

**PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK PLASTIK DENGAN
METODE *FAULT TREE ANALYSIS* DAN *FAILURE MODE
AND EFFECT ANALYSIS* DI PT. MITRA KARYA PLASTINDO**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



DIAN ENVIRAWAN

16 06 08732

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK PLASTIK DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS
DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DI PT. MITRA KARYA PLASTINDO

yang disusun oleh

DIAN ENVIRAWAN

160608732

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 21 Juli 2020

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Dr. T. Baju Bawono, ST., MT.	Telah menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Dr. T. Baju Bawono, ST., MT.	Telah menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Dr. T. Baju Bawono, ST., MT.	Telah menyetujui
Penguji 2	: A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng.	Telah menyetujui
Penguji 3	: Dr. T. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., MT.	Telah menyetujui

Yogyakarta, 21 Juli 2020

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Fakultas Teknologi Industri

Dekan

ttd

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc

PERNYATAAN ORIGINALITAS

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dian Envirawan

NPM : 1606 08732

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Pengendalian Kualitas Produk Plastik dengan Metode *Fault Tree Analysis* dan *Failure Mode and Effect Analysis* di PT. Mitra Karya Plastindo" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2020/2021 yang bersifat original dan tidak mengandung *plagiasi* dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Yogyakarta,

Yang menyatakan,



Dian Envirawan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

Tujuan skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat untuk lulus Program Studi Teknik Industri pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir penulis memperoleh dukungan dan bantuan dari banyak pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang memberikan pengesahan pada Skripsi ini.
2. Ibu Ririn Diar Astanti, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah menyetujui permohonan pembentukan Skripsi.
3. Bapak Dr. Baju Bawono, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dalam pembuatan Skripsi ini sampai selesai.
4. Pihak perusahaan PT. Mitra Karya Plastindo Ibu Mitha dan Bapak Suparyono yang telah mengizinkan dan membantu penulis dalam melakukan penelitian.
5. Orang tua yang selalu memberikan semangat dukungan dan doa yang selalu menyertai sehingga Skripsi ini dapat selesai.
6. Saudara penulis yang selalu mengingatkan untuk bekerja keras dan memberikan semangat untuk tetap fokus sehingga Skripsi ini dapat selesai.
7. Teman-teman Teknik Industri 2016 yang selalu mendukung satu sama lain dalam berjuang menyelesaikan Skripsi.
8. Teman-teman dekat penulis Raynaldo Kristiono, Stevanus Ardian Putranto, Clarita Anggellina, Dicky Setiawan, Elson Belo Rantepasang, Jones Averino, Kelvin Juniko, Melia Hapsari Santoso yang selalu menyemangati dan mengingatkan satu sama lain untuk mengerjakan skripsi sampai selesai.

Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis terbuka untuk menerima kritik dan saran supaya penelitian ini dapat berkembang lebih baik lagi.

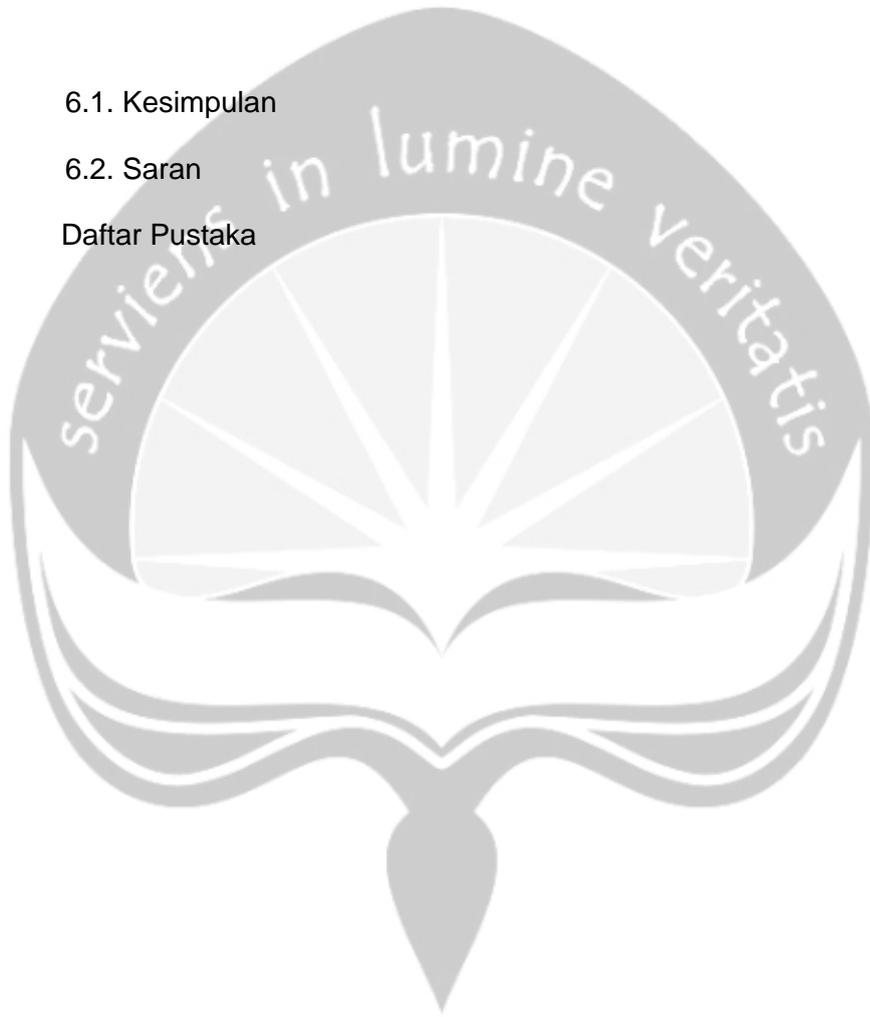
Penulis



DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	Halaman Pengesahan	ii
	Kata Pengantar	iv
	Daftar Isi	vi
	Daftar Tabel	viii
	Daftar Gambar	ix
	Daftar Lampiran	xi
	Intisari	xii
1	Pendahuluan	1
	1.1 .Latar Belakang	1
	1.2 .Perumusan Masalah	2
	1.3. Tujuan Penelitian	2
	1.4. Batasan Masalah	2
2		3
	2.1. Tinjauan Pustaka	3
	2.2. Dasar Teori	5
3		12
	3.1. Observasi Awal	12
	3.2. Data Penelitian	12
	3.3. Objek Penelitian	12
	3.4. Diagram Alir	13
4		15
	4.1. Profil Perusahaan	15
	4.2. Proses Produksi	16
		vi

4.3. Pengambilan Data	18
4.4. Transkrip Hasil Wawancara	25
5	28
5.1. Hasil Produksi	28
5.2. Analisis Kecacatan	29
5.3. Pembahasan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	36
6	48
6.1. Kesimpulan	48
6.2. Saran	49
Daftar Pustaka	50



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nama dan Keterangan <i>Gate</i>	7
Tabel 2.2. Nama dan Keterangan <i>Event</i>	8
Tabel 2.3. Nilai dan Deskripsi <i>Severity</i>	10
Tabel 2.4. Nilai dan Deskripsi <i>Occurrence</i>	10
Tabel 2.5. Nilai dan Deskripsi <i>Detection</i>	11
Tabel 4.1. Data Hasil Produksi <i>Extruder</i> Bulan Februari 2020	18
Tabel 4.2. Data Hasil Produksi <i>Thermoforming</i> Bulan Februari 2020	19
Tabel 4.3. Data Produksi <i>Thermoforming</i> (PVC RGD-TRSP) Produk 3M dan 7M	20
Tabel 4.4. Data Hasil Produksi <i>Punch</i> Produk 3M dan 7M Bulan Februari 2020	22
Tabel 4.5. Transkrip Wawancara Kepala Bagian <i>Quality Control</i>	25
Tabel 4.6. Transkrip Wawancara Kepala Bagian Produksi	26
Tabel 5.1. Klasifikasi Produk Baik dan Produk Gagal Plastik Wadah Makanan	30
Tabel 5.2. Hasil Analisis <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	37
Tabel 5.3. Usulan Perbaikan	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Simbol-Simbol <i>Gate</i>	6
Gambar 2.2. Simbol-Simbol <i>Event</i>	7
Gambar 3.1. Alur Penelitian	13
Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT. Mitra Karya Plastindo	15
Gambar 4.2. Alur Proses <i>Vacuum Forming</i>	17
Gambar 4.3. Grafik Hasil Produksi <i>Thermoforming</i> Bulan Februari 2020	20
Gambar 4.4. Visual Produk Cacat Bergaris (Warna Merah)	23
Gambar 4.5. Visual Produk Cacat Berlubang (Warna Merah)	24
Gambar 4.6. Visual Produk Cacat Potongan Sisi Tidak Rapi (Warna Merah)	24
Gambar 4.7. Visual Produk Cacat Ukiran Tidak Tercetak Sempurna (Warna Merah)	25
Gambar 5.1. <i>Fault Tree Analysis</i> Bahan Baku Tercampur Bahan Lain pada Proses <i>Mixer</i>	31
Gambar 5.2. <i>Fault Tree Analysis</i> Lembaran Plastik Berlubang pada Proses <i>Extruder</i>	32
Gambar 5.3. <i>Fault Tree Analysis</i> Lembaran Plastik Tipis pada Proses <i>Extruder</i>	33
Gambar 5.4. <i>Fault Tree Analysis</i> Cetakan Tidak Sempurna pada Proses <i>Thermoforming</i>	34
Gambar 5.5. <i>Fault Tree Analysis</i> Potongan Tidak Rapi pada Proses <i>Punch</i>	35
Gambar 5.6. Diagram <i>Fishbone</i> untuk Bahan baku (baru) tercampur bahan <i>reject</i>	39
Gambar 5.7. Diagram <i>Fishbone</i> untuk Mesin Berhenti Beroperasi	39
Gambar 5.8. Diagram <i>Fishbone</i> untuk Lembaran Plastik yang dihasilkan Berlubang	40
Gambar 5.9. Diagram <i>Fishbone</i> untuk Lembaran Plastik Tipis	40
Gambar 5.10. Diagram <i>Fishbone</i> untuk Lembaran Plastik Berwarna Pelangi	41

Gambar 5.11. Diagram *Fishbone* untuk Ukiran Lembaran Plastik Tidak Tercetak Sempurna 41

Gambar 5.12. Diagram *Fishbone* untuk Potongan Tiap Satu Produk Tidak Rapi42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Produk PT. MKP	52
Lampiran 2. Instruksi Kerja Proses <i>Mixer</i>	54
Lampiran 3. Instruksi Kerja Proses <i>Extruder</i>	56
Lampiran 4. Instruksi Kerja Proses <i>Thermoforming</i>	58



INTISARI

Salah satu aspek penting yang selalu diutamakan dalam industri manufaktur adalah kualitas produk. Kualitas menjadi salah satu tolak ukur bagi pelanggan dalam melakukan penilaian terhadap produk yang dibeli. Perusahaan PT. Mitra Karya Plastindo menetapkan batas toleransi standar proporsi kecacatan sebesar $\pm 25\%$. Pada perusahaan masih terdapat proporsi kecacatan sebesar 35,63%. Diketahui masih terdapat beberapa departemen yang melebihi angka tersebut pada departemen *thermoforming* dan departemen *punch*. Maka dari itu dilakukan penelitian untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan pada departemen-departemen tersebut dan memberikan usulan agar dapat mempertahankan kualitas produk perusahaan.

Metode *Fault Tree Analysis* digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui potensi kegagalan yang terjadi pada departemen *mixer*, departemen *extruder*, departemen *thermoforming* dan departemen *punch*. Potensi penyebab kegagalan tersebut kemudian dianalisis dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* yang bertujuan untuk mencari potensi mode kegagalan dan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengetahui tingkat kegagalan terbesar sampai yang terkecil untuk dilakukan tindakan preventif atau perbaikan.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah diketahui penyebab kegagalan pada tiap departemen yang secara garis besar disebabkan oleh *human error* dan mesin/alat yang kurang perawatan. Hasil perhitungan Nilai RPN tertinggi terdapat pada moda kegagalan lembaran plastik berlubang dengan nilai 144, ukuran plastik tipis dengan nilai 105 dan potongan tiap satu produk tiap rapi dengan nilai 90. Dari hasil analisis tersebut diberikan beberapa usulan berupa pembersihan mesin atau alat secara terjadwal, pembentukan Instruksi Kerja (IK) sebagai pedoman operator dalam mengoperasikan mesin dan ditempel di dekat operator bekerja untuk mempermudah operator melihat.

Kata kunci: *kualitas produksi, cacat produk plastik, fault tree analysis, failure mode and effect analysis*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri saat ini memiliki beraneka ragam produk yang memiliki fungsi dan kegunaan tersendiri. Setiap produk masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Suatu produk dengan kualitas yang baik dapat memberikan kesan tersendiri bagi pembeli dan memunculkan keinginan untuk melakukan pembelian terus menerus. Kualitas produk yang baik merupakan sebuah pencapaian kepuasan pelanggan yang bisa memberikan dampak positif untuk perusahaan dalam mendapatkan kepercayaan lebih dari pembeli.

Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan (Goetsch dan Davis, 1995). Kualitas produk menjadi bagian penting karena dengan kualitas produk yang baik keinginan dan kebutuhan pelanggan terhadap suatu produk terpenuhi.

PT. Mitra Karya Plastindo dalam memproduksi plastik wadah makanan melibatkan manusia, mesin, material dan juga lingkungan dalam menjaga kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan. Proses produksi pembuatan plastik wadah makanan melalui beberapa rangkaian proses yaitu proses *mixer*, proses *extruder*, proses *thermoforming* dan proses *punch*. Data produksi yang dikumpulkan dari beberapa proses produksi tersebut terdapat angka proporsi kecacatan sebesar 35,63% di salah satu proses produksi.

Penulis melakukan observasi sebanyak tiga kali didapatkan bahwa masih cukup banyaknya produk cacat dari bagian produksi. Berdasarkan hasil pengamatan, produk cacat yang kerap terjadi disebabkan oleh *human error* dan mesin/alat. Kecacatan ini muncul karena operator kurang tepat pada pengaturan mesinnya, mesin/alat tidak dilakukan pengecekan sebelum beroperasi dan beberapa faktor lainnya yang mempengaruhi produk cacat masih banyak dan belum diketahui. Kegagalan seperti ini yang menyebabkan di setiap proses produksi muncul produk yang tidak sesuai dengan standar perusahaan.

Maka dari itu, perlu dilakukan identifikasi penyebab produk cacat dengan *Fault Tree Analysis* untuk mencari tahu faktor-faktor yang menjadi penyebab produk cacat dan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* untuk mengetahui

mode kegagalan berupa kecacatan pada suatu proses dan efeknya untuk mengurangi tingkat terjadinya mode kegagalan di PT. Mitra Karya Plastindo.

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana mengidentifikasi dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi produk cacat menggunakan metode *Fault Tree Analysis* dan *Failure Mode and Effect Analysis*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berlandaskan pada rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Mendapatkan jenis kecacatan produk di Departemen *Thermoforming* dan Departemen *Punch* PT. Mitra Karya Plastindo
- b. Mendapatkan faktor-faktor penyebab terjadinya kecacatan melalui metode *Fault Tree Analysis* dan *Failure Mode and Effect Analysis*
- c. Mendapatkan beberapa usulan perbaikan untuk mengurangi produk cacat

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis memiliki beberapa batasan masalah. Batasan masalah tersebut adalah:

- a. Penelitian hanya dilakukan di bagian produksi di PT. Mitra Karya Plastindo.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada sub bab ini memuat tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan peneliti sebelumnya. Pada tinjauan pustaka menggunakan berbagai macam sumber jurnal internasional dan nasional.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Yi-Nan Hu (2016), metode *fault tree* dapat mengembangkan berbagai faktor yang menyebabkan terjadi kegagalan. Berdasarkan metode yang digunakan dapat diketahui penyebab kebakaran pada suatu bangunan dan juga dapat memberikan langkah-langkah preventif untuk meningkatkan keselamatan pada pembangunan suatu bangunan.

Sihombing dkk. (2018) melakukan penelitian dengan menganalisis penyebab *defect* pada suatu perusahaan *furniture* menggunakan metode *Failure Mode Effects* dan *Fault Tree Analysis*. Berdasarkan data hasil laporan bulanan perusahaan terdapat 11 jenis cacat. Penelitian dilakukan di *assembly area* dengan memperoleh nilai bobot RPN (*Risk Priority Number*) tiap mode kegagalan yang didapatkan. Nilai RPN yang sudah dilakukan proses perhitungan kemudian dideskripsikan ke dalam beberapa kelompok. Dari Nilai RPN tertinggi tersebut kemudian dicari akar permasalahan dengan metode FTA dan didapatkan hasil untuk diberikan perbaikan ke pihak perusahaan sebagai langkah korektif ataupun preventif.

Bakhtiar dkk. (2016) meneliti kegagalan produksi perusahaan dengan metode *Failure Mode Effects and Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Pada suatu perusahaan pecah belah kegagalan produksi memiliki angka yang cukup tinggi sebesar 3.1% dari total produksi, sedangkan target cacat yang diinginkan perusahaan sebesar 2%. Penelitian dilakukan dengan tipe penelitian eksploratif dengan tujuan untuk memperoleh sebuah informasi secara lebih lengkap dalam suatu permasalahan yang ada. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan penyebab produk menjadi cacat. Dari analisis dan perhitungan dengan metode FMEA didapatkan bahwa terdapat satu moda kegagalan yang memiliki nilai RPN (nilai keseriusan dari *potential failure*). Setelah itu dilakukan analisis FTA dengan

menjadikan nilai RPN tertinggi menjadi *top event* pada untuk mengetahui akar permasalahannya.

Penelitian yang dilakukan oleh Mayangsari dkk. (2015), usulan pengendalian kualitas produk isolator. Hal yang menjadi fokus penelitian ini adalah jumlah produk cacat yang masih belum berkurang walaupun sudah dilakukan perbaikan rutin dalam proses produksinya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan menentukan moda kegagalan yang terjadi pada proses tertentu dan mendapatkan nilai RPN yang kemudian diurutkan sesuai dengan bobot nilainya. Analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menjelaskan penyebab potensial terjadinya cacat dalam bentuk diagram pohon.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian sebelumnya yang dilakukan dengan metode *fault tree analysis* dan *failure mode and effect analysis* memberikan sebuah informasi mengenai apa yang menjadi penyebab kegagalan pada suatu permasalahan tertentu seperti kualitas produk hingga keselamatan sebuah bangunan dengan diagram akar pohon dan perhitungan prioritas kegagalan, sehingga metode *fault tree analysis* dan *failure mode and effect analysis* dapat digunakan untuk setiap permasalahan mengenai suatu proses pada departemen, produk atau pun keselamatan kerja.

Penelitian yang dilaksanakan di PT. Mitra Karya Plastindo bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab produk cacat dan mode kegagalan pada proses produksi di bagian produksi dan memberikan usulan perbaikan.

Metode yang digunakan adalah *fault tree analysis* dan *failure mode and effect analysis* untuk melihat faktor-faktor penyebab terjadinya suatu masalah atau mode kegagalan. Metode *fault tree analysis* dilaksanakan dengan melihat asumsi kegagalan dari kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci sebab-sebab pada bagian puncak sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*). Metode *failure mode and effect analysis* dilakukan dengan mengidentifikasi sumber-sumber akar permasalahan dan dilakukan skala prioritas model kegagalan untuk dilakukan tindakan perbaikan.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis digunakan untuk merancang sebuah model yang dibentuk dari sebuah kejadian (*Events*) yang di perinci dari atas sampai ke bawah secara berurutan dan berkaitan. *Events* ini dibentuk dari *events* yang terdapat di lingkup permasalahan yang diangkat, metode ini berguna untuk memetakan suatu permasalahan sebab akibat. Metode FTA baik diterapkan pada suatu kasus dengan ciri-ciri sebagai berikut: (Clemens, 1993)

- a. Kasus permasalahan yang luas lingkungnya besar dan membutuhkan penanganan terhadap suatu kerugian.
- b. Kasus yang berpotensi terjadi suatu kesalahan.
- c. Kasus dengan sistem yang kompleks atau memiliki proses/elemen yang banyak.
- d. Pengenalan suatu kejadian-kejadian (*events*) yang tidak diharapkan.
- e. Memiliki faktor penyebab kesalahan yang tidak dapat dilihat secara
- f. langsung.

Berbeda dengan metode lain seperti salah satunya metode *Seven Tools* yang membutuhkan penyelesaian secara kuantitatif menggunakan tujuh alat. Menurut Foster (2004) Metode *Fault Tree Analysis* adalah suatu alat analisis yang menafsirkan dengan sebuah grafik kombinasi pada suatu kesalahan yang menjadi penyebab kegagalan pada suatu sistem.

Metode *Fault Tree Analysis* dilaksanakan dengan menuruti beberapa tahap sebagai berikut: (NASA, 2002)

1. Mengenal tujuan untuk melakukan *Fault Tree Analysis*
2. Menetapkan kejadian puncak (*top event*) dari *Fault Tree Analysis*
3. Menetapkan ruang lingkup dari *Fault Tree Analysis*
4. Menetapkan penyelesaian dari *Fault Tree Analysis*
5. Menetapkan aturan dasar pada *Fault Tree Analysis*
6. Membuat diagram *Fault Tree Analysis*
7. Menguji hasil dari *Fault Tree Analysis*

Menurut Priyanta (2000), terdapat lima tahapan dalam melaksanakan analisa dengan *Fault Tree Analysis* (FTA), yaitu:

- a. Mendeskripsikan permasalahan dan batas kondisi dari sistem yang dikaji.
- b. Pemaparan model grafis *Fault Tree Analysis*.

- c. Menjalankan ulasan kualitatif dari *Fault Tree Analysis*.

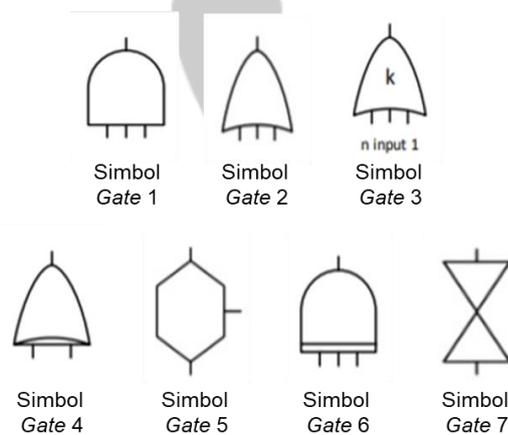
Alat analisis ini berperan untuk menggambarkan dan menilai suatu kejadian di dalam sistem. *Fault Tree Analysis* memiliki simbol dalam menguraikan suatu kejadian yaitu:

- a. Simbol Kejadian (*Event*)
Simbol *Event* dipakai dalam menampilkan karakter kejadian pada sistem.
- b. Simbol Gerbang (*Gate*)
Simbol *Gate* dipakai dalam menampilkan kaitan antar kejadian pada sistem.

Pada *Fault Tree Analysis* terdapat tiga jenis *event*, yaitu:

- a. *Primary Event*
Primary Event adalah tahapan pada proses pemakaian produk yang memiliki probabilitas masih terdapat kegagalan.
- b. *Intermediate Event*
Intermediate Event merupakan perolehan dari kombinasi kesalahan-kesalahan yang terjadi dimana terdapat kemungkinan sebagian diantaranya *primary event*. *Intermediate event* terletak di bagian tengah *fault tree*.
- c. *Expanded Event*
Expanded Event memerlukan sebuah *fault tree analysis* yang terpisah karena kompleksitasnya.

Berikut merupakan bentuk simbol *gate* dalam metode *Fault Tree Analysis* yang dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 2.1.



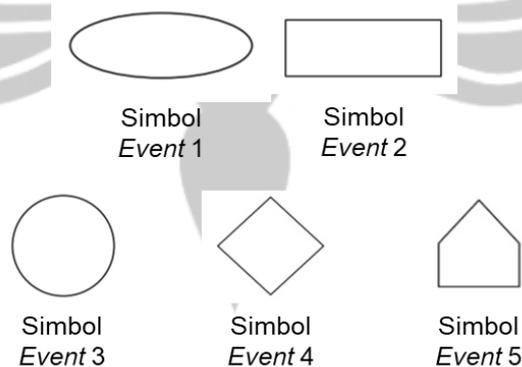
Gambar 2.1. Simbol-Simbol Gate

Nama dan keterangan tiap-tiap simbol *gate* dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 2.1. (Blanchard, 2004)

Tabel 2.1. Nama dan Keterangan Gate

No.	Nama Gate	Simbol Gate	Keterangan
1	<i>AND Gate</i>	Simbol Gate 1	<i>Output event</i> terjadi jika semua event terjadi secara bersamaan
2	<i>OR Gate</i>	Simbol Gate 2	<i>Output event</i> terjadi jika paling tidak satu <i>input event</i> terjadi.
3	<i>k out of n gate</i>	Simbol Gate 3	<i>Output event</i> terjadi jika paling sedikit <i>k output</i> dari <i>n input event</i> terjadi.
4	<i>Exclusive OR Gate</i>	Simbol Gate 4	<i>Output event</i> terjadi jika satu <i>input event</i> , tetapi tidak terjadi.
5	<i>Inhibit Gate</i>	Simbol Gate 5	<i>Input</i> menghasilkan <i>output</i> jika <i>conditional event</i> ada.
6	<i>Priority AND Gate</i>	Simbol Gate 6	<i>Output event</i> terjadi jika semua <i>input event</i> terjadi baik dari kanan maupun kiri.
7	<i>NOT Gate</i>	Simbol Gate 7	<i>Output event</i> terjadi jika <i>input event</i> tidak terjadi.

Berikut merupakan bentuk simbol *event* dalam metode *Fault Tree Analysis* yang dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Simbol-Simbol Event

Nama dan keterangan tiap-tiap simbol *event* dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 2.2. (Blanchard, 2004)

Tabel 2.2. Nama dan Keterangan *Event*

No.	Nama <i>Event</i>	Simbol <i>Event</i>	Keterangan
1	<i>Elipse</i>	Simbol <i>Event</i> 1	<i>Elipse</i> menunjukkan kejadian pada level paling atas (top level event) dalam pohon kesalahan
2	<i>Rectangle</i>	Simbol <i>Event</i> 2	<i>Rectangle</i> menunjukkan kejadian pada level menengah (<i>intermediate fault event</i>) dalam pohon kesalahan
3	<i>Circle</i>	Simbol <i>Event</i> 3	<i>Circle</i> menunjukkan kejadian pada level paling bawah (<i>lowest level failure event</i>) atau disebut kejadian paling dasar (<i>basic event</i>)
4	<i>Diamond</i>	Simbol <i>Event</i> 4	<i>Diamond</i> menunjukkan kejadian yang tidak terduga (<i>undeveloped event</i>). Kejadian-kejadian tak terduga dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan.
5	<i>House</i>	Simbol <i>Event</i> 5	<i>House</i> menunjukkan kejadian <i>input</i> (<i>input event</i>) dan merupakan kegiatan terkendali (<i>signal</i>). Kegiatan ini dapat menyebabkan kerusakan

2.2.2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode untuk mencari dan menghindari sejumlah mode kegagalan (*Failure Mode*). Metode *Failure Mode and Effect Analysis* digunakan dalam mengenali sumber dan penyebab dari suatu permasalahan kualitas. Mode kegagalan merupakan hal-hal yang terkandung dalam suatu kegagalan atau kecacatan pada desain, kondisi khusus yang menjadi ketetapan atau modifikasi pada produk yang menjadi penyebab gangguan pada fungsi dari produk tersebut. (Besterfield, 2003).

Berikut merupakan tujuan dari penerapan *Failure Mode and Effect Analysis*: (Chrysler, 2008)

1. Mengenali penyebab pada proses kegagalan dalam mencukupi kebutuhan pelanggan.
2. Memprediksi risiko penyebab terjadinya kegagalan.
3. Menguji skema pengendalian dalam mencegah suatu kegagalan.

4. Merealisasikan mekanisme yang dibutuhkan untuk mendapatkan proses bebas dari suatu kesalahan.

Dalam proses pembuatan FMEA diperlukan beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu dengan mengidentifikasi mode potensi kegagalan pada suatu proses, membentuk daftar akibat potensial dari tiap-tiap mode kegagalan, menetapkan urutan *occurrence* untuk tiap mode kegagalan, menetapkan urutan *detection* pada setiap moda kegagalan atau kecacatan yang terjadi, mengalkulasi nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada setiap kecacatan, membentuk skala prioritas pada moda kegagalan berlandaskan nilai RPN agar dilaksanakan tindakan perbaikan, melaksanakan aktivitas untuk menyusutkan kegagalan yang sering terjadi dan mengalkulasi hasil RPN pada moda kegagalan yang dieliminasi atau dihapuskan (McDermott, 2009).

Menurut Blanchard (2004) FMEA proses terdapat tiga parameter yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection*. Berikut penjelasannya:

- a. *Severity*

Ukuran *severity* dipakai untuk melihat besarnya kegagalan yang terjadi. Ukuran *severity* memiliki rentang dari 1 sampai dengan 10, yang di mana 1 memiliki arti efeknya minor, sedangkan 10 adalah memiliki efek yang besar (mayor) serta berakibat akan produk yang dihasilkan.

- b. *Occurrence*

Ukuran *occurrence* dipakai untuk melihat seberapa sering kegagalan yang terjadi. Besarnya ukuran *occurrence* ditetapkan untuk melihat lebih detail berapa banyak penyebab kegagalan dapat terjadi.

- c. *Detection*

Ukuran *detection* digunakan untuk mengetahui seberapa sulit kegagalan tersebut dapat dideteksi untuk pengendalian kualitas.

Masing-masing skala rentang 1 sampai dengan 10 pada tiap parameter memiliki arti dalam menggambarkan efek yang terjadi. Berikut merupakan deskripsi dari tiap-tiap skala yang dapat dilihat secara berturut-turut pada Tabel 2.3, Tabel 2.4 dan Tabel 2.5. (McDermott, 2009)

Tabel 2.3. Nilai dan Deskripsi Severity

Rating	Severity	Deskripsi
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek yang terjadi
2	Sangat Kecil	Sistem tidak terpengaruh oleh efek yang terjadi
3	Kecil	Sistem terpengaruh oleh efek yang terjadi
4	Sangat Rendah	Sistem terpengaruh oleh efek kecil yang terjadi
5	Rendah	Kinerja sistem perlahan-lahan mengalami penurunan
6	Cukup	Sistem bekerja dan aman, tetapi <i>output</i> terpengaruh karena terjadi penurunan performa
7	Tinggi	Sistem bekerja tetapi tidak dapat secara penuh
8	Sangat Tinggi	Sistem tidak dapat beroperasi
9	Berbahaya dengan petunjuk	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya
10	Berbahaya tanpa petunjuk	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya

Tabel 2.4. Nilai dan Deskripsi Occurrence

Rating	Klasifikasi	Deskripsi
1	Sangat Rendah	Hampir tidak mungkin ada kegagalan
2	Rendah	Sangat kecil terjadi kegagalan
3		
4		
5	Cukup	Jarang terjadi kegagalan
6	Tinggi	Kegagalan yang berulang
7		
8		
9	Sangat Tinggi	Sering terjadi kegagalan
10		

Tabel 2.5. Nilai dan Deskripsi *Detection*

Rating	Detection	Deskripsi
1	Hampir pasti	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan dapat selalu dideteksi.
2	Sangat Tinggi	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan sangat tinggi untuk dideteksi.
3	Tinggi	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan tinggi untuk dideteksi.
4	Cukup tinggi	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan cukup tinggi untuk dideteksi.
5	Cukup	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan cukup atau sedang untuk dideteksi
6	Rendah	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan rendah dideteksi
7	Sangat Rendah	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan sangat rendah untuk dideteksi
8	Kecil	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan kecil kemungkinan untuk dideteksi
9	Sangat Kecil	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan sangat kecil kemungkinan untuk dideteksi
10	Hampir tidak mungkin	Pencegahan kegagalan dari suatu kegagalan hampir tidak mungkin untuk dideteksi

2.2.3. Proporsi Kecacatan

Kecacatan produk yang muncul pada industri manufaktur merupakan kecacatan yang bersifat atribut. Kendali atribut dengan perhitungan proporsi kecacatan telah banyak digunakan dalam pengendalian proses statistis. (Octavia, 2000)

Peta kendali adalah sebuah alat yang digambar secara grafis untuk mengontrol dan mengevaluasi suatu proses yang berada dalam pengendalian kualitas secara statistik atau tidak, sehingga dapat menyelesaikan masalah dan memberikan perbaikan kualitas. (Ariani, 2004)

Perhitungan proporsi kecacatan menggunakan rumus seperti berikut ini:

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan:

\bar{p} = proporsi kecacatan

$\sum np$ = jumlah produk cacat

n = total produk

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan:

1. Penyebab kegagalan dapat terjadi disebabkan oleh faktor manusia, faktor mesin dan beberapa hal di luar kendali perusahaan. Potensi penyebab terjadinya kegagalan pada proses *Mixer* disebabkan oleh bahan baku (baru) yang tercampur dengan bahan *reject*. Pada proses *Extruder* disebabkan oleh pengaturan mesin yang masih kurang tepat oleh operator dari segi temperatur yang terlalu rendah atau terlalu tinggi. Pada proses *Thermoforming* disebabkan oleh *mold* dengan keadaan yang kurang baik untuk digunakan. Pada proses *Punch* disebabkan oleh *human error* dan kondisi alat yang tidak siap digunakan.
2. Berdasarkan hasil grafis FTA, diketahui terjadinya kegagalan dikarenakan oleh dua faktor yaitu manusia dan mesin atau alat. Dari faktor manusia kerap terjadi *human error* karena kelalaian, kurang fokus dan kelelahan. Dari faktor mesin atau alat, kegagalan terjadi dikarenakan kondisi mesin yang kurang baik, perawatan mesin atau alat yang terlewatkan dan kurangnya pengecekan ulang mesin atau alat ketika mesin akan beroperasi.
3. Berdasarkan hasil analisa FMEA, diketahui nilai RPN tertinggi yaitu 144 pada proses *Extruder* dengan moda kegagalan lembaran plastik berlubang. Nilai RPN tertinggi kedua yaitu 105 pada proses *Extruder* dengan moda kegagalan lembaran plastik tipis. Nilai RPN tertinggi ketiga yaitu 90 pada proses *Punch* dengan moda kegagalan potongan tiap satu produk tidak rapi.
4. Dari hasil analisis yang sudah dilakukan, ada beberapa usulan sebagai berikut:
 - a. Peningkatan kinerja operator dengan pengawasan lebih oleh kepala regu untuk memperhatikan pekerjaan masing-masing operator dari mengoperasikan mesin seperti mengontrol temperatur, kecepatan dan juga penggunaan alat.
 - b. Pembentukan IK yang ditempel di sekitar operator sebagai pedoman operator dalam mengoperasikan mesin dalam mencegah kelalaian dalam mengatur mesin.

- c. Pembersihan mesin atau alat secara terjadwal untuk selalu siap beroperasi dan mengurangi terjadinya produk cacat.

6.2. Saran

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan, yaitu:

1. Setiap pekerja di bagian produksi diberikan pelatihan dan mengikuti tata kerja operasi yang sudah dirancang sebagai pedoman kerja untuk mengurangi terjadinya kesalahan kerja atau *human error* lainnya.
2. Pengecekan mesin rutin yang berkaitan dengan performansi kerja mesin, daya tahan mesin dan kapasitas mesin bekerja. Untuk mencegah terjadi mesin mati atau rusak total akibat melebihi kapasitas kerja mesin.



DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dorothea Wahyu. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Besterfield, D. H. (2003). *Total Quality Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Blanchard, B. S. (2004). *System Engineering Management*. John Wiley and sons. New Jersey.
- Buku Instruksi Kerja. (2016). Program Pasca Sarjana Universitas Darussalam (UNIDA) Gontor
- Chrysler, LLC. (2008). *Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): Reference Manual*, Edisi Ke-4. Ford Motor Company. United States of America.
- Clemens, P.L. (1993). *Fault Tree Analysis*, 4th Edition. www.fault-tree.net.
- Foster, S. T. (2004). *Managing Quality: an Integrative Approach*. Pearson Education International
- Gaspersz, Vincent. (2002). *Total Quality Management*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Goetsch, D. L. dan Davis, S. (1995). *Implementing to Total Quality*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.
- Hu, Yi-nan. (2016). *Research on the Application of Fault Tree Analysis for Building Fire Safety of Hotels*. *International Journal*. Vol 135, Pages 524-530. Diakses tanggal 21 September 2019 dari <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.092>.
- Mayangsari F.D., Adianto, H., & Yuniati, Y. (2015). *Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, No.2, Vol. 03. Diakses tanggal 5 Oktober 2019 dari <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/751/951>
- McDermott, R.E. Mikulak, R.J. dan Beauregard, M.R. (2009). *The Basic of FMEA*, 2nd Ed. *Taylor and Francis Group*. New York.

- NASA. (2002). *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*. Washington, D.C.: NASA Office of Safety and Mission Assurance.
- Octavia, Tanti.,dkk. (2000). *Studi Tentang Peta Kendali p yang dii Standarisasi untuk Proses Pendek Kualitas*. Jurnal Teknik Industri. Vol.2. No. 1. 53 – 64.
- Priyanta, Dwi. (2000). *Keandalan Dan Perawatan*. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- Sihombing, I., & Pujotomo, D. (2018). *Analisis Penyebab Defect Dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effects And Analysis Dan Fault Tree Analysis Pada Assembly Area PT. Ebako Nusantara*. Industrial Engineering Online Journal, 7(4). Diakses tanggal 4 Oktober 2019 dari <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/23062>
- Wulandari, D., Bakhtiar, A., & Puspitasari, D. (2016). *Analisa Kegagalan Proses Pengolahan Produk Piring Menggunakan Metode Failure Modes, Effects and Analysis dan Fault Tree Analysis di PT. Sango Ceramics Indonesia*. Industrial Engineering Online Journal, 5(2). Diakses tanggal 3 Oktober 2019 dari <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/11910>

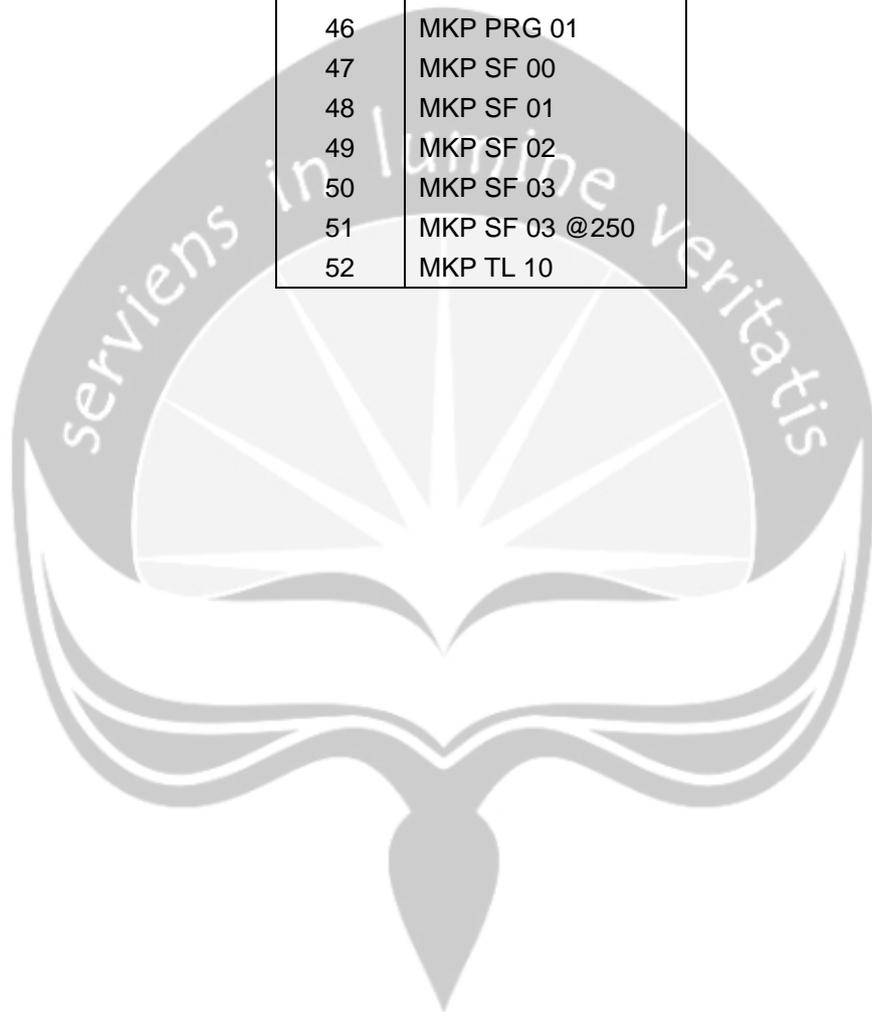
LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Produk PT. MKP

No.	Nama Produk
1	MKP 1
2	MKP 1 L
3	MKP 2
4	MKP 2 (T)
5	MKP 3
6	MKP 3 S
7	MKP 3 S (0,11)
8	MKP 3 S (0,12)
9	MKP 3 M
10	MKP 3 M (0,10)
11	MKP 3 L
12	MKP 4 S
13	MKP 4 M
14	MKP 4 M (0,08)
15	MKP 4 L
16	MKP 5 S
17	MKP 5 M
18	MKP 5 M (0,07)
19	MKP 5 L
20	MKP 6 S
21	MKP 7 M
22	MKP 7 L
23	MKP 7 L (0,07)
24	MKP 18 B 4 L
25	MKP 18 B 4 L (T)
26	MKP 18 B 5 L
27	MKP 14 K 3 L (0,08)
28	MKP 14 K 3 L
29	MKP 14 K 4 L (0,08)
30	MKP 14 K 4 L
31	MKP 16 K 4 L
32	MKP 16 K 4 L (0,08)
33	MKP 18 K 4 L
34	MKP 18 K 4 L (0,08)
35	MKP 20 B 7 L
36	MKP 20 K 5 L
37	MKP 20 K 5 L (0,08)
38	MKP 20 K 6 L

Lampiran 1. Lanjutan

No.	Nama Produk
39	MKP 22 B 7 L
40	MKP 22 K 5 L
41	MKP 22 K 5 L (0,08)
42	MKP 22 K 5 L
43	MKP BRG 01
44	MKP HOT 01
45	MKP MX 4 L
46	MKP PRG 01
47	MKP SF 00
48	MKP SF 01
49	MKP SF 02
50	MKP SF 03
51	MKP SF 03 @250
52	MKP TL 10



Lampiran 2. Instruksi Kerja Proses *Mixer*

	PT. Mitra Karya Plastindo	
	Jalan Magelang KM. 14. Dusun Ngemplak 02/30 Caturharjo, Sleman, D.I.Yogyakarta	
INSTRUKSI KERJA		
JUDUL: PENGOPERASIAN MESIN <i>MIXER</i>		Halaman: 1

1. Tujuan

Memberikan petunjuk cara mengoperasikan Mesin *Mixer* dengan baik dan benar

2. Instruksi Kerja

2.1. Mode Otomatis

1. Mempersiapkan bahan baku sesuai dengan takaran yang ada (Terlampir pada Tembok)
2. Buka ketel pemasak
3. Masukkan bahan baku yang sudah dipersiapkan ke dalam ketel pemasak
4. Nyalakan mesin dengan menekan tombol ON
5. Atur mode yang ingin digunakan: otomatis
6. Atur temperatur *hot mix* sebesar $\pm 110^{\circ}\text{C}$, mesin akan mati sendiri ketika mencapai temperatur yang sudah diatur
7. Atur temperatur *cooling mix* sebesar $\pm 50^{\circ}\text{C}$, mesin akan mati sendiri ketika mencapai temperatur yang sudah diatur

2.2. Mode Manual (Ketika Mode Otomatis *Error*)

1. Mempersiapkan bahan baku sesuai dengan takaran yang ada (Terlampir pada Tembok)
2. Buka ketel pemasak
3. Masukkan bahan baku yang sudah dipersiapkan ke dalam ketel pemasak
4. Nyalakan mesin dengan menekan tombol ON
5. Atur mode yang ingin digunakan: manual
6. Atur temperatur *hot mix* sebesar $\pm 110^{\circ}\text{C}$, tunggu sampai temperatur mencapai $\pm 110^{\circ}\text{C}$
7. Temperatur mencapai $\pm 110^{\circ}\text{C}$, matikan mesin.
8. Atur temperatur *cooling mix* sebesar $\pm 50^{\circ}\text{C}$, tunggu sampai temperatur mencapai $\pm 50^{\circ}\text{C}$

Lampiran 2. Lanjutan

	PT. Mitra Karya Plastindo Jalan Magelang KM. 14. Dusun Ngemplak 02/30 Caturharjo, Sleman, D.I.Yogyakarta
INSTRUKSI KERJA	
JUDUL: PENGOPERASIAN MESIN <i>MIXER</i>	Halaman: 2

9. Temperatur mencapai $\pm 50^{\circ}\text{C}$, matikan mesin.
10. Mengawasi temperatur dan hasil dari mesin *hot mix* ke *cooling mix*.
11. Mengawasi temperatur dan hasil dari *cooling mix* ke *container*.



Lampiran 3. Instruksi Kerja Proses *Extruder*

	PT. Mitra Karya Plastindo Jalan Magelang KM. 14. Dusun Ngemplak 02/30 Caturharjo, Sleman, D.I.Yogyakarta
INSTRUKSI KERJA	
JUDUL: PENGOPERASIAN MESIN <i>EXTRUDER</i>	Halaman: 1

1. Tujuan

Memberikan petunjuk cara mengoperasikan Mesin *Extruder* dengan baik dan benar

2. Instruksi Kerja

2.1. Mesin Keadaan Mati

1. Membersihkan dan mengecek semua komponen mesin *extruder*
2. Mempersiapkan *cutter* dan menggunakan sarung tangan
3. Menyalakan mesin dengan menekan tombol ON
4. Operator melakukan pengaturan temperatur sebesar $\pm 150-200^{\circ}\text{C}$
5. Operator mengawasi lembaran plastik yang keluar
6. Ketika lembaran plastik masih di antara *roll*, operator melakukan pengecekan ketebalan, warna dan kebersihan lembaran yang dihasilkan
7. Gunakan *cutter* untuk memotong afval tepi dan apabila terdapat produk cacat
8. Lembaran plastik yang sudah selesai digulung, dipindahkan ke atas pallet
9. Lembaran plastik gulungan yang sudah selesai dibawa ke Departemen *Thermoforming*
10. Afval tepi dan afval bersih lainnya dimasukkan ke dalam kereta dorong dibawa ke mesin *crusher*

2.2. Mesin Keadaan Menyala

1. Operator *shift* selanjutnya langsung mengawasi lembaran plastik yang keluar
2. Mempersiapkan *cutter* dan menggunakan sarung tangan
3. Ketika lembaran plastik masih di antara *roll*, operator melakukan pengecekan ketebalan, warna dan kebersihan lembaran yang dihasilkan
4. Gunakan *cutter* untuk memotong afval tepi dan afval lainnya
5. Lembaran plastik yang sudah selesai digulung, dipindahkan ke atas pallet

Lampiran 3. Lanjutan

	<p>PT. Mitra Karya Plastindo Jalan Magelang KM. 14. Dusun Ngemplak 02/30 Caturharjo, Sleman, D.I.Yogyakarta</p>
<p>INSTRUKSI KERJA</p>	
<p>JUDUL: PENGOPERASIAN MESIN <i>EXTRUDER</i></p>	<p>Halaman: 2</p>

6. Lembaran plastik gulungan yang sudah selesai dibawa ke Departemen *Thermoforming*
7. Afval tepi dan afval bersih lainnya dimasukkan ke dalam kereta dorong dibawa ke mesin *crusher*



Lampiran 4. Instruksi Kerja Proses *Thermoforming*

	PT. Mitra Karya Plastindo Jalan Magelang KM. 14. Dusun Ngemplak 02/30 Caturharjo, Sleman, D.I.Yogyakarta
	INSTRUKSI KERJA
JUDUL: PENGOPERASIAN MESIN <i>THERMOFORMING</i>	Halaman: 1

1. Tujuan

Memberikan petunjuk cara mengoperasikan Mesin *Thermoforming* dengan baik dan benar

2. Instruksi Kerja

1. Operator memasang lembaran *roll*
2. Lembaran gulungan disalurkan ke dalam *roller* dan dikaitkan dengan rantai.
3. Memastikan lembaran sudah pas dengan *roller*
4. Nyalakan mesin dengan menekan tombol ON
5. Mengambil hasil lembaran cetakan yang sudah jadi
6. Menghitung tumpukan hasil cetakan
7. Menyortir lembaran yang baik dan tidak
8. Hasil lembaran cetakan yang sudah disortir dipindahkan ke Departemen *Punch*.
9. Afval gagal cetak dimasukkan ke dalam kereta dorong untuk dipindahkan ke mesin *crusher*