



**LAPORAN AKHIR TAHUN**

**PENELITIAN DISERTASI DOKTOR**



**MINIMASI RESIKO KEGAGALAN PADA INPUT DAN PROSES  
SISTEM PRODUKSI MANUFAKTUR LOGAM DAN SEJENISNYA**

**Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun**



**Pengusul :**

**Arief Suwandi, ST, MT  
NIDN 0302046805**



**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**Oktober 2017**



**HALAMAN PENGESAHAN**

Judul : Minimasi Resiko Kegagalan Pada Input Dan Proses Sistem Produksi Manufaktur Logam Dan Sejenisnya

**Peneliti/Pelaksana**

Nama Lengkap

: ARIEF SUWANDI, ST, MT

Perguruan Tinggi

: Universitas Esa Unggul

NIDN

: 0302046805

Jabatan Fungsional

: Asisten Ahli

Program Studi

: Teknik Industri

Nomor HP

: 081310420157

Alamat surel (e-mail)

: arief.suwandi@esaunggul.ac.id

**Institusi Mitra (jika ada)**

Nama Institusi Mitra

: -

Alamat

: -

Penanggung Jawab

: -

Tahun Pelaksanaan

: Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun

Biaya Tahun Berjalan

: Rp 52,500,000

Biaya Keseluruhan

: Rp 52,500,000

Mengetahui,  
Kepala LPPM

Jakarta Barat, 12 - 9 - 2017  
Ketua,

(Dr. Hasyim, SE., MM. M.Ed)  
NIP/NIK 201040164

( ARIEF SUWANDI, ST, MT)  
NIP/NIK 211080436

## RINGKASAN

Resiko merupakan sesuatu yang tidak diinginkan dan tidak dapat dihindari yang hadir dalam setiap situasi dan kondisi. Perusahaan selalu dihadapkan dengan permasalahan bagaimana menangani resiko kegagalan pada sistem produksinya, dimana resiko kegagalan ini merupakan kerugian besar dan membutuhkan respon secara sistematis dan terkoordinasi. Tujuan penelitian ini adalah bagaimana meminimasi resiko kegagalan pada input dan proses produksi di manufaktur logam dan sejenisnya. Dengan identifikasi resiko kegagalan pada input dan proses produksi dimana tinjauan sistem fisik yaitu pada gudang *supplier* (pemasok), gudang bahan baku perusahaan, dan rantai produksi, dilakukan pengolahan dan analisis data dengan metode sistem dinamis dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Sejumlah variabel dan atribut resiko kegagalan pada input produksi dianalisis guna mendapatkan cara untuk penanganan dan meminimasi resiko dan didapatkan hasilnya bahwa minimasi resiko kegagalan pada input produksi berupa (1) penanganan resiko keterlambatan material bahan baku yaitu dengan mengontrol ketepatan saat/waktu kirim, mengatasi kendala-kendala dalam transportasi, keandalan kendaraan, dan kelayakan/skill driver. (2) penanganan resiko kesalahan material dengan cara melakukan inspeksi material saat pengiriman supplier dan melakukan inspeksi material dengan teliti saat penerimaan material. (3) penanganan resiko material cacat dengan pemilihan yang baik level kualitas material, penanganan material handling dan loading di gudang supplier, fasilitas transportasi dan sarana yang baik, penanganan material handling dan loading di gudang input, fasilitas gudang yang baik, (4) penanganan resiko kekurangan material dengan melakukan inspeksi terhadap kesalahan hitung saat pengiriman, pengecekan kesalahan hitung saat penerimaan, menghindari kesalahan material, memastikan tidak ada material cacat dan menghindari adanya keterlambatan material. Selanjutnya, penanganan resiko kegagalan proses produksi yaitu dengan (1) penanganan kinerja mesin yang kurang baik dengan cara perhatian pada umur, perawatan/maintenance dan jumlah produksi yang tidak melebihi dari kapasitas mesin, juga dengan memperhatikan metode kerja/prosedur kerja pada mesin. (2) penanganan resiko pada kinerja metode kerja yang kurang baik yaitu dengan instruksi kerja harus jelas, jangan sampai kurang teknis dan prosedur kerja jelas dan benar, (3) penanganan resiko pada kinerja pekerja yang kurang baik dengan cara peningkatan skill, aturan shift kerja yang baik, tingkat kejenuhan pekerja/butuh refreshing, dan tingkat perbaikan kinerja pekerja, (4) penanganan resiko kekurangan barang jadi dengan perhatikan jangan sampai kekurangan material bahan baku input, kinerja mesin yang baik dan kinerja pekerja yang baik.

*Kata kunci* : Resiko kegagalan, sistem dinamis, FMEA, minimasi.

## PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa kita panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Kuasa atas segala sesuatunya, karena berkat rahmat dan ridhoNya sehingga terselesaikannya penyusunan laporan akhir tahun penelitian ini dalam skim Hibah Penelitian Disertasi Doktor. Untuk itu saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. DIKTI yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan penelitian.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Indonesia
3. Promotor Disertasi Doktor saya, Bapak Prof. Ir. T. Yuri M. Zagloel, M.Eng.Sc.
4. Rektor Universitas Esa Unggul.
5. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.
6. Dekan Fakultas Teknik Unversitas Esa Unggul.
7. Semua Pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan kemajuan penelitian ini.

Penelitian ini masih perlu untuk dikembangkan mengingat kontribusinya yang begitu bermanfaat khususnya bagi manufaktur logam dan sejenisnya, oleh karena itu saya berharap penelitian ini mendapatkan respon positif baik bagi kalangan akademisi dalam rangka pengembangan penelitian dan bagi sektor non pemerintah dalam hal ini perusahaan manufaktur logam dan sejenisnya.

Penulis



# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	7
BAB 4. METODE PENELITIAN .....	8
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI .....	13
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA .....	31
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN .....	32
DAFTAR PUSTAKA .....	34
LAMPIRAN PUBLIKASI .....	35



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Bagan Utuh Penelitian Disertasi .....	8
Gambar 2. Alur Penelitian .....	10
Gambar 3. Koil Tin Plate dalam proses Awal Pematangan .....	14
Gambar 4. Aliran Fisik Sistem Persediaan Bahan Baku .....	24
Gambar 4. CLD Input Produksi .....	27
Gambar 5. CLD (Atribut) Input Produksi .....	28
Gambar 6. CLD Proses Produksi .....	29



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Penilaian Severity .....	11
Tabel 2. Penilaian Occurence .....	11
Tabel 3. Penilaian Detection .....	12
Tabel 4. Gangguan (Resiko) dari Raw Material .....	16
Tabel 5. Identifikasi Resiko, Penyebab dan Akibat .....	21
Tabel 6. Deskripsi Variabel-variabel dalam Causal Loop Diagram .....	25

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Manufaktur industri beroperasi melakukan produksi dalam menghasilkan produk selama beberapa dekade (Birkhofer et al., 2012 dalam Teufl & Hackenberg, 2015). Selama siklus hidup yang panjang, beberapa perubahan persyaratan pada manufaktur timbul dalam rangka untuk memastikan daya saing perusahaan industri, mengatasi perubahan sistem otomatisasi dalam menghadapi tantangan dari berbagai disiplin ilmu yang terlibat, misalnya mekanik, listrik/elektronik dan software, yang memiliki berbagai siklus evolusi yang harus dipertimbangkan (Li et al., 2012).

Kondisi dimana kestabilan ekonomi dan politik yang kurang kondusif akan menuntut perusahaan untuk bagaimana terus menyusun kembali strategi dan teknik serta taktik dalam berupaya tetap eksis dalam mempertahankan bisnisnya untuk saat ini dan masa mendatang. Terus meningkatnya *demand* konsumen terhadap produk-produk yang berkualitas mengharuskan perusahaan terus berproduksi dengan kualitas yang baik sesuai dengan harapan dan spesifikasi konsumen.

Proses produksi adalah proses untuk proposal desain yang diwujudkan menjadi material dengan salah satu konsumsi sumber daya dan menghasilkan limbah pembuangan dimana terdiri dari serangkaian prosedur, seperti produksi produk setengah jadi dan pembuatan komponen (part), yang masing-masing dapat dilihat sebagai unit produksi. Sehingga unit produksi dapat didefinisikan sebagai unit prosedur dalam alur kerja produksi, dan memiliki masukan independen, proses produksi dan pengolahan & output (Tan, Di, Tan, & Xu, 2014).

Resiko merupakan sesuatu yang tidak diinginkan dan tidak dapat dihindari yang hadir dalam setiap situasi manusia, hadir dalam kehidupan sehari-hari, pada organisasi di sektor swasta maupun sektor publik tergantung dalam konteks (asuransi, kepemilikan, penyebab-penyebab teknis), dan masih banyak definisi dari resiko yang digunakan (Berg 2010). Perusahaan dan organisasi dihadapkan dengan berbagai jenis resiko (misalnya, kebijakan, program, operasional, proyek, keuangan, sumber daya manusia, teknologi, kesehatan, keselamatan, politik). Resiko yang ada pada sejumlah bidang bersifat resiko tingkat tinggi, resiko berdampak tinggi menuntut respon perusahaan secara sistematis dan terkoordinasi (Berg, 2010).



Salah satu isu utama dalam pemantauan dan pengendalian sistem manufaktur pada proses produksi adalah untuk menentukan bagaimana efektif menangani gangguan tak terduga (misalnya tersedianya bahan, kegagalan atau buruknya sumber daya, tidak tersedianya operator, perintah terburu-buru, dll). Pendekatan yang ada dan peralatan teknologi menawarkan beberapa konsep yang spesifik cukup dan bersifat generik untuk membantu dalam menangani berbagai macam kejadian tak terduga tersebut (Saber Darmoul, 2012). Pengetahuan dan teknologi dalam disain, proses dan penanganan material pada produk diharapkan bersinergi dalam mengatasi permasalahan yang ada di perusahaan, baik penanganan bahan baku, barang setengah jadi maupun barang jadi yang pada akhirnya akan mengatasi biaya tinggi yang disebabkan karena adanya cacat produk pada produksi perusahaan.

Usaha yang dilakukan perusahaan adalah bagaimana rangkaian proses menghasilkan produksi haruslah sesuai dengan rencana dan dijalankan untuk menghasilkan produk berkualitas dan berkesinambungan. Se jauh perusahaan masih terus bisa memperbaiki kinerjanya, sejauh itu pulalah perusahaan dapat bertahan dalam ketatnya kompetisi global. Peningkatkan performa, manufaktur harus mengimplementasikan peningkatan *number of mission critical applications* pada level manajemen produksi melalui pengurangan fasilitas produksi bersamaan dengan interupsi terjadinya kolaborasi system produksi yang dapat mengurangi kerugian dan penanganan yang kerugian yang cepat (Resnick 2010).

## 1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang selalu dihadapi perusahaan-perusahaan industri yaitu adanya produk cacat ataupun produk yang belum sesuai dengan harapan dan keinginan konsumen, sehingga hal ini menimbulkan terjadinya tuntutan ataupun komplain dari para konsumen terhadap perusahaan. Tidak semua produk yang dihasilkan perusahaan dalam keadaan kualitas prima dan baik, hal ini menggambarkan masih banyak sistem produksi yang berjalan belum sesuai dengan system yang baik, sehingga masih dijumpai produk yang gagal atau cacat (*nonconformity*) diterima oleh konsumen. Permasalahan yang butuh penyelesaian dan menjadi fokus penelitian adalah bagaimana meminimasi resiko kegagalan sistem produksi agar mengurangi terjadinya produk cacat di manufaktur logam dan sejenisnya.

### 1.3. Tujuan

Penelitian dan penanganan untuk meminimasi resiko kegagalan produk yang ada masih bersifat parsial dimana penanganan hanya pada masing-masing lini atau unit secara terpisah-pisah saja dan belum ada suatu penanganan pengendalian untuk meminimasi resiko kegagalan produk secara terintegrasi sistem produksi. **Tujuan** penelitian ini yaitu bagaimana meminimasi resiko kegagalan pada input dan proses produksi pada manufaktur logam dan sejenisnya secara terintegrasi.

### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi oleh beberapa hal untuk menjaga penelitian ini agar tetap fokus dalam penyelesaian permasalahan penelitian. Adapun batasan-batasan pada lingkup penelitian adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan hanya pada manufaktur logam dan sejenisnya
2. Pembahasan resiko kegagalan sistem produksi penelitian ini tidak memperhitungkan berapa besar biaya yang dikeluarkan dalam penanganan resiko perusahaan.
3. Analisa mengenai dampak terhadap lingkungan juga tidak menjadi lingkup penelitian.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penanganan Resiko Kegagalan Sistem Produksi Parsial

Salah satu isu utama dalam pemantauan dan pengendalian sistem produksi adalah menentukan bagaimana efektif menangani gangguan tak terduga (misalnya tersedianya bahan, kegagalan atau buruknya sumber daya, tidak tersedianya operator, order dan perintah terburu-buru, dll). Pendekatan yang ada dan peralatan teknologi menawarkan beberapa konsep yang spesifik cukup dan bersifat generik untuk membantu dalam menangani berbagai macam kejadian tak terduga tersebut (Darmoul, Pierreval, & Hajri, 2013). Pengetahuan dan teknologi dalam disain, proses dan penanganan material pada produk diharapkan bersinergi dalam mengatasi permasalahan yang ada di perusahaan, baik penanganan bahan baku, barang setengah jadi maupun barang jadi yang pada akhirnya akan mengatasi biaya tinggi yang disebabkan karena adanya cacat produk hasil proses produksi.

Penanganan resiko kegagalan sistem produksi selama ini yang ada di perusahaan berjalan sendiri-sendiri atau secara parsial, hanya pada fase input, fase proses ataupun hanya pada fase output pada sistem produksi. Contoh-contoh penanganan parsial yaitu pada fase input penanganan resiko kegagalan logistik, pada fase proses penanganan resiko kegagalan *downtime* mesin, pada fase output penanganan resiko kegagalan pada *storing* dan *handling*. Penanganan resiko kegagalan secara parsial ini memperlihatkan tingkat keberhasilan untuk mengurangi produk cacat yang masih rendah, karena masih banyak terjadi adanya produk-produk cacat yang diterima konsumen. Bila kualitas *raw material* rendah akan mengakibatkan pada fase proses dan output produksi menghasilkan resiko kegagalan, begitu pula bila *raw material* baik tetapi pada fase proses produksi kurang baik maka akan menghasilkan produk yang kurang baik atau akan ada resiko kegagalan. Bila fase input baik (contoh kualitas *raw material* baik) dan bila fase proses (produksi) juga baik, akan tetapi bila fase output nya kurang baik (contoh *material handling* buruk, *loading-unloading* kurang baik), maka hal ini akan berdampak adanya resiko kegagalan pada produk yang diterima pelanggan. Dengan situasi dan kondisi adanya resiko kegagalan bila penanganan hanya dilakukan secara parsial pada masing-masing fase produksi, perlu adanya peningkatan penanganan resiko kegagalan proses produksi secara terintegrasi untuk semua fase produksi, yaitu penanganan resiko kegagalan secara menyeluruh pada input, proses dan output produksi.

### 3.2. State of The Art

Penelitian dan studi terdahulu terkait dengan penanganan resiko kegagalan sistem produksi antara lain :

- Penanganan resiko kegagalan gangguan pasokan (Ellis, Henry, & Shockley, 2010).
- Penanganan resiko kegagalan kehandalan proses produksi (Karaulova, Kostina, & Shevtshenko, 2012).
- Penanganan resiko kegagalan proses produksi berhubungan dengan peningkatan performa manajemen produksi (Resnick, 2010).
- Pendekatan pengetahuan dan peralatan teknologi (Saber Darmoul, 2012), Perencanaan produksi (Bitran, 1993) dalam (Bazrafshan, 2015).
- Penanganan resiko kegagalan proses produksi terkait dengan pemeliharaan preventif dan korektif pada stock (Salameh, 1997) dalam (Bazrafshan, 2015).
- Penanganan resiko kegagalan proses kontrol karakteristik atau kinerja (Ireson et al., 1995 dalam Tay, 2015).
- Manajemen risiko rantai pasok berfokus pada pemahaman dan mencoba untuk menghindari adanya bencana yang merusak menimbulkan gangguan bisnis baik gangguan besar maupun kecil hasil bencana. (Nourbakhshian et al. 2013).
- The Henry Ford Production : peningkatan mutu terus menerus sangatlah efektif dalam mengurangi proses gagal dan rusak pada Surgical Pathology. (Zarbo et al. 2007).
- Pengembangan salah satu kemampuan manufaktur tidak perlu harus dengan mengorbankan yang lain, maka kita harus memeriksa kembali a) pendekatan manajerial tradisional untuk meningkatkan kinerja manufaktur, dan b) peran jangka panjang dari manufaktur dalam strategi kompetitif perusahaan. (Ferdows & Meyer 1990).
- Mengintegrasikan aspek kualitas dalam model EPQ belum ditangani dalam konteks sistem produksi multistage. (Taylor & Rahim 2010).

Penelitian dan studi terdahulu ini belum ada yang membahas resiko yang berkelanjutan pada fase input, proses dan output. Kegagalan dalam produk atau produk yang cacat merupakan sumber pemborosan dalam perusahaan. Tidak sedikit perusahaan menghadapi masalah serius karena produk cacat yang menimbulkan klaim dari konsumen. Jika produk cacat lolos kepada konsumen dan kemudian menimbulkan kerugian, maka perusahaan harus mengganti kerugian yang dialami konsumen. Salah satu dampak negatif yang diakibatkan adalah menurunnya bahkan memburuknya

reputasi perusahaan di mata konsumen. Bila situasi demikian tidak diatasi dengan segera, perusahaan akan kehilangan konsumen potensial. Dengan adanya pengendalian kualitas secara baik dan benar, maka akan diperoleh produk yang dapat memenuhi keinginan konsumen. Pengurangan resiko biaya dan frekuensi terhentinya produksi dapat diatasi dengan penggunaan Jaringan yang baik atau Network Redundancy (Miclou & Mower 2010).

Resiko-resiko kegagalan harus dapat terkontrol selama berjalan dan berkembangnya sistem agar menghasilkan sesuatu yang terbaik. Sumber-sumber daya harus dapat di dedikasikan untuk pengendalian resiko kegagalan sampai yang terkecil. Desain yang terbaik adalah yang efektif dan efisien pada system pengendalian. Hal ini merupakan hal yang harus dilakukan dan dipahami jika dan bagaimana akan terjadinya peluang resiko kejadian selama perkembangan system (Yu et al. 2013). *Alat lain* yang digunakan untuk pengendalian kualitas menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis*. FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing – masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995).



## BAB III

### TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### 3.1. Tujuan Penelitian

Penelitian dan penanganan untuk meminimasi resiko kegagalan produk yang ada masih bersifat parsial dimana penanganan hanya pada masing-masing lini atau unit secara terpisah-pisah saja dan belum ada suatu penanganan pengendalian untuk meminimasi resiko kegagalan produk secara terintegrasi pada sistem produksi. **Tujuan** dari penelitian ini bagaimana meminimasi resiko kegagalan produk pada sistem produksi manufaktur logam dan sejenisnya dengan penanganan resiko kegagalan produk pada input dan proses produksi.

#### 3.2. Manfaat Penelitian

- Model integrasi ini akan sangat berguna untuk mengurangi resiko kegagalan sistem produksi karena pada fase input terlihat tidak akan ada material yang kekurangan pada fase proses produksi, begitu pula dari fase proses tidak akan ada lagi kekurangan barang jadi untuk fase output atau pada gudang barang jadi sehingga dapat dilakukan pemenuhan harapan konsumen.
- Bagi kemajuan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik industri yaitu model integrasi memberi kontribusi pada bidang “pengurangan resiko pada sistem produksi”.

## BAB IV METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian disertasi yang sedang dilakukan. Adapun bagan penelitian disertasi secara utuh sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Utuh Penelitian Disertasi

### 3.1. Metode Yang Digunakan

Metode yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan adalah sistem dinamis dan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Menurut Defenisi Sterman (2004), System Dynamics adalah metode untuk mempelajari system yang kompleks, dengan berlandaskan pada teori nonlinier dynamics dan feedback control. Kompleksitas, dinamika, non-linieritas, dan feedback selanjutnya menjadi ciri-ciri systems Dynamics. Suatu system dikatakan kompleks jika fenomena yang diamati terdiri dari sejumlah besar elemen yang memiliki struktur hierarki multilevel (Kljajiae, Skraba, & Bernik, 1999). Ciri dinamika system menggambarkan bahwa kinerja system selalu mengalami perubahan dengan berubahnya waktu. Struktur sistem dalam metodologi Sistem Dinamis ditunjukkan dengan diagram lingkaran sebab-akibat (CLD) yang mencerminkan mekanisme umpan balik utama.

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995). *Severity* merupakan suatu perkiraan subyektif atau estimasi tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut. *Occurrence* merupakan suatu

perkiraan tentang probabilitas atau peluang frekuensi penyebab akan terjadi dan menghasilkan mode kegagalan yang menyebabkan akibat tertentu. *Occurrence* merupakan suatu perkiraan tentang probabilitas atau peluang frekuensi penyebab akan terjadi dan menghasilkan mode kegagalan yang menyebabkan akibat tertentu.

Proses FMEA melakukan perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dimana didapatkan dari hasil perkalian tiga variable input yaitu *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*. Semakin kecil nilai RPN akan semakin baik dan sebaliknya semakin tinggi nilai RPN akan semakin buruk.

Perkalian dari Variabel Occurrence dan parameter severity dan detection didapat nilai RPN yang selanjutnya Nilai ini menjadi prioritas penanganan perbaikan sehingga diperoleh pengurangan resiko kegagalan sistem produksi secara terintegrasi.

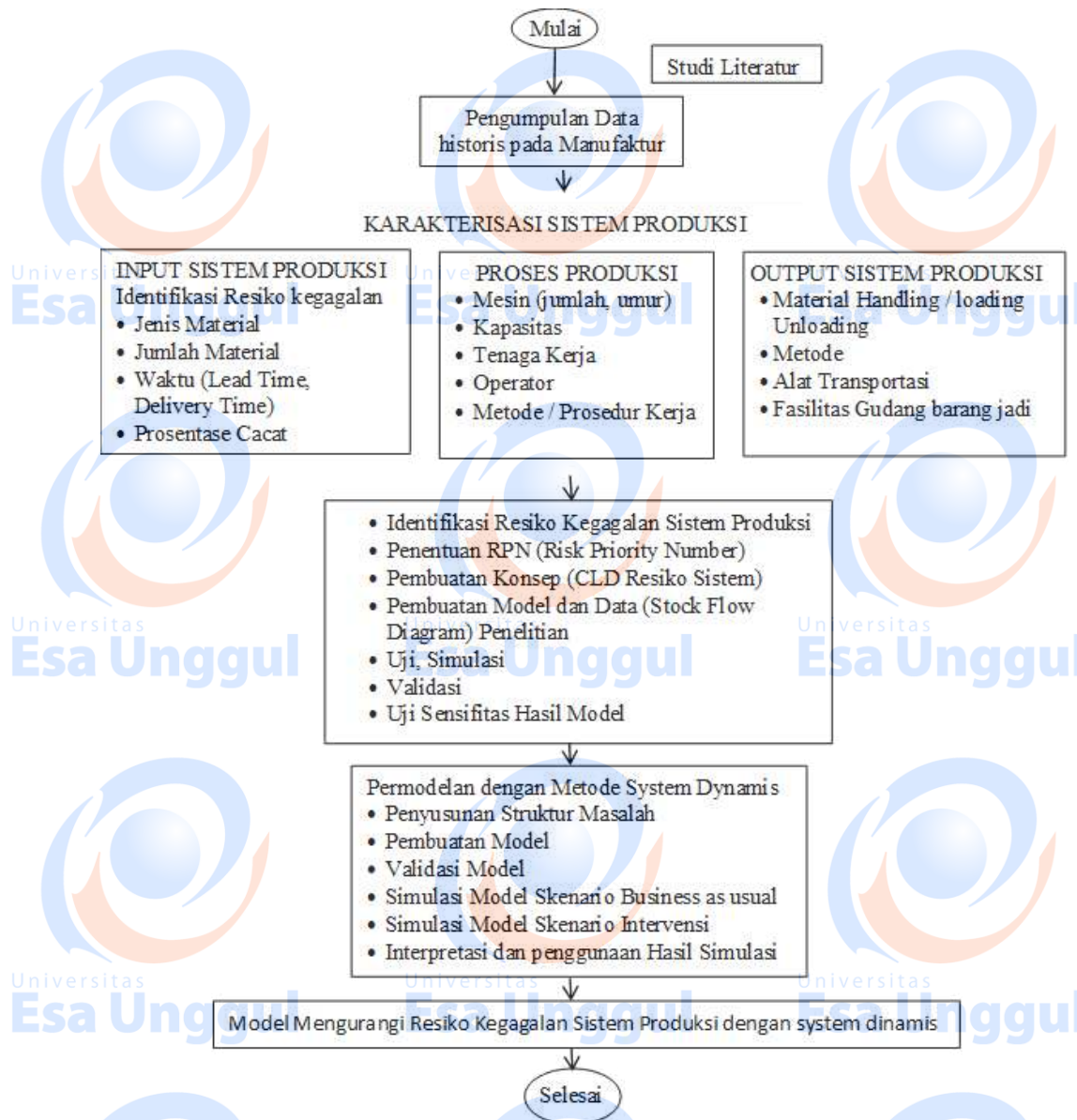
Penggunaan metode sistem dinamis dengan tahapan melakukan : (1) menyusun formulasi permasalahan yang jelas, (2) mendiagnosis struktur system yang diamati, (3) membuat model, (4) melakukan validasi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dengan system dynamics adalah :

1. Pengamatan system sebenarnya.
2. Penyusunan struktur permasalahan.
3. Pembuatan model.
4. Validasi model.
5. Simulasi model scenario business as usual.
6. Simulasi model scenario intervensi.
7. Interpretasi dan penggunaan hasil simulasi model.

Sumber : Forrester (1971), Sterman (2004), Muhammadiyah dkk (2007), Trilestari & Almamalik (2008), dan Karuniasa (2012).

Selanjutnya secara keseluruhan penelitian ini dalam melakukan pengurangan resiko kegagalan sistem produksi, alur atau urutan kegiatan adalah sebagai berikut :





Gambar 2. Alur Penelitian

Kondisi-kondisi dinamis yang menjadi penyebab resiko kegagalan berkelanjutan pada sistem produksi dapat diilustrasikan dengan hubungan variabel-variabel dalam sistem produksi yang merupakan sistem keterkaitan antara variabel dalam bentuk diagram hubungan variabel (*Causal Loop Diagram*). Hubungan antar variabel-variabel dan parameter yang menunjukkan resiko kegagalan dalam sistem produksi diperoleh dengan perhitungan dan analisis dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan sistem dinamis. FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor

masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995). *Severity* merupakan suatu perkiraan subyektif atau estimasi tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut. *Occurrence* merupakan suatu perkiraan tentang probabilitas atau peluang frekuensi penyebab akan terjadi dan menghasilkan mode kegagalan yang menyebabkan akibat tertentu. *Occurrence* merupakan suatu perkiraan tentang probabilitas atau peluang frekuensi penyebab akan terjadi dan menghasilkan mode kegagalan yang menyebabkan akibat tertentu.

Tabel 1. Penilaian Severity

Rangking	Kriteria Verbal
1	<i>Negligible severity</i> , kita tidak perlu memikirkan akibat akan berdampak pada kinerja produk dan pengguna akhir tidak akan memperhatikan kecacatan atau kegagalan ini
2,3	<i>Mid severity</i> , akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan dan pengguna akhir tidak merasakan perubahan kinerja
4,5,6	<i>Moderate severity</i> , pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan namun masih berada dalam batas toleransi
7,8	<i>High severity</i> , pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak dapat diterima dan berada diluar batas toleransi
9,10	<i>Potential safety problem</i> , akibat yang ditimbulkan adalah sangat berbahaya dan bertentangan dengan hukum
Catatan : tingkat <i>severity</i> berbeda-beda tiap produk, oleh karena itu pembuatan rating disesuaikan dengan proses dan berdasarkan pengalaman dan pertimbangan rekayasa ( <i>engineering judgment</i> )	

Tabel 2. Penilaian Occurence

Rangking	Kriteria Verbal	Probabilitas
1	Tidak mungkin penyebab ini mengakibatkan kegagalan atau hanya sekali terjadi	<0.001
2,3	Kegagalan akan jarang terjadi, contoh : sekali dalam dua bulan	>0.001 <0.01
4,5,6	Kegagalan agak mungkin terjadi, contoh sekali dalam sebulan	>0.01 <0.10
7,8	Kegagalan sangat mungkin terjadi, contoh sekali dalam 2 minggu	>0.10 <0.20
9,10	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan mungkin terjadi, contoh sekali dalam seminggu	>0.20
Catatan : tingkat <i>occurrence</i> berbeda-beda tiap produk, oleh karena itu pembuatan rating disesuaikan dengan proses dan berdasarkan pengalaman dan pertimbangan rekayasa ( <i>engineering judgement</i> )		

Tabel 3. Penilaian Detection

Rangking	Kriteria Verbal
1,2	<i>Very High probability</i> modus kegagalan dapat dideteksi. Verifikasi dan pengendalian hampir selalu dapat mendeteksi akan adanya kegagalan atau <i>defect</i> .
3,4	<i>High probability</i> modus kegagalan dapat dideteksi. Verifikasi dan pengendalian memiliki peluang besar mendeteksi akan adanya kegagalan.
5,6,7	<i>Moderate probability</i> modus kegagalan dapat dideteksi. Verifikasi dan pengendalian memiliki kemungkinan mendeteksi akan adanya kegagalan
8,9	<i>Low probability</i> modus kegagalan dapat terdeteksi. Verifikasi dan pengendalian memiliki sedikit kemungkinan mendeteksi akan adanya kegagalan atau <i>defect</i> .
10	<i>Very Low (or zero) probality</i> modus kegagalan dapat terdeteksi. Verifikasi dan pengendalian tidak akan dapat mendeteksi akan adanya kegagalan atau <i>defect</i> .
Catatan : tingkat <i>detection</i> berbeda-beda tiap produk, oleh karena itu pembuatan rating disesuaikan dengan proses dan berdasarkan pengalaman dan pertimbangan rekayasa ( <i>engineering judgement</i> )	

Proses FMEA melakukan perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dimana didapatkan dari hasil perkalian tiga variable input yaitu *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*. Semakin kecil nilai RPN akan semakin baik dan sebaliknya semakin tinggi nilai RPN akan semakin buruk.

### Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan studi kasus untuk mendapatkan dukungan terhadap pengembangan model pengurangan resiko kegagalan sistem produksi dan untuk memvalidasi model pengembangan melalui analisis simulasi model. Selain itu, beberapa informasi dan data historis perusahaan manufaktur berupa data-data sebagai berikut :

- Jenis item material yang menjadi bahan baku
- Kuantitas bahan baku yang dibutuhkan atau yang diterima gudang, periode Pemesanan kembali, stok, dan safety stock perusahaan.
- Jenis dan jumlah defect atau cacat material yang sering dijumpai perusahaan.
- Spesifikasi dan level kualitas material yang dibutuhkan dan yang diterima perusahaan.
- Leadtime (waktu tunggu) dan delivery time (waktu kirim) material.
- Mesin-mesin yang digunakan proses produksi, jumlah, spesifikasi & Kapasitas.
- Tenaga kerja yang terlibat langsung pada proses produksi, karakteristik.
- Metode atau prosedur kerja
- Material handling, loading unloading barang jadi,
- Metode penanganan barang jadi
- Alat Transportasi
- Fasilitas Gudang Barang Jadi
- Dan lain-lain yang terkait langsung dengan penelitian.

## BAB V

### HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

#### 1.1. Model Konseptual

Model konseptual menjelaskan representasi sistem produksi sesuai perilaku dan struktur sistem yang diperlukan untuk memperoleh variabel spesifik penting dan dependensi entitas. Dengan menggunakan pemodelan konseptual untuk sistem dengan banyak performa, bisa diperoleh keseluruhan model sistem yang mencakup semua entitas dari bermacam jenis produksi dan menyajikan kondisi dinamis sistem produksi (Perši, 2008).

Sistem dinamis merupakan metodologi pemodelan simulasi yang digunakan memahami perilaku dinamis sistem yang kompleks agar dapat menganalisa dan memecahkan masalah yang kompleks dengan fokus pada analisis dan perancangan kebijakan (Poles, 2013). Struktur sistem dalam metodologi ditunjukkan dengan diagram lingkaran hubungan sebab-akibat (Causal Loop Diagram) yang mencerminkan mekanisme umpan balik utama (Georgiadis et al., 2005); dalam (Qiu, Shi, & Shi, 2015).

Permasalahan yang kompleks pada resiko kegagalan sistem produksi ditimbulkan oleh banyak faktor baik pada input produksi, proses maupun pada output produksi. Faktor penyebab berupa variabel-variabel yang berinteraksi antara satu variabel dengan lainnya. Ketidak pastian supplier material maupun provider pemasok bahan baku dalam hal menjaga kontinuitas dan tingkat kualitas bahan baku menjadi variabel penyebab besarnya resiko kegagalan pada input produksi disamping adanya variabel lain berupa jenis material dan waktu. Banyak kendala dialami oleh perusahaan berupa resiko kegagalan pada produksinya, dimana bila ditelusuri lebih jauh hal ini disebabkan sulitnya memantau kepastian dan kurangnya komitmen dari supplier material maupun dari provider pemasok bahan baku terhadap jenis material, level kualitas material dan waktu bahan baku bisa diterima perusahaan. Disisi lain perusahaan yang bersifat make to order dengan pola permintaan yang fluktuatif dan tidak menentu akan sering terjadi order backlog karena dengan kemampuan yang dimiliki perusahaan tidak bisa setiap bulannya dapat memenuhi permintaan. Situasi-situasi resiko kegagalan yang dinamis ini harus disiasati dan diatasi dengan mengubah kapasitas produksi dengan memanfaatkan tenaga kerja yang dimiliki, pengaturan jam kerja yang lebih baik dan banyak variabel dalam sistem produksi yang terlibat dan dipertimbangkan dalam perencanaan kapasitas produksi dimana adanya interaksi antar variabel di dalam sistem produksi.

Resiko kegagalan sistem produksi bisa juga disebabkan oleh metode atau prosedur kerja yang kurang baik. Tenaga kerja yang belum memahami prosedur kerja dan metode kerja yang baik berpotensi menjadi penyebab resiko kegagalan sistem produksi. Penyebab resiko kegagalan lainnya adalah proses handling atau material handling yang kurang baik, alat transportasi dan metode loading unloading yang kurang baik.

- **Identifikasi Raw Material pada Perusahaan Produk Kaleng**

Nama Raw Material : Tin Plate dengan unit package COIL



Gambar 3. Coil tinplate dalam proses awal pemotongan dan coil tinplate yang siap diproses potong

**Defect (Cacat produk) yang terjadi pada Tin Plate antara lain :**

- Buckle, Dented , Penyok, yaitu kondisi tinplate yang penyok menjadi tidak rata karena proses delivery, loading dan unloading di gudang warehouse.
- Wavy edge/ Bow, yaitu sisi tepi tinplate yang bergerlombang tidak lurus, standar maksimal tinggi wavy 0.3 mm, diatas itu menghambat proses printing.
- Untinned spot, yaitu terdapat area iron plate yang tidak tercover oleh Tin (timah)
- Scratch, yaitu baret pada permukaan tin plate
- Brown Spot / Rusty, karat pada permukaan tinplate karena faktor lokasi penyimpanan

- Oil, grease, dirty, terdapat lapisan oli pada permukaan tinplate yang mengganggu proses printing dan coating
- Sambungan Coil, yaitu sambungan ditengah-tengah coil yang harus dibuang karena tidak dapat dipakai untuk proses produksi selanjutnya.
- Ceceran Timah, kotoran timah yang menempel pada permukaan tinplate, jika lolos maka akan merusak cylinder printing dan coating
- Pin Hole, lubang kecil pada tinplate

### **Kapasitas**

Area penyimpanan raw material berukuran 48 m x 20 m, area ini dapat menampung penuh sebanyak 576 coil dengan metode 2 tumpuk, namun kondisi saat ini masih ada coil sekitar 10 – 15 % yang harus menempati lokasi lain karena area penyimpanan pada perusahaan tidak cukup.

Sebagai catatan : saat ini area raw material coil tinplate tidak hanya untuk menyimpan coil yang akan digunakan oleh produksi cometa, tetapi ada juga coil dari supplier yang menggunakan jasa potong di mesin potong di CCC, sehingga coil supplier ini mempengaruhi kapasitas penyimpanan raw material coil tinplate.

Pemakaian rata-rata untuk per hari oleh cometa adalah 25 ton (4- 5 coil)

### **Delivery**

Waktu pengiriman Coil Tin Plate dari beberapa lokasi adalah sbb :

- Supplier dari Malaysia waktu pengiriman 2 hari.
- Supplier dari Korea / China waktu pengiriman 2 minggu
- Supplier lokal waktu pengiriman 1 hari

### **Lead Time**

Untuk semua supplier 3 bulan sebelum pengiriman harus telah dibuatkan Purchase Order. Pada umumnya dibuatkan kontrak pembelian coil (release LC) yang oleh supplier akan dikirimkan secara bertahap sesuai jadwal yang ditentukan oleh CCC. Sehingga perhitungan lead time adalah 3 bulan ditambah dengan waktu delivery masing-masing supplier.

## Harga

Untuk harga sangat bervariasi tergantung dari spesifikasi utama material yaitu :

- Tebal tin plate (0.16; 0.17; 0.18; 0.20; 0.28; 0.33) mm
- Nilai kekerasan (kelenturan) tinplate , temper 2, temper 3 atau Temper 4, semakin tinggi nilai semakin keras dan tidak lentur.

Naik turun harga raw material selain harga dasar yang ditentukan oleh pihak *supplier*, faktor lain yang mempengaruhi adalah :

- Kurs mata uang, karena pembelian menggunakan mata uang USD.
- Harga BBM yang mempengaruhi biaya pengiriman

Tabel 4. Gangguan (Resiko) dari Raw Material

No	Gangguan (Resiko)	Penyebab	Akibat
1	Jam Sheet atau penurunan kecepatan pada proses Printing dan Coating	Buckle, Dented , Penyok, yaitu kondisi tinplate yang penyok menjadi tidak rata karena proses delivery, loading dan unloading di gudang warehouse	Jika dented/penyok pada tepi tinplate dapat menghambat proses printing dan coating. Jika dented / penyok pada area tengah tinplate maka tinplate tersebut menjadi reject tidak dapat digunakan sebagai material produksi (hanya sebagai alas atau tutup susunan tinplate yang OK)
		Wavy edge/ Bow, yaitu sisi tepi tinplate yang bergerlombang tidak lurus, standar maksimal tinggi wavy 0.3 mm	Proses printing register cetak mudah bergeser (misprint) dengan speed lambat, ada potensi jam di mesin printing
		Ceceran Timah, kotoran timah yang menempel pada permukaan tinplate	Jika lolos pada proses printing akan merusak / melukai rubber blanket dan jika lolos pada proses coating akan merusak / melukai rubber coater roller.
		Oil, grease, dirty, terdapat lapisan oli pada permukaan tinplate	Pada saat proses printing atau coating, tinta tidak menempel pada titik-titik oli dan grease sehingga hasil printing dan coating tidak sempurna.
2	Kerusakan pada pisau coil cutting	Sambungan Coil, yaitu sambungan di tengah-tengah coil yang harus dibuang karena tidak	Tidak dapat digunakan sebagai material bahan pembuatan kaleng, jika pada saat proses

		dapat dipakai untuk proses produksi selanjutnya.	potong, pisau potong memotong sambungan maka pisau menjadi tumpul
3	Potensi kontaminasi ke produk customer dalam kaleng	Untinned spot, yaitu terdapat area iron plate yang tidak tercover oleh Tin (timah)	Spot iron plate akan menjadi karat dan mengkontaminasi produk di dalam kaleng
		Pin Hole, lubang kecil pada tinplate	Jika lolos menjadi kaleng maka kaleng memiliki lubang yang dapat menjadi kebocoran atau kontaminasi produk isi kaleng
		Brown Spot / Rusty, karat pada permukaan tinplate karena faktor lokasi penyimpanan	Karat akan mengkontaminasi produk di dalam kaleng
4	Schedule produksi tidak lancar	Kapasitas penyimpanan yang kurang sehingga membutuhkan area tambahan yang lokasinya jauh dengan area coil cutting.	Setup time untuk coil yang dibutuhkan menjadilebih lama karena faktor transportasi
		Delivery time dari supplier molor	Jika terdapat material yang urgent, produksi akan tertunda dan berimbas pada pengiriman ke customer
		Penerbitan LC yang tertunda karena negoisasi bank atau administrasi	Jadwal pengiriman coil dari supplier tertunda sehingga berimbas pada schedule produksi dan pengiriman ke customer
		Kesepakatan pembuatan kontrak pembelian dengan supplier terlalu lama	Penerbitan LC dan delivery material tertunda sehingga berimbas pada schedule produksi dan pengiriman ke customer
		Kurs mata uang USD naik menyebabkan kenaikan harga dalam rupiah	Perusahaan akan menjadwalkan ulang kebutuhan material coil cutting yang pada umumnya akan membeli material yang benar-benar dibutuhkan. Hal ini sangat berpotensi mengganggu schedule produksi terutama jika ada job order susulan yang membutuhkan material coil jenis tertentu.
		Hargaitas BBM yang tinggi menyebabkan biaya delivery	Perusahaan akan menjadwalkan ulang kebutuhan material coil cutting yang pada umumnya akan membeli material yang benar-benar dibutuhkan. Hal ini sangat berpotensi mengganggu schedule produksi terutama jika ada job order susulan yang membutuhkan material coil jenis tertentu.



**DATA KEDATANGAN COIL TINPLATE JANUARI – MARET 2017**

<b>Tanggal</b>	<b>description</b>	<b>Qty (coil)</b>	<b>Total (kg)</b>
3 Januari 2017	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	6	45904
5 Januari 2017	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	24	159980
	TPL 0.17X840XCOIL T 5 C25/25	6	8400
	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	11	86064
	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	9	71712
	TPL 0.18X840XCOIL T 4 C25/25	8	51840
	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	6	53030
	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	2	13760
	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	20	103500
9 Januari 2017	TPL 0.17X840XCOIL T 5 C25/25	5	39401
	TPL 0.18X880XCOIL T 4 C25/25	3	16507
	TPL 0.22X828XCOIL T 4 C25/25	3	18355
	TPL 0.28X943XCOIL T 5 C25/25	4	29447
	TPL 0.18X880XCOIL T 4 C25/25	2	12655
	TPL 0.22X828XCOIL T 4 C25/25	6	37125
	TPL 0.28X943XCOIL T 5 C25/25	1	7683
	TPL 0.18X880XCOIL T 4 C25/25	1	6246
	TPL 0.22X828XCOIL T 4 C25/25	7	35967
	TPL 0.28X943XCOIL T 5 C25/25	2	13705
10 Januari 2017	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	5	29477
	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	4	31201
	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	4	30529
11 Januari 2017	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	5	35424
	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	5	22758
12 Januari 2017	TPL 0.20X828XCOIL T 3 C25/25	26	133314
	TPL 0.18X828XCOIL T 3 C25/25	8	44719
	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	3	20244
13 Januari 2017	TPL 0.22X838XCOIL T 3 C25/25	6	33838
14 Januari 2017	TPL 0.20X868XCOIL T 3 C25/25	7	68473
16 Januari 2017	TPL 0.19X980XCOIL T 3 C25/25	2	17327
	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	7	59794
	TPL 0.22X828XCOIL T 4 C25/25	6	49544
17 Januari 2017	TPL 0.18X840XCOIL T 4 C25/25	1	8904
	TPL 0.22X838XCOIL T 3 C25/25	2	15802
	TPL 0.20X868XCOIL T 3 C25/25	7	36610
	TPL 0.20X828XCOIL T 3 C25/25	15	98066
18 Januari 2017	TPL 0.18X840XCOIL T 4 C25/25	2	17393
	TPL 0.20X828XCOIL T 3 C25/25	9	42932
	TPL 0.18X840XCOIL T 4 C25/25	4	21609
	TPL 0.22X838XCOIL T 3 C25/25	1	4762
20 Januari 2017	TPL 0.18X828XCOIL T 3 C25/25	3	25995
	TPL 0.17X840XCOIL T 5 C25/25	7	55938

	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	15	105236
	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	4	32931
	TPL 0.19X980XCOIL T 3 C25/25	5	33995
	TPL 0.22X936XCOIL T 4 C25/25	6	49321
	TPL 0.18X935XCOIL T 3 C25/25	15	77159
21 Januari 2017	TPL 0.18X935XCOIL T 3 C25/25	3	26701
	TPL 0.18X840XCOIL T 4 C25/25	2	8576
24 Januari 2017	TPL 0.22X838XCOIL T 3 C25/25	4	19260
25 Januari 2017	TPL 0.18X828XCOIL T 3 C25/25	6	47497
26 Januari 2017	TPL 0.18X840XCOIL T 4 C25/25	3	25423
27 Januari 2017	TPL 0.20X828XCOIL T 3 C25/25	3	26035
1 Februari 2017	TPL 0.18X935XCOIL T 3 C25/25	7	44219
	TPL 0.17X840XCOIL T 5 C25/25	6	49303
	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	15	106853
	TPL 0.20X959XCOIL T 3 C25/25	2	17015
	TPL 0.18X935XCOIL T 3 C25/25	1	5619
4 Februari 2017	TPL 0.18X828XCOIL T 3 C25/25	6	46820
	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	10	84250
	TPL 0.20X868XCOIL T 3 C25/25	14	101520
	TPL 0.20X896XCOIL T 3 C25/25	8	63570
	TPL 0.20X959XCOIL T 3 C25/25	10	57390
	TFS 0.17X805XCOIL DR8	6	47130
	TFS 0.18X816XCOIL T 3	11	82280
	TFS 0.20X894XCOIL T 4	6	52110
11 Februari 2017	TPL 0.16X868XCOIL DR 7.5 C 25/25	44	280130
14 Februari 2017	TPL 0.16X898XCOIL DR8 C50/50	13	86938
	TPL 0.16X868XCOIL DR 7.5 C 25/25	41	280480
	TPL 0.16X898XCOIL DR8 C50/50	5	24421
16 Februari 2017	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	12	77239
	TPL 0.18X935XCOIL T 3 C25/25	6	51157
	TPL 0.23X959XCOIL T 3 C25/25	13	78472
	TPL 0.20X896XCOIL T 3 C25/25	6	50128
17 Februari 2017	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	17	80795
	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	14	88349
	TPL 0.18X935XCOIL T 3 C25/25	1	8518
	TPL 0.20X868XCOIL T 3 C25/25	18	86515
	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	3	17542
	TPL 0.18X935XCOIL T 3 C25/25	5	34764
18 Februari 2017	TPL 0.18X840XCOIL T 4 C25/25	8	45494
	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	6	39526
21 Februari 2017	TPL 0.25X880XCOIL T 3 C25/25	11	71427
	TPL 0.15X942XCOIL DR8 C50/50	6	34029
	TPL 0.16X929XCOIL DR8 C50/50	6	49995
22 Februari 2017	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	8	40100
	TPL 0.18X840XCOIL T 4 C25/25	1	9000
	TPL 0.20X868XCOIL T 3 C25/25	2	12403

	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	1	8227
	TPL 0.23X885XCOIL T 3 C25/25	6	34787
27 Februari 2017	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	3	23502
28 Februari 2017	TPL 0.15X942XCOIL DR8 C50/50	1	8894
	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	7	37799
	TPL 0.17X840XCOIL T 5 C25/25	7	42618
	TPL 0.18X840XCOIL T 5 C25/25	8	48867
	TPL 0.22X828XCOIL T 4 C25/25	13	84257
	TPL 0.25X838XCOIL T 4 C25/25	8	54950
	TPL 0.27X943XCOIL T 4 C25/25	5	34307
	TPL 0.20X828XCOIL T 3 C25/25	9	52160
1 Maret 2017	TPL 0.17X840XCOIL T 5 C25/25	2	13381
	TPL 0.22X805XCOIL T 4 C25/25	10	125943
	TPL 0.16X898XCOIL DR8 C50/50	4	30528
	TPL 0.18X702XCOIL T 3 C25/25	11	78420
	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	14	91129
	TPL 0.20X896XCOIL T 3 C25/25	6	38733
2 Maret 2017	TPL 0.25X959XCOIL T 3 C25/25	11	53300
3 Maret 2017	TPL 0.19X980XCOIL T 3 C25/25	4	32891
	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	9	74857
	TPL 0.19X980XCOIL T 3 C25/25	12	85329
4 Maret 2017	TPL 0.15X942XCOIL DR8 C50/50	8	44553
6 Maret 2017	TPL 0.18X828XCOIL T 3 C25/25	5	29242
9 Maret 2017	TPL 0.18X925XCOIL T 3 C25/25	2	17250
	TPL 0.20X896XCOIL T 3 C25/25	8	54580
	TPL 0.22X828XCOIL T 4 C25/25	21	162580
11 Maret 2017	TPL 0.18X840XCOIL T 4 C25/25	10	80100
	TPL 0.18X868XCOIL T 3 C25/25	12	98090
	TPL 0.20X828XCOIL T 3 C25/25	14	112710
	TPL 0.20X856XCOIL T 4 C25/25	8	64200
	TPL 0.20X925XCOIL T 3 C25/25	14	100570
	TPL 0.21X828XCOIL T 4 C25/25	7	61100
	TPL 0.21X840XCOIL T 4 C25/25	4	33910


Data menunjukkan bahwa jumlah kedatangan raw material berupa tin plate rata-rata dalam satu bulan sebesar 380 coil atau 2.623.576 kg, hal ini memberikan gambaran bahwa raw material yang diolah untuk produksi rata-rata sebesar 2.624 ton tiap bulannya.

Selanjutnya dengan menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) data hasil identifikasi penyebab gangguan dan resiko-resiko yang ada dianalisis dan disajikan pada tabel.

Tabel 5. Identifikasi Resiko, Penyebab dan Akibat

No	Gangguan (Resiko)	Penyebab	Akibat	S	O	D
----	-------------------	----------	--------	---	---	---

1	Jam Sheet atau penurunan kecepatan pada proses Printing dan Coating	Buckle, Dented, Penyok, yaitu kondisi tinplate yang penyok menjadi tidak rata karena proses delivery, loading dan unloading di gudang warehouse	Jika dented/penyok pada tepi tinplate dapat menghambat proses printing dan coating.	4	1	2
			Jika dented / penyok pada area tengah tinplate maka tinplate tersebut menjadi reject tidak dapat digunakan sebagai material produksi (hanya sebagai alas atau tutup susunan tinplate yang OK)	7	1	3
		Wavy edge/ Bow, yaitu sisi tepi tinplate yang bergerlombang tidak lurus, standar maksimal tinggi wavy 0.3 mm	Proses printing register cetak mudah bergeser (misprint) dengan speed lambat, ada potensi jam di mesin printing	3	7	2
		Ceceran Timah, kotoran timah yang menempel pada permukaan tinplate	Jika lolos pada proses printing akan merusak / melukai rubber blanket dan jika lolos pada proses coating akan merusak / melukai rubber coater roller.	8	3	2
		Oil, grease, dirty, terdapat lapisan oli pada permukaan tinplate	Pada saat proses printing atau coating, tinta tidak menempel pada titik-titik oli dan grease sehingga hasil printing dan coating tidak sempurna.	8	3	6
2	Kerusakan pada pisau coil cutting	Sambungan Coil, yaitu sambungan di tengah-tengah coil yang harus dibuang karena tidak dapat dipakai untuk proses produksi selanjutnya.	Tidak dapat digunakan sebagai material bahan pembuatan kaleng, jika pada saat proses potong, pisau potong memotong sambungan maka pisau menjadi tumpul	5	1	2
3	Potensi kontaminasi ke produk customer dalam kaleng	Untinned spot, yaitu terdapat area iron plate yang tidak tercover oleh Tin (timah)	Spot iron plate akan menjadi karat dan mengkontaminasi produk di dalam kaleng	8	1	4
		Pin Hole, lubang kecil pada tinplate	Jika lolos menjadi kaleng maka kaleng memiliki lubang yang dapat menjadi kebocoran atau kontaminasi produk isi kaleng	8	1	5
		Brown Spot / Rusty, karat pada permukaan tinplate karena faktor lokasi penyimpanan	Karat akan mengkontaminasi produk di dalam kaleng	8	1	2
4	Schedule produksi tidak lancar	Kapasitas penyimpanan yang kurang sehingga membutuhkan area tambahan yang lokasinya jauh dengan area coil cutting.	Setup time untuk coil yang dibutuhkan menjadilebih lama karena faktor transportasi	4	5	2
		Delivery time dari supplier molor	Jika terdapat material yang urgent, produksi akan tertunda dan berimbas pada pengiriman ke customer	6	4	4

 Universitas <b>Esa Unggul</b>	Penerbitan LC yang tertunda karena negoisasi bank atau administrasi	Jadwal pengiriman coil dari supplier tertunda sehingga berimbas pada schedule produksi dan pengiriman ke customer	6	4	4
	Kesepakatan pembuatan kontrak pembelian dengan supplier terlalu lama	Penerbitan LC dan delivery material tertunda sehingga berimbas pada schedule produksi dan pengiriman ke customer	6	2	2
	Kurs mata uang USD naik menyebabkan kenaikan harga dalam rupiah	Perusahaan akan menjadwalkan ulang kebutuhan material coil cutting yang pada umumnya akan membeli material yang benar-benar dibutuhkan. Hal ini sangat berpotensi mengganggu schedule produksi terutama jika ada job order susulan yang membutuhkan material coil jenis tertentu.	6	2	6
	Harga BBM yang tinggi menyebabkan biaya delivery	Perusahaan akan menjadwalkan ulang kebutuhan material coil cutting yang pada umumnya akan membeli material yang benar-benar dibutuhkan. Hal ini sangat berpotensi mengganggu schedule produksi terutama jika ada job order susulan yang membutuhkan material coil jenis tertentu.	6	3	5

Gangguan (resiko) yang harus segera dilakukan penanganan selanjutnya dianalisis dengan perhitungan RPN (Risk Priority Number), hal ini untuk menjadi tahapan berikutnya karena dengan RPN menunjukkan gangguan mana yang prioritas segera dilakukan penanganan untuk meminimalkan resiko kegagalan produksi.

Tabel 6. Hasil RPN (Risk Priority Number)

No.	Gangguan (Resiko) berdasarkan akibat	S	O	D	RPN
1	Dented/penyok pada tepi tinsplate dapat menghambat proses printing dan coating.	4	1	2	8
2	Dented / penyok pada area tengah tinsplate maka tinsplate tersebut menjadi reject tidak dapat digunakan sebagai material produksi (hanya sebagai alas atau tutup susunan tinsplate yang OK)	7	1	3	21
3	Proses printing register cetak mudah bergeser (misprint) dengan speed lambat, ada potensi jam di mesin printing	3	7	2	42
4	Jam sheet (penurunan kecepatan) Jika lolos pada proses printing akan merusak / melukai rubber blanket dan jika lolos pada proses coating akan merusak / melukai rubber coater roller.	8	3	2	48
5	Pada saat proses printing atau coating, tinta tidak menempel pada titik-titik oli dan grease sehingga hasil printing dan coating tidak sempurna.	8	3	6	144

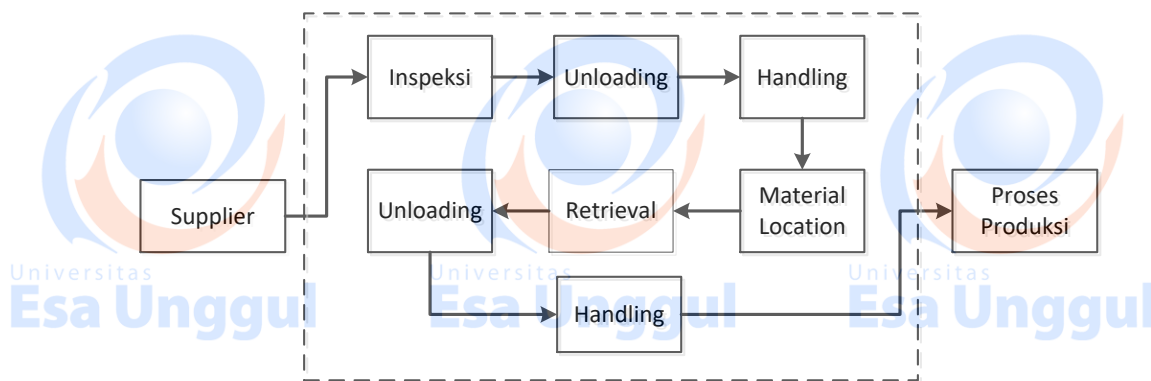
6	Tidak dapat digunakan sebagai material bahan pembuatan kaleng, jika pada saat proses potong, pisau potong memotong sambungan maka pisau menjadi tumpul	5	1	2	10
7	Spot iron plate akan menjadi karat dan mengkontaminasi produk di dalam kaleng	8	1	4	32
8	Pin hole (lubang kecil yang halus) Jika lolos menjadi kaleng maka kaleng memiliki lubang yang dapat menjadi kebocoran atau kontaminasi produk isi kaleng	8	1	5	40
9	Setup time untuk coil yang dibutuhkan menjadilebih lama karena faktor transportasi	4	5	2	40
10	Pengiriman tertunda, Jika terdapat material yang urgent, produksi akan tertunda dan berimbas pada pengiriman ke customer	6	4	4	96
11	Jadwal pengiriman coil dari supplier tertunda sehingga berimbas pada schedule produksi dan pengiriman ke customer	6	4	4	96
12	Penerbitan LC dan delivery material tertunda sehingga berimbas pada schedule produksi dan pengiriman ke customer	6	2	2	24
13	Perusahaan akan menjadwalkan ulang kebutuhan material coil cutting yang pada umumnya akan membeli material yang benar-benar dibutuhkan. Hal ini sangat berpotensi mengganggu schedule produksi terutama jika ada job order susulan yang membutuhkan material coil jenis tertentu.	6	2	6	72
14	Perusahaan akan menjadwalkan ulang kebutuhan material coil cutting yang pada umumnya akan membeli material yang benar-benar dibutuhkan. Hal ini sangat berpotensi mengganggu schedule produksi terutama jika ada job order susulan yang membutuhkan material coil jenis tertentu.	6	3	5	90

Dari hasil perhitungan didapat hasil RPN (Risk Priority Number) yang tertinggi adalah 144 yaitu pada saat proses printing atau coating, tinta tidak menempel pada titik-titik oli dan grease sehingga hasil printing dan coating tidak sempurna. Kemudian 96, Pengiriman tertunda, Jika terdapat material yang urgent, produksi akan tertunda dan berimbas pada pengiriman ke customer, dilanjutkan dengan nilai 96 juga yaitu Jadwal pengiriman coil dari supplier tertunda sehingga berimbas pada schedule produksi dan pengiriman ke customer. Kemudian dari hasil fmea ini terutama yang mempunyai RPN tinggi maka dilakukan perbaikan untuk mengatasi permasalahan berupa resiko yang dihadapi perusahaan, antara lain bagaimana pada proses printing dan coating, semua permukaan yang mau dilapisi coating atau mau di print haruslah bersih dan tidak ada sedikitpun lapisan cairan oli ataupun minyak yang ada di permukaan. Dalam mengatasi pengiriman dari supplier yang tertunda perlu dipastikan kepastian waktu kirim supplier, berapa lama proses pengiriman dan waktu tunggu datangnya bahan baku ke gudang.

- Identifikasi resiko kegagalan pada Perusahaan Konstruksi

Pada perusahaan penghasil produk-produk konstruksi seperti H-beam, I-beam, bracing, skidmor, rangka roof dan sebagainya, jenis item material yang menjadi bahan baku berupa besi dan baja. Defect/cacat material yang sering di jumpai di perusahaan yaitu cacat akibat pengangkatan/handling. Bisa terjadi penyok, bengkok ataupun terjadi permukaan yang tidak rata

akibat tekanan pengangkatan yang berbeda-beda. Perusahaan mempunyai *lead time* (waktu tunggu) pemesanan bahan baku 1 sampai dengan 4 hari. Adapun jenis tenaga kerja yang terlibat langsung pada proses produksi yaitu Engineer, Operator, Fitter, Welder, dan Helper. Lebih jauh bila ditinjau berdasarkan metode dan prosedur kerja yang dijalankan perusahaan menetapkan dan mengharuskan sesuai dengan HSE. Material handling, loading barang jadi perusahaan menggunakan Ganrty crane, forklift, Crane PH serta alat transportasi berupa trailer dan barge. Identifikasi resiko kegagalan produk pada perusahaan konstruksi defect yang pada umumnya terjadi pada proses pengangkatan bahan baku maupun pengangkatan produk jadi (handling material). Sehingga analisis penanganan resiko kegagalan dapat dilakukan proses penanganan pengangkatan material harus dengan mark (tanda) sehingga kemungkinan salah posisi pengangkatan tidak akan terjadi kembali. Penjadwalan dan inspeksi pengangkatan oleh engineer sangatlah diperlukan sehingga hal-hal yang memungkinkan terjadinya kesalahan pengangkatan ataupun kesalahan prosedur dapat diminimalisir. Untuk aliran fisik sistem persediaan bahan baku pada perusahaan manufaktur logam dan sejenisnya dapat diilustrasikan sebagai berikut :



**Gambar 4. Aliran Fisik Sistem Persediaan Bahan Baku**

Sistem persediaan berawal dari supplier mengirimkan bahan baku ke perusahaan yaitu ke gudang bahan baku. Inspeksi dilakukan di gudang dengan memperhatikan kesesuaian dokumen administrasi dengan fisik material yang ada yaitu dengan melihat spesifikasi, jumlah, jenis, dan kualitas material. Selanjutnya, unloading bahan baku untuk memastikan level kualitas material, jenis dan kuantitas material yang ada. Handling dilakukan untuk pengalokasian material bahan baku digudang agar mudah dalam mencari dan menemukan jenis bahan baku yang akan digunakan pada proses produksi. Retrieval material adalah proses pemilihan bahan baku untuk penggunaan produksi, dengan melakukan unloading dari penempatan material dilanjutkan dengan kegiatan handling untuk memindahkan dan mengangkut bahan baku dari gudang menuju bagian produksi.

Sistem persediaan bahan baku dengan menjaga kualitas yang baik sangatlah menentukan untuk kualitas produksi. Oleh karena itu perlu adanya sistem pengendalian resiko kegagalan bahan baku pada gudang manufaktur. Selanjutnya dengan persediaan bahan baku yang baik akan berimplikasi pada lancarnya supply bahan baku ke rantai produksi dan mengatasi kekurangan material bahan baku untuk produksi.

Kondisi-kondisi dinamis yang menjadi penyebab resiko kegagalan berkelanjutan pada sistem produksi dapat diilustrasikan dengan hubungan variabel-variabel dalam sistem produksi yang merupakan sistem keterkaitan antara variabel dalam bentuk diagram hubungan variabel (*Causal Loop Diagram*).

Hubungan antar variabel-variabel dan parameter yang menunjukkan resiko kegagalan dalam sistem produksi diperoleh dengan perhitungan dan analisis dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan sistem dinamis.

Kombinasi perhitungan RPN pada diagram hubungan variabel (CLD) ditunjukkan pada setiap loop dilakukan perhitungan Nilai RPN (*Risk Priority Number*) yang dihasilkan dari perkalian nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*. Nilai *Occurrence* berupa nilai variabel dimana besar atau kecilnya nilai dipengaruhi variabel lain yang terjadi pada loop, sedangkan nilai *severity* dan *detection* merupakan nilai parameter dimana nilai tidak dipengaruhi oleh hubungan variabel. Nilai *Severity* dan *Detection* diperoleh dari diskusi tim ahli yang berkompeten dengan tinjauan materi diperusahaan dengan mempertimbangkan dari data sekunder. Nilai RPN dalam setiap *loop* akan menunjukkan prioritas tingkat perbaikan pada *loop* sehingga dengan adanya perbaikan diharapkan kinerja atau performa *loop* interaksi variabelnya terus menunjukkan pengurangan resiko kegagalan.

### **Penyusunan Variabel dan Atribut Model**

Diagram hubungan variabel yang diusulkan untuk penanganan resiko kegagalan sistem produksi dapat diuraikan menjadi bagian-bagian CLD yang masing-masing mengilustrasikan resiko kegagalan pada fase input dan proses produksi. Pada CLD input semua variabel diuraikan dalam loop hubungan pada gambar 2 dan selanjutnya detail hubungan interaksi antar variabel disajikan pada gambar 3.

Diagram hubungan variabel (*Causal Loop Diagram*) pengelolaan resiko fase-fase produksi dikategorikan menjadi dua type *feedback loop*, hubungan bersifat positif (+) atau *self-reinforcing* (*R*, *Reinforce*) dan negative (-) atau *self correcting* loop (*B*, *Balance*). Hubungan bersifat positif loop



merupakan hubungan saling menguatkan atau hubungan berbanding lurus pada sistem, sedangkan negatif loop merupakan hubungan yang berbanding terbalik dari sistem (Sterman, 2000).

Tabel 6. Deskripsi Variabel-variabel dalam Causal Loop Diagram

Variabel	Deskripsi
Keterlambatan Material	Kondisi material diterima digudang terlambat waktunya
Kekurangan Material	Kondisi Material digudang kekurangan stok
Occurrence	Kejadian yang menyebabkan terjadinya resiko
Risk Priority Number	Nilai yang menjadi prioritas untuk penanganan resiko
Tingkat perbaikan	Jenis perbaikan penanganan resiko
Kesalahan Material	Kondisi jenis material yang diterima tidak sesuai
Kecacatan Material	Kondisi material cacat atau tidak sesuai spesifikasi
Kekurangan barang jadi	Kondisi rantai produksi kekurangan barang jadi/hasil produksi
Kinerja Pekerja	Performansi dari para pekerja atau produktivitas pekerja
Kinerja Metode Kerja	Ukuran Metode atau prosedur kerja sudah baik atau belum
Kinerja Mesin	Level produktivitas Mesin atau Kemampuan produksi mesin
Kesesuaian fasilitas barang jadi	Penanganan untuk hasil produksi berhubungan dengan gudang
Kinerja Alat Handling	Kemampuan Alat angkut produk
Kinerja Operator Handling	Kemampuan pekerja yang menjalankan Handling mesin
Kinerja Metode Handling	Prosedur atau metode handling sudah baik atau belum
Pemenuhan Harapan Konsumen	Kesesuaian dengan spesifikasi yang diharapkan konsumen

Pada tabel diatas menjelaskan uraian variabel-variabel yang digunakan untuk Causal Loop Diagram beserta deskripsi dari variabel-variabel tersebut.

Berikut ini menjelaskan bagian CLD yang masing-masing mengilustrasikan resiko kegagalan pada fase input dan proses produksi.

#### 1. Resiko kegagalan fase input

##### A. Loop pertama,

Resiko kegagalan ditinjau dari keterlambatan material akan menyebabkan kekurangan material, dimana merupakan variabel dari *Occurrence* sehingga bisa menjadikan nilai *Risk Priority Number (RPN)* dengan adanya parameter *Severity* dan *Detection*. Dengan Nilai RPN menentukan tingkat perbaikan, sehingga keterlambatan material bisa diatasi.

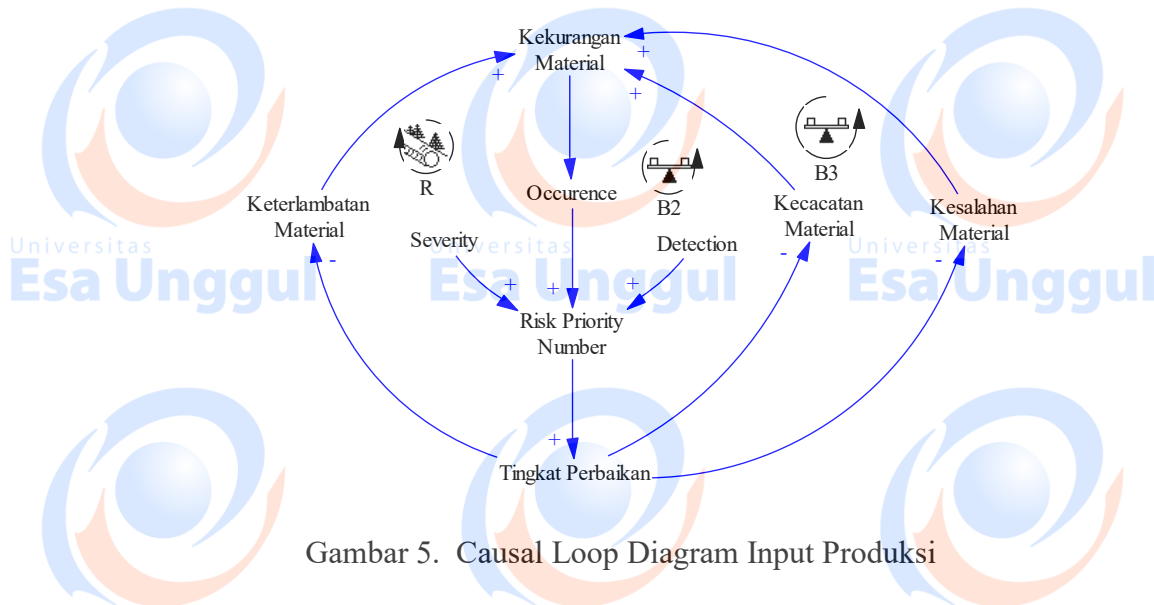
##### B. Loop kedua

Kecacatan material akan menyebabkan kekurangan material dimana menunjukkan nilai variabel *occurrence* bersama parameter *severity* dan *detection* memberikan nilai RPN dan

dapat menentukan tingkat perbaikan agar kecacatan material dapat dihindarkan.

### C. Loop ketiga

Resiko kegagalan dipengaruhi oleh kesalahan material sehingga akan mengakibatkan kekurangan material dan akan menunjukkan nilai variabel *occurrence*, dengan parameter *severity* dan *detection* akan menghasilkan nilai RPN yang menentukan tingkat perbaikan untuk mengatasi kesalahan material, sehingga resiko kegagalan pada input *loop* dapat diatasi. Gambar ketiga loop pada CLD input produksi disajikan sebagai berikut :

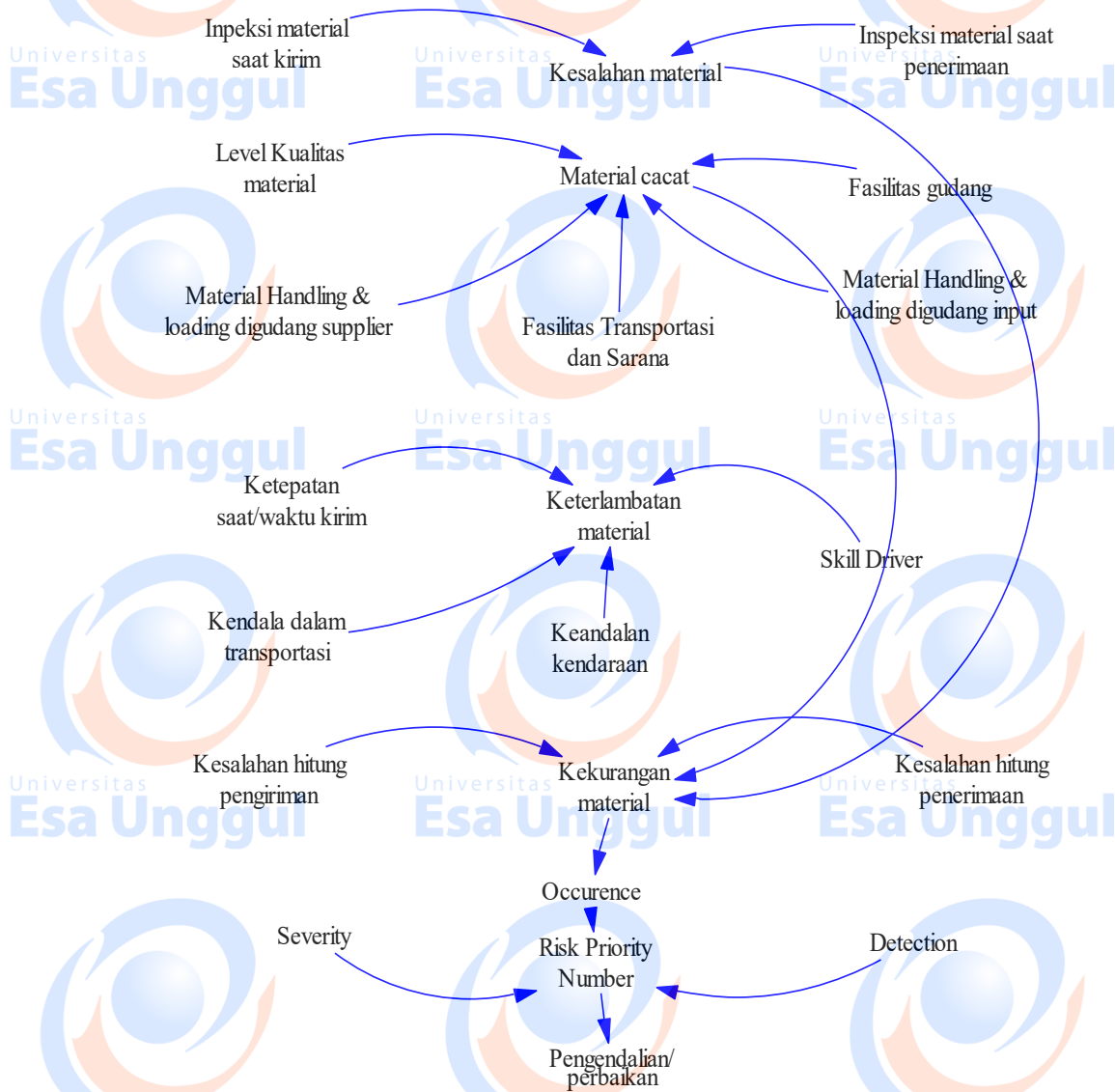


Gambar 5. Causal Loop Diagram Input Produksi

CLD Input Produksi terdiri dari 3 loop dimana 1 berupa loop R (*Reinforce*) yaitu hubungan bersifat positif atau saling menguatkan, dan 2 loop B (*Balancing*) yaitu hubungan negatif.

Selanjutnya hubungan dari parameter yang menjadi nilai input atau masukan resiko kegagalan terhadap variabel-variabel pada fase input produksi disajikan pada gambar 5. Pada gambar terlihat bahwa variabel kekurangan material dipengaruhi oleh parameter kesalahan hitung pengiriman, kesalahan hitung penerimaan dan pengaruh dari variabel material cacat dan kesalahan material. Disamping itu, variabel keterlambatan material dipengaruhi oleh parameter ketepatan saat/waktu kirim, kendala dalam transportasi, keandalan kendaraan, dan skill driver. Selanjutnya variabel material cacat dipengaruhi oleh parameter level kualitas material, material handling & loading gudang supplier, fasilitas transportasi dan sarana, material handling dan loading gudang input, fasilitas gudang. Begitu pula variabel kesalahan material dipengaruhi oleh parameter inspeksi material saat kirim dan inspeksi material saat penerimaan. Variabel

*Occurrence* dipengaruhi oleh variabel kekurangan material. Variabel RPN dipengaruhi oleh variabel *Occurrence* dan parameter *Severity* dan *Detection*. Variabel pengendalian/perbaikan dipengaruhi oleh besarnya variabel RPN.

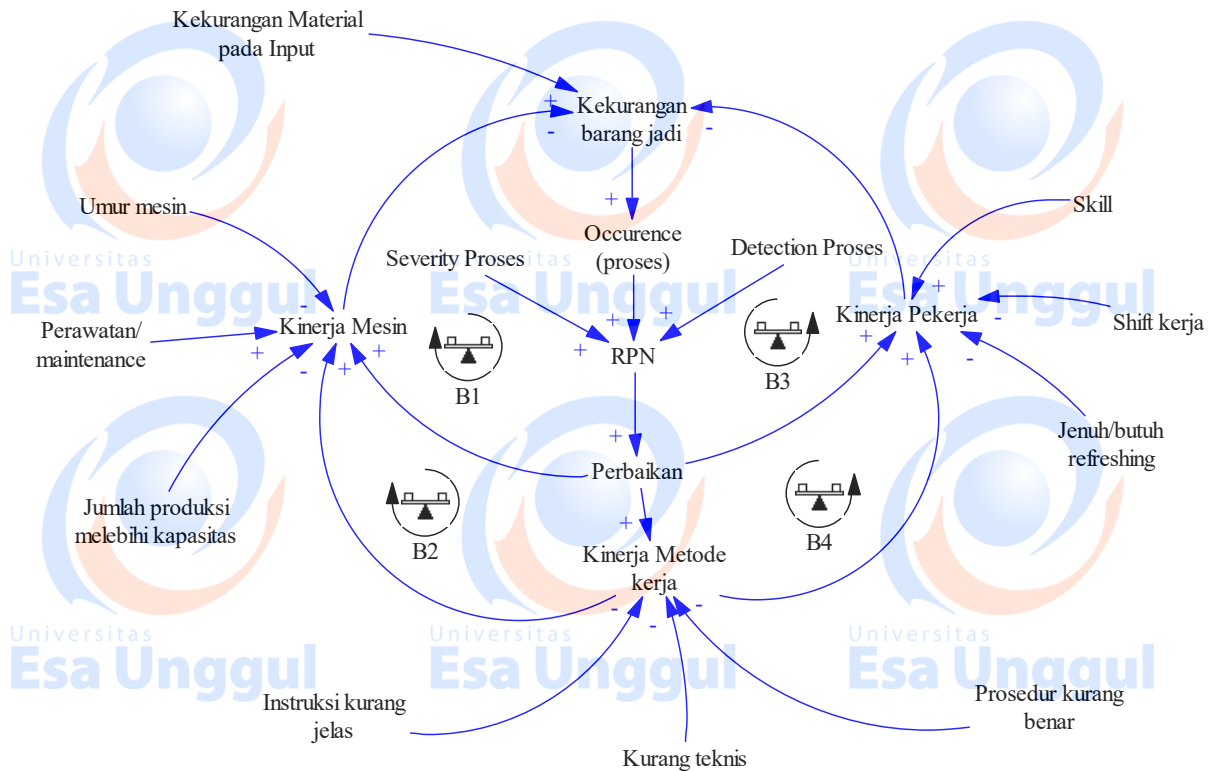


Gambar 6. Causal Loop Diagram Input Produksi

Pada CLD fase input jelas terlihat bahwa variabel kekurangan material akan menjadi permasalahan pada fase berikutnya yaitu fase proses produksi.

## 2. Resiko kegagalan pada fase proses produksi

Adapun CLD fase proses produksi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 7. CLD fase Proses Sistem Produksi

Pada gambar CLD fase proses produksi terdapat 4 loops, dimana kesemuanya dikategorikan sebagai *Balancing loops*.

A. Loop pertama (B1),

Kinerja mesin yang rendah (-) akan meningkatkan kekurangan barang jadi (+) dan akan meningkatkan pula nilai *Occurrence* (+), bersama dengan parameter *severity* dan *detection* maka akan didapat RPN yang tinggi (+) sehingga prioritas untuk perbaikan pada sistem dapat dilakukan dengan meningkatkan kinerja mesin.

B. Loop kedua (B2)

Metode kerja / prosedur kerja yang kurang baik (-) akan meningkatkan kerusakan mesin meningkat (+) sehingga kekurangan barang jadi meningkat (+) dan akan memberikan nilai *occurrence* tinggi (+), dengan parameter *severity* dan *detection* didapat RPN yang tinggi (+) dan memberikan tingkat perbaikan yang tinggi pula (+) untuk perbaikan metode/prosedur kerja.

C. Loop ketiga (B3)

Kinerja pekerja yang rendah (-) akan meningkatkan kekurangan barang jadi (+) dan akan

membuat *occurrence* naik, sehingga bersama dengan parameter *severity* dan *detection* menghasilkan RPN tinggi sehingga tingkat perbaikan meningkat untuk kinerja pekerja.

D. Loop keempat (B4)

Metode kerja yang kurang baik akan mempengaruhi kinerja pekerja menjadi rendah (-) sehingga menimbulkan kekurangan barang jadi (-) dan membuat nilai *occurrence* tinggi (+), bersama dengan *severity* dan *detection* didapat RPN yang tinggi (+) akan meningkatkan perbaikan (+) untuk metode kerja.

Variabel fase proses yang akan memberikan pengaruh resiko kegagalan pada fase output adalah variabel kekurangan barang jadi.



## BAB VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Tahapan berikutnya dilakukan penelitian terkait dengan bagaimana pengendalian resiko kegagalan pada tahap output dimana pada sistim fisik yaitu pada gudang barang jadi pada manufaktur logam dan sejenisnya, melakukan pembuatan model yaitu dengan menyusun lanjutan dari CLD (Causal Loop Diagram) dengan SFD (Stock Flow Diagram) dimana variabel dan atribut yang menggambarkan penanganan resiko kegagalan dilakukan perhitungan dan analisis kausalnya, selanjutnya dilakukan simulasi untuk mendapatkan hasil dari penangan resiko kegagalan pada fase input dan proses produksi di perusahaan logam dan sejenisnya. Dari hasil simulasi ini kemudian dapat dievaluasi kembali rancangan model serta meningkatkan hasilnya berupa penanganan resiko kegagalan pada input, proses produksi dan pada output.



## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan pada penelitian ini yaitu :

1. Identifikasi resiko kegagalan pada input produksi terdiri dari variabel-variabel dan atribut yang ada pada gudang bahan baku pada manufaktur logam dan sejenisnya, terdiri dari : keterlambatan material, kecacatan material, kesalahan material, dan kekurangan material.
2. Identifikasi resiko kegagalan pada proses produksi terdiri dari variabel-variabel dan atribut yang berpengaruh pada rantai produksi, yang terdiri dari kinerja mesin, kinerja metode kerja, kekurangan pekerja.
3. Penanganan resiko untuk meminimasi resiko kegagalan input dan proses produksi pada manufaktur logam dan sejenisnya yaitu dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :
  - Penanganan resiko keterlambatan material bahan baku yaitu dengan mengontrol ketepatan saat/waktu kirim, mengatasi kendala-kendala dalam transportasi, keandalan kendaraan, dan kelayakan/skill driver.
  - Penanganan resiko kesalahan material dengan cara melakukan inspeksi material saat pengiriman supplier dan melakukan inspeksi material dengan teliti saat penerimaan material.
  - Penanganan resiko material cacat adalah dengan pemilihan yang baik level kualitas material, penanganan material handling dan loading digudang supplier, fasilitas transportasi dan sarana yang baik, penanganan material handling dan loading di gudang input, fasilitas gudang yang baik.
  - Penanganan resiko kekurangan material pada input produksi yaitu dengan melakukan inspeksi terhadap kesalahan hitung saat pengiriman, pengecekan kesalahan hitung saat penerimaan, menghindari kesalahan material, memastikan tidak ada material cacat dan menghindari adanya keterlambatan material.
  - Penanganan resiko kinerja mesin yang kurang baik pada proses produksi adalah dengan cara perhatian pada umur, perawatan/maintenance dan jumlah produksi yang tidak melebihi dari kapasitas mesin, juga dengan memperhatikan metode kerja/prosedur kerja

pada mesin.

- Penanganan resiko pada kinerja metode kerja pada proses produksi yang kurang baik yaitu dengan instruksi kerja harus jelas, jangan sampai kurang teknis dan prosedur kerja jelas dan benar.
- Penanganan resiko pada kinerja pekerja pada proses produksi yang kurang baik dengan cara peningkatan skill, aturan shift kerja yang baik, tingkat kejenuhan pekerja/butuh refreshing, dan tingkat perbaikan kinerja pekerja.
- Penanganan resiko kekurangan barang jadi pada proses produksi dengan perhatikan jangan sampai kekurang material bahan baku input, kinerja mesin yang baik dan kinerja pekerja yang baik.

## 7.2. Saran

1. Identifikasi resiko kegagalan pada input dan proses produksi perlu dikembangkan terus untuk manufaktur lainnya tidak hanya pada manufaktur logam dan sejenisnya, karena karakter dan material dari jenis produk yang berbeda akan menyebabkan tingkat resiko yang berbeda juga, sehingga penanganan resiko kegagalan bisa diterapkan untuk semua manufaktur secara general.
2. Penerapan model penanganan resiko untuk bidang lingkungan di manufaktur sehingga dapat ditinjau pula dampak terhadap lingkungan dari berbagai manufaktur yang ada.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ae Chan Kim, Su Mi Lee, Compliance Risk Assessment Measure of Financial Information Security using Systems Dynamics., *International Journal of Security and its applications* Vol. 6, 2012.
- Berg, H., 2010. Risk management: procedures, methods and experiences. , 1(17), pp.79–95.
- Darmoul, S., Pierreval, H., & Hajri, S. (2013). Engineering Applications of Artificial Intelligence Handling disruptions in manufacturing systems : An immune perspective. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26(1), 110–121.  
<http://doi.org/10.1016/j.engappai.2012.09.021>
- Demirel, N., & ErKayao, M. (2016). A comparative life cycle assessment of material handling systems for sustainable mining, 174, 1–6. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.03.011>
- Ellis, S. C., Henry, R. M., & Shockley, J. (2010). Buyer Perceptions of Supply Disruption Risk : A Behavioral View and Empirical Assessment, 28, 34–46.
- Ferdows, K. & Meyer, A. De, 1990. Lasting Improvements in Manufacturing Performance : In Search of a New Theory Lasting Improvements in Manufacturing. , 9.
- Ghadge, Abhijet, Dani, Samir, A Sytems Approach for Modelling Supply Chain Risk, SCM International Journal, Harriot Watt University, 2013.
- Hafida Bouloiz, A System Dynamics Model for Behavioral analysis of safety conditions in a chemical storage unit., <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00816373>, April 2013.
- Karaulova, T., Kostina, M. & Shevtshenko, E., 2012. Reliability assessment of manufacturing processes. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 3(3), pp.143–151.
- Kibira, D. (n.d.). A System Dynamics Modeling Framework for Sustainable Manufacturing, (301).
- Miclot, M. & Mower, J., 2010. Reducing the Risk , Cost and Frequency of Production Stoppages Using Network Redundancy. , pp.1–6.
- Nourbakhshian, M. et al., 2013. Useful Techniques to Minimize Risk in Supply Chain Risk Management. , pp.975–982.
- Rajesh Khanna, Anish Kumar, Multiple Performance Characteristics optimization for Al 7075 on electric discharge drilling by Taguchi Grey relational Theory, *J-Ind.Eng Int*, Springer 2015.
- Resnick, B.C., 2010. High-Availability and Fault-Tolerant Solutions Minimize Risk of Unscheduled Downtime.
- Roy, A., Srivastava, P., & Sinha, S. (2014). Ac ce p te d cr t. *Process Safety and Environmental Protection*. <http://doi.org/10.1016/j.psep.2014.09.004>
- Soesilo, B. & Karuniasa, M. (2014). System Dynamics Models: the various of science, Government policy and business. Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI
- Sterman, J.D. (2004). Teaching takes off: Flight simulators for management education. Retrieved April 7, 2004, Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management website: <http://web.mit.edu/jsterman/www/SDG/beergame.html>.

- Tay, K.M., 2015. Fuzzy FMEA with Guided Rules Reduction System for Prioritization of Failures . , (OCTOBER 2006).
- Taylor, P. & Rahim, A., 2010. International Journal of Production Optimal lot-sizing , quality improvement and inspection errors for multistage production systems. , (October 2014), pp.37–41.
- Teufl, S. & Hackenberg, G., 2015. Efficient Impact Analysis of Changes in the Requirements of Manufacturing Automation Systems. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), pp.1527–1534. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.296>.
- Yu, C.-I. et al., 2013. Risk dynamics throughout the system development life cycle. *Journal of Computer Information Systems*, 53(3), pp.28–37.
- Zarbo, R.J., Angelo, R.D. & Cqe, A.S.Q., 2007. The Henry Ford Production System Effective Reduction of Process Defects and Waste in Surgical Pathology. , pp.1015–1022.



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Universitas  
Esa Unggul



Our ref. : ARTWRITE/LIFEWAYS/2/VIII/17  
Date : August 09<sup>th</sup>, 2017

Dear **Arief Suwandi**,  
Department of Industrial Engineering,  
Universitas Indonesia,  
Depok 16424, Indonesia

Thank you for your interest in publishing with LIFEWAYS-International Journal of Society, Development and Environment in the Developing World. Your article entitled "**Failure Risk Identification and Control of Raw Materials in Metal Manufacturing using Fuzzy Logic Failure Mode and Effect Analysis**" will be published in LIFEWAYS Volume 1, Issue 3, December 2017.

Thank you for your attention and interest.

Sincerely,

**PROF. DR. AMRIAH BUANG**  
Professor of Social Sciences (Alumni, Universiti Kebangsaan Malaysia)  
Editor in Chief  
[www.lifewaysjournal.com](http://www.lifewaysjournal.com)