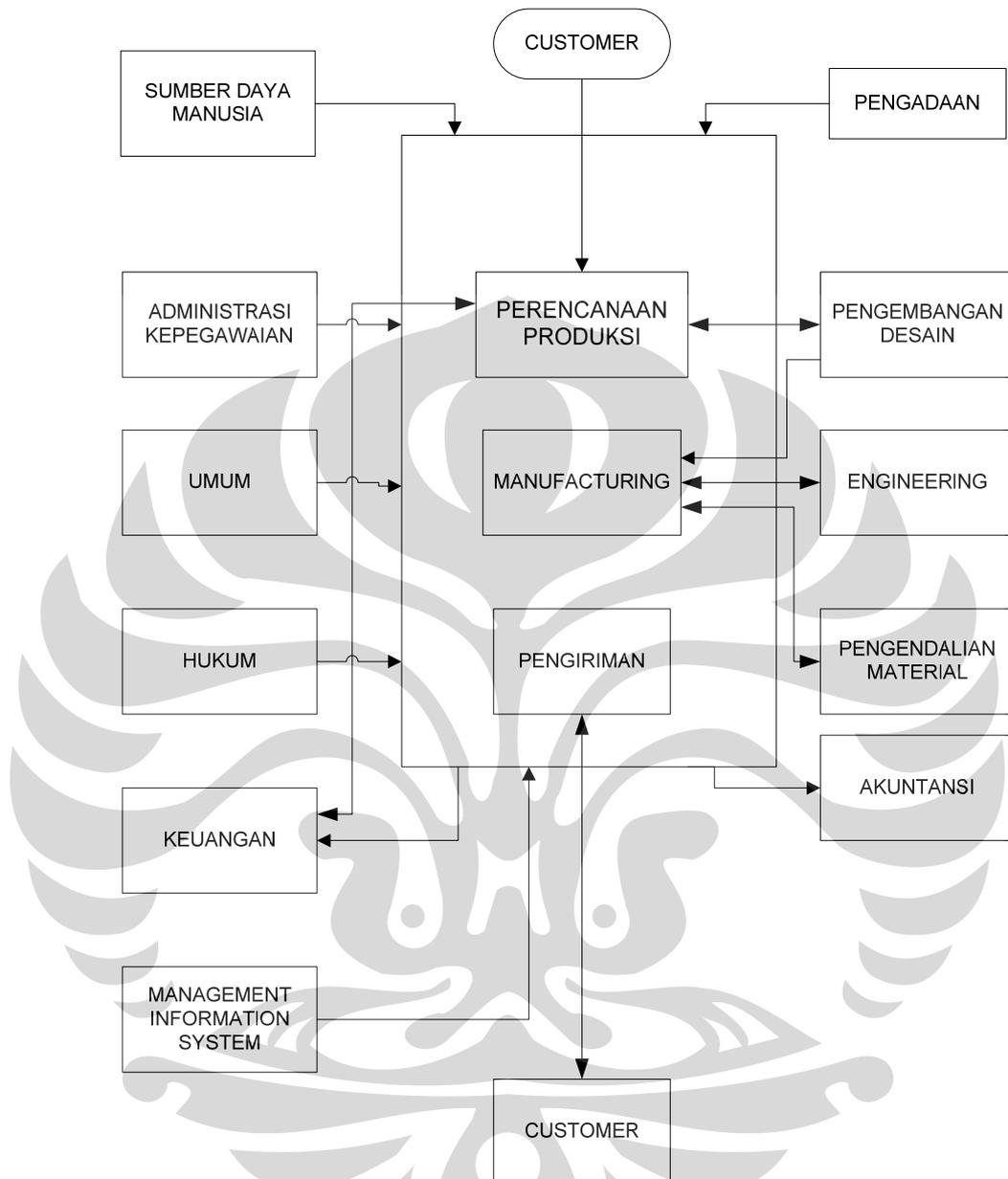
Shift Kerja	Waktu Kerja	Waktu Istirahat
Shift 1	07.00-15.00	12.00-13.00
Shift 2	15.00-23.00	18.00-19.00
Shift 3	23.00-07.00	02.00-03.00

(Sumber : PT Inti Kemenangan Jaya)

Jam kerja karyawan produksi berlangsung selama 24 jam, karena proses produksi juga berlangsung 24 jam sehari dan 7 hari seminggu.

### 3.1.6. Sistem Manufaktur Perusahaan

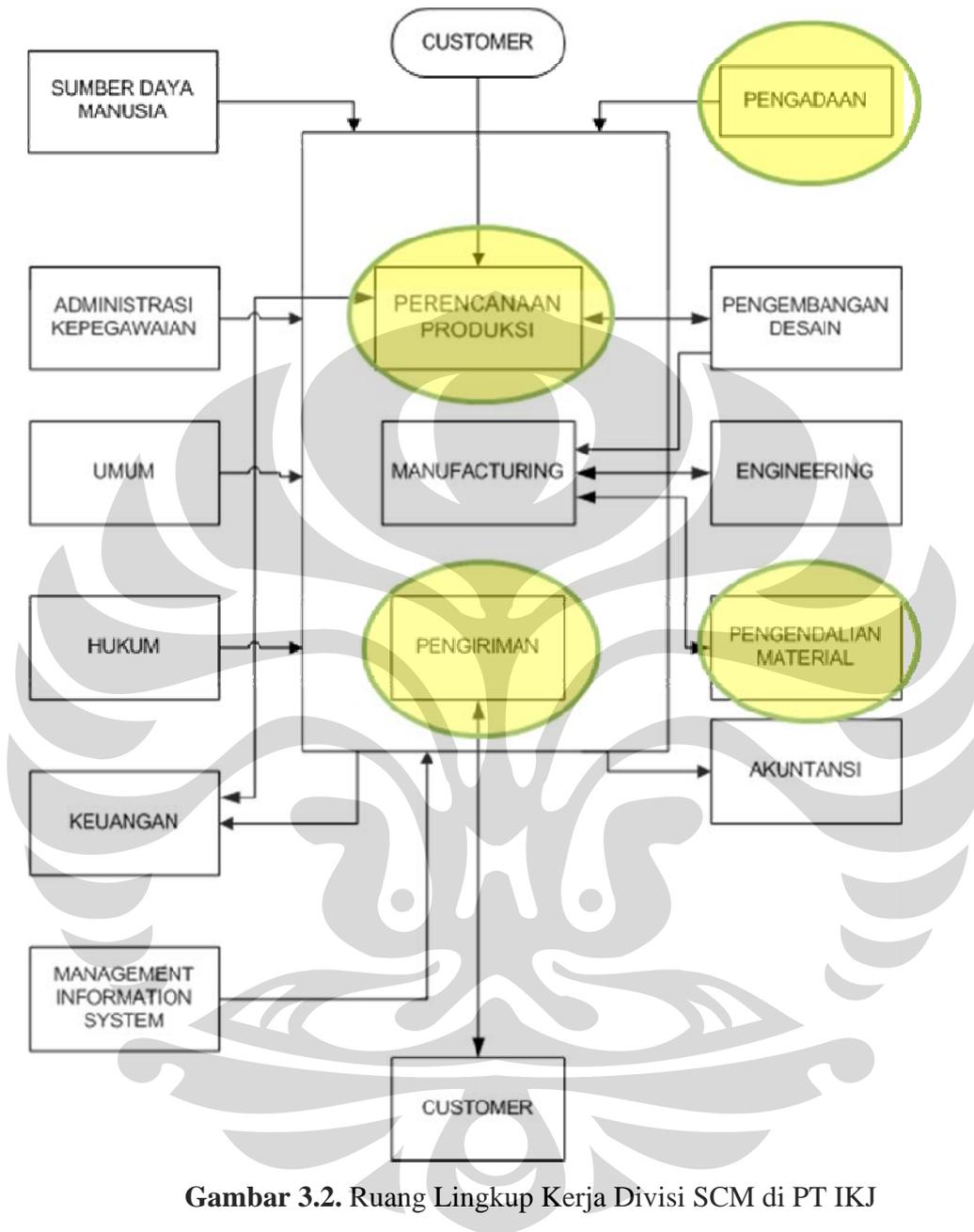
PT IKJ menggunakan proses manufaktur *line process*. Mesin yang digunakan untuk produksi diletakkan secara berurutan sesuai dengan proses produksi dari awal sampai akhir proses. Perpindahan material dari satu stasiun kerja ke yang lain berlangsung secara bertahap. Strategi penempatan produk yang dimiliki PT IKJ adalah *make-to-order*, dimana produk yang dibuat telah dipesan terlebih dahulu oleh perusahaan *holding* (PURI) sesuai dengan kebutuhan serta spesifikasi yang diinginkan. Karena kapasitas mesin yang dimiliki PT IKJ memiliki target kapasitas maksimal untuk setiap kali produksi, maka masih terdapat sisa barang. Sisa barang yang ada disimpan di gudang sebagai persediaan atau dapat langsung dipasarkan ke konsumen. Berikut adalah proses bisnis PT IKJ.



**Gambar 3.1.** Proses Bisnis PT IKJ  
(Sumber : PT Inti Kemenangan Jaya)

### 3.1.7. Rantai Suplai Perusahaan

Rantai suplai pada PT IKJ ditangani oleh divisi Supply Chain Management. Ruang lingkup kerja divisi ini adalah sebagai berikut.



**Gambar 3.2.** Ruang Lingkup Kerja Divisi SCM di PT IKJ

### 3.1.7.1. Rantai Suplai Material Bahan Baku Produk

Fokus divisi SCM adalah pada pengadaan material. Material bahan baku produksi dibagi menjadi 4 bagian sesuai dengan lapisan pada keramik, yaitu *body*, *glaze*, *pasta* dan *engobe*. Material yang digunakan untuk *body* adalah tanah liat dan feldspar. Tanah liat yang digunakan berasal dari Sukabumi, Belitung, dan Parung.

Feldspar yang digunakan berasal dari Cigudeg dan Cianjur. Material yang digunakan untuk *engobe* terdiri dari campuran kaolin, pasir silika murni, sodium feldspar murni, alumina murni dan zirconium silikat. Material yang digunakan untuk *glaze* adalah frit dan kaolin, sedangkan material pasta berupa pasta bubuk.

Tanah liat didatangkan dari daerah-daerah tersebut melalui jalan darat dengan alat angkut truk kecuali tanah liat Belitung, yang didatangkan melalui jalur laut sampai Pelabuhan Tanjung Priok, kemudian diangkut melalui truk sampai ke pabrik. Material untuk *glaze*, *pasta* dan *engobe* didatangkan dari pabriknya melalui truk atau diimpor. Material yang diimpor didatangkan melalui jalur laut sampai Pelabuhan Tanjung Priok, kemudian diangkut dengan truk sampai ke pabrik. *Lead time* rata-rata untuk tiap material adalah 1 minggu, kecuali material yang diimpor dan tanah liat Belitung. Tanah liat Belitung memiliki *lead time* 2 minggu. Untuk harga dan pemakaian masing-masing material, dapat dilihat pada lampiran

### 3.2. Penilaian Risiko

#### 3.2.1. Identifikasi Risiko

Tahap identifikasi risiko dilakukan dengan metode wawancara dan *brainstorm* dengan pihak perusahaan. Tahap ini dilakukan guna mencari tahu risiko apa saja yang ada pada rantai suplai perusahaan beserta sebabnya. Penulis menggunakan *Process Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi risiko. Dengan menggunakan *Process FMEA*, risiko akan lebih mudah teridentifikasi karena potensi kegagalan dapat diketahui secara runut.

Wawancara dan *brainstorm* dilakukan kepada 8 orang yang dianggap ahli dalam rantai suplai di perusahaan tersebut, yaitu:

1. Manajer *Supply Chain*
2. Asisten Manajer PPC & *Warehousing Plant* 1,2 dan 3
3. Asisten Manajer *Purchasing*
4. Koordinator *Plant* 1,2 dan 3.

Sesuai dengan ruang lingkup penelitian, proses yang diteliti terbatas pada proses persiapan produksi, proses pengadaan dan proses pelaksanaan produksi.

*Process FMEA* yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko terdiri dari 4 kolom, yaitu Nama Proses, Potensi Kegagalan, Penyebab, dan Efek. Dari wawancara dan *brainstorm* yang dilakukan, teridentifikasi 38 buah risiko sebagai berikut.

**Tabel 3.3.** Hasil Identifikasi Risiko

No	Item	Potensi Kegagalan	Penyebab	Efek
	<b>1.Persiapan Produksi</b>			
1	1.a. Perencanaan Produksi	Kesalahan informasi penerimaan forecast	Kesalahan input	Perubahan jadwal produksi
2		Perubahan glaze yang mendadak	Perubahan permintaan dari PURI	Perubahan jadwal produksi
3	1.b. Penentuan formulasi	Kesalahan penentuan formulasi	Kesalahan input	Kesalahan produksi
4				Kualitas produk berkurang
5		Informasi formulasi tidak sampai	Terputusnya komunikasi antar pegawai	Perubahan jadwal produksi
6	1.c. Membuat budget produksi	Rumus formulasi salah	Kesalahan input	Produksi ulang
7		Tidak tahu motif yang akan dibuat	Terputusnya komunikasi antar pegawai	Perubahan jadwal produksi
8	1.d. Membuat penjadwalan produksi	Perubahan jadwal yang mendadak	Perubahan permintaan dari PURI	Perubahan jadwal produksi
9			Tidak tersedianya bahan baku untuk motif tersebut	Perubahan jadwal produksi

**Tabel 3.3.** Hasil Identifikasi Risiko (*lanjutan*)

No	Item	Potensi Kegagalan	Penyebab	Efek
	<b>2. Proses Pengadaan</b>			
10	2.a. Proses pemesanan material	Spesifikasi yang dipesan tidak sesuai dengan permintaan	Kesalahan input	Barang yang datang tidak sesuai dengan jadwal produksi
11	2.b. Proses delivery material	<i>Clay</i> tidak datang tepat waktu	Kecelakaan transportasi yang dialami oleh <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi
12			Musim hujan sehingga ekstraksi sulit	Terganggunya kelancaran produksi
13			<i>Supplier</i> memenuhi permintaan <i>buyer</i> selain IKKJ	Terganggunya kelancaran produksi
14			Pembayaran yang tertunda	Terganggunya kelancaran produksi
15			Bencana alam seperti gempa, tsunami, atau banjir	Terganggunya kelancaran produksi
16			Serangan teroris seperti bom Bali atau Marriot	Terganggunya kelancaran produksi
17			Wabah penyakit seperti SARS atau flu burung	Terganggunya kelancaran produksi
18			Kerusuhan sosial politik seperti Mei 1998, Sampit, atau Poso	Terganggunya kelancaran produksi

**Tabel 3.3.** Hasil Identifikasi Risiko (*lanjutan*)

No	Item	Potensi Kegagalan	Penyebab	Efek
19			Lokasi tambang yang tidak dapat dicapai kendaraan	Terganggunya kelancaran produksi
20		Chemical tidak datang tepat waktu	Kecelakaan transportasi yang dialami oleh <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi
21			Bencana alam seperti gempa, tsunami, atau banjir	Terganggunya kelancaran produksi
22			Serangan teroris seperti bom Bali atau Marriot	Terganggunya kelancaran produksi
23			Wabah penyakit	Terganggunya kelancaran produksi
24			Kerusuhan sosial politik seperti Mei 1998, Sampit, atau Poso	Terganggunya kelancaran produksi
25			Pembayaran yang tertunda	Terganggunya kelancaran produksi
26			Mengalami permasalahan kepabeanaan	Terganggunya kelancaran produksi
27			Jadwal shipping yang tidak selalu tersedia	Terganggunya kelancaran produksi
28	<b>2.c. Proses penerimaan material</b>	Clay yang datang jumlahnya tidak sesuai pesanan	Kesalahan internal <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi

**Tabel 3.3.** Hasil Identifikasi Risiko (*lanjutan*)

No	Item	Potensi Kegagalan	Penyebab	Efek
29			Lokasi tambang yang tidak dapat dicapai kendaraan	Terganggunya kelancaran produksi
30			Musim hujan sehingga ekstraksi sulit	Terganggunya kelancaran produksi
31	2.d. Proses pengontrolan material	Kualitas <i>clay</i> yang datang di bawah standar	Proses ekstraksi yang tidak dilakukan sesuai standar oleh <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi
32			<i>Supplier</i> memenuhi permintaan <i>buyer</i> selain IKKJ	Terganggunya kelancaran produksi
33			Sumber tanah di lokasi tambang telah habis	Terganggunya kelancaran produksi
	<b>3. Proses Pelaksanaan Produksi</b>			
34	3.a. Pengontrolan jadwal produksi	Kesalahan proses <i>printing</i>	Kesalahan pihak <i>outsourcing</i>	Perubahan jadwal produksi
35			<i>Setting</i> mesin <i>printing</i>	Perubahan jadwal produksi
36			Pembuatan pasta <i>printing</i>	Perubahan jadwal produksi
37	3.b. Pengontrolan penggunaan material	Material yang dipakai terlalu irit	Kesalahan proses <i>milling</i>	Kualitas produk yang buruk
38		Pemakaian bahan baku terlalu boros	Kualitas produk yang buruk memerlukan produksi ulang	Mengurangi stok bahan baku

Risiko yang teridentifikasi dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok, yaitu risiko yang berhubungan dengan lingkungan (*environmental risk*), risiko yang berhubungan dengan jaringan (*network-related risk*), dan risiko yang berhubungan dengan organisasi rantai suplai itu sendiri (*organization of supply chain risk*) (Vanany, unpub). Penulis mengelompokkan risiko-risiko di atas menjadi 3 kelompok tersebut untuk mempermudah klasifikasi risiko serta rencana mitigasinya nanti.

### 3.2.2. Pemeringkatan Risiko

Dari 38 buah risiko yang ada di rantai suplai PT Inti Kemenangan Jaya, tidak semuanya dapat dimitigasi. Hal ini terjadi karena keterbatasan biaya perusahaan. Alokasi uang untuk memitigasi risiko yang dianggap kecil akan mengurangi efisiensi perusahaan. Oleh karena itu, perlu kekhususan dalam memitigasi risiko yang ada. Caranya ialah dengan memeringkatkan risiko tadi menggunakan *Risk Priority Number*. Risiko yang dianggap paling berbahaya akan diberi penanganan yang lebih cepat (Peltier, 2005). Pemeringkatan risiko didasarkan atas 3 kriteria, yaitu tingkat keparahan yang disebabkan oleh *item* risiko, tingkat seringnya kejadian, dan tingkat deteksi risiko (“FMEA Instruction Guide”, Kaiser Permanente, Maret 2002, hal. 3). Masing-masing kriteria untuk tiap *item* risiko akan diberi skor. Faktor risiko (*risk factor*) merupakan total skor, yang dihitung dengan mengalikan skor tingkat keparahan, tingkat seringnya kejadian, dan tingkat deteksi risiko. *Item* risiko yang memiliki nilai paling besar akan menjadi prioritas. Untuk memeringkatkan risiko dengan presisi, maka perlu adanya definisi yang jelas dari masing-masing kriteria.

Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak perusahaan, penulis menetapkan 4 level untuk masing-masing kriteria. Kriteria tingkat keparahan (*severity*) merupakan seberapa besar pengaruh efek kegagalan yang terjadi (Zagloel, Teknik Industri, Universitas Indonesia. 2 Apr., kuliah, 2008). Tingkat keparahan yang diteliti didasarkan atas kelancaran proses produksi. Penulis tidak menggunakan tolok ukur finansial, karena kurang relevan dengan kebutuhan perusahaan. Contohnya, jika perusahaan memproduksi hanya setengah dari kuota produksi per hari, secara finansial ini tidak berdampak pada perusahaan. Namun, karena sistem produksi yang

*make-to-order*, maka permintaan yang tidak terpenuhi akan mengurangi kepercayaan dari konsumen dan berakibat buruk pada perusahaan.

Salah satu indikasi kelancaran produksi adalah jumlah stok bahan baku yang ada di gudang. Stok normal yang ada di gudang bahan baku adalah kebutuhan untuk 4 hari produksi. Oleh karena itu, pengurangan stok bahan baku di gudang dapat menjadi indikasi tingkat keparahan suatu *item* risiko.

**Tabel 3.4.** Level dan Definisi Tingkat Keparahan

Nilai	Keterangan	Definisi
1	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh pada kelancaran proses produksi atau mengurangi stok bahan baku sampai 1 hari
2	Cukup kritis	Mengurangi stok bahan baku sampai 2 hari atau mengurangi kapasitas produksi 0,1% - 5% dari total kapasitas pabrik
3	Kritis	Mengurangi stok bahan baku sampai 3 hari atau mengurangi kapasitas produksi 5,1% - 10%
4	Sangat kritis	Mengurangi stok bahan baku sampai 4 hari atau mengurangi kapasitas produksi lebih dari 10%.

Kriteria frekuensi adalah nilai-nilai relatif untuk mengasumsikan seberapa sering *item* risiko tersebut muncul. Berikut adalah level dan definisi frekuensi yang digunakan (Zagloel, Teknik Industri, Universitas Indonesia. 2 Apr., kuliah, 2008).

**Tabel 3.5.** Level dan Definisi Frekuensi

Nilai	Keterangan	Definisi
1	Hampir tidak pernah terjadi	Terdapat 0-1 kejadian dalam 1 tahun
2	Kadang-kadang terjadi	Satu kejadian setiap 6 bulan
3	Sering terjadi	Terdapat 1-3 kejadian dalam 1 minggu, atau 5 <i>occurrences</i> dalam 1000 <i>events</i> .
4	Sulit untuk dihindari	Terdapat satu atau lebih kejadian setiap hari, atau 3 <i>occurrences</i> dalam 10 <i>events</i> .

Kriteria deteksi adalah kemungkinan masalah tersebut terdeteksi dan diatasi sekarang ini. Empat level dan definisi dari kriteria ini dikembangkan atas hasil wawancara dan *brainstorm* dengan pihak perusahaan, khususnya Manajer *Supply Chain*.

**Tabel 3.6.** Level dan Definisi Tingkat Deteksi

Nilai	Definisi
1	Kejadian dapat dideteksi sebelumnya dan dapat dilakukan perbaikan
2	Kejadian dapat dideteksi sebelumnya dan tersedia alternatif pilihan
3	Kejadian dapat dideteksi sebelumnya namun tidak dapat dilakukan perbaikan maupun alternatif pilihan
4	Kejadian tidak dapat dideteksi sebelumnya dan belum ada sistem peringatan dini

*Process FMEA* yang dikembangkan oleh penulis kemudian dijadikan kuesioner untuk memeringkatkan risiko, karena *tool* ini cukup mudah dimengerti. *Process FMEA* yang dijadikan kuesioner ini kembali disebarakan pada 8 orang ahli rantai suplai dalam perusahaan pada periode 5-12 Mei 2008. Responden diminta untuk mengisi kolom Tingkat Keparahan, Frekuensi dan Deteksi dengan nilai 1 sampai 4 sesuai dengan pengalaman atau perkiraan masing-masing. Rekapitulasi hasil kuesioner dapat dilihat di lampiran 3.

Skor final untuk tiap kriteria dihitung menggunakan modus, yakni jumlah turus yang paling banyak keluar. Penulis tidak menggunakan skor rata-rata, karena jarak antar level tidak sama. Dari perhitungan skor tersebut, maka nilai maksimum untuk tiap kriteria adalah 4. Untuk mendapatkan faktor risiko (*risk factor*), maka nilai dari tiap-tiap kriteria dikalikan. Hal ini menjadikan skor maksimum untuk tiap *item* risiko adalah  $4 \times 4 \times 4 = 64$ . Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan faktor risiko berdasarkan peringkatnya.

Tabel 3.7. Rekapitulasi Perhitungan Faktor Risiko

No. Item	Item	Skor Tingkat Keparahan	Skor Frekuensi	Skor Tingkat Deteksi	Faktor Risiko	RPN (Risk Priority Number)
	<b>1. Persiapan Produksi</b>					
1	1.a. Perencanaan Produksi	1	2	1	2	6
2		2	2	2	8	3
3	1.b. Penentuan formulasi	1	2	1	2	6
4		1	1	1	1	7
5		2	1	2	4	5
6	1.c. Membuat budget produksi	1	1	1	1	7
7		1	2	1	2	6
8	1.d. Membuat penjadwalan produksi	1	2	2	4	5
9		3	2	2	12	2
	<b>2. Proses Pengadaan</b>					
10	2.a. Proses pemesanan material	2	2	2	8	3
11	2.b. Proses delivery material	2	2	2	8	3
12		4	2	2	16	1

No. Item	Item	Skor Tingkat Keparahan	Skor Frekuensi	Skor Tingkat Deteksi	Faktor Risiko	RPN (Risk Priority Number)
13		3	2	2	12	2
14		2	2	2	8	3
15		4	2	2	16	1
16		1	1	4	4	5
17		1	1	4	4	5
18		1	1	4	4	5
19		2	2	3	12	2
20		2	2	2	8	3
21		2	1	2	4	5
22		1	1	4	4	5
23		1	1	4	4	5
24		1	1	4	4	5
25		2	2	3	12	2

No. Item	Item	Skor Tingkat Keparahan	Skor Frekuensi	Skor Tingkat Deteksi	Faktor Risiko	RPN (Risk Priority Number)
26		2	2	3	12	2
27		1	2	3	6	4
28	2.c. Proses penerimaan material	1	2	3	6	4
29		2	2	2	8	3
30		2	2	2	8	3
31	2.d. Proses pengontrolan material	2	2	2	8	3
32		2	2	2	8	3
33		2	1	2	4	5
	<b>3. Proses Pelaksanaan Produksi</b>					
34	3.a. Pengontrolan jadwal produksi	2	1	1	2	6
35		2	2	2	8	3
36		2	2	2	8	3
37	3.b. Pengontrolan penggunaan material	1	2	3	6	4
38		2	2	2	8	3

Skor yang didapat kemudian diperingkatkan untuk mengidentifikasi risiko yang bobotnya paling besar pada kolom RPN (*Risk Priority Number*). Berikut adalah hasil pemeringkatan risiko berdasarkan skor.

**Tabel 3.8.** Pemeringkatan Resiko Berdasarkan Skor

RPN	Skor	Jumlah Item
1	16	2
2	12	6
3	8	12
4	6	3
5	4	9
6	2	4
7	1	2

Skor tertinggi dicapai oleh risiko terganggunya kelancaran produksi yang disebabkan oleh musim hujan (1) dan bencana alam (2). *Item* (1) menyebabkan risiko terganggunya kelancaran produksi karena musim hujan membuat ekstraksi tanah liat menjadi sulit. Ekstraksi tanah liat dari alam biasanya dilakukan di pegunungan, dan pada musim hujan wilayah lereng menjadi amat licin dan truk pengangkut tidak dapat mengaksesnya. Akibatnya, proses pengantaran bahan baku yang paling utama dalam pembuatan keramik, yaitu tanah liat, akan terganggu.

*Item* (2) menyebabkan risiko terganggunya kelancaran produksi karena bencana alam seperti banjir akan membuat proses pengantaran tanah liat terganggu. Banjir akan menggenangi jalanan sehingga truk pengangkut tanah liat tidak dapat mengaksesnya.

Kedua *item* risiko yang memiliki nilai tertinggi berkenaan dengan proses pengantaran bahan baku tanah liat. Oleh karena itu, proses pengantaran inilah yang risikonya harus dimitigasi.

### 3.3. Rencana Mitigasi Risiko

Pemeringkatan risiko yang dilakukan menyimpulkan bahwa proses pengantaran bahan baku tanah liat adalah risiko yang dianggap paling serius dan perlu dimitigasi. Struktur rantai suplai perusahaan yang bergantung pada jalan darat

dan frekuensi kedatangan bahan baku yang tinggi membuat perusahaan rentan pada gangguan rantai suplai. Perusahaan harus dinamis dan cepat tanggap untuk menghadapi risiko gangguan ini.

Terdapat tiga kategori taktik untuk mengurangi dampak risiko gangguan pada rantai suplai, yaitu mitigasi finansial, mitigasi operasional, dan kontingensi operasional (Tomlin, 2006). Mitigasi finansial dapat dilakukan dengan mengalihkan risiko finansial kepada pihak ketiga. Mitigasi operasional dilakukan dengan strategi inventori dan *sourcing*. Kontingensi operasional dilakukan dengan mengalihkan kegiatan operasional (produksi, kontrol kualitas, dll) kepada pihak ketiga, atau mengalihkan sementara jalur rantai suplai yang dipakai. Untuk mengetahui strategi pengurangan dampak risiko yang cocok untuk diterapkan perusahaan, penulis melakukan *brainstorming* dengan Manajer *Supply Chain*. Menurutnya, strategi yang cocok digunakan adalah mitigasi operasional. Mitigasi finansial tidak cocok diterapkan karena rencana ini dianggap tidak berpengaruh terhadap pengurangan risiko kelancaran produksi. Sedangkan, kontingensi operasional dianggap tidak cocok diterapkan karena alasan-alasan sebagai berikut.

**Tabel 3.9.** Alasan Ketidakcocokan Rencana Kontingensi Operasional

Sumber Tanah Liat	Rute yang Digunakan	Pengalihan Rute	Alasan Ketidakcocokan
Sukabumi	Darat (truk)	- Laut	- Tidak ada pelabuhan yang menghubungkan antara sumber dengan pabrik. - Sumber dan pabrik terletak pada satu propinsi dan daratan
		- Udara	- Tidak ada Bandar udara yang menghubungkan keduanya - Material tidak mungkin diangkut dengan pesawat

**Tabel 3.9.** Alasan Ketidakcocokan Rencana Kontingensi Operasional (*lanjutan*)

Sumber Tanah Liat	Rute yang Digunakan	Pengalihan Rute	Alasan Ketidakcocokan
Parung	Darat (truk)	- Laut	- Tidak ada pelabuhan yang menghubungkan antara sumber dengan pabrik. - Sumber dan pabrik terletak pada satu propinsi dan daratan
		- Udara	- Tidak ada Bandar udara yang menghubungkan keduanya - Material tidak mungkin diangkut dengan pesawat
Belitung	Laut (tongkang) dan darat (truk)	- Darat sepenuhnya	- Sumber dan pabrik dipisahkan oleh lautan
		- Udaradan darat	- Material tidak mungkin diangkut dengan pesawat

Oleh karena itu, taktik yang dipilih untuk mengurangi dampak risiko adalah mitigasi operasional. Mitigasi operasional yang meliputi strategi inventori dilakukan dengan menumpuk inventori dan teknik *sourcing* dilakukan dengan pembelian pada lebih dari satu *supplier* untuk jenis material yang sama. Strategi ini dianggap paling cocok untuk diterapkan pada perusahaan.

Tentunya, rencana mitigasi ini tidak dapat dilakukan dengan gratis. Selalu ada biaya tambahan untuk mengurangi dampak risiko. Selain itu, rencana mitigasi ini harus diterapkan pada keadaan yang berbeda-beda, karena perusahaan sifatnya dinamis. Oleh karena itu, penulis mengembangkan model berdasarkan sistem dinamis untuk memberikan gambaran pada perusahaan tentang strategi mitigasi operasional.

### 3.4 Pengembangan Model

Model pada dasarnya adalah cerminan dari keadaan aktual. Model ini dikembangkan untuk memberikan gambaran kepada perusahaan tentang kondisi inventori pada keadaan-keadaan ketika risiko terjadi, sehingga perusahaan diharapkan dapat mengambil keputusan yang tepat dalam menanggulangi risiko terganggunya kelancaran produksi. Model yang dikembangkan merupakan model untuk inventori satu jenis tanah liat yang dapat dibeli dari dua *supplier*. *Supplier U (unreliable)*

kurang dapat diandalkan, sedangkan *supplier R (reliable)* dapat diandalkan namun harganya lebih mahal. Masing-masing *supplier* memiliki kapasitas yang terbatas, namun *supplier R* memiliki fleksibilitas volum, yaitu jumlah tambahan yang dapat diberikan dengan *lead time* tertentu. Namun, harga untuk volum fleksibel ini lebih mahal dari harga *supplier R* yang biasa. Hasil yang diharapkan dari model yang dikembangkan adalah strategi optimal yang diterapkan untuk menanggulangi gangguan pada suplai tanah liat. Strategi yang optimal terdiri dari biaya bahan baku optimal untuk menanggulangi risiko, waktu pemesanan, dan alokasi pemesanan. Sehingga jika terjadi gangguan dengan karakteristik tertentu, maka perusahaan dapat menerapkan strategi yang tepat dengan menggunakan simulasi sistem dinamis. Model yang dikembangkan dibatasi pada hal-hal berikut:

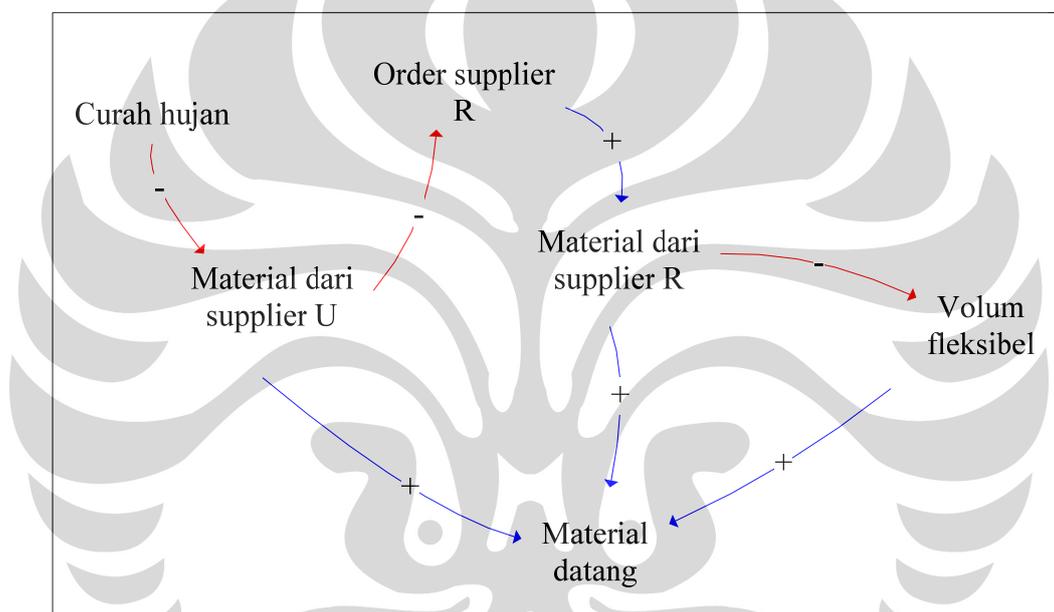
1. Bahan baku yang diteliti adalah tanah liat Sukabumi. Tanah liat jenis ini memiliki kapasitas gudang yang kecil dan memiliki frekuensi gagal datang paling tinggi diantara tanah liat lainnya (Dungga A, 2008, pers. comm. 23 Mei.), sehingga paling rentan terhadap gangguan rantai suplai.
2. Gangguan yang diteliti terbatas pada hujan dan bencana alam. Hasil pemeringkatan risiko menyimpulkan bahwa risiko terganggunya kelancaran produksi yang paling tinggi disebabkan oleh dua hal ini.
3. Simulasi dijalankan dengan perangkat lunak Powersim 2005.

Selain itu, model ini dikembangkan dengan asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Rantai suplai bahan baku lain tidak ikut terganggu ketika terjadi gangguan pada suplai tanah liat Sukabumi.
2. Produksi berjalan setiap saat dan tidak ada kerusakan mesin.
3. Tanah liat datang setiap hari.
4. Penggunaan bahan baku acak dan terdistribusi normal
5. Kapasitas volum fleksibel adalah cepat dan tak terbatas (*instantaneous and infinite*)
6. Tidak ada biaya tetap (*fixed cost*) untuk pemesanan
7. Tidak ada pemesanan minimal

### 3.4.1. Pengumpulan Data Mental

Data mental digunakan untuk membuat *causal loop diagram* dan *stock and flow diagram*. Keduanya adalah dasar penulis untuk mengembangkan model di perangkat lunak Powersim 2005. Data mental adalah informasi yang diterima dari hasil wawancara dan diskusi, sehingga variabel-variabel yang mempengaruhi suatu sistem dapat diketahui.



**Gambar 3.3.** Risiko Curah Hujan

*Loop* diatas adalah gambaran pengaruh risiko curah hujan terhadap jumlah material (dalam hal ini tanah liat Sukabumi) yang datang. Curah hujan yang tinggi akan mengurangi jumlah material yang datang dari *supplier* U, karena curah hujan yang tinggi membuat proses ekstraksi pada *supplier* U menjadi sulit. Selain itu, kandungan air pada tanah liat akan meningkat, sehingga jumlah tanah liat Sukabumi yang dijanjikan datang akan berkurang. Jika tanah liat yang datang kurang dari pesanan, maka perusahaan akan memesan ke *supplier* R. Hubungan ini dijelaskan dengan panah merah bertanda (-). Makin banyak jumlah material yang datang dari

*supplier* U, maka makin sedikit jumlah order ke *supplier* R. Hal ini terjadi karena harga material dari *supplier* R lebih mahal.

*Supplier* R tidak terpengaruh oleh curah hujan, karena hasil ekstraksi disimpan di gudang barang jadi mereka. Jika pesanan dari *supplier* R tidak juga mencukupi kebutuhan produksi maka perusahaan akan memesan volum fleksibel, yaitu jumlah tambahan yang dapat diberikan dengan *lead time* yang lebih pendek dari pesanan biasa. Hubungan ini dijelaskan dengan panah biru bertanda (+). Makin banyak jumlah material normal yang datang dari *supplier* R, volum fleksibel makin sedikit dipesan. Volum fleksibel memiliki harga yang lebih mahal dari yang normal, sehingga perusahaan lebih memilih untuk memesan yang normal.

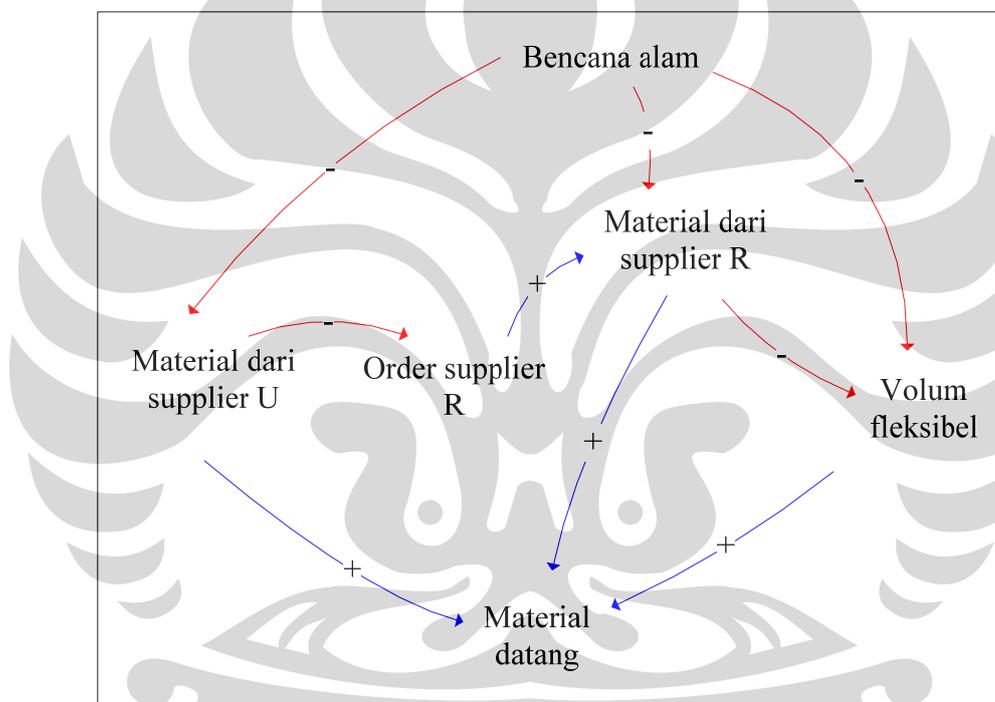
**Tabel 3.10.** Risiko Curah Hujan

Variabel	Deskripsi	Satuan	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi
Curah hujan	Deras dan lamanya hujan yang berlangsung. Dihitung dengan skala 1 – 10	-	-	Material dari <i>supplier</i> U
Material dari <i>supplier</i> U	Jumlah tanah liat Sukabumi yang datang per hari dari <i>supplier</i> U	Ton/da	Curah hujan	- Order <i>supplier</i> R - Jumlah material datang
Order <i>supplier</i> R	Jumlah pemesanan tanah liat Sukabumi per hari dari <i>supplier</i> R	Ton/da	Material dari <i>supplier</i> U	Material dari <i>supplier</i> R
Material dari <i>supplier</i> R	Jumlah tanah liat Sukabumi yang datang per hari dari <i>supplier</i> R	Ton/da	Order <i>supplier</i> R	- Volum fleksibel - Jumlah material datang
Volum fleksibel	Jumlah tambahan tanah liat Sukabumi yang datang per hari dari <i>supplier</i> R	Ton/da	Material dari <i>supplier</i> R	Jumlah material datang

**Tabel 3.10.** Risiko Curah Hujan (*lanjutan*)

Variabel	Deskripsi	Satuan	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi
Jumlah material datang	Total material yang datang per hari	Ton/da	- Order <i>supplier</i> R - Material dari <i>supplier</i> U - Volum fleksibel	-

Risiko bencana alam dijelaskan dengan *causal loop diagram* dibawah ini.

**Gambar 3.4.** Risiko Bencana Alam

*Loop* diatas adalah gambaran pengaruh risiko bencana alam terhadap jumlah tanah liat Sukabumi yang datang. Bencana alam yang terjadi (bisa berupa gempa bumi, banjir, atau gangguan alam lainnya) akan mengurangi, bahkan menyetop sama sekali. Bencana alam yang terjadi akan mengganggu proses pengantaran material, sehingga semua sumber bahan baku

Curah hujan yang tinggi akan mengurangi jumlah material yang datang dari *supplier* U, karena curah hujan yang tinggi membuat proses ekstraksi pada *supplier* U

menjadi sulit. Selain itu, kandungan air pada tanah liat akan meningkat, sehingga jumlah tanah liat Sukabumi yang dijanjikan datang akan berkurang. Jika tanah liat yang datang kurang dari pesanan, maka perusahaan akan memesan ke *supplier* R. Hubungan ini dijelaskan dengan panah merah bertanda (-). Makin banyak jumlah material yang datang dari *supplier* U, maka makin sedikit jumlah order ke *supplier* R. Hal ini terjadi karena harga material dari *supplier* R lebih mahal.

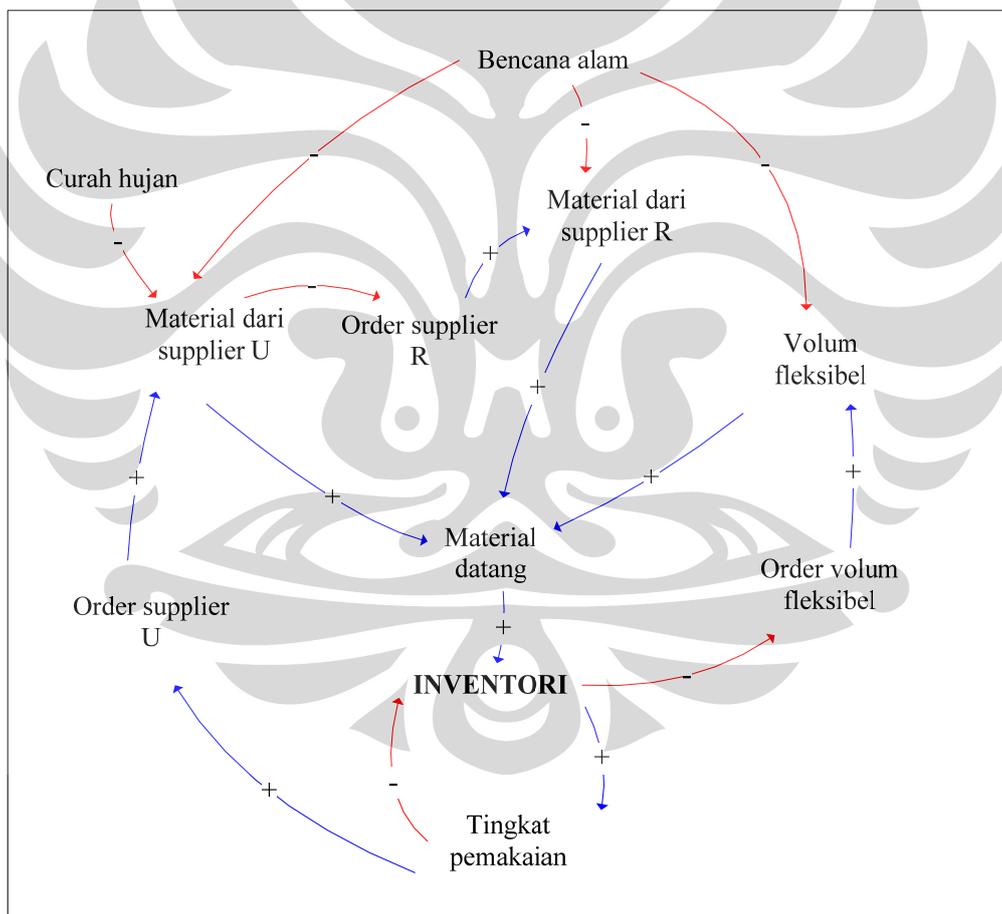
*Supplier* R tidak terpengaruh oleh curah hujan, karena hasil ekstraksi disimpan di gudang barang jadi mereka. Jika pesanan dari *supplier* R tidak juga mencukupi kebutuhan produksi maka perusahaan akan memesan volum fleksibel, yaitu jumlah tambahan yang dapat diberikan dengan *lead time* yang lebih pendek dari pesanan biasa. Hubungan ini dijelaskan dengan panah biru bertanda (+). Makin banyak jumlah material normal yang datang dari *supplier* R, volum fleksibel makin sedikit dipesan. Volum fleksibel memiliki harga yang lebih mahal dari yang normal, sehingga perusahaan lebih memilih untuk memesan yang normal.

**Tabel 3.4.** Risiko Bencana Alam

Variabel	Deskripsi	Satuan	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi
Bencana alam	Gangguan pada rantai suplai akibat bencana alam seperti banjir, gempa bumi, tsunami dsb	-	-	- Material dari <i>supplier</i> U - Material dari <i>supplier</i> R - Volum fleksibel
Material dari <i>supplier</i> U	Jumlah tanah liat Sukabumi yang datang per hari dari <i>supplier</i> U	Ton/da	Curah hujan	- Order <i>supplier</i> R - Jumlah material datang
Order <i>supplier</i> R	Jumlah pemesanan tanah liat Sukabumi per hari dari <i>supplier</i> R	Ton/da	Material dari <i>supplier</i> U	Material dari <i>supplier</i> R
Material dari <i>supplier</i> R	Jumlah tanah liat Sukabumi yang datang per hari dari <i>supplier</i> R	Ton/da	Order <i>supplier</i> R	- Volum fleksibel - Jumlah material datang

**Tabel 3.5.** Risiko Bencana Alam (*lanjutan*)

Variabel	Deskripsi	Satuan	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi
Volum fleksibel	Jumlah tambahan tanah liat Sukabumi yang datang per hari dari <i>supplier</i> R	Ton/da	Material dari <i>supplier</i> R	Jumlah material datang
Jumlah material datang	Total material yang datang per hari	Ton/da	- Order <i>supplier</i> R - Material dari <i>supplier</i> U - Volum fleksibel	-

3.4.2. Diagram *Causal Loop***Gambar 3.5.** Diagram Causal Loop

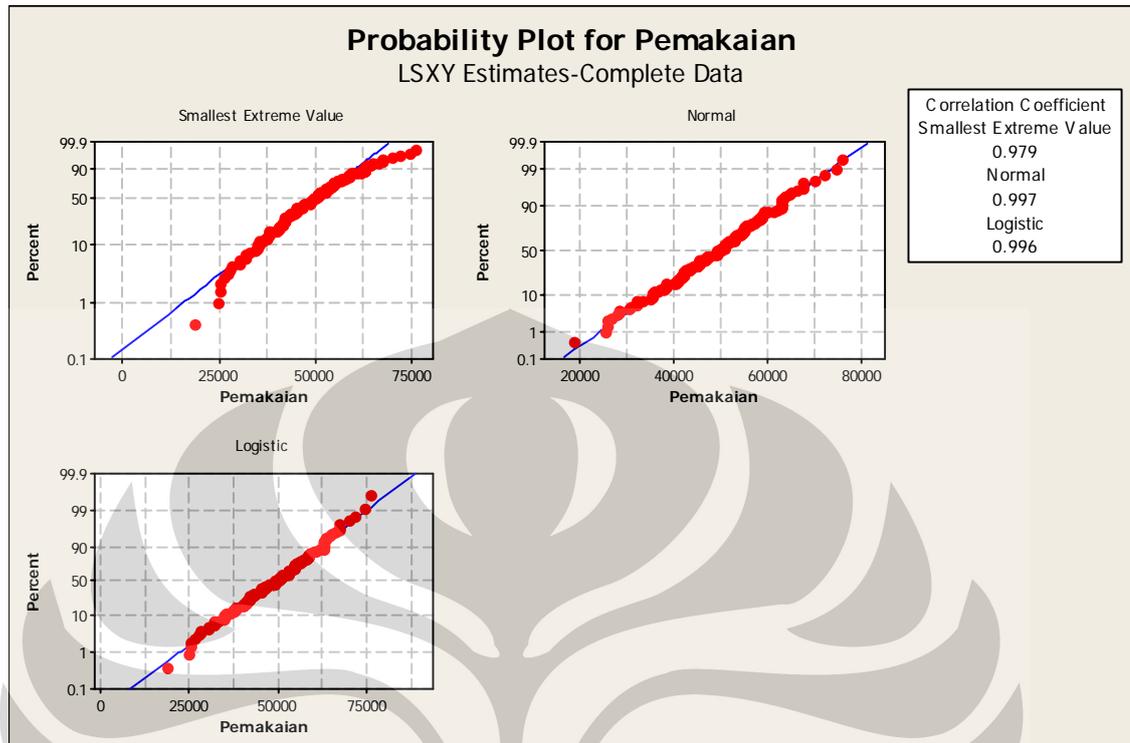
### 3.4.3. Pengumpulan Data Numerik

Data numerik dikumpulkan untuk menunjang model yang akan dikembangkan. Data numerik yang dikumpulkan untuk pengembangan model ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah pemakaian tanah liat Sukabumi per hari. Data yang dikumpulkan adalah pemakaian enam bulan terakhir.
2. Jumlah kedatangan tanah liat Sukabumi per hari. Data yang dikumpulkan adalah kedatangan enam bulan terakhir.
3. Jumlah material yang datang dari *supplier* U (dalam hal ini PT Livitra) per hari, beserta yang gagal datang. Data yang dikumpulkan adalah kedatangan enam bulan terakhir.
4. Jumlah material yang datang dari *supplier* R (dalam hal ini PT Aketam) dan volum fleksibel yang tersedia. Data yang dikumpulkan adalah kedatangan enam bulan terakhir.
5. *Lead time* masing-masing *supplier* dan volum fleksibel.
6. Biaya material masing-masing *supplier* dan volum fleksibel.

#### 3.4.3.1. Data Pemakaian Tanah Liat Sukabumi

Pemakaian tanah liat Sukabumi tidak konstan, karena mengikuti formula keramik yang dibuat. Sedangkan, keramik yang dibuat selalu berbeda dari waktu ke waktu, sehingga formulanya pun berbeda. Oleh karena itu perlu dilihat sebaran data pemakaian tanah liat Sukabumi ini. Penulis menggunakan uji ID plot untuk melihat distribusi pemakaian tanah liat dengan bantuan perangkat lunak Minitab 14. Distribusi yang diuji adalah *smallest extreme value*, Weibull, 3-parameter Weibull, eksponensial, 2-parameter eksponensial, normal, lognormal, 3-parameter lognormal, logistik, loglogistik, dan 3-parameter loglogistik. Hasil plot untuk distribusi *smallest extreme value*, normal dan logistik dapat dilihat sebagai berikut. Untuk uji distribusi yang lain dapat dilihat pada lampiran.

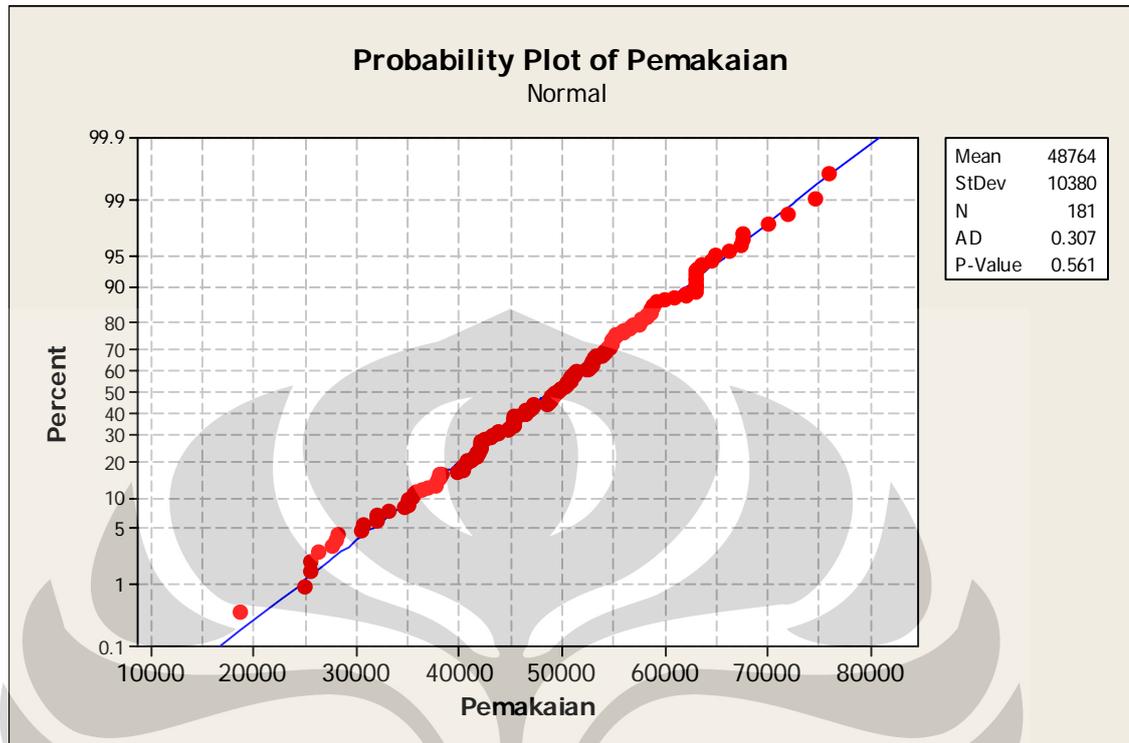


**Gambar 3.6.** Hasil ID Plot pada Data Pemakaian Tanah Liat Sukabumi

(Sumber : Minitab 14)

Dari hasil ID plot tersebut, maka data pemakaian tanah liat Sukabumi memenuhi distribusi normal sebanyak 99,7%. Dibandingkan dengan distribusi yang lain, distribusi normal paling cocok untuk menggambarkan sebaran data ini.

Setelah diketahui sebaran data pada pemakaian tanah liat Sukabumi, maka angka pemakaian tanah liat di model akan di-*generate* dengan distribusi normal. Untuk meng-*generate* angka ini, maka perlu diketahui rata-rata dan standar deviasi dari data tersebut. Oleh karena itu dilakukan uji normalitas dengan Anderson-Darling menggunakan perangkat lunak Minitab 14. Hasil uji normalitas adalah sebagai berikut.



**Gambar 3.7.** Hasil Uji Normalitas Data Pemakaian Tanah Liat Sukabumi  
(Sumber : Minitab 14)

Dari hasil diatas diketahui bahwa rata-rata pemakaian tanah liat Sukabumi per hari adalah 48764 kg, dan standar deviasi sebesar 10380 kg.

#### 3.4.4. Diagram Alir

*Causal loop diagram* sebelumnya digunakan untuk mengembangkan model sistem dinamis. Dari *causal loop diagram* ini, dikembangkan diagram *stock dan flow*. Diagram *stock and flow* ini didasarkan pada data mental. Sebelum melangkah pada penjelasan mengenai model itu sendiri penulis akan mencoba menjelaskan tata cara pendefinisian variabel-variabel yang ada dalam diagram keterkaitan itu sendiri, tipe variabel (*stock*, *auxiliary*, ataupun *constant*) dan alasan digunakan tipe variabel tersebut.

##### ➤ Penggunaan tipe variabel *stock*

Tipe variabel ini digunakan untuk mewakili variabel yang dalam model akan bertambah atau berkurang menurut waktu dan penambahan atau

pengurangan terhadapnya akan terakumulasi. Tipe variabel ini digunakan dalam perhitungan biaya-biaya produksi. Selain itu, tipe variabel ini juga digunakan pada variabel inventori dan *grand total* biaya pemesanan pada *supplier*.

➤ Penggunaan tipe variabel *auxiliary*

Tipe variabel ini lebih banyak digunakan di dalam perhitungan dan variabel-variabel yang akan berubah menurut waktu. Contoh penggunaan tipe variabel ini adalah pada perhitungan order material yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, sehingga karena dipengaruhi oleh variabel lain dan merupakan variabel perhitungan serta bukan merupakan variabel terakumulasi maka dalam pendefinisianya, variabel order material pada saat simulasi merupakan variabel *auxiliary*. Tidak seperti *stock*, variabel ini bukan merupakan variabel yang akan terakumulasi.

➤ Penggunaan tipe variabel *constant*

Sedangkan tipe variabel yang berupa konstanta ini digunakan untuk semua variabel yang berupa input simulasi, mempengaruhi variabel lain namun tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya. Contoh penggunaan tipe ini adalah pada variabel harga material, dan variabel lainnya yang merupakan variabel input, tidak memiliki variabel lain yang mempengaruhi namun mempengaruhi variabel lain dalam model.

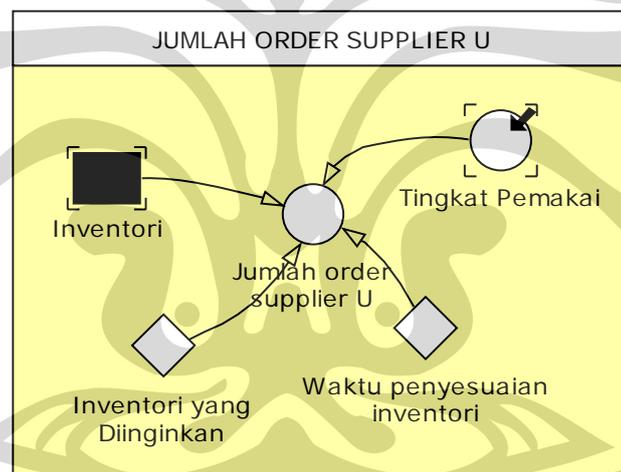
Secara garis besar, model ini dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu jumlah order pada *supplier*, biaya pemesanan pada *supplier* dan model secara keseluruhan. Untuk itu, penjelasan pada model ini dibagi seperti di atas.

#### 3.4.4.1 Jumlah Order Pada *Supplier*

Model ini menggunakan 2 buah *supplier*, yaitu *supplier* U dan R. Jenis pengantaran pada *supplier* R terbagi dua, yaitu yang reguler dan fleksibel. Jenis pengantaran reguler memiliki *lead time* 7 hari, sedangkan pengantaran fleksibel memiliki *lead time* yang dapat disesuaikan. *Lead time* fleksibel ini berkisar antara 2

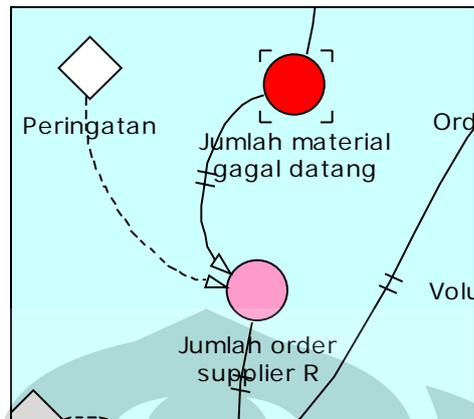
sampai 6 hari. Karena sifat dan harganya yang berbeda-beda inilah maka pemesanan (*order placement*) kepada setiap *supplier* berbeda pula. Meskipun volum fleksibel dipesan pada *supplier* R, namun karena *lead time* dan harganya berbeda, maka dijadikan variabel yang berbeda pula pada model.

Ada 3 variabel pemesanan pada model ini, yaitu Jumlah Order *Supplier* U, Jumlah Order *Supplier* R, dan Order Fleksibel. Jumlah order pada *supplier* U dipengaruhi oleh tingkat pemakaian tanah liat Sukabumi. Untuk hasil yang optimal, maka perusahaan akan memesan sesuai dengan kebutuhan. Tujuan ini diterjemahkan dalam sistem dinamis melalui variabel Inventori yang Diinginkan dan Waktu Penyesuaian Inventori. Hubungan antar variabel yang menyangkut Jumlah Order *Supplier* U dijelaskan pada gambar dibawah ini.



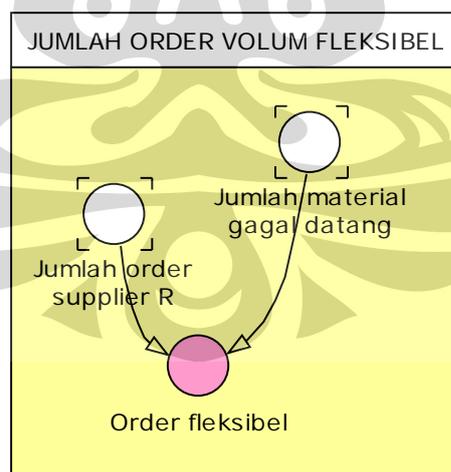
**Gambar 3.8.** Variabel Jumlah Order *Supplier* U

Jumlah order pada *supplier* R dipengaruhi oleh variabel Jumlah Material Gagal Datang dan variabel Peringatan. Jumlah Material Gagal Datang adalah jumlah material yang tidak dapat diantar oleh *supplier* U akibat hujan. Dengan peringatan sebanyak  $n$  hari sebelum barang diantar, maka perusahaan dapat memesan kepada *supplier* R sejumlah barang yang tidak bisa diantar oleh *supplier* U. Hubungan antar variabel yang menyangkut Jumlah Order *Supplier* R dijelaskan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3.9.** Variabel Jumlah Order *Supplier R*

Sumber pemesanan terakhir adalah volum fleksibel yang disediakan oleh *supplier R*. Variabel Order Fleksibel dipengaruhi oleh variabel Jumlah Order *Supplier R*, Jumlah Material Gagal Datang dan Inventori. Jika ada material yang gagal datang dan telah dilakukan pemesanan regular pada *supplier R*, sedangkan inventori di gudang tidak cukup untuk 4 hari produksi (200 ton), maka perusahaan akan memesan volum fleksibel. Hubungan antar variabel yang menyangkut Order Fleksibel dijelaskan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3.10.** Variabel Order Fleksibel

Deskripsi, variabel-variabel yang berhubungan, serta *syntax* yang digunakan dirangkum pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3.62.** Variabel-variabel Jumlah Order Fleksibel

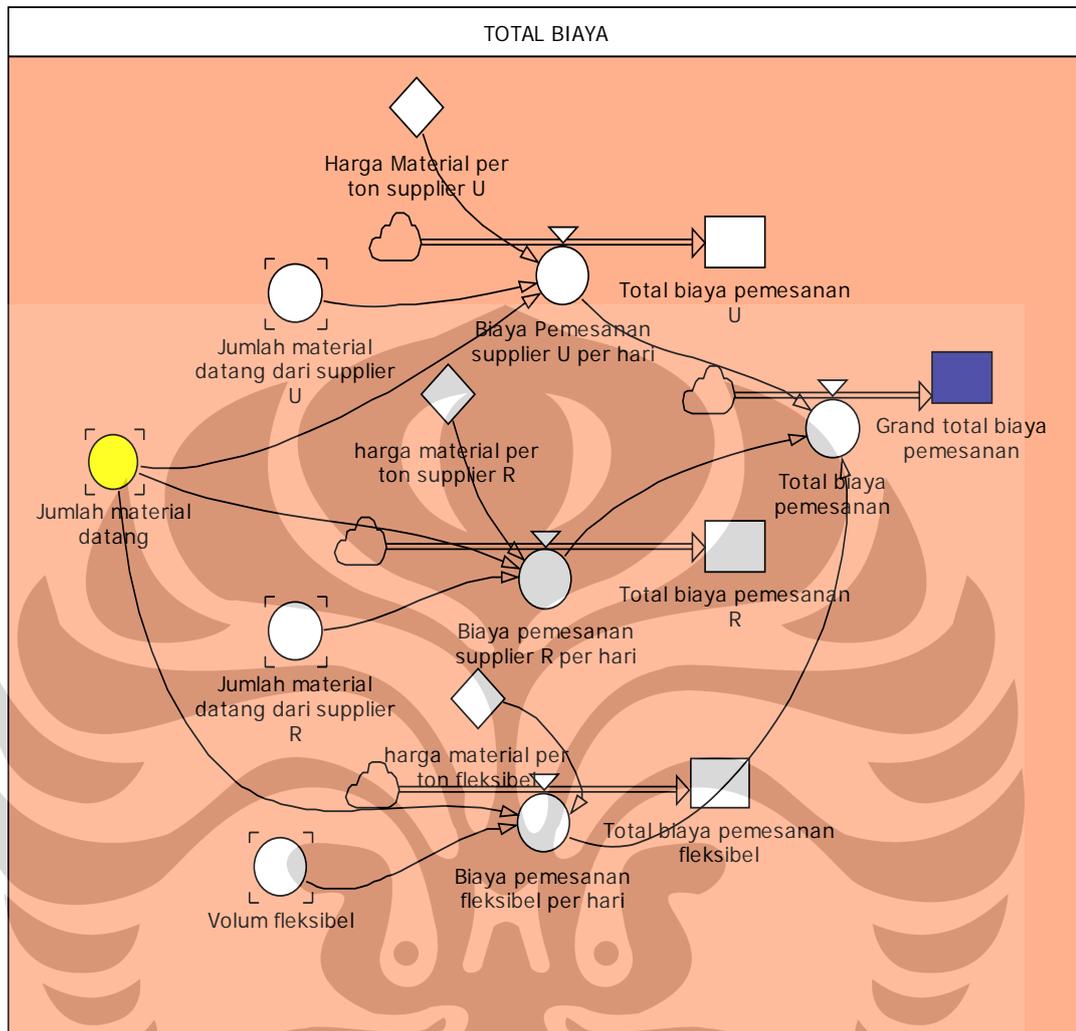
No.	Variabel	Satuan	Deskripsi	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi	Fungsi pada Powersim
1.	Jumlah Order <i>Supplier U</i>	Ton/hari	Order yang ditujukan untuk <i>supplier U</i>	- Tingkat Pemakaian - Inventori yang Diinginkan - Inventori - Waktu penyesuaian inventori	- Jumlah Material Datang dari <i>Supplier U</i> - Jumlah Material Gagal Datang	'Tingkat Pemakai'+('Inventori yang Diinginkan'-Inventori)/'Waktu penyesuaian inventori'
2.	Jumlah Order <i>Supplier R</i>	Ton/hari	Order yang ditujukan untuk <i>supplier U</i>	- Jumlah Material Gagal Datang - Peringatan	- Jumlah Material Datang dari <i>Supplier R</i> - Order Fleksibel	DELAYPPL(IF('Jumlah material gagal datang'>0<<ton/da>>,'Jumlah material gagal datang',0<<ton/da>>),Peringatan)
3.	Order Fleksibel	Ton/hari	Order fleksibel pada <i>supplier R</i>	- Jumlah Material Gagal Datang - Jumlah Order <i>Supplier R</i> - Inventori	- Volum fleksibel - Jumlah material datang dari <i>Supplier R</i>	IF('Jumlah material gagal datang'>0<<ton/da>> AND 'Jumlah order <i>supplier R</i> '>0<<ton/da>> AND Inventori<200<<ton>>,'Jumlah material gagal datang',0<<ton/da>>)

**Tabel 3.72.** Variabel-variabel Jumlah Order Pada *Supplier* (lanjutan)

No.	Variabel	Satuan	Deskripsi	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi	Fungsi pada Powersim
4.	Inventori yang Diinginkan	Ton	Jumlah inventori yang diinginkan	-	-	<i>Input</i>
5.	Waktu penyesuaian	Hari	Waktu untuk memperbaiki keadaan inventori. Sama dengan <i>lead time</i>	-	-	<i>input</i>

#### 3.4.4.2. Biaya pemesanan

Salah satu *output* dari model ini adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk menanggulangi risiko yang diakibatkan oleh curah hujan dan bencana alam. Oleh karena itu, variabel biaya pemesanan dimasukkan pada model. **Gambar** di halaman berikut menggambarkan variabel biaya.



**Gambar 3.11.** Variabel Biaya

Biaya pemesanan yang dikenakan pada perusahaan hanya *variable cost* dari material, dan tidak ada *fixed cost*. Jumlah yang dibayarkan akan sesuai dengan jumlah material yang datang ke perusahaan. Deskripsi, variabel-variabel yang berhubungan, serta *syntax* yang digunakan dirangkum pada tabel di halaman berikut.

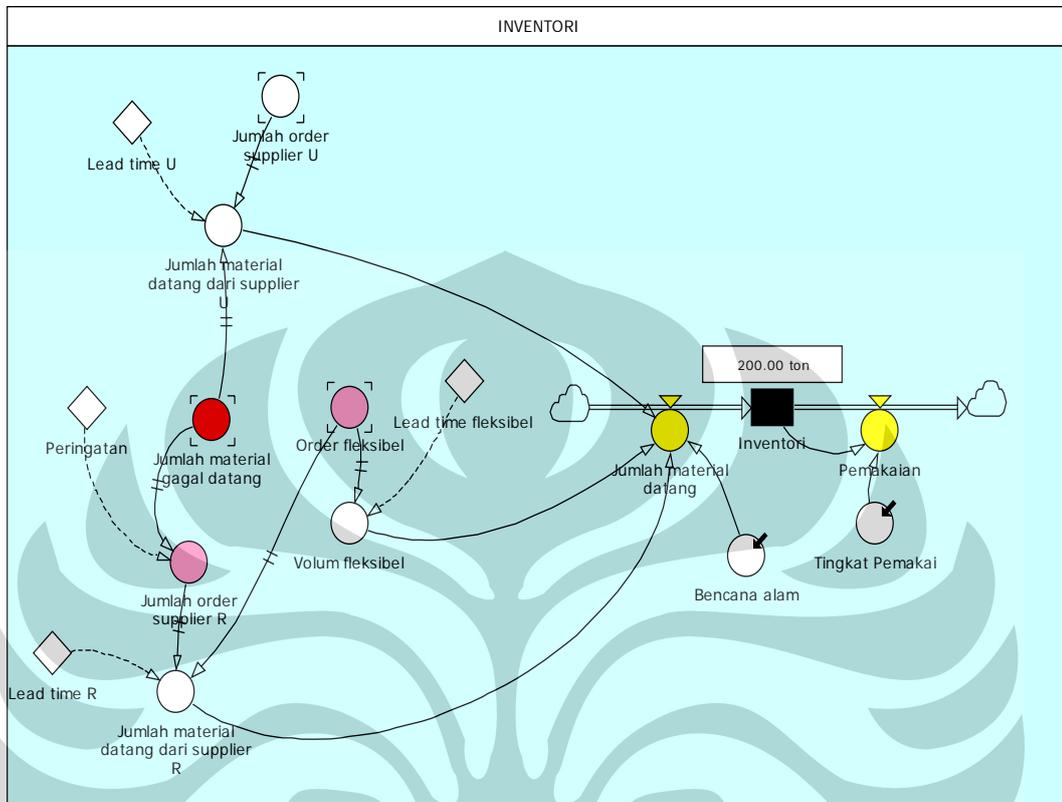
**Tabel 3.13.** Variabel-variabel Biaya

No.	Variabel	Satuan	Deskripsi	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi	Fungsi pada Powersim
1.	Biaya Pemesanan <i>Supplier U</i> per hari	Rp/hari	Jumlah uang yang harus dikeluarkan untuk melunasi sejumlah material yang telah datang dari <i>supplier U</i>	- Jumlah Material Datang dari <i>Supplier U</i> - Harga Material per ton <i>supplier U</i>	- Total biaya pemesanan U	IF('Jumlah material datang'=0<<ton/da>>,0<<Rupiah/da>>,'Harga Material per ton <i>supplier U</i> '*Jumlah material datang dari <i>supplier U</i> ')
2.	Harga Material per ton <i>Supplier U</i>	Rp/ton	Harga yang harus dibayarkan pada 1 ton material	-	Biaya Pemesanan <i>Supplier U</i> per hari	<i>input</i>
3.	Total biaya pemesanan U	Rp	Biaya kumulatif pemesanan pada <i>supplier U</i>	Biaya Pemesanan <i>Supplier U</i> per hari	-	<i>stock</i>
4.	Biaya Pemesanan <i>Supplier R</i> per hari	Rp/hari	Jumlah uang yang harus dikeluarkan untuk melunasi sejumlah material yang telah datang dari <i>supplier R</i>	- Jumlah Material Datang dari <i>Supplier R</i> - Harga Material per ton <i>supplier R</i>	- Total biaya pemesanan R	IF('Jumlah material datang'=0<<ton/da>>,0<<Rupiah/da>>,'harga material per ton <i>supplier R</i> '*Jumlah material datang dari <i>supplier R</i> ')
5.	Harga Material per ton <i>Supplier R</i>	Rp/ton	Harga yang harus dibayarkan pada 1 ton material	-	Biaya Pemesanan <i>Supplier U</i> per hari	<i>input</i>

**Tabel 3.8.** Variabel-variabel Biaya (*lanjutan*)

No.	Variabel	Satuan	Deskripsi	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi	Fungsi pada Powersim
6.	Total biaya pemesanan R	Rp	Biaya kumulatif pemesanan pada <i>supplier</i> R	Biaya Pemesanan <i>Supplier</i> R per hari	-	<i>flow</i>
7.	Biaya Pemesanan fleksibel per hari	Rp/hari	Jumlah uang yang harus dikeluarkan untuk melunasi sejumlah material fleksibel yang telah datang	- Volum fleksibel - Harga Material per ton fleksibel	- Total biaya pemesanan fleksibel	IF('Jumlah material datang'=0<<ton/da>>,0<<Rp/da>>,'Volum fleksibel'*'harga material per ton fleksibel')
8.	Harga Material per ton fleksibel	Rp/ton	Harga yang harus dibayarkan pada 1 ton material	-	Biaya Pemesanan fleksibel per hari	<i>input</i>
9.	Total biaya pemesanan fleksibel	Rp	Biaya kumulatif pemesanan fleksibel	Biaya Pemesanan fleksibel per hari	-	<i>stock</i>
10.	Total biaya pemesanan	Rp/da	Biaya pemesanan dari semua <i>supplier</i> per hari	- Biaya Pemesanan <i>Supplier</i> U per hari - Biaya Pemesanan <i>Supplier</i> R per hari - Biaya Pemesanan Fleksibel per hari	Grand total Biaya Pemesanan	'Biaya Pemesanan <i>supplier</i> U per hari'+Biaya pemesanan <i>supplier</i> R per hari'+Biaya pemesanan fleksibel per hari'
11.	Grand total Biaya Pemesanan	Rp	Biaya kumulatif pemesanan dari semua <i>supplier</i>	Total biaya pemesanan	-	<i>stock</i>

### 3.4.4.2. Model Secara Keseluruhan



**Gambar 3.12.** Model Secara Keseluruhan

Secara sederhana, model tersebut terdiri dari variabel Jumlah Material Datang, Inventori, dan Pemakaian. Jumlah Material Datang adalah total material yang datang per hari yang kemudian menambah Inventori, untuk kemudian dipakai sehingga inventori berkurang. Risiko yang dimodelkan adalah risiko curah hujan dan bencana alam. Jika curah hujan tinggi, maka *supplier U* tidak dapat memenuhi permintaan. *Supplier R* tidak terpengaruh oleh risiko curah hujan, oleh karena itu permintaan dialihkan kepada *supplier R* sebesar jumlah material yang gagal datang. Namun, pemesanan pada *supplier R* akan mengalami *delay* sebesar jangka waktu peringatan (*notice*) yang diberikan oleh *supplier U*. Jika inventori berada di bawah ambang normal (200 ton) dan perusahaan telah memesan kepada *supplier R*, maka perusahaan membutuhkan volum fleksibel untuk mengembalikan inventori pada ambang normal (*recovery*). Oleh karena itu perusahaan memesan sejumlah

kekurangan pada inventori menggunakan volum fleksibel, karena *lead time*-nya lebih pendek. *Lead time* yang lebih pendek akan memperpendek waktu *recovery* juga.

Risiko bencana alam akan mempengaruhi semua kedatangan material, karena bencana seperti banjir, gempa bumi, gunung meletus dan sebagainya diasumsikan akan menutup akses transportasi dari *supplier* menuju perusahaan. Jika bencana alam terjadi, maka tidak ada material yang datang. Berikut adalah rangkuman deskripsi dan hubungan antar variabel.

**Tabel 3.14.** Variabel-variabel Model

No.	Variabel	Satuan	Deskripsi	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi	Fungsi pada Powersim
1.	Tingkat Pemakaian	Ton/da	Pemakaian tanah liat Sukabumi per hari	-	- Pemakaian	<i>Input</i>
2.	Pemakaian	Ton/da	Pemakaian tanah liat Sukabumi per hari	- Tingkat pemakaian - Inventori	-	$IF(Inventori > 0 \ll ton \gg, 'Tingkat Pemakai', 0 \ll ton/da \gg)$
3.	Inventori	Ton	Jumlah kumulatif material yang ada di gudang	Jumlah material datang	- Pemakaian - Order fleksibel	<i>stock</i>
4.	Jumlah Material Datang	Ton/hari	Total material yang datang per hari dari semua <i>supplier</i>	- Jumlah Material Datang dari <i>Supplier R</i> - Jumlah Material Datang dari <i>Supplier U</i> - Jumlah Volum Fleksibel - Bencana Alam	- Inventori	'Jumlah material datang dari <i>supplier R</i> ' + 'Jumlah material datang dari <i>supplier U</i> ' + 'Volum fleksibel'

Tabel 3.14. Variabel-variabel Model (lanjutan)

No.	Variabel	Satuan	Deskripsi	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi	Fungsi pada Powersim
5.	Jumlah Material Datang dari <i>Supplier U</i>	Ton/da	Jumlah material yang datang per hari dari <i>supplier U</i>	-Jumlah Order <i>Supplier U</i> -Lead time U	- Jumlah material gagal datang - Jumlah material datang	DELAYPPL('Jumlah order <i>supplier U</i> ','Lead time U')- DELAYPPL('Jumlah material gagal datang','Lead time U')
6.	Lead time U	Hari	Lead time <i>supplier U</i>	-	Jumlah Material Datang dari <i>Supplier U</i>	<i>input</i>
7.	Jumlah Material Gagal Datang	Ton/hari	Jumlah material yang tidak dapat diantar oleh <i>supplier U</i> akibat hujan	- Curah hujan - Jumlah Order <i>Supplier U</i>	-Jumlah Order <i>Supplier R</i> -Jumlah Material Datang dari <i>Supplier U</i>	IF('Curah hujan' <=5, 0<<ton/da>>),IF('Curah hujan'<=6,'Jumlah order <i>supplier U</i> *0.2,IF('Curah hujan'<=7,'Jumlah order <i>supplier U</i> *0.4,IF('Curah hujan'<=8,'Jumlah order <i>supplier U</i> *0.6,IF('Curah hujan'<=9,'Jumlah order <i>supplier U</i> *0.8,IF('Curah hujan'<=10,'Jumlah order <i>supplier U</i> *1,0<<ton/da>>))))))
8.	Jumlah Material Datang dari <i>Supplier R</i>	Ton/hari	Jumlah material yang datang per hari dari <i>supplier R</i>	- Jumlah order <i>supplier R</i> - Lead time R - Order fleksibel	Jumlah Material datang	DELAYPPL(IF('Order fleksibel'>0<<ton/da>>,0<<ton/da>>,'Jumlah order <i>supplier R</i> '),'Lead time R')

**Tabel 3.9.** Variabel-variabel Model (*lanjutan*)

No.	Variabel	Satuan	Deskripsi	Variabel yang Mempengaruhi	Variabel yang Dipengaruhi	Fungsi pada Powersim
9.	Lead time R	Hari	Lead time <i>supplier</i> U	-	Jumlah Material Datang dari <i>Supplier</i> R	<i>input</i>
10.	Volum fleksibel	Ton/da	Jumlah material fleksibel yang datang per hari	- Order fleksibel - Lead time fleksibel	Jumlah material datang	DELAYPPL(IF('Bencana alam'>0,0<<ton/da>>,'Order fleksibel'),'Lead time fleksibel')
11.	Lead time fleksibel	Hari	Lead time fleksibel dari <i>supplier</i> R	-	Volum fleksibel	<i>input</i>

Model ini memakai 3 skenario, yaitu skenario curah hujan, bencana alam dan tingkat pemakaian. Curah hujan diterjemahkan secara kualitatif dengan skala 0 (tidak ada) sampai 10 (sangat deras dan berlangsung sepanjang hari). Curah hujan yang deras akan mempengaruhi kualitas tanah yang diantar oleh *supplier* U. Makin deras dan lama durasi hujan, maka makin banyak kandungan air pada tanah liat. Jika kadar air melebihi 20% maka tanah tersebut akan ditolak (*reject*).

Risiko bencana alam diterjemahkan dengan bilangan biner 1 dan 0. Jika bencana alam terjadi maka nilainya akan 0. Sebaliknya, jika bencana alam tidak terjadi, maka nilainya akan 1. Skenario tingkat pemakaian di-*generate* dengan acak, berdasarkan distribusi normal. Ketiga skenario ini dimasukkan ke dalam *spreadsheet* (tertera pada lampiran).

#### 3.4.5. Desain *User Interface*

Desain *user interface* dimaksudkan untuk memudahkan pengguna model memasukkan *input* dan melihat *output* dari model. Berikut adalah tampilan halaman *user interface* untuk *input*.

**INPUT**

**Peringatan**

- 0.00 da
- 1.00 da
- 2.00 da
- 3.00 da
- 4.00 da
- 5.00 da
- 6.00 da
- 7.00 da

**Lead time fleksibel**

- 1.00 da
- 2.00 da
- 3.00 da
- 4.00 da
- 5.00 da
- 6.00 da

**Harga Material per ton supplier U**

60,000 64,000 68,000 72,000 76,000 80,000 84,000 88,000 92,000 96,000 100,000  
Rupiah/ton per ton

**Inventori yang Diinginkan**

50 100 150 200 250 300 350  
ton

**harga material per ton supplier R**

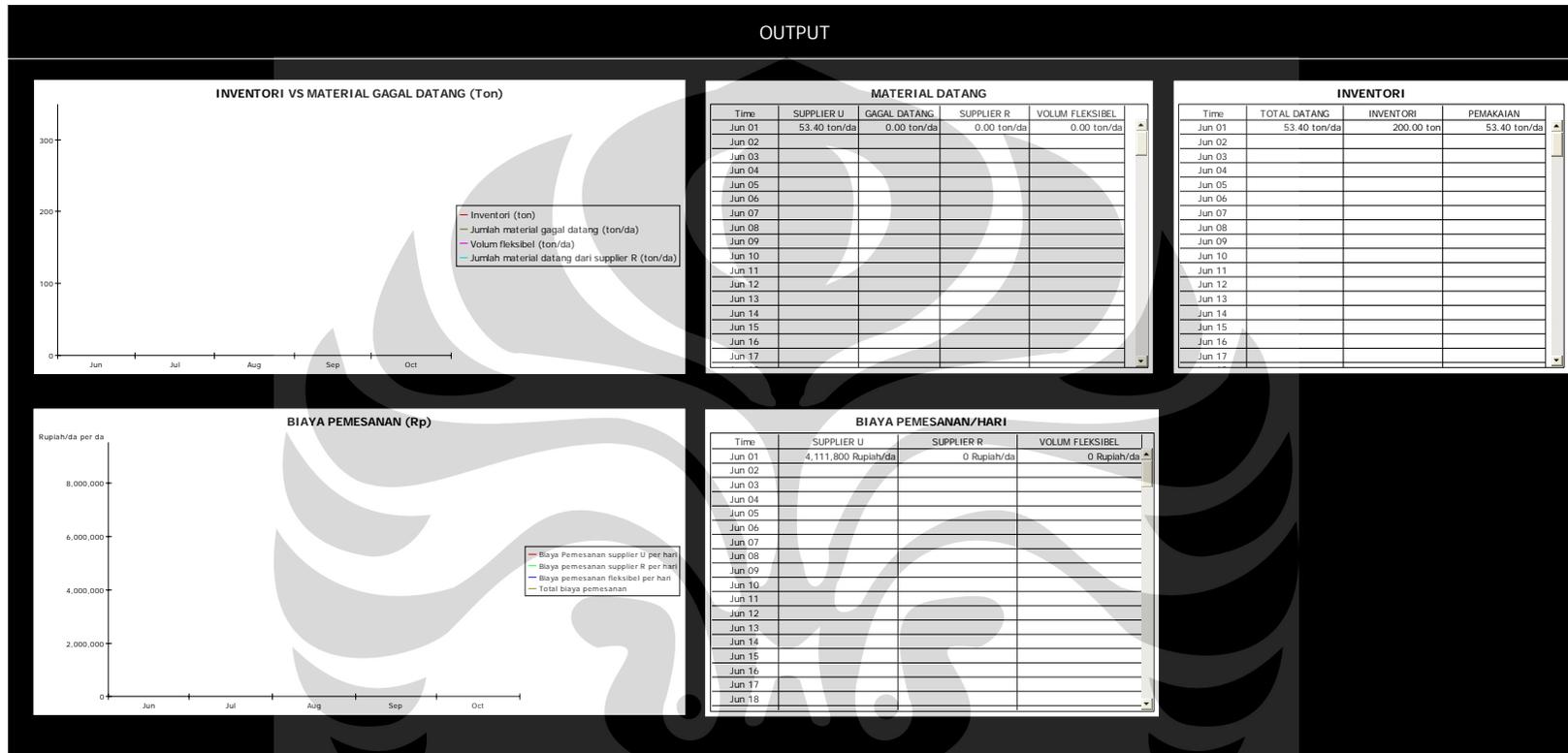
60,000 64,000 68,000 72,000 76,000 80,000 84,000 88,000 92,000 96,000 100,000  
Rupiah/ton per ton

**harga material per ton fleksibel**

60,000 64,000 68,000 72,000 76,000 80,000 84,000 88,000 92,000 96,000 100,000  
Rupiah/ton per ton

**Gambar 3.13.** User Interface Input

Terdapat 6 buah variabel untuk *input*, yaitu variabel Peringatan, Lead Time Fleksibel, Harga Material per ton *supplier* U, Harga Material per ton *supplier* R, Harga Material per ton Fleksibel dan Inventori yang Diinginkan. Kelima variabel ini dapat diubah-diubah sesuai dengan keadaan yang diinginkan oleh pengguna model. Variabel Peringatan terdiri dari tujuh skala. Tujuh hari menunjukkan bahwa *supplier* U memberikan peringatan tujuh hari sebelum barang datang, dan 0 hari menunjukkan bahwa *supplier* U tidak memberi peringatan kepada perusahaan tentang barang yang tidak dapat diantar. Lead time fleksibel terdiri dari 6 hari, karena kelebihan volum fleksibel adalah *lead time* yang kurang dari 7 hari. Inventori yang Diinginkan dapat diatur mulai dari 50 (kapasitas 1 hari produksi) sampai 350 ton (kapasitas 7 hari produksi). Berikut adalah tampilan *user interface* untuk *output*.



**Gambar 3.14.** User Interface Output

Desain *user interface* output ini berguna bagi pengguna model untuk melihat hasil simulasi pada setiap skenario. Terdapat dua grafik yang ditampilkan, yaitu grafik Inventori vs Material Gagal Datang dan grafik Biaya Pemesanan. Grafik Inventori vs Material Gagal Datang ditujukan untuk menampilkan keadaan inventori untuk setiap perubahan waktu, dan bagaimana pengaruh

material yang gagal datang terhadap keadaan inventori. Grafik ini juga menunjukkan jumlah material yang datang dari *supplier* R beserta volum fleksibel. Dengan adanya grafik ini, pengguna dapat melihat keadaan inventori secara sistem dengan lebih mudah. Disamping grafik Inventori vs Material Gagal Datang, terdapat tabel yang berisi jumlah nominal material yang datang dari masing-masing *supplier*. Tabel ini berguna untuk memberikan informasi yang lebih detail kepada pengguna untuk pengambilan keputusan yang lebih akurat.

Dibawah grafik Inventori vs Material Gagal Datang, terdapat grafik Biaya Pemesanan. Grafik ini berguna untuk menginformasikan kepada pengguna tentang biaya material, dan bagaimana pemesanan kepada *supplier* R berimbas pada naik turunnya biaya material. Disamping grafik Biaya Pemesanan, terdapat tabel yang berisi jumlah nominal biaya material yang harus dikeluarkan per hari. Sama seperti tabel Jumlah Material Datang, tabel ini berguna untuk memberikan informasi yang lebih detail kepada pengguna untuk pengambilan keputusan yang lebih akurat.

#### 3.4.6. Verifikasi dan Validasi Model

##### 3.4.6.1. Verifikasi Model

Setelah pembuatan model maka tahap selanjutnya adalah verifikasi model. Verifikasi ini dilakukan dengan menggunakan data asli perusahaan, dan membandingkannya dengan hasil simulasi. Verifikasi ini dilakukan dengan kondisi normal dimana tidak ada intervensi dari faktor resiko yang dijalankan sehingga akan dilihat apakah apabila keadaan sesuai rencana model komputer yang dibuat ini akan sesuai dengan rencana atau tidak.

Jumlah inventori yang ada di gudang harus mencukupi kebutuhan 4 hari produksi. Tingkat pemakaian tanah liat Sukabumi memiliki rata-rata 48.764 ton dengan standar deviasi 10.38 ton. Jumlah maksimum inventori di gudang adalah 236.576 dan jumlah minimum adalah 153.536. Setelah simulasi dijalankan didapatkan jumlah rata-rata inventori adalah 228,5324 ton. Berarti model ini menghasilkan inventori yang berada di dalam range tersebut. Oleh karena itu model ini telah terverifikasi.

### 3.4.6.2. Validasi Model

Setelah pembuatan model, tiba saatnya untuk memvalidasi model yang telah dibuat. Validasi ini dilakukan untuk menguji apakah model kelayakan pemberian kredit ini memiliki perilaku yang sesuai dengan keadaan yang terjadi pada dunia nyata. Validasi suatu model, menurut Sterman dalam bukunya, dibuat untuk digunakan sebagai perhitungan mutlak maka validasinya akan secara kuantitatif (validasi angka) namun jika pembuatan model tersebut bertujuan dalam rangka pembelajaran maka validasi yang dibutuhkan merupakan validasi perilaku (*behavior* dari model tersebut).

Model ini lebih mengacu pada validasi yang bersifat validasi perilaku (*behavior*). Hal ini sesuai seperti yang telah dijelaskan pada bab 1, bahwa tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu model inventori yang digunakan sebagai media pembelajaran dan alat bantu analisis untuk rencana mitigasi risiko pada rantai suplai. Validasi model ini sendiri terdiri dari 3 kriteria yaitu penilaian struktur, konsistensi dimensi dan kondisi ekstrim.

#### 3.4.6.2.1. Penilaian Struktur

Validasi pada aspek penilaian struktur digunakan untuk melihat apakah pembentukan dan pemilihan tipe variabel yang digunakan sudah sesuai dengan aturan dan definisi dari tipe diagram alir yang ada pada *software* powersim. Berikut ini akan dijelaskan penggunaan tipe-tipe variabel, tata cara pendefinisian variabel-variabel yang ada dalam diagram keterkaitan itu sendiri (*stock*, *auxiliary*, ataupun *constant*) dan alasan digunakan tipe variabel tersebut.

➤ Penggunaan tipe variabel *stock*

Tipe variabel ini digunakan untuk mewakili variabel yang dalam model akan bertambah atau berkurang menurut waktu dan penambahan atau pengurangan terhadapnya akan terakumulasi. Tipe variabel ini digunakan dalam perhitungan biaya-biaya produksi. Selain itu, tipe variabel ini juga digunakan pada variabel inventori dan *grand total* biaya pemesanan pada *supplier*.

➤ Penggunaan tipe variabel *auxiliary*

Tipe variabel ini lebih banyak digunakan di dalam perhitungan dan variabel-variabel yang akan berubah menurut waktu. Contoh penggunaan tipe variabel ini adalah pada perhitungan order material yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, sehingga karena dipengaruhi oleh variabel lain dan merupakan variabel perhitungan serta bukan merupakan variabel terakumulasi maka dalam pendefinisian, variabel order material pada saat simulasi merupakan variabel *auxiliary*. Tidak seperti *stock*, variabel ini bukan merupakan variabel yang akan terakumulasi.

➤ Penggunaan tipe variabel *constant*

Sedangkan tipe variabel yang berupa konstanta ini digunakan untuk semua variabel yang berupa input simulasi, mempengaruhi variabel lain namun tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya. Contoh penggunaan tipe ini adalah pada variabel harga material, dan variabel lainnya yang merupakan variabel input, tidak memiliki variabel lain yang mempengaruhi namun mempengaruhi variabel lain dalam model.

#### 3.4.6.2.2. Konsistensi Dimensi

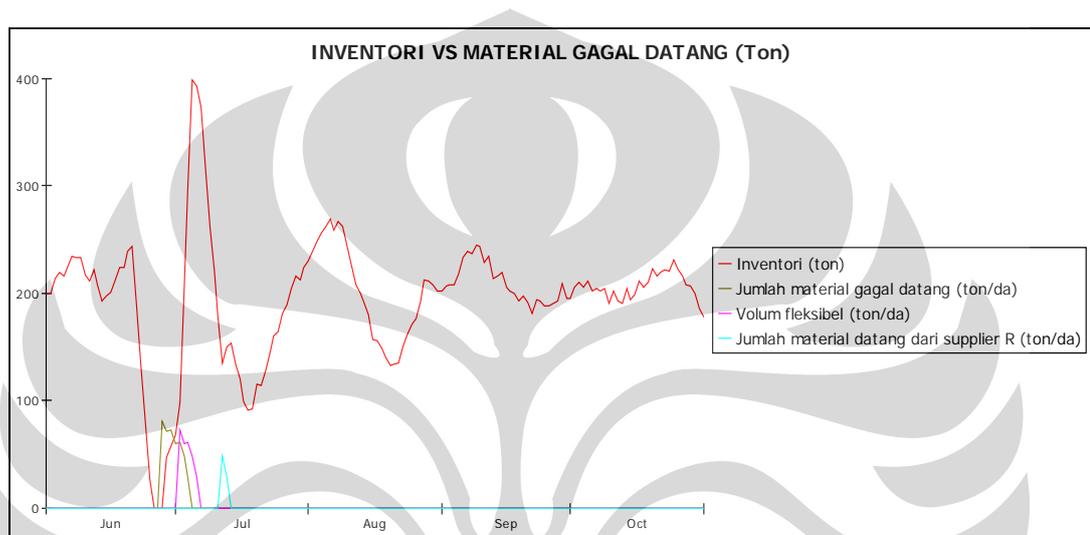
Model ini dibuat dengan bantuan perangkat lunak Powersim 2005 yang mengharuskan adanya kekonsistenan dalam dimensi untuk membuat model prediksi ini mungkin untuk dijalankan, sehingga secara otomatis kekonsistensian dimensinya telah teruji.

Model ini menggunakan satuan ton untuk variabel yang berkenaan dengan material, rupiah untuk variabel yang berkenaan dengan biaya, dan hari untuk satuan waktu.

#### 3.4.6.2.3. Kondisi Ekstrim

Dalam model ini, variabel Jumlah Material Datang merupakan variabel yang dipengaruhi oleh risiko bencana alam. Dalam kondisi nyata, apabila terjadi bencana alam, maka tidak ada material yang datang.

Untuk membuktikan pernyataan di atas, berikut dicobakan skenario kondisi ekstrim, yaitu kemungkinan bencana alam yang memiliki efek panjang (*prolonged effect*) selama 7 hari pada minggu ketiga Juni dilanjutkan dengan curah hujan yang tinggi selama 7 hari setelah terjadi bencana alam. maka output simulasi yang didapat adalah sebagai berikut.



**Gambar 3.15.** Keadaan Inventori pada Keadaan Ekstrim

Seperti terlihat pada grafik diatas, inventori sempat mencapai titik 0 di akhir bulan Juni. Hal ini terjadi karena tidak adanya material yang datang selama 7 hari, padahal inventori di gudang hanya cukup untuk rata-rata 4 hari produksi. Akibatnya, perusahaan mengalami berhenti produksi, seperti ditunjukkan tabel di halaman berikut.

**Tabel 3.10.** Keadaan Inventori pada Keadaan Ekstrim

<b>INVENTORI</b>			
Time	TOTAL DATANG	INVENTORI	PEMAKAIAN
Jun 19	55.14 ton/da	223.46 ton	40.01 ton/da
Jun 20	53.09 ton/da	238.60 ton	48.11 ton/da
Jun 21	0.00 ton/da	243.57 ton	53.64 ton/da
Jun 22	0.00 ton/da	189.94 ton	57.47 ton/da
Jun 23	0.00 ton/da	132.47 ton	53.52 ton/da
Jun 24	0.00 ton/da	78.95 ton	52.89 ton/da
Jun 25	0.00 ton/da	26.05 ton	58.88 ton/da
Jun 26	0.00 ton/da	0.00 ton	0.00 ton/da
Jun 27	0.00 ton/da	0.00 ton	0.00 ton/da
Jun 28	47.41 ton/da	0.00 ton	0.00 ton/da
Jun 29	58.91 ton/da	47.41 ton	49.42 ton/da
Jun 30	63.17 ton/da	56.90 ton	52.33 ton/da
Jul 01	70.19 ton/da	67.73 ton	40.14 ton/da
Jul 02	156.18 ton/da	97.78 ton	46.11 ton/da
Jul 03	136.76 ton/da	207.85 ton	48.85 ton/da
Jul 04	144.36 ton/da	295.76 ton	41.45 ton/da
Jul 05	47.73 ton/da	398.68 ton	53.94 ton/da

Dengan kondisi inventori yang kosong, maka sistem akan mencoba untuk mengembalikan keadaan inventori ke normal. Oleh karena itu jumlah order *supplier* U akan meningkat tajam. Namun karena curah hujan yang tinggi seminggu setelah bencana alam, maka jumlah material yang dapat diantar oleh *supplier* U tidak bisa maksimal. Sebanyak 80.72 ton tanah liat Sukabumi gagal datang. Dengan skenario *supplier* U memberi peringatan 2 hari setelah pemesanan, maka jumlah order ke *supplier* R akan senilai dengan material yang gagal datang. Dipicu inventori yang kurang dari batas normal (200 ton), maka order dialihkan ke volum fleksibel, yang memiliki *lead time* 2 hari. Akibatnya, material yang datang empat hari setelah hujan deras dimulai akan membengkak untuk menstabilkan inventori. Setelah inventori lebih besar dari 200 ton maka sistem akan menyetop order fleksibel, karena kendala harga dan kapasitas gudang. Akibatnya, akan ada penurunan inventori kembali. Inilah

osilasi yang terjadi pada inventori ketika skenario risiko dan curah hujan dijalankan. Perilaku ini sesuai dengan tujuan awal model. Dari ketiga aspek penentuan validasi yang dilakukan terhadap model yaitu penilaian struktur, konsistensi dimensi dan kondisi ekstrim dapat dikatakan bahwa model ini dinyatakan telah **tervalidasi**.



## 4. ANALISA

Setelah model terverifikasi dan tervalidasi, maka langkah selanjutnya adalah menjalankan model untuk mencari tahu perilaku dari sistem tersebut. Bab analisa ini akan memuat hasil simulasi 4 skenario, beserta perbandingan masing-masing hasilnya. Tomlin (2006) mengembangkan rencana mitigasi risiko pada rantai suplai menjadi 4 kategori, yaitu penerimaan pasif (*passive acceptance*), mitigasi, kontingensi dan kombinasi antara mitigasi dan kontingensi. Kategori tersebut dikembangkan oleh penulis menjadi 4 skenario dalam model ini. Masing-masing skenario akan terbagi menjadi 3 tahap, yaitu pemberian input model, paparan hasil simulasi, dan kesimpulan hasil simulasi

### 4.1. Skenario 1

Skenario 1 dijalankan dengan asumsi perusahaan membeli tanah liat Sukabumi dari satu *supplier* saja, yaitu *supplier* yang tidak handal (*unreliable*). Simulasi dijalankan pada kondisi ekstrem, yaitu bencana alam yang memiliki efek panjang (*prolonged effect*) selama 7 hari pada minggu ketiga Juni dilanjutkan dengan curah hujan yang tinggi selama 7 hari setelah terjadi bencana alam. Musim hujan diterjemahkan ke dalam sistem sebagai curah hujan yang tinggi di bulan Oktober. Skenario ini dijalankan guna mengetahui daya tahan inventori terhadap kondisi yang ekstrem dan efeknya pada perusahaan.

#### 4.1.1. Input Simulasi Skenario 1

*Input* pada simulasi ini adalah sebagai berikut.

**INPUT**

**Peringatan**

- 0.00 da
- 1.00 da
- 2.00 da
- 3.00 da
- 4.00 da
- 5.00 da
- 6.00 da
- 7.00 da

**Lead time fleksibel**

- 1.00 da
- 2.00 da
- 3.00 da
- 4.00 da
- 5.00 da
- 6.00 da

**Harga Material per ton supplier U**

← [Slider] →

60,000 64,000 68,000 72,000 76,000 80,000 84,000 88,000 92,000 96,000 100,000

Rupiah/ton per ton

**harga material per ton supplier R**

← [Slider] →

60,000 64,000 68,000 72,000 76,000 80,000 84,000 88,000 92,000 96,000 100,000

Rupiah/ton per ton

**harga material per ton fleksibel**

← [Slider] →

60,000 64,000 68,000 72,000 76,000 80,000 84,000 88,000 92,000 96,000 100,000

Rupiah/ton per ton

**Inventori yang Diinginkan**

← [Slider] →

50 100 150 200 250 300 350

ton

**Gambar 4.1.** Input Simulasi Skenario 1

Tingkat inventori yang diinginkan adalah untuk mencukupi kebutuhan produksi selama 4 hari, yaitu 200 ton, dan harga tanah liat sebesar Rp 77,000 per ton. *Input* simulasi lain tidak dijalankan. Kemudian faktor risiko curah hujan dijalankan di tanggal 28 Juni sampai 4 Juli dengan skala 10 (sangat deras dan durasi lama). Risiko curah hujan kembali dijalankan di bulan Oktober dengan tingkat sebagai berikut.

**Tabel 4.1.** Input Faktor Risiko Curah Hujan Skenario 1

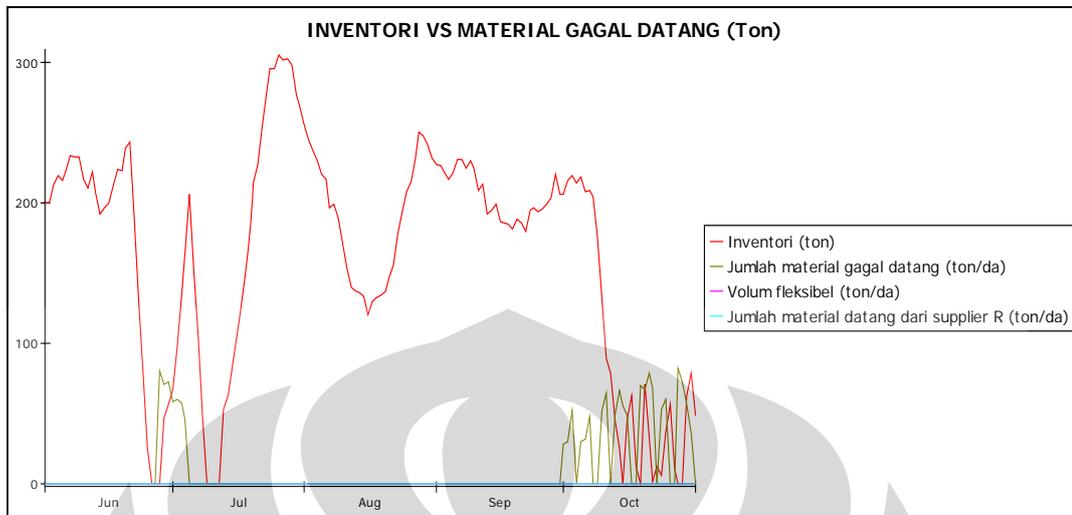
Tanggal	Tingkat Curah Hujan
10/1/2008	8
10/2/2008	9
10/3/2008	10
10/4/2008	0
10/5/2008	8
10/6/2008	8
10/7/2008	10
10/8/2008	0
10/9/2008	0
10/10/2008	10
10/11/2008	10

**Tabel 4.1.** Input Faktor Risiko Curah Hujan Skenario 1 (*lanjutan*)

Tanggal	Tingkat Curah Hujan
10/12/2008	0
10/13/2008	9
10/14/2008	9
10/15/2008	9
10/16/2008	9
10/17/2008	0
10/18/2008	0
10/19/2008	10
10/20/2008	10
10/21/2008	10
10/22/2008	10
10/23/2008	0
10/24/2008	9
10/25/2008	9
10/26/2008	0
10/27/2008	0
10/28/2008	10
10/29/2008	10
10/30/2008	9
10/31/2008	8
11/1/2008	0

#### 4.1.2. Hasil Simulasi Skenario 1

Setelah simulasi dijalankan selama 6 bulan, dari bulan Juni sampai November, maka keluaran dari simulasi tersebut adalah sebagai berikut.

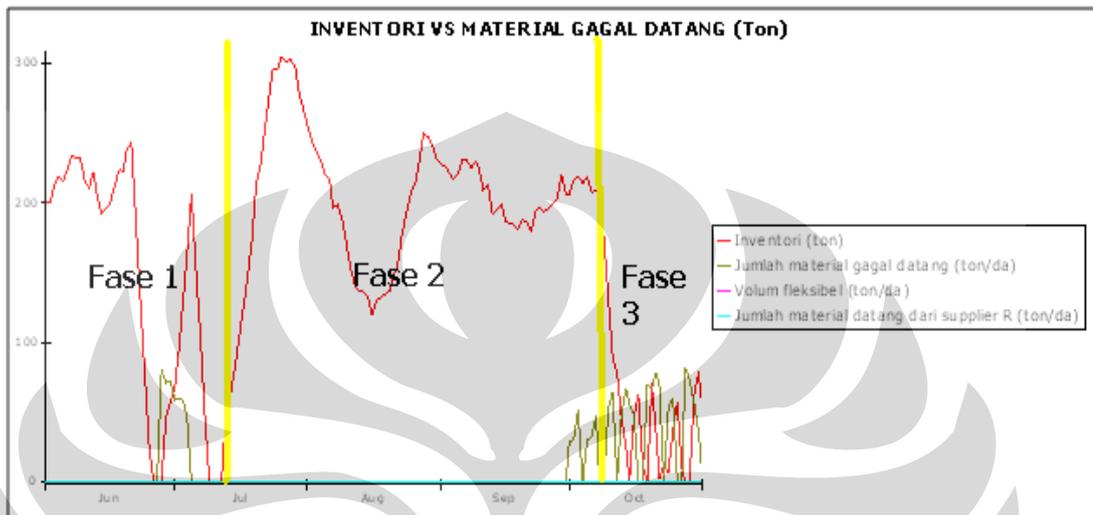


**Gambar 4.2.** Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 1

Seperti terlihat pada grafik di atas, inventori tanah liat Sukabumi sempat mencapai titik 0 di akhir bulan Juni, ketika bencana alam terjadi. Kemudian sempat terjadi kenaikan di awal bulan Juli, karena sistem akan berusaha mengembalikan inventori ke keadaan normal. Hal ini terjadi 7 hari setelah bencana alam terjadi. Namun *supplier* tidak dapat memenuhi permintaan 7 hari setelah hujan deras terjadi. Akibatnya, terjadi kekosongan selama 4 hari di gudang bahan baku. Setelah itu sistem akan mengembalikan inventori ke keadaan normal, dengan memesan bahan baku lebih banyak dari biasanya. Inilah yang menyebabkan tingginya inventori di akhir bulan Juli. Kemudian untuk mengembalikan tingkat inventori ke level 200 ton, sistem akan memesan lebih sedikit dari biasanya, dan tingkat inventori turun sampai level 120 ton. Osilasi ini terus berlangsung sampai akhir bulan Agustus. Memasuki pertengahan bulan Oktober, keadaan inventori kembali berosilasi, karena curah hujan yang tinggi menyebabkan *supplier* tidak dapat memenuhi permintaan. Kekosongan inventori mencapai 4 kali di bulan Oktober, yaitu di tanggal 15, 19, 28 dan 29.

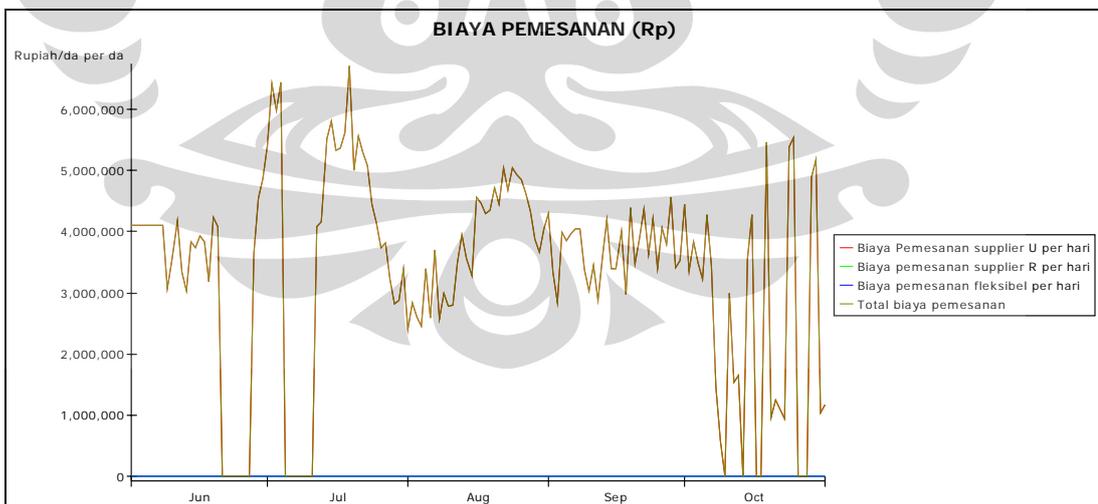
Secara garis besar, terdapat 3 fase keadaan inventori. Fase 1 adalah ketika inventori mengalami gangguan akibat bencana alam dan gangguan curah hujan. Fase ini berlangsung dari minggu ketiga Juni sampai minggu kedua Juli. Fase 2 adalah upaya sistem untuk mengembalikan keadaan inventori menjadi seperti semula. Fase ini berlangsung dari minggu kedua Juli sampai minggu kedua Oktober. Fase 3 adalah

ketika inventori mengalami gangguan akibat curah hujan yang tinggi, yang berlangsung dari minggu kedua Oktober sampai tanggal 1 November. Grafik dibawah menggambarkan keadaan fase-fase tersebut.



**Gambar 4.3.** Tiga Fase Pada Inventori Skenario 1

Seiring dengan fluktuasi material yang datang, maka biaya yang dibayarkan untuk material yang datang juga berfluktuasi. Grafik dibawah menggambarkan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.



**Gambar 4.4.** Biaya Pemesanan Per Hari Hasil Simulasi Skenario 1

Total biaya tanah liat Sukabumi yang harus dibayarkan oleh perusahaan adalah sebesar Rp 509,870,285 untuk 6 bulan.

#### 4.1.3 Rencana Mitigasi Risiko Skenario 1

Jika perusahaan menjalankan skenario di atas, maka perusahaan menerapkan strategi *passive acceptance*. Strategi ini dilakukan dengan menerima risiko secara pasif. Konsekuensinya, total biaya material yang harus ditanggung perusahaan selama 6 bulan adalah Rp 509,870,285, dan sebagai alternatif, perusahaan tidak memakai bahan baku tanah liat Sukabumi untuk produksi, ketika inventori di gudang mencapai nol. Akibatnya, akan terjadi variabilitas kualitas produk, karena bahan baku yang digunakan tidak sama. Biaya yang harus ditanggung perusahaan juga akan bertambah ketika perusahaan memutuskan untuk mengganti tanah liat Sukabumi dengan tanah liat Parung atau Belitung, karena biayanya lebih mahal. Tabel berikut adalah alternatif yang bisa diterapkan jika perusahaan menerapkan strategi *passive acceptance*.

**Tabel 4.2.** Alternatif Strategi Passive Acceptance

Opsi	Konsekuensi	Biaya
Memakai tanah liat Parung sebagai pengganti	Kualitas produk menurun	Rp 281,789
Memakai tanah liat Belitung sebagai pengganti	Kualitas produk meningkat, namun biaya yang ditanggung lebih besar	Rp 768,516

Opsi lainnya adalah dengan berhenti produksi. Dengan kondisi persentase pemakaian tanah liat Sukabumi sebanyak 24%, maka ketiadaan tanah liat Sukabumi dapat menyebabkan berhenti produksi. Biaya yang harus ditanggung perusahaan akan bertambah ketika pabrik harus *shut down* dan *setup* kembali.

## 4.2. Skenario 2

Skenario 2 dijalankan dengan asumsi perusahaan membeli tanah liat Sukabumi dari satu *supplier* saja, yaitu *supplier* handal (*reliable*). *Supplier* ini diasumsikan tidak terpengaruh oleh faktor risiko curah hujan. Faktor risiko yang berpengaruh hanya bencana alam saja. Risiko bencana alam akan membuat *supplier* tidak dapat mengantarkan material selama bencana alam berlangsung. Faktor risiko bencana alam dan curah hujan yang dijalankan sama dengan skenario 1, yaitu bencana alam yang memiliki efek panjang (*prolonged effect*) selama 7 hari pada minggu ketiga Juni dilanjutkan dengan curah hujan yang tinggi selama 7 hari setelah terjadi bencana alam. Musim hujan diterjemahkan ke dalam sistem sebagai curah hujan yang tinggi di bulan Oktober. Pada skenario ini, variabel volum fleksibel tetap dijalankan karena adanya variabel ini akan membuat waktu inventori untuk mencapai normal lebih cepat.

### 4.2.1 Input Simulasi Skenario 2

*Input* pada simulasi skenario 2 adalah sebagai berikut.

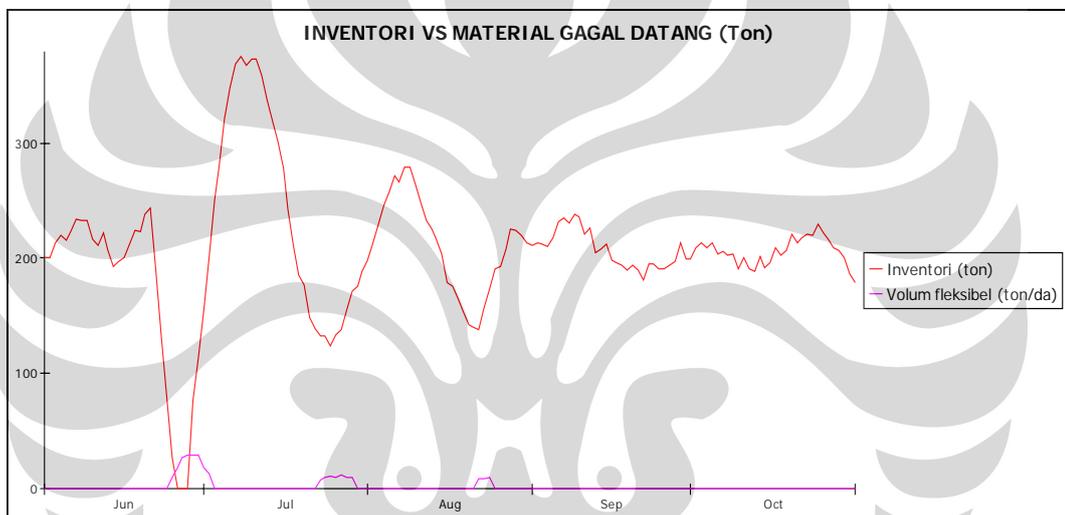
The screenshot shows the 'INPUT' section of a simulation interface. It includes the following elements:

- Peringatan (Warning):** A list of radio button options from 0.00 da to 7.00 da.
- Lead time fleksibel (Flexible lead time):** A list of radio button options from 1.00 da to 6.00 da.
- Inventori yang Diinginkan (Desired Inventory):** A slider control set to 200 ton, with a scale from 50 to 350.
- Harga Material per ton supplier U:** A slider control set to 76,000, with a scale from 60,000 to 100,000.
- harga material per ton supplier R:** A slider control set to 80,000, with a scale from 60,000 to 100,000.
- harga material per ton fleksibel:** A slider control set to 96,000, with a scale from 60,000 to 100,000.

**Gambar 4.5.** Input Simulasi Skenario 2

Pada skenario ini, variabel peringatan dan *supplier* U tidak dijalankan. Variabel peringatan tidak dijalankan karena tidak adanya jeda waktu antara kegagalan *supplier* U mengantar barang dan pemesanan pada *supplier* R. *Supplier* yang digunakan adalah *supplier* R saja. Harga tanah liat Sukabumi *supplier* R adalah Rp 80,000 per ton, sedangkan harga volum fleksibel dengan *lead time* 2 hari adalah Rp 95,000. Level inventori normal adalah 200 ton, yaitu rata-rata kebutuhan produksi selama 4 hari.

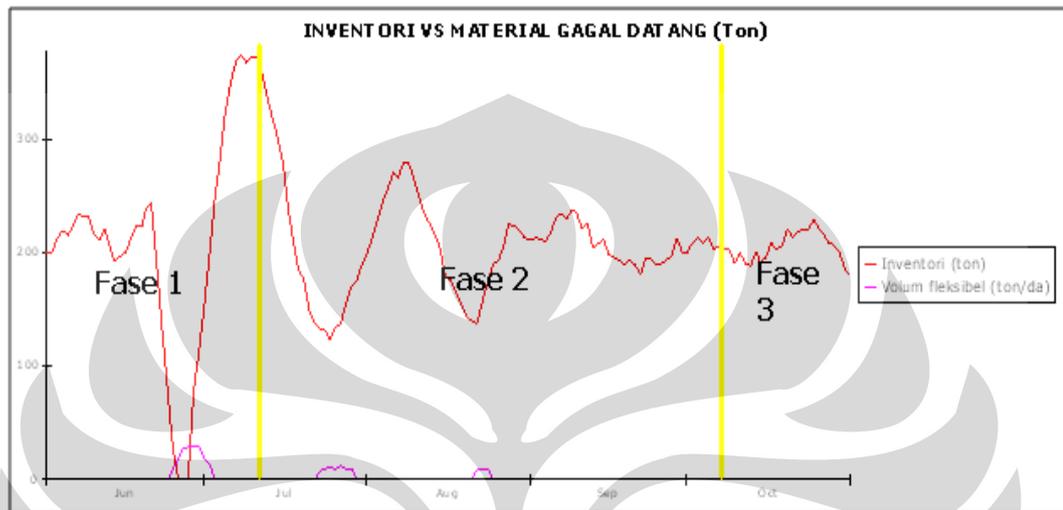
#### 4.2.3 Hasil Simulasi



**Gambar 4.6.** Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 2

Gambar diatas menggambarkan keadaan inventori setelah simulasi dijalankan dengan skenario 2. Inventori mencapai nol di akhir bulan Juli, yaitu ketika bencana alam terjadi selama 7 hari. Kekosongan inventori ini ditanggapi dengan pemesanan volum fleksibel. Meskipun curah hujan yang tinggi dijalankan 7 hari setelah bencana alam, kedatangan material tidak terganggu. Hal ini membuat pemulihan inventori lebih cepat. Setelah 4 hari, level inventori sudah berada di atas level 200 ton. Kenaikan dan penurunan level inventori adalah upaya pemulihan (*recovery*) inventori ke keadaan semula. Akibatnya akan terjadi osilasi pada level inventori. Dibandingkan dengan skenario 1, osilasi yang terjadi pada skenario 2 memiliki rentang waktu yang lebih pendek. Hal ini terjadi karena skenario 1 lebih rentan terhadap risiko. Adanya

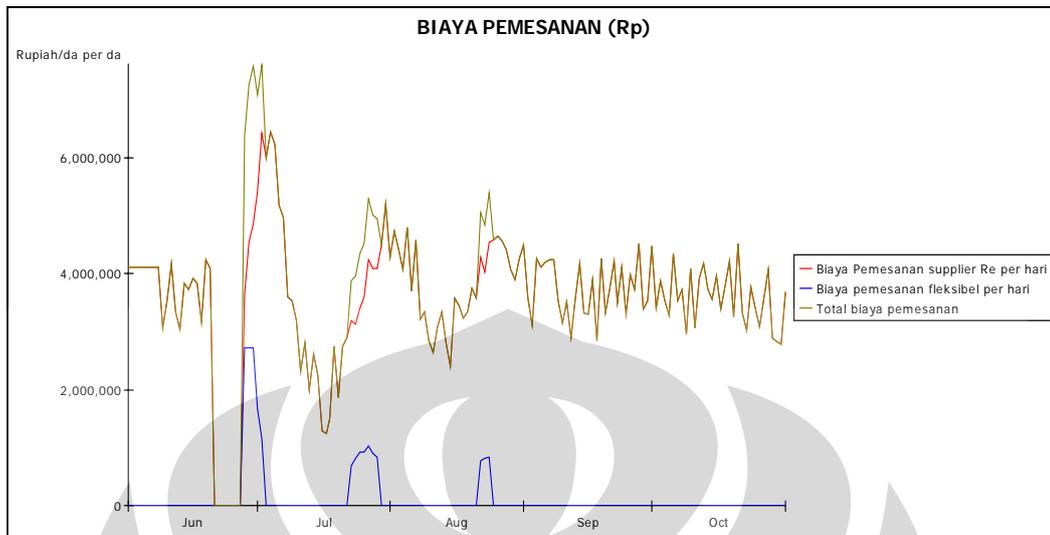
gangguan pada kedatangan material akan menyebabkan osilasi pada inventori. Makin rentan terhadap gangguan, maka rentang waktu osilasi yang terjadi akan semakin lama. Berikut adalah gambaran fase-fase inventori pada skenario 2.



**Gambar 4.7.** Tiga Fase Pada Inventori Skenario 2

Berbeda dengan skenario 1 dimana keadaan inventori kembali anjlok di akhir fase, skenario 2 menunjukkan sistem sudah berada pada keadaan pemulihan inventori di akhir fase 1. Seperti dinyatakan sebelumnya, hal ini terjadi karena pada skenario 2, faktor risiko curah hujan tidak berpengaruh. Hal demikian juga menyebabkan keadaan inventori yang stabil pada fase 3. Keadaan inventori sendiri sudah pulih dari pertengahan fase 2. Selisih antara puncak dengan lembah pada fase 2 adalah 155.94 ton.

Dari segi biaya, jumlah yang harus dibayarkan oleh perusahaan pada skenario ini lebih tinggi dari skenario 1. Grafik dibawah menggambarkan biaya pemesanan per hari yang dikeluarkan oleh perusahaan.



**Gambar 4.8.** Biaya Pemesanan Per Hari Hasil Simulasi Skenario 2

Biaya yang dikeluarkan perusahaan bertambah dengan adanya biaya volum fleksibel. Hal ini menyebabkan total biaya secara keseluruhan juga bertambah. Wajar terjadi, karena harga material dari *supplier* R lebih tinggi dari *supplier* U. Ditambah dengan volum fleksibel, maka biaya yang harus dibayar semakin tinggi. Total biaya material selama 6 bulan yang harus dibayarkan oleh perusahaan adalah Rp 564,431,435.

#### 4.2.3 Rencana Mitigasi Risiko Skenario 2

Jika perusahaan menjalankan skenario di atas, maka perusahaan menerapkan strategi *sourcing mitigation*. Artinya, perusahaan memitigasi risiko pada rantai suplai dengan membeli material pada *supplier* yang *reliable* saja. Total biaya material selama 6 bulan adalah Rp 564,431,435. Jumlah ini lebih mahal Rp 54,561,150 dari skenario 1. Namun risiko ketiadaan tanah liat Sukabumi selama musim hujan dapat dihilangkan. Osilasi pada inventori juga berkurang, sehingga perusahaan akan lebih tahan (*robust*) terhadap risiko gangguan lain. Hal ini terlihat dari waktu pemulihan inventori setelah terkena gangguan bencana alam. Skenario 1 membutuhkan waktu 7 hari untuk mengembalikan level inventori ke 200 ton, sedangkan skenario 2 hanya membutuhkan waktu 4 hari untuk mengembalikan level inventori ke 200 ton.

### 4.3. Skenario 3

Skenario 3 dijalankan dengan asumsi perusahaan membeli tanah liat Sukabumi dari *supplier*, yaitu *supplier* U dan R. Pada keadaan normal (tidak ada gangguan dan level inventori normal), perusahaan akan memesan kepada *supplier* U. Pemesanan kepada *supplier* R lebih bersifat “cadangan”, yaitu jika terjadi gangguan pada kedatangan material dari *supplier* U, maka perusahaan akan memesan pada *supplier* R. Faktor risiko bencana alam dan curah hujan yang dijalankan sama dengan skenario 1 dan 2, yaitu bencana alam yang memiliki efek panjang (*prolonged effect*) selama 7 hari pada minggu ketiga Juni dilanjutkan dengan curah hujan yang tinggi selama 7 hari setelah terjadi bencana alam. Musim hujan diterjemahkan ke dalam sistem sebagai curah hujan yang tinggi di bulan Oktober.

#### 4.3.1 Input Simulasi Skenario 3

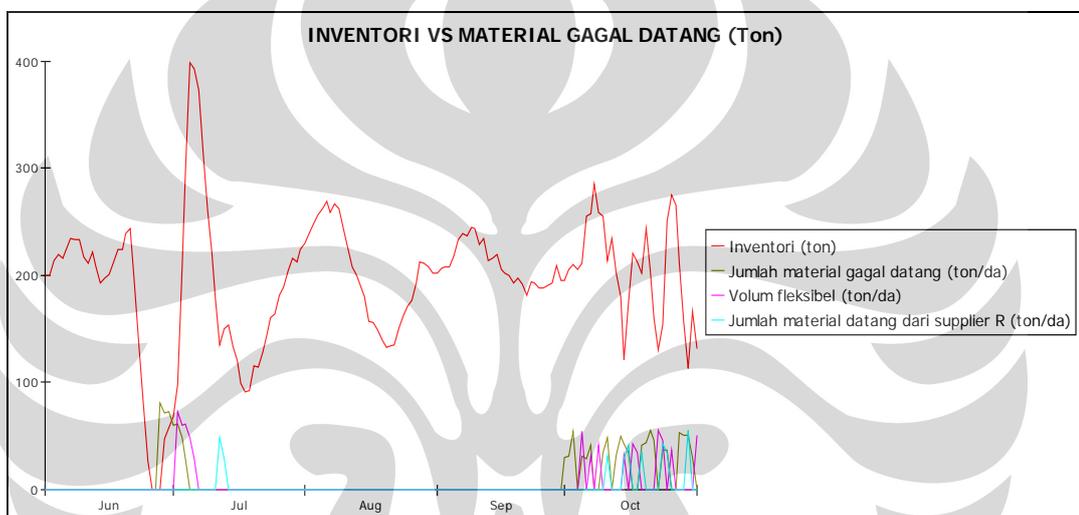
*Input* pada simulasi skenario 3 adalah sebagai berikut.

**Gambar 4.9.** Input Simulasi Skenario 3

Pada skenario ini, semua variabel dijalankan. Variabel peringatan, yaitu jeda waktu antara kegagalan *supplier* U mengantar barang dan pemesanan pada *supplier* R

dibuat berjarak 2 hari. Artinya, *supplier* U memberi tahu pihak perusahaan bahwa barang tidak dapat diantar 2 hari setelah pemesanan. *Lead time* fleksibel adalah 2 hari. Harga tanah liat Sukabumi dari *supplier* U adalah Rp 77,000 per ton, sedangkan dari *supplier* R adalah Rp 80,000 per ton. Harga volum fleksibel adalah Rp 95,000 per ton. Level inventori pada keadaan normal adalah 200 ton, yaitu kapasitas untuk rata-rata 4 hari produksi.

#### 4.3.2 Hasil Simulasi

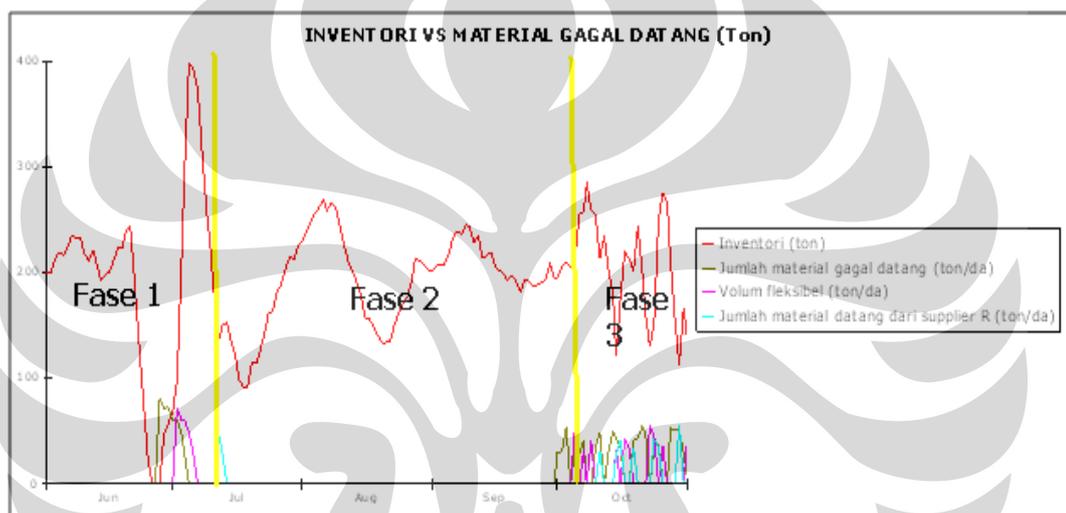


**Gambar 4.10.** Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 3

**Gambar** diatas menggambarkan keadaan inventori setelah simulasi dijalankan dengan skenario 3. Inventori mencapai nol di akhir bulan Juli, yaitu ketika bencana alam terjadi selama 7 hari. Akibatnya, pemakaian tanah liat Sukabumi berhenti selama 3 hari, yaitu di 26, 27 dan 28 Juni. Kekosongan inventori ini ditanggapi dengan pemesanan volum fleksibel, karena *lead time* volum fleksibel yang lebih singkat. Meskipun begitu, waktu pemulihan inventori memanjang menjadi 5 hari, dibandingkan dengan skenario 2 yang hanya 4 hari, waktu pemulihan ini memanjang karena adanya *delay* pada pemesanan *supplier* R sebesar 2 hari.

Osilasi level inventori juga terjadi seperti pada skenario 1 dan 2. Meskipun *supplier* U gagal mengantar barang 7 hari setelah bencana alam selesai, inventori tidak mencapai level 0. Kekurangan inventori dapat diatasi dengan pemesanan pada

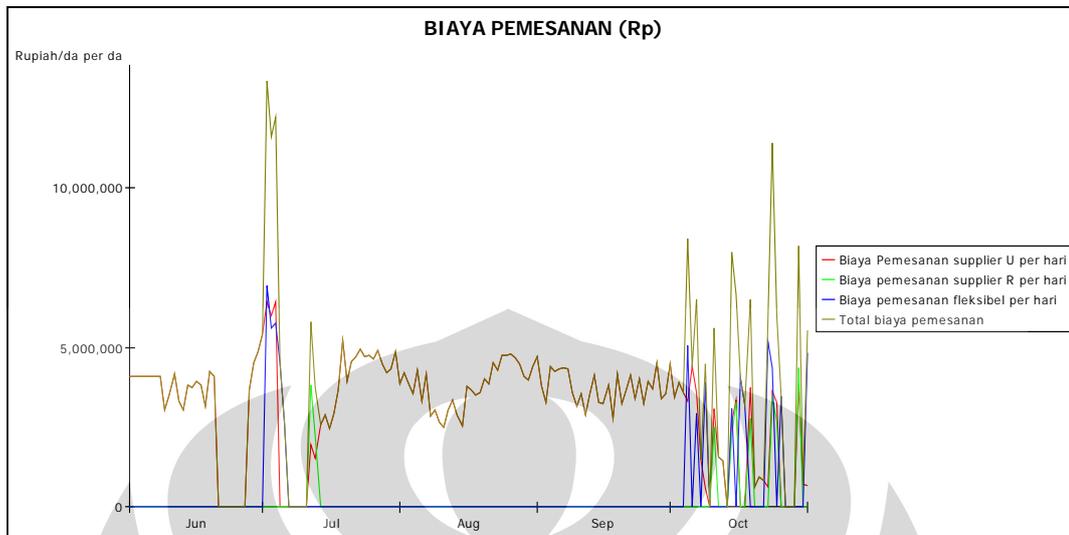
*supplier* R. Osilasi pada periode pertengahan Juli sampai awal September adalah pemulihan sistem untuk mencapai level inventori 200 ton. Osilasi yang terjadi pada awal bulan Oktober terjadi karena *supplier* U gagal memenuhi permintaan akibat curah hujan yang tinggi dan adanya *delay* pada pemesanan *supplier* R. Dibandingkan dengan skenario 1, keadaan inventori tidak pernah mencapai 0 di bulan Oktober, yang merupakan musim penghujan. Berikut adalah gambaran fase-fase inventori pada skenario 3.



**Gambar 4.11.** Tiga Fase Pada Inventori Skenario 3

Seperti terlihat pada gambar, di akhir fase 1 sistem sudah berada pada keadaan pemulihan inventori, meskipun adanya material gagal datang dari *supplier* U. Pemulihan ini dilakukan dengan material yang datang dari *supplier* R dan volum fleksibelnya. Di akhir fase 2, keadaan inventori sudah pulih. Selisih antara puncak dengan lembah pada fase 2 adalah 136.83 ton. Seperti pada skenario 1, osilasi juga terjadi di fase 3, namun tidak menyebabkan keadaan inventori mencapai nol.

Dari segi biaya, jumlah yang dibayarkan oleh perusahaan juga berfluktuasi. Grafik dibawah menggambarkan biaya pemesanan per hari yang dikeluarkan oleh perusahaan.



**Gambar 4.12.** Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 3

Harga tertinggi yang dibayarkan adalah Rp 13,335,945 pada tanggal 2 Juli. Biaya ini dibayarkan pada 83.40 ton material dari *supplier* U dan 72.77 ton material dari volum fleksibel. Banyaknya material yang datang akibat pemulihan level inventori yang dilakukan oleh sistem. Total biaya secara keseluruhan selama 6 bulan adalah Rp 569,603,905. Biaya yang dikeluarkan lebih besar Rp 5,172,470 dari skenario 2, karena pemesanan volum fleksibel lebih banyak. Hal ini akan membuat perbedaan yang signifikan. Total biaya pemesanan volum fleksibel pada skenario ini mencapai Rp 60,717,030. Dibandingkan dengan skenario 2 yang hanya Rp 17,533,283, selisihnya mencapai Rp 43,183,747. Pemesanan volum fleksibel yang jauh meningkat terjadi karena ketidakhandalan *supplier* U. Akibat ketidakhandalan ini, maka level inventori seringkali berada dibawah normal. Sistem akan memulihkan keadaan ini dengan memesan volum fleksibel lebih sering dari skenario 2. Dengan selisih harga Rp 18,000 per ton dengan *supplier* U, maka total biaya akan naik secara signifikan.

#### 4.3.3. Rencana Mitigasi Risiko Skenario 3

Jika perusahaan menjalankan skenario di atas, maka perusahaan menerapkan strategi *contingent rerouting*. Artinya, perusahaan memitigasi risiko pada rantai

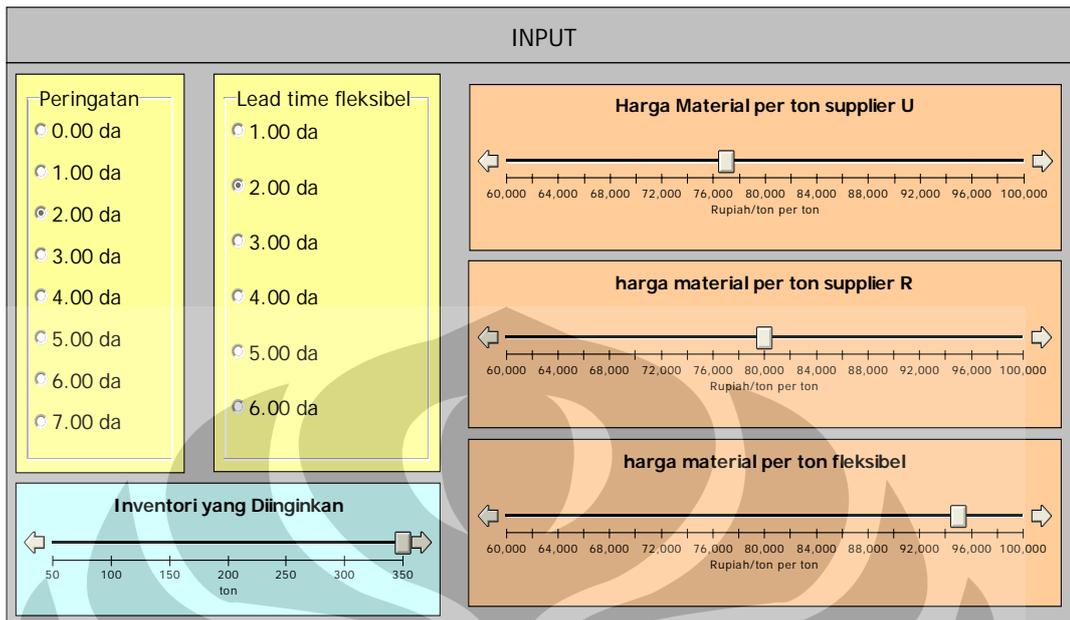
suplai dengan membeli material pada *supplier* tidak handal (U) selama *supplier* tersebut dapat mengantar barang tanpa gangguan (*uptime*). Ketika *supplier* U *down*, perusahaan mengalihkan *sourcing* kepada *supplier* handal (R). Jika perusahaan menjalankan strategi ini, total biaya material selama 6 bulan adalah Rp 569,603,905. Jumlah ini lebih mahal Rp 60,896,086 dari skenario 1 dan Rp 5,172,470 lebih mahal dari skenario 2. Osilasi inventori tetap terjadi di musim penghujan meskipun tidak mencapai level 0, dan waktu pemulihan inventori ke level normal lebih lama 1 hari dibandingkan skenario 2.

#### 4.4 Skenario 4

Skenario 3 dijalankan dengan asumsi perusahaan membeli tanah liat Sukabumi dari dua *supplier*, yaitu *supplier* U dan R. Pada keadaan normal (tidak ada gangguan dan level inventori normal), perusahaan akan memesan kepada *supplier* U. Pemesanan kepada *supplier* R lebih bersifat “cadangan”, yaitu jika terjadi gangguan pada kedatangan material dari *supplier* U, maka perusahaan akan memesan pada *supplier* R. Level inventori normal adalah 350 ton, yaitu kebutuhan produksi rata-rata selama 7 hari. Faktor risiko bencana alam dan curah hujan yang dijalankan sama dengan skenario 1 dan 2, yaitu bencana alam yang memiliki efek panjang (*prolonged effect*) selama 7 hari pada minggu ketiga Juni dilanjutkan dengan curah hujan yang tinggi selama 7 hari setelah terjadi bencana alam. Perbedaan skenario 4 dengan skenario 3 adalah jumlah inventori normal yang ada di gudang. Inventori diharapkan dapat lebih tahan pada gangguan rantai suplai jika kapasitasnya lebih besar.

##### 4.4.1 Input Simulasi Skenario 4

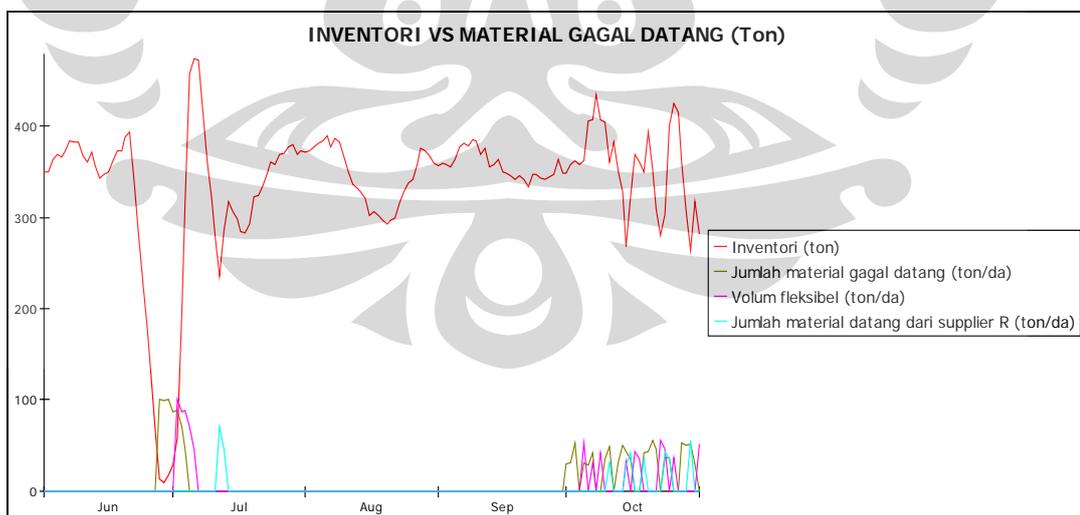
*Input* pada simulasi skenario 4 adalah sebagai berikut.



**Gambar 4.13.** Input Simulasi Skenario 4

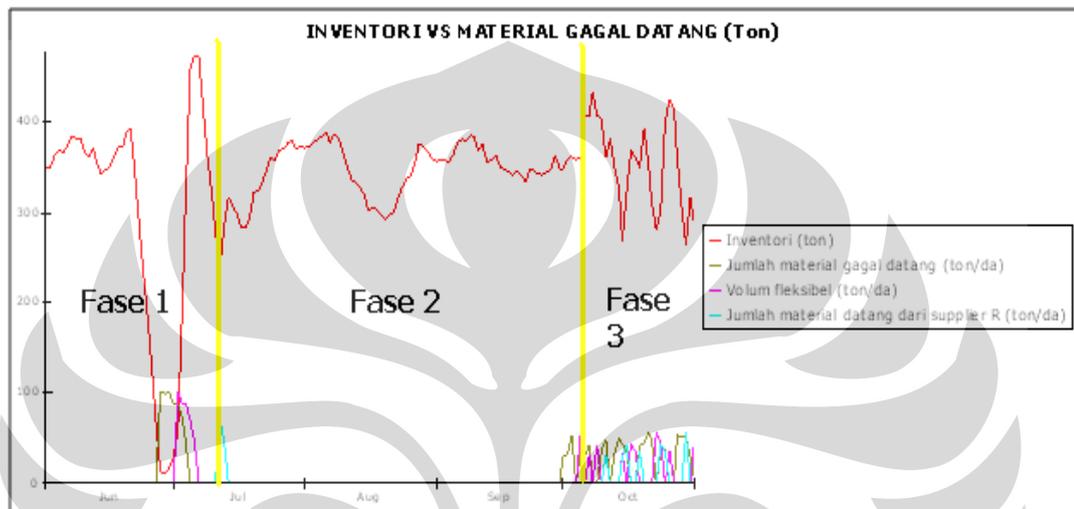
Semua *input* pada simulasi ini sama dengan skenario 2. Bedanya, skenario ini memiliki level inventori 350 ton, yaitu rata-rata kebutuhan produksi selama 7 hari.

4.4.2 Hasil Simulasi Skenario 4



**Gambar 4.14.** Keadaan Inventori Hasil Simulasi Skenario 4

Dari grafik diatas, diketahui bahwa inventori tidak pernah mencapai nol. Hal ini terjadi karena *coverage* inventori berada pada level 350 ton, yaitu kebutuhan rata-rata produksi selama 7 hari. Dengan jumlah ini, inventori dapat bertahan selama gangguan pada rantai suplai berlangsung. Osilasi pada inventori juga terlihat tidak terlalu besar.



**Gambar 4.15.** Tiga Fase Pada Inventori Skenario 4

Seperti terlihat pada gambar, inventori yang beresilasi di fase 2 tidak terlalu besar. Selisih antara puncak dengan lembah adalah 95.99 ton, yang paling kecil diantara 4 skenario lainnya. Hal ini mengindikasikan skenario 4 lebih stabil jika terkena gangguan pada inventori.

#### 4.4.3. Rencana Mitigasi Risiko Skenario 4

Jika perusahaan menjalankan skenario di atas, maka perusahaan menerapkan strategi *contingent rerouting* sekaligus mitigasi inventori. Artinya, perusahaan memitigasi risiko pada rantai suplai dengan membeli material pada *supplier* tidak handal (U) selama *supplier* tersebut dapat mengantar barang tanpa gangguan (*uptime*). Ketika *supplier* U *down*, perusahaan mengalihkan *sourcing* kepada *supplier* handal (R). Jumlah inventori yang ada di gudang dimaksimumkan, yaitu kebutuhan rata-rata 7 hari produksi. Strategi ini paling mahal dari 3 strategi sebelumnya, yaitu

membutuhkan biaya Rp 586, 579, 593, namun inventori perusahaan lebih stabil dan kemungkinan berhenti produksi juga lebih kecil.



## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Risiko paling besar pada rantai suplai tanah liat di PT Inti Kemenangan Jaya adalah risiko tingginya curah hujan dan risiko gangguan rantai suplai akibat bencana alam. Tingginya curah hujan dapat menyebabkan kegiatan ekstraksi tanah liat menjadi sulit akibat medan yang licin, dan tanah liat yang telah diekstraksi memiliki kandungan air yang lebih tinggi. Bencana alam dapat menyebabkan terganggunya *delivery* tanah liat tersebut.
2. Model yang dibuat berdasarkan sistem dinamis dikembangkan dengan memperhitungkan risiko-risiko di atas, untuk mengetahui usulan rencana mitigasi risiko yang paling optimal.
3. Rencana mitigasi risiko dengan strategi *passive acceptance* memiliki biaya yang paling kecil, Rp 509,870,285, namun paling rentan terhadap gangguan rantai suplai tanah liat Sukabumi.
4. Rencana mitigasi risiko dengan strategi *sourcing mitigation* ke *supplier* R membutuhkan biaya Rp 564,431,435. Keadaan inventori adalah kedua yang paling stabil diantara 4 skenario tersebut.
5. Rencana mitigasi risiko dengan strategi *contingent rerouting* membutuhkan biaya Rp 569,603,905. Rencana ini tidak disarankan karena membutuhkan biaya lebih mahal dari strategi *sourcing mitigation* namun keadaan inventori-nya memiliki kestabilan yang lebih buruk.
6. Kombinasi rencana mitigasi risiko dengan strategi *contingent rerouting* dan *inventori mitigation* memiliki biaya yang paling besar diantara rencana mitigasi yang lain, yaitu Rp Rp 586, 579, 593, namun dengan kestabilan keadaan inventori yang paling baik.

## DAFTAR REFERENSI

- Ballou, Ronald H. 2004. *Business Logistics/Supply Chain Management*. Prentice Hall. New Jersey
- Cooper, Martha dan Gardner, John. 2003. STRATEGIC SUPPLY CHAIN MAPPING APPROACHES. *Journal of Business Logistics* vol. 24 no. 2
- “FMEA Instruction Guide”, Kaiser Permanente, Maret 2002, hal. 3
- Forrester, Jay W. 1994. “*System Dynamics, System Thinking and Soft OR*”, *International Journal of System Dynamics*, Vol: 10, No. 2, hal. 4.
- Gastaldi, Massimo dan Federica Cucchiella. 2006. *Risk Management In Supply Chain: A Real Option Approach*. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 no. 6, hal. 700 -790
- Peltier, Thomas R. 2005. *Information Security Risk Analysis*. Taylor & Francis Group Florida.
- Sterman, John D. 2000. *Business Dynamics : System Thinking and Modeling for Complex World*. USA: The McGraw Hill Companies, Inc.
- Tomlin, Brian. 2006. *On The Value Of Mitigation And Contingency Strategies For Managing Supply Chain Disruption Risks*. *Journal Of Management Science*. vol. 52 no. 5
- Vanany, Iwan. 2007, *SCRM : Risk Sources And Risk Performance of Supply Chain Risk Practices In The Context of Indonesian Manufacturing Companies*. Disertasi, Universiti Sains Malaysia
- Zagloel, T.Yuri M. 2008. Modul Kuliah TQM

## LAMPIRAN 1 KUESIONER

Bapak/Ibu/Saudara/i yang saya hormati,

Saya Annisa Nuraini Tahir, mahasiswa tingkat akhir program Sarjana Teknik Industri Universitas Indonesia dengan Nomor Pokok Mahasiswa 0404070115. Pada saat ini saya melakukan penelitian dalam rangka penyelesaian skripsi dengan topik Manajemen Resiko pada Rantai Suplai. Penilaian ini bertujuan untuk memberikan usulan pada perusahaan untuk manajemen resiko pada rantai suplai, khususnya bahan baku produksi, agar produksi dapat berjalan lancar.

Adapun kuesioner ini digunakan untuk mengidentifikasi item resiko mana yang harus diprioritaskan, untuk dicari penyelesaiannya. Kuesioner ini berbentuk tabel Failure Mode and Effect Analysis, salah satu alat bantu dalam metode identifikasi dan analisa resiko. Tiga dari tujuh kolom dalam kuesioner ini, Kolom Potensi Kegagalan, Penyebab dan Efek telah diisi sebelumnya. Item resiko yang tercantum terdiri dari kejadian yang sudah pernah terjadi, dan yang belum pernah terjadi. Untuk kejadian yang belum pernah terjadi, Bapak/Ibu/Saudara/i diharapkan untuk mengisi sesuai dengan perkiraan jika item tersebut terjadi.

Bapak/Ibu/Saudara/I diharapkan untuk mengisi kolom Tingkat Keparahan, Frekuensi Kejadian, dan Tingkat Deteksi dengan nilai 1 sampai 4. Berikut adalah definisi masing-masing tolok ukur.

Tingkat Keparahan

Nilai	Keterangan	Definisi
1	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh pada kelancaran proses produksi atau mengurangi stok bahan baku sampai 1 hari
2	Cukup kritis	Mengurangi stok bahan baku sampai 2 hari atau mengurangi kapasitas produksi 0,1% - 5% dari total kapasitas pabrik
3	Kritis	Mengurangi stok bahan baku sampai 3 hari atau mengurangi kapasitas produksi 5,1% - 10%
4	Sangat kritis	Mengurangi stok bahan baku sampai 4 hari atau mengurangi kapasitas produksi lebih dari 10%.

### Frekuensi

Nilai	Keterangan	Definisi
1	Hampir tidak pernah terjadi	Terdapat 0-1 kejadian dalam 1 tahun
2	Kadang-kadang terjadi	Satu kejadian setiap 6 bulan
3	Sering terjadi	Terdapat 1-3 kejadian dalam 1 minggu, atau 5 <i>occurrences</i> dalam 1000 <i>events</i> .
4	Sulit untuk dihindari	Terdapat satu atau lebih kejadian setiap hari, atau 3 <i>occurrences</i> dalam 10 <i>events</i> .

### Deteksi

Nilai	Definisi
1	Kejadian dapat dideteksi sebelumnya dan dapat dilakukan perbaikan
2	Kejadian dapat dideteksi sebelumnya dan tersedia alternatif pilihan
3	Kejadian dapat dideteksi sebelumnya namun tidak dapat dilakukan perbaikan maupun alternatif pilihan
4	Kejadian tidak dapat dideteksi sebelumnya dan belum ada sistem peringatan dini

Nama :

Posisi :

Pengalaman Kerja :

No	Item	Potensi Kegagalan	Penyebab	Efek	Tingkat Keparahan	Frekuensi	Tingkat Deteksi	Total Skor
	<b>1. Persiapan Produksi</b>							
1	1.a. Perencanaan Produksi	Kesalahan informasi penerimaan forecast	Kesalahan input	Perubahan jadwal produksi				
2		Perubahan glaze yang mendadak	Perubahan permintaan dari PURI	Perubahan jadwal produksi				
3	1.b. Penentuan formulasi	Kesalahan penentuan formulasi	Kesalahan input	Kesalahan produksi				
4				Kualitas produk berkurang				
5		Informasi formulasi tidak sampai	Terputusnya komunikasi antar pegawai	Perubahan jadwal produksi				
6	1.c. Membuat budget produksi	Rumus formulasi salah	Kesalahan input	Produksi ulang				
7		Tidak tahu motif yang akan dibuat	Terputusnya komunikasi antar pegawai	Perubahan jadwal produksi				
8	1.d. Membuat penjadwalan produksi	Perubahan jadwal yang mendadak	Perubahan permintaan dari PURI	Perubahan jadwal produksi				
9			Tidak tersedianya bahan baku untuk motif tersebut	Perubahan jadwal produksi				
	<b>2. Proses Pengadaan</b>							
10	2.a. Proses pemesanan material	Spesifikasi yang dipesan tidak sesuai dengan permintaan	Kesalahan input	Barang yang datang tidak sesuai dengan jadwal produksi				
11	2.b. Proses delivery material	Clay tidak datang tepat waktu	Kecelakaan transportasi yang dialami oleh <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi				
12			Musim hujan sehingga ekstraksi sulit	Terganggunya kelancaran produksi				
13			<i>Supplier</i> memenuhi permintaan <i>buyer</i> selain IKKJ	Terganggunya kelancaran produksi				

14			Pembayaran yang tertunda	Terganggunya kelancaran produksi				
15			Bencana alam seperti gempa, tsunami, atau banjir	Terganggunya kelancaran produksi				
16			Serangan teroris seperti bom Bali atau Marriot	Terganggunya kelancaran produksi				
17			Wabah penyakit seperti SARS atau flu burung	Terganggunya kelancaran produksi				
18			Kerusuhan sosial politik seperti Mei 1998, Sampit, atau Poso	Terganggunya kelancaran produksi				
19			Lokasi tambang yang tidak dapat dicapai kendaraan	Terganggunya kelancaran produksi				
20		Chemical tidak datang tepat waktu	Kecelakaan transportasi yang dialami oleh <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi				
21			Bencana alam seperti gempa, tsunami, atau banjir	Terganggunya kelancaran produksi				
22			Serangan teroris seperti bom Bali atau Marriot	Terganggunya kelancaran produksi				
23			Wabah penyakit	Terganggunya kelancaran produksi				
24			Kerusuhan sosial politik seperti Mei 1998, Sampit, atau Poso	Terganggunya kelancaran produksi				
25			Pembayaran yang tertunda	Terganggunya kelancaran produksi				

26			Mengalami permasalahan kepebeanaan	Terganggunya kelancaran produksi				
27			Jadwal <i>shipping</i> yang tidak selalu tersedia	Terganggunya kelancaran produksi				
28	2.c. Proses penerimaan material	<i>Clay</i> yang datang jumlahnya tidak sesuai pesanan	Kesalahan internal <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi				
29			Lokasi tambang yang tidak dapat dicapai kendaraan	Terganggunya kelancaran produksi				
30			Musim hujan sehingga ekstraksi sulit	Terganggunya kelancaran produksi				
31	2.d. Proses pengontrolan material	Kualitas <i>clay</i> yang datang di bawah standar	Proses ekstraksi yang tidak dilakukan sesuai standar oleh <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi				
32			<i>Supplier</i> memenuhi permintaan <i>buyer</i> selain IKKJ	Terganggunya kelancaran produksi				
33			Sumber tanah di lokasi tambang telah habis	Terganggunya kelancaran produksi				
	<b>3. Proses Pelaksanaan Produksi</b>							
34	3.a. Pengontrolan jadwal produksi	Kesalahan proses <i>printing</i>	Kesalahan pihak <i>outsourcing</i>	Perubahan jadwal produksi				
35			<i>Setting</i> mesin <i>printing</i>	Perubahan jadwal produksi				
36			Pembuatan pasta <i>printing</i>	Perubahan jadwal produksi				
37	3.b. Pengontrolan penggunaan material	Material yang dipakai terlalu irit	Kesalahan proses <i>milling</i>	Kualitas produk yang buruk				
38		Pemakaian bahan baku terlalu boros	Kualitas produk yang buruk memerlukan produksi ulang	Mengurangi stok bahan baku				

**LAMPIRAN 2**  
**HASIL PENGOLAHAN KUESIONER**

No	Item	Potensi Kegagalan	Penyebab	Efek	Skor Final	Frekuensi				Skor Final	Tingkat Deteksi				Skor Final	Total Skor
	<b>1. Persiapan Produksi</b>															
1	1.a. Perencanaan Produksi	Kesalahan informasi penerimaan forecast	Kesalahan input	Perubahan jadwal produksi	1	3	3	2		2	5	3			1	2
2		Perubahan glaze yang mendadak	Perubahan permintaan dari PURI	Perubahan jadwal produksi	2		4	3	1	2		8			2	8
3	1.b. Penentuan formulasi	Kesalahan penentuan formulasi	Kesalahan input	Kesalahan produksi	1	4	4			2	5	2	1		1	2
4				Kualitas produk berkurang	1	5	3			1	5	2	1		1	1
5		Informasi formulasi tidak sampai	Terputusnya komunikasi antar pegawai	Perubahan jadwal produksi	2	4	3	1		1	3	5			2	4
6	1.c. Membuat budget produksi	Rumus formulasi salah	Kesalahan input	Produksi ulang	1	5	3			1	5	1	1	1	1	1
7		Tidak tahu motif yang akan dibuat	Terputusnya komunikasi antar pegawai	Perubahan jadwal produksi	1	4	4			2	4	3	1		1	2
8	1.d. Membuat penjadwalan produksi	Perubahan jadwal yang mendadak	Perubahan permintaan dari PURI	Perubahan jadwal produksi	1		6	2		2		6		2	2	4
9			Tidak tersedianya bahan baku untuk motif tersebut	Perubahan jadwal produksi	3		8			2		6		2	2	12
	<b>2. Proses Pengadaan</b>															0
10	2.a. Proses pemesanan material	Spesifikasi yang dipesan tidak sesuai dengan permintaan	Kesalahan input	Barang yang datang tidak sesuai dengan jadwal produksi	2	2	6			2		6		2	2	8

11	2.b. Proses delivery material	Clay tidak datang tepat waktu	Kecelakaan transportasi yang dialami oleh <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi	2	3	4	1		2	6	2	2	8		
12			Musim hujan sehingga ekstraksi sulit	Terganggunya kelancaran produksi	4	2	4	2		2	5	2	1	2	16	
13			<i>Supplier</i> memenuhi permintaan <i>buyer</i> selain IKKJ	Terganggunya kelancaran produksi	3	2	6			2	4	1	3	2	12	
14			Pembayaran yang tertunda	Terganggunya kelancaran produksi	2		5	3		2	6	1	1	2	8	
15			Bencana alam seperti gempa, tsunami, atau banjir	Terganggunya kelancaran produksi	4	2	5	1		2	4	1	3	2	16	
16			Serangan teroris seperti bom Bali atau Marriot	Terganggunya kelancaran produksi	1	6	2			1	2	1	2	3	4	4
17			Wabah penyakit seperti SARS atau flu burung	Terganggunya kelancaran produksi	1	8				1	1		7	4	4	
18			Kerusuhan sosial politik seperti Mei 1998, Sampit, atau Poso	Terganggunya kelancaran produksi	1	8				1	2	1	1	4	4	4
19			Lokasi tambang yang tidak dapat dicapai kendaraan	Terganggunya kelancaran produksi	2	1	6	1		2	6	2		3	12	
20		<i>Chemical</i> tidak datang tepat waktu	Kecelakaan transportasi yang dialami oleh <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi	2	2	6			2	3	3	1	1	2	8
21			Bencana alam seperti gempa, tsunami, atau banjir	Terganggunya kelancaran produksi	2	5	2	1		1	2	4	1	1	2	4
22			Serangan teroris seperti bom Bali atau Marriot	Terganggunya kelancaran produksi	1	8				1	2	1	1	4	4	4

23			Wabah penyakit	Terganggunya kelancaran produksi	1	8				1	2	1		5	4	4
24			Kerusuhan sosial politik seperti Mei 1998, Sampit, atau Poso	Terganggunya kelancaran produksi	1	8				1	2	1		5	4	4
25			Pembayaran yang tertunda	Terganggunya kelancaran produksi	2	1	7			2	1	4	3		3	12
26			Mengalami permasalahan kepabeanaan	Terganggunya kelancaran produksi	2	1	7			2	1	4	3		3	12
27			Jadwal <i>shipping</i> yang tidak selalu tersedia	Terganggunya kelancaran produksi	1	2	6			2	2	2	4		3	6
28	2.c. Proses penerimaan material	Clay yang datang jumlahnya tidak sesuai pesanan	Kesalahan internal <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi	1	3	4	1		1	2		4	4	3	6
29			Lokasi tambang yang tidak dapat dicapai kendaraan	Terganggunya kelancaran produksi	2	2	5	1		2	1	5	1	1	2	8
30			Musim hujan sehingga ekstraksi sulit	Terganggunya kelancaran produksi	2		7	1		2		7	1		2	8
31	2.d. Proses pengontrolan material	Kualitas <i>clay</i> yang datang di bawah standar	Proses ekstraksi yang tidak dilakukan sesuai standar oleh <i>supplier</i>	Terganggunya kelancaran produksi	2	1	6	1		2		6	1	1	2	8
32			<i>Supplier</i> memenuhi permintaan <i>buyer</i> selain IKKJ	Terganggunya kelancaran produksi	2	1	6	1		2		4	2	2	2	8
33			Sumber tanah di lokasi tambang telah habis	Terganggunya kelancaran produksi	2	5	2	1		1	1	6	1		2	4
	<b>3. Proses Pelaksanaan Produksi</b>															

34	3.a. Pengontrolan jadwal produksi	Kesalahan proses <i>printing</i>	Kesalahan pihak <i>outsourcing</i>	Perubahan jadwal produksi	2	7	1			1	7	1			1	2
35			<i>Setting</i> mesin <i>printing</i>	Perubahan jadwal produksi	2		6	2		2		6	2		2	8
36			Pembuatan pasta <i>printing</i>	Perubahan jadwal produksi	2	2	6			2	3	4	1		2	8
37	3.b. Pengontrolan penggunaan material	Material yang dipakai terlalu irit	Kesalahan proses <i>milling</i>	Kualitas produk yang buruk	1	4	4			2	2	3	3		3	6
38		Pemakaian bahan baku terlalu boros	Kualitas produk yang buruk memerlukan produksi ulang	Mengurangi stok bahan baku	2	2	5	1		2	3	3	2		2	8

**LAMPIRAN 3**  
**PENGUNAAN TANAH LIAT SUKABUMI DESEMBER 2007 – MEI 2008**

(dalam kg)

Date/Month	Dec-07	Jan-08	Feb-08	Mar-08	Apr-08	May-08
1	41900	45240	41600	54230	50460	49200
2	45240	35680	74560	58290	58870	35040
3	47080	48720	70080	58580	37700	35287
4	54880	42000	54390	49880	62930	35040
5	53040	42000	46400	58580	62930	32000
6	48880	42000	41980	54230	62930	40800
7	41080	42240	40310	58580	57551	40800
8	30350	45600	67570	49590	66220	37800
9	33180	58306	49300	57664	52860	32000
10	40250	54978	62930	35535	57410	38200
11	60022	48980	52493	44623	49000	32000
12	53360	52320	49880	56020	52860	43800
13	47250	47100	62930	48495	52860	38000
14	27540	54810	62930	36832	57700	43600
15	50760	59130	71920	18560	52860	40600
16	62000	43200	62930	45240	54810	35000
17	62040	51223	62930	48778	50460	34600
18	41600	43085	53940	48778	37980	46830
19	41600	39690	53940	27900	42050	50190
20	37960	43740	58580	42340	26306	43020
21	52780	60930	67570	50750	46400	49740
22	53040	54562	67280	54520	37700	45360
23	45240	50760	75940	54900	51040	53760
24	53040	46980	50850	25520	58870	28200
25	56680	51288	46490	25520	55100	45360
26	56900	64440	56490	63220	54830	24960
27	49140	64960	30520	63512	45290	45360
28	45240	51200	44950	50460	55100	40320
29	52780	55680	36250	50460	44630	51360
30	48880	55907		50750	42000	51360
31	41340	41920		46400		40320

## LAMPIRAN 4

### HASIL UJI NORMALITAS PENGGUNAAN TANAH LIAT SUKABUMI

Distribution ID Plot: Pemakaian

#### 3-Parameter Lognormal

\* WARNING \* LSXY algorithm has not converged to optimal threshold parameter(s).

#### 2-Parameter Exponential

\* WARNING \* Variance/Covariance matrix of estimated parameters does not exist.

The threshold parameter is assumed fixed when calculating confidence intervals.

#### 3-Parameter Loglogistic

\* WARNING \* LSXY algorithm has not converged to optimal threshold parameter(s).

\* WARNING \* Variance/Covariance matrix of estimated parameters does not exist.

The threshold parameter is assumed fixed when calculating confidence intervals.

#### Goodness-of-Fit

##### Anderson-Darling Correlation

Distribution	(adj)	Coefficient
Weibull	0.429	0.997
Lognormal	1.893	0.976
Exponential	113.625	*
Loglogistic	1.735	0.979
3-Parameter Weibull	0.403	0.997
3-Parameter Lognormal	0.394	0.997
2-Parameter Exponential	75.554	*
3-Parameter Loglogistic	0.459	0.996
Smallest Extreme Value	2.793	0.979
Normal	0.375	0.997
Logistic	0.438	0.996

#### Table of Percentiles

Distribution	Percent	Percentile	Standard Error	95% Normal CI	
				Lower	Upper
Weibull	1	22717.2	1191.04	20498.7	25175.7
Lognormal	1	27976.1	902.431	26262.1	29801.9
Exponential	1	299.531	17.4053	267.288	335.664
Loglogistic	1	26490.5	1129.70	24366.3	28799.8
3-Parameter Weibull	1	22935.7	2750.50	18131.5	29012.9
3-Parameter Lognormal	1	24670.5	1476.93	21775.8	27565.2
2-Parameter Exponential	1	18761.6	12.3757	18737.3	18785.8

3-Parameter Loglogistic	1	22320.8	1777.97	18836.0	25805.5
Smallest Extreme Value	1	16199.2	1882.69	12509.2	19889.2
Normal	1	24433.5	1513.72	21466.7	27400.3
Logistic	1	22026.0	1821.85	18455.2	25596.8
Weibull	5	30633.8	1134.58	28488.8	32940.2
Lognormal	5	32682.2	842.156	31072.6	34375.2
Exponential	5	1528.70	88.8305	1364.14	1713.11
Loglogistic	5	32689.1	1008.62	30770.9	34727.0
3-Parameter Weibull	5	30655.3	1568.11	27730.9	33888.0
3-Parameter Lognormal	5	31657.0	1182.47	29339.4	33974.5
2-Parameter Exponential	5	19596.3	63.1613	19472.9	19720.4
3-Parameter Loglogistic	5	31721.3	1292.83	29187.4	34255.2
Smallest Extreme Value	5	29374.7	1398.52	26633.7	32115.8
Normal	5	31561.1	1203.21	29202.9	33919.4
Logistic	5	31631.1	1311.49	29060.6	34201.5
Weibull	10	34957.7	1066.11	32929.4	37111.0
Lognormal	10	35506.5	806.609	33960.2	37123.1
Exponential	10	3140.07	182.465	2802.06	3518.86
Loglogistic	10	35953.3	934.002	34168.5	37831.3
3-Parameter Weibull	10	34918.9	1201.00	32642.6	37354.0
3-Parameter Lognormal	10	35401.6	1042.45	33358.4	37444.7
2-Parameter Exponential	10	20690.5	129.738	20437.8	20946.4
3-Parameter Loglogistic	10	36006.6	1094.59	33861.2	38151.9
Smallest Extreme Value	10	35193.4	1192.62	32855.9	37530.9
Normal	10	35360.8	1056.55	33290.0	37431.6
Logistic	10	35979.0	1105.46	33812.3	38145.7
Weibull	50	49387.3	791.734	47859.7	50963.7
Lognormal	50	47564.9	806.599	46010.0	49172.3
Exponential	50	20657.9	1200.40	18434.2	23149.9
Loglogistic	50	47564.9	789.575	46042.2	49137.9
3-Parameter Weibull	50	49335.8	843.308	47710.4	51016.7
3-Parameter Lognormal	50	48723.6	777.878	47198.9	50248.2
2-Parameter Exponential	50	32586.6	853.524	30956.0	34303.2
3-Parameter Loglogistic	50	48717.1	757.738	47231.9	50202.2
Smallest Extreme Value	50	50421.2	716.684	49016.6	51825.9
Normal	50	48764.3	777.397	47240.7	50288.0
Logistic	50	48764.3	757.257	47280.1	50248.5

### Table of MTTF

Distribution	Mean	Standard Error	95% Normal CI	
			Lower	Upper
Weibull	48740.7	767.01	47260.3	50267.4
Lognormal	48819.0	838.22	47203.4	50489.8
Exponential	29803.1	1731.82	26595.0	33398.2
Loglogistic	48858.4	802.69	47310.3	50457.3
3-Parameter Weibull	48745.6	770.80	47258.0	50280.0
3-Parameter Lognormal	48777.6	777.88	47253.0	50302.3
2-Parameter Exponential	38797.0	1231.38	36457.0	41287.1
3-Parameter Loglogistic	48773.2	757.55	47288.4	50258.0
Smallest Extreme Value	48718.1	761.73	47225.1	50211.0
Normal	48764.3	777.40	47240.7	50288.0
Logistic	48764.3	757.26	47280.1	50248.5

### Distribution ID Plot for Pemakaian

**LAMPIRAN 5**  
**INPUT FAKTOR RISIKO BENCANA ALAM**

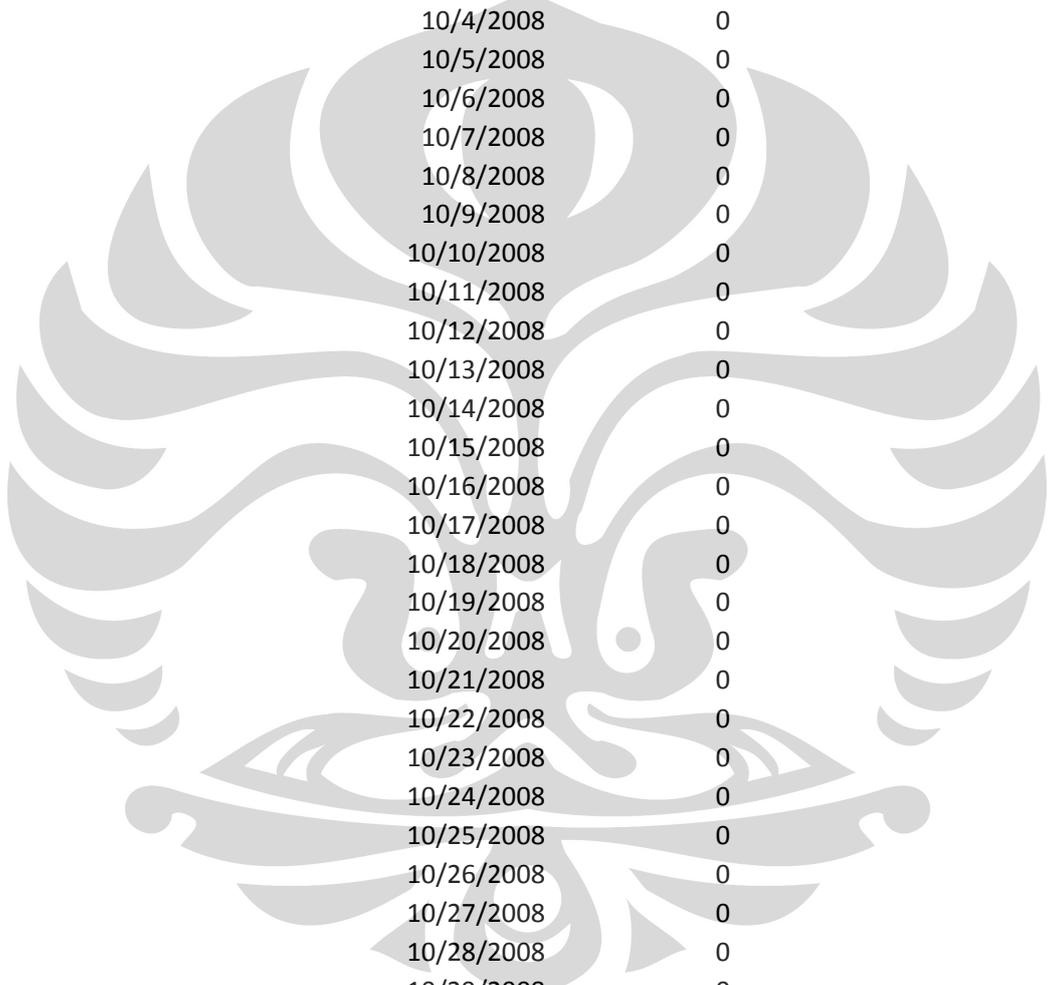
Tanggal	Bencana Alam
6/1/2008	0
6/2/2008	0
6/3/2008	0
6/4/2008	0
6/5/2008	0
6/6/2008	0
6/7/2008	0
6/8/2008	0
6/9/2008	0
6/10/2008	0
6/11/2008	0
6/12/2008	0
6/13/2008	0
6/14/2008	0
6/15/2008	0
6/16/2008	0
6/17/2008	0
6/18/2008	0
6/19/2008	0
6/20/2008	0
6/21/2008	1
6/22/2008	1
6/23/2008	1
6/24/2008	1
6/25/2008	1
6/26/2008	1
6/27/2008	1
6/28/2008	0
6/29/2008	0
6/30/2008	0
7/1/2008	0
7/2/2008	0
7/3/2008	0
7/4/2008	0
7/5/2008	0



7/6/2008	0
7/7/2008	0
7/8/2008	0
7/9/2008	0
7/10/2008	0
7/11/2008	0
7/12/2008	0
7/13/2008	0
7/14/2008	0
7/15/2008	0
7/16/2008	0
7/17/2008	0
7/18/2008	0
7/19/2008	0
7/20/2008	0
7/21/2008	0
7/22/2008	0
7/23/2008	0
7/24/2008	0
7/25/2008	0
7/26/2008	0
7/27/2008	0
7/28/2008	0
7/29/2008	0
7/30/2008	0
7/31/2008	0
8/1/2008	0
8/2/2008	0
8/3/2008	0
8/4/2008	0
8/5/2008	0
8/6/2008	0
8/7/2008	0
8/8/2008	0
8/9/2008	0
8/10/2008	0
8/11/2008	0
8/12/2008	0
8/13/2008	0
8/14/2008	0
8/15/2008	0



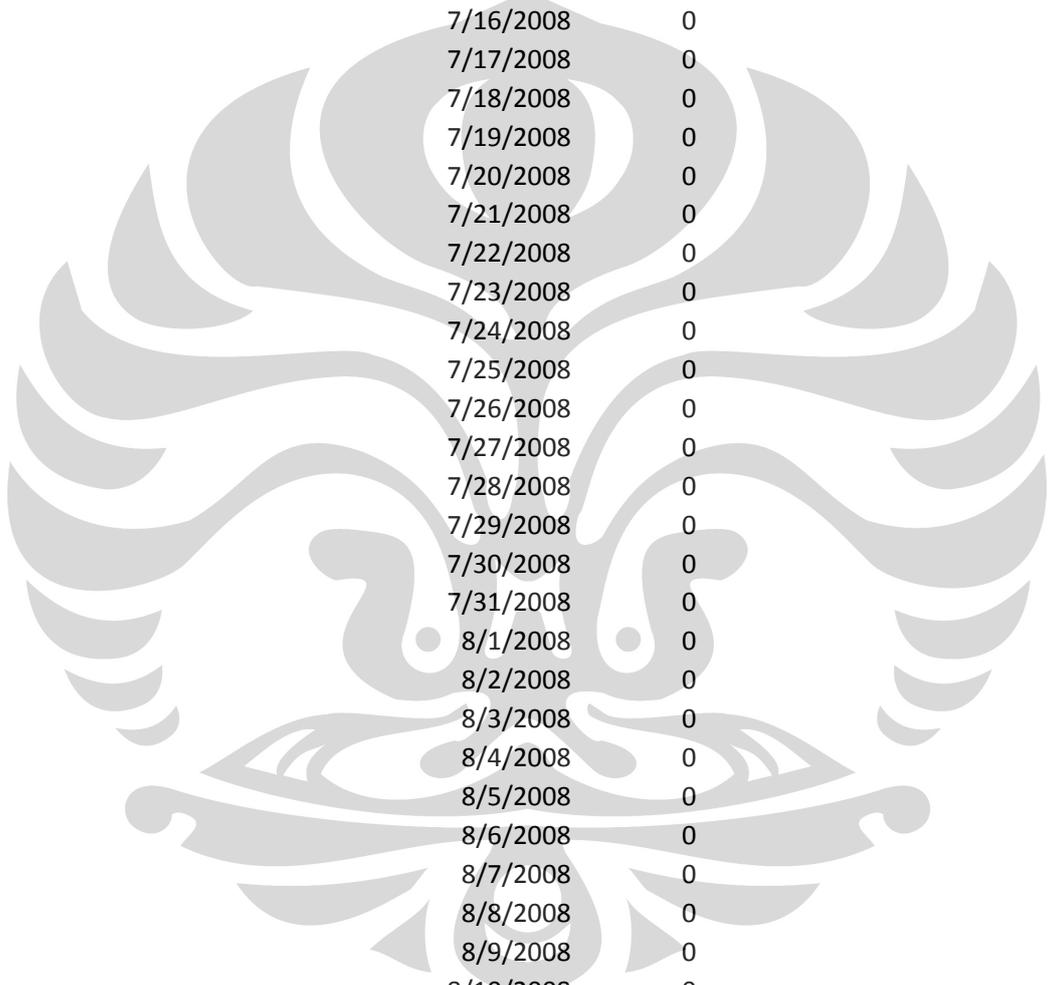
8/16/2008	0
8/17/2008	0
8/18/2008	0
8/19/2008	0
8/20/2008	0
8/21/2008	0
8/22/2008	0
8/23/2008	0
8/24/2008	0
8/25/2008	0
8/26/2008	0
8/27/2008	0
8/28/2008	0
8/29/2008	0
8/30/2008	0
8/31/2008	0
9/1/2008	0
9/2/2008	0
9/3/2008	0
9/4/2008	0
9/5/2008	0
9/6/2008	0
9/7/2008	0
9/8/2008	0
9/9/2008	0
9/10/2008	0
9/11/2008	0
9/12/2008	0
9/13/2008	0
9/14/2008	0
9/15/2008	0
9/16/2008	0
9/17/2008	0
9/18/2008	0
9/19/2008	0
9/20/2008	0
9/21/2008	0
9/22/2008	0
9/23/2008	0
9/24/2008	0
9/25/2008	0



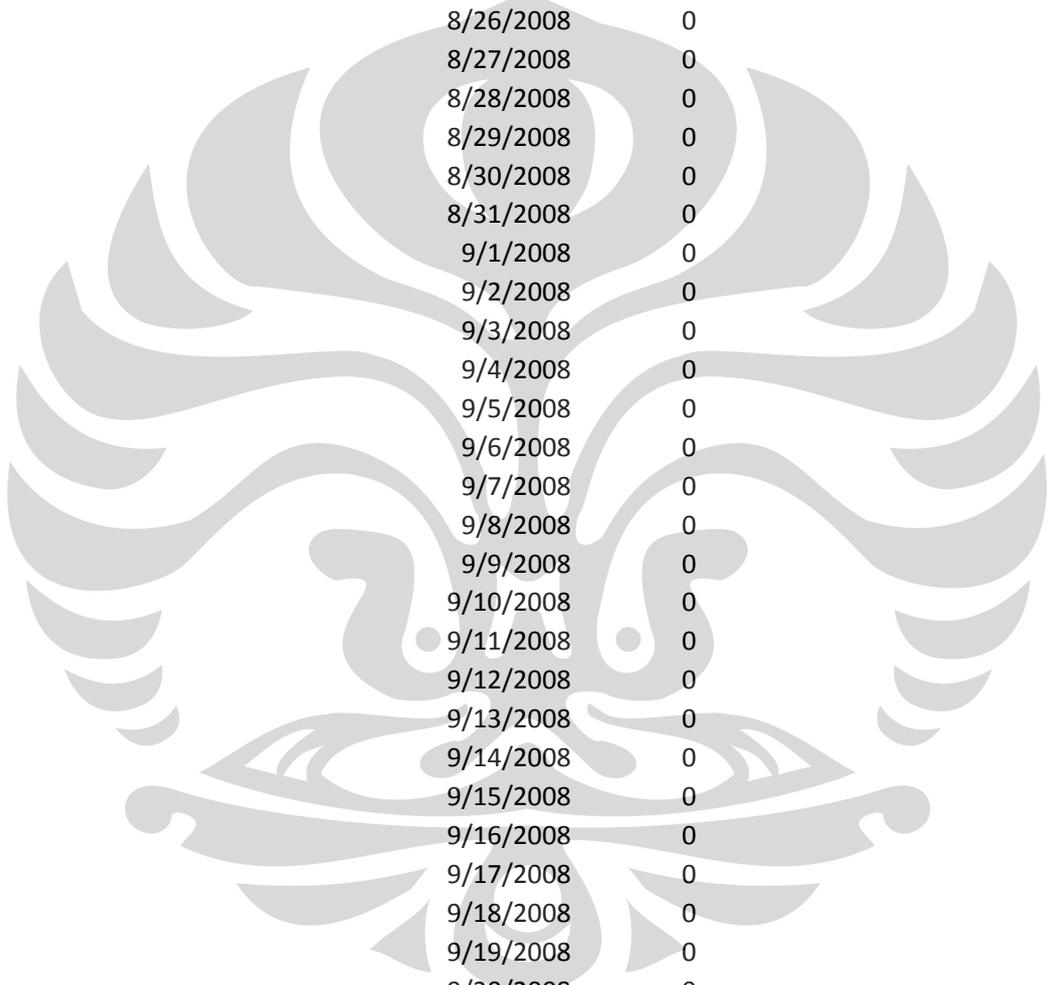
9/26/2008	0
9/27/2008	0
9/28/2008	0
9/29/2008	0
9/30/2008	0
10/1/2008	0
10/2/2008	0
10/3/2008	0
10/4/2008	0
10/5/2008	0
10/6/2008	0
10/7/2008	0
10/8/2008	0
10/9/2008	0
10/10/2008	0
10/11/2008	0
10/12/2008	0
10/13/2008	0
10/14/2008	0
10/15/2008	0
10/16/2008	0
10/17/2008	0
10/18/2008	0
10/19/2008	0
10/20/2008	0
10/21/2008	0
10/22/2008	0
10/23/2008	0
10/24/2008	0
10/25/2008	0
10/26/2008	0
10/27/2008	0
10/28/2008	0
10/29/2008	0
10/30/2008	0
10/31/2008	0
11/1/2008	0

**LAMPIRAN 6**  
**INPUT FAKTOR RISIKO CURAH HUJAN**

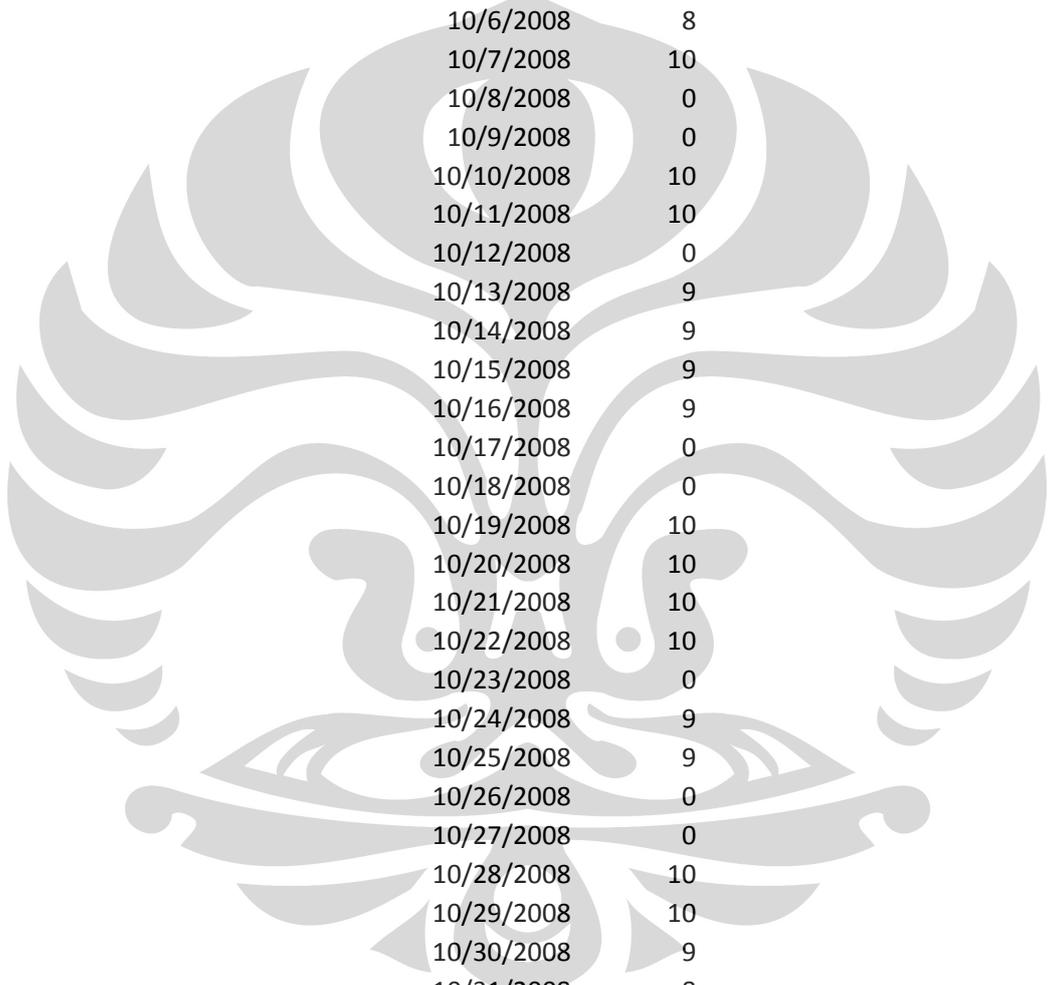
Tanggal	Skala
6/1/2008	0
6/2/2008	0
6/3/2008	0
6/4/2008	0
6/5/2008	0
6/6/2008	0
6/7/2008	0
6/8/2008	0
6/9/2008	0
6/10/2008	0
6/11/2008	0
6/12/2008	0
6/13/2008	0
6/14/2008	0
6/15/2008	0
6/16/2008	0
6/17/2008	0
6/18/2008	0
6/19/2008	0
6/20/2008	0
6/21/2008	0
6/22/2008	0
6/23/2008	0
6/24/2008	0
6/25/2008	0
6/26/2008	0
6/27/2008	0
6/28/2008	10
6/29/2008	10
6/30/2008	10
7/1/2008	10
7/2/2008	10
7/3/2008	10
7/4/2008	10
7/5/2008	0
7/6/2008	0
7/7/2008	0



7/8/2008	0
7/9/2008	0
7/10/2008	0
7/11/2008	0
7/12/2008	0
7/13/2008	0
7/14/2008	0
7/15/2008	0
7/16/2008	0
7/17/2008	0
7/18/2008	0
7/19/2008	0
7/20/2008	0
7/21/2008	0
7/22/2008	0
7/23/2008	0
7/24/2008	0
7/25/2008	0
7/26/2008	0
7/27/2008	0
7/28/2008	0
7/29/2008	0
7/30/2008	0
7/31/2008	0
8/1/2008	0
8/2/2008	0
8/3/2008	0
8/4/2008	0
8/5/2008	0
8/6/2008	0
8/7/2008	0
8/8/2008	0
8/9/2008	0
8/10/2008	0
8/11/2008	0
8/12/2008	0
8/13/2008	0
8/14/2008	0
8/15/2008	0
8/16/2008	0
8/17/2008	0



8/18/2008	0
8/19/2008	0
8/20/2008	0
8/21/2008	0
8/22/2008	0
8/23/2008	0
8/24/2008	0
8/25/2008	0
8/26/2008	0
8/27/2008	0
8/28/2008	0
8/29/2008	0
8/30/2008	0
8/31/2008	0
9/1/2008	0
9/2/2008	0
9/3/2008	0
9/4/2008	0
9/5/2008	0
9/6/2008	0
9/7/2008	0
9/8/2008	0
9/9/2008	0
9/10/2008	0
9/11/2008	0
9/12/2008	0
9/13/2008	0
9/14/2008	0
9/15/2008	0
9/16/2008	0
9/17/2008	0
9/18/2008	0
9/19/2008	0
9/20/2008	0
9/21/2008	0
9/22/2008	0
9/23/2008	0
9/24/2008	0
9/25/2008	0
9/26/2008	0
9/27/2008	0



9/28/2008	0
9/29/2008	0
9/30/2008	0
10/1/2008	8
10/2/2008	9
10/3/2008	10
10/4/2008	0
10/5/2008	8
10/6/2008	8
10/7/2008	10
10/8/2008	0
10/9/2008	0
10/10/2008	10
10/11/2008	10
10/12/2008	0
10/13/2008	9
10/14/2008	9
10/15/2008	9
10/16/2008	9
10/17/2008	0
10/18/2008	0
10/19/2008	10
10/20/2008	10
10/21/2008	10
10/22/2008	10
10/23/2008	0
10/24/2008	9
10/25/2008	9
10/26/2008	0
10/27/2008	0
10/28/2008	10
10/29/2008	10
10/30/2008	9
10/31/2008	8
11/1/2008	0