

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**ANALISA PERAWATAN MESIN *MIXING 1* DENGAN**  
**MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED***  
***MAINTENANCE II* (RCM II)**  
**(Studi Kasus CV. Iso Rubber Semarang)**



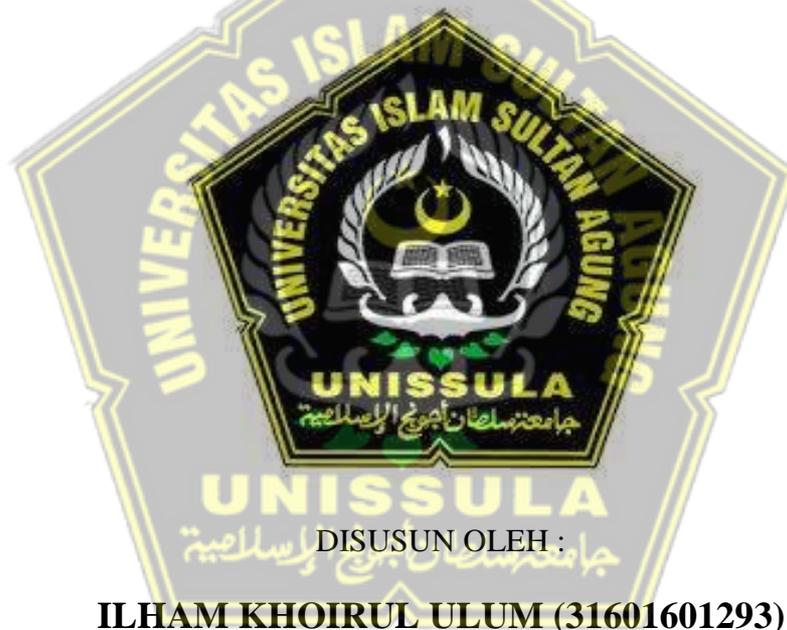
DISUSUN OLEH :

**ILHAM KHOIRUL ULUM (31601601293)**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**  
**SEMARANG**  
**2021**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**ANALISA PERAWATAN MESIN *MIXING* 1 DENGAN**  
**MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED***  
***MAINTENANCE* II (RCM II)**  
**(Studi Kasus CV. Iso Rubber Semarang)**

Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang

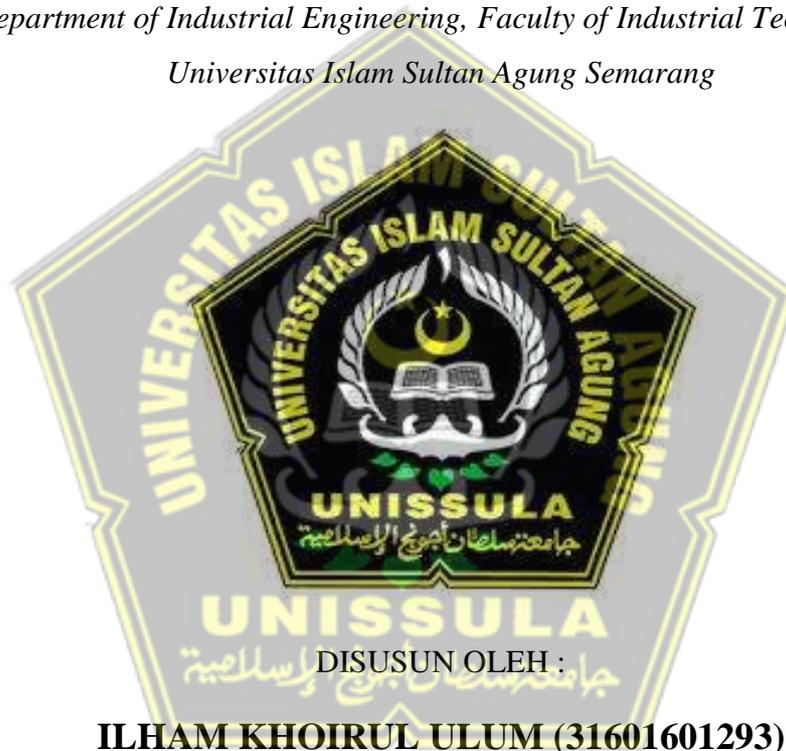


**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**  
**SEMARANG**  
**2021**

**FINAL PROJECT**  
**ANALYSIS OF MAINTENANCE MIXING MACHINE 1 USING**  
**THE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II)**  
**METHOD**

**(Case Study : CV. Iso Rubber Semarang)**

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at  
Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology,  
Universitas Islam Sultan Agung Semarang*



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**  
**SEMARANG**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISA PERAWATAN MESIN MIXING 1 DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II* (RCM II) (Studi Kasus CV. Iso Rubber Semarang)" ini dibuat oleh :

Nama : Ilham Khoirul Uhum  
 Nim : 31601601293  
 Angkatan : 2016  
 Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing Pada :

Hari : .....

Tanggal : .....

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Akhmad Svakhroni, ST., M.Eng  
 NIDN. 0616037601

Nuzulia Khoiriyah, ST., MT  
 NIDN. 0624057901

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri



Nuzulia Khoiriyah  
 2021.08.20  
 08:22:41 +07'00'

Nuzulia Khoiriyah, ST., MT  
 NIK. 210603029

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISA PERAWATAN MESIN MIXING 1 DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* II (RCM II) (Studi Kasus CV. Iso Rubber Semarang)" ini dibuat oleh :

Nama : Ilham Khoirul Ulum

Nim : 31601601293

Angkatan : 2016

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing

Pada : Hari : .....

Tanggal : .....

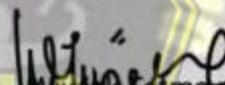
Anggota 1

Anggota 2



Digitally signed by  
Brav Deva Bernadhi  
Date: 2021.08.19  
19:33:47 +0700

Brav Deva Bernadhi, ST, MT  
NIDN. 063 012 8601



Date:  
2021.08.18

Winder Estimarwati, ST, MT, Eng  
NIDN.062 210 7401

Ketua Penguji



Ir. Irwan Sukendar, ST MT, IPM, ASEAN, Eng  
NIDN 0010017601

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ilham Khoirul Ulum  
NIM : 3160160193  
Judul Tugas Akhir : ANALISA PERAWATAN MESIN MIXING 1  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
*RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II*  
(RCM II) (Studi Kasus CV. Iso Rubber Semarang)

Dengan bahwa ini saya menyatakan judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut ialah asli dan belum pernah diangkat, ditulis dan dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan dicantumkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari tugas akhir yang saya buat ternyata terbukti pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia menanggung sanksi akademis yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya penuh tanggung jawab.

Semarang, 19 - 08 - 2021  
Yang Menyatakan

A rectangular stamp with a grid pattern and the text 'METERAN TEMPEL' and '117014ALIX344925011'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Ilham Khoirul Ulum

## HALAMAN PERSEMBAHAN

**Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :**

**Ibu saya Siti Asmaul Khusnah dan Nenek saya Sujiyati**

Saya bisa mencapai kesuksesan pada titik sekarang ini tidak lain karena setiap doa dan ridho ibu ku, ibu ku, ibu ku dan Nenek ku, Maka kesuksesan dan kebanggaan ini saya persembahkan kepada ibu dan nenek saya yang selalu mendukung dan memperjuangkan kesuksesan anaknya meraih gelar Sarjana Teknik



## HALAMAN MOTTO

Tersenyumlah, dunia tidak akan mampu merubah kesedihanmu.  
Jadilah, orang yang ridho dengan kehidupanmu “Atas segala kehendak Allah” dan optimislah selalu.



## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT, Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW, berkat limpahan dan rahmat-Nya penulis mampu menuntaskan Laporan Tugas Akhir dengan judul “*ANALISA PERAWATAN MESIN MIXING 1 DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II) (Studi Kasus CV. Iso Rubber Semarang)*”.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada :

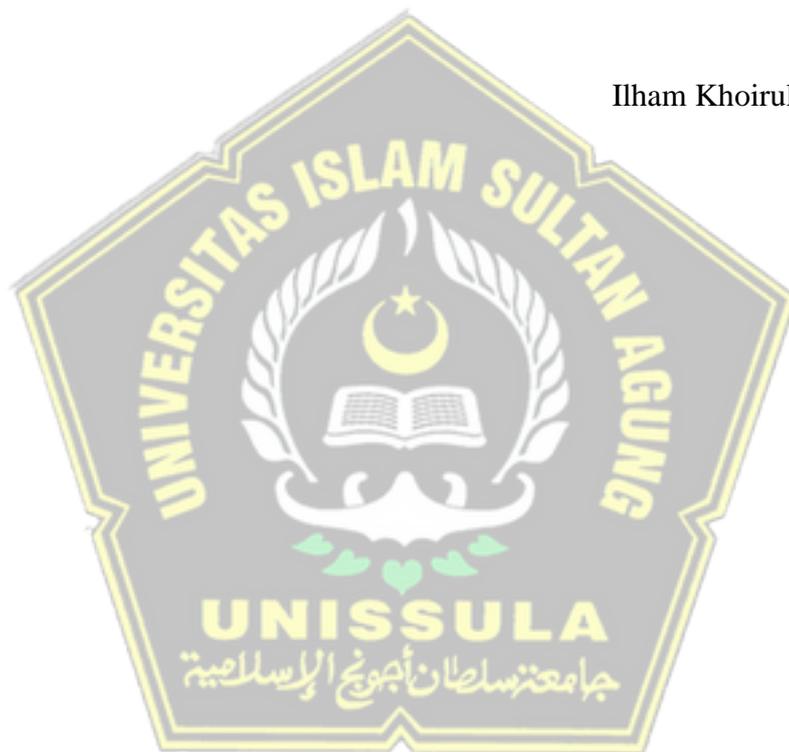
1. Ibu dan Nenek saya yang telah berjuang dan mendukung secara penuh dalam mendukung saya meraih gelar sarjana teknik industri dan selalu senantiasa mendoakan saya setiap hari.
2. Bapak Akhmad Syakhroni, ST., M.Eng dan Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST., MT selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan masukan, bimbingan serta saran untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Irwan Sukendar, ST MT, IPM, ASEAN.Eng, Bapak Brav Deva Bernadhi, ST.MT dan Ibu Wiwiek Fatmawati, ST.,M.Eng, selaku dosen penguji yang bersedia memberikan masukan berupa saran dan kritik untuk saya.
4. Bapak Adi selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing, mengarahkan serta memberikan motivasi, saran serta memberikan bantuan dalam melakukan penelitian di CV ISO RUBBER Semarang
5. Terima kasih kepada Kaysa Asiroh Farizi yang selalu mengingatkan dan menyemangati saya agar cepat menyelesaikan Tugas akhir ini
6. Serta semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir saya ini.

Demikian kata pengantar dari saya. Penulis menyadari bahwa di dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu

kritik dan saran sangat diharapkan untuk mencapai hasil yang lebih baik. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua. Terima Kasih.

Semarang.....

Ilham Khoirul Ulum



## DAFTAR ISI

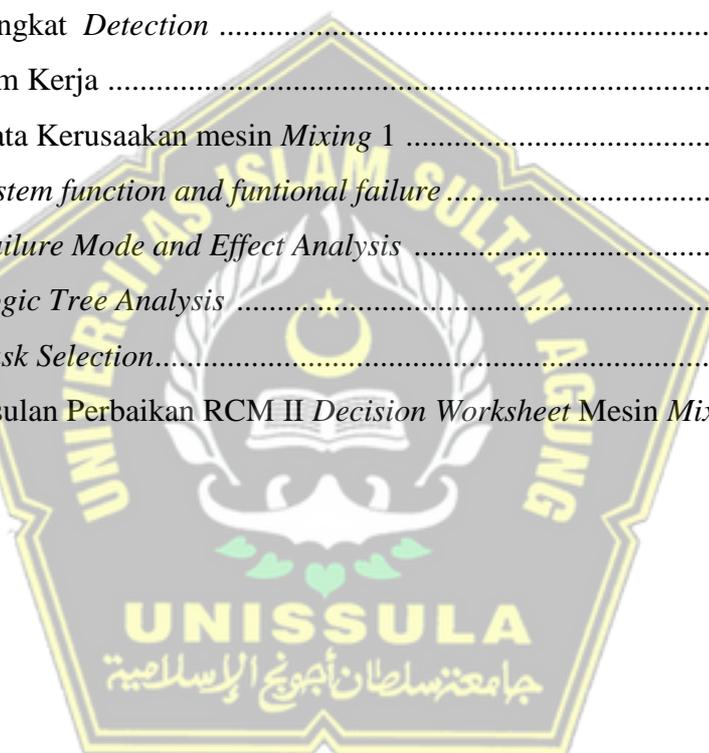
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN JUDUL (BAHASA INDONESIA)</b> .....	ii
<b>HALAMAN JUDUL (BAHASA INGGRIS)</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	iv
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	v
<b>SURAT PENYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	vi
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	vii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>ABSTRAK</b> .....	xviii
<b>ABSTRACT</b> .....	xix
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori .....	14
2.2.1 <i>Reliability Centered Maintenance II</i> .....	14
2.2.2 Prinsip-Prinsip RCM.....	15
2.2.3 Keuntungan Dan Kekurangan RCM .....	16

2.2.4	Definisi Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	16
2.2.5	Kegagalan ( <i>Failure</i> ).....	17
2.2.6	<i>Preventive Maintenance</i> .....	18
2.2.7	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM II).....	19
2.2.8	Pemilihan Sistem Dan Pengumpulan Informasi .....	21
2.2.9	Mendefinisikan Batasan Sistem .....	21
2.2.10	Diskripsi Sistem Dan <i>Functional Block Diagram</i> .....	22
2.2.11	<i>System Functions And Functional Failure</i> .....	22
2.2.12	Penyusunan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	23
2.2.13	<i>Logic Tree Analysis</i> (LTA) .....	27
2.2.14	<i>Fishbone Diagram</i> .....	28
2.2.15	<i>Task Selection</i> .....	29
2.2.16	Perbedaan RCM I dan RCM II .....	29
2.3	Pengujian Hipotesis Dan Kerangka Teoritis.....	29
2.3.1	Hipotesis.....	30
2.3.2	Kerangka Teoritis.....	31
<b>BAB III</b>	<b>MERODE PENELITIAN.....</b>	<b>32</b>
3.1	Metode Pengumpulan Data .....	32
3.2	Teknik Pengumpulan Data .....	32
3.3	Pengujian <i>Hipotesa</i> .....	33
3.4	Metode Analisis.....	33
3.5	Pembahasan .....	34
3.6	Penarikan Kesimpulan.....	34
3.7	Diagram Alir.....	35
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1	Pengumpulan Data.....	36
4.1.1	Proses Produksi .....	36
4.1.2	Waktu Kerja .....	36
4.1.3	Mesin <i>Mixing</i> 1 .....	37
4.1.4	Diagram Mesin <i>Mixing</i> 1 .....	37
4.1.5	Komponen Mesin <i>Mixing</i> 1.....	38

4.1.6	Proses Kerja Mesin <i>Mixing</i> 1 .....	39
4.1.7	Data Kerusakan Mesin <i>Mixing</i> 1 .....	40
4.2	Pengolahan Data .....	41
4.2.1	<i>Asset Block Diagram</i> .....	41
4.2.2	<i>Functional Block Diagram</i> .....	42
4.2.3	<i>System Function And Funtional Failure</i> .....	43
4.2.4	<i>Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i> .....	44
4.2.5	<i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	49
4.2.6	<i>Fishbone Diagram</i> .....	51
4.2.7	<i>Task Selection</i> .....	54
4.2.8	Metode RCM II Dipilih.....	59
4.3	Analisa Dan Interpretasi .....	59
4.3.1	Analisa Hasil <i>Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i> .....	59
4.3.2	Analisa Hasil <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	61
4.3.3	Analisa <i>Fishbone Diagram</i> .....	62
4.3.4	Analisa <i>Task Selection</i> .....	64
4.3.5	Usulan Perbaikan Tindakan Perawatan <i>Task Selection</i> .....	64
4.3.6	Pembuktian Hipotesa .....	69
4.3.7	Verifikasi.....	70
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		<b>71</b>
4.4	Kesimpulan.....	71
4.5	Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>73</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....		<b>75</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data kerusakan mesin produksi pada bulan Juni 2020 sampai September 2020.....	2
<b>Tabel 2.1</b> Tinjauan Pustaka .....	10
<b>Tabel 2.2</b> <i>System Functions and Functional Failure Form</i> .....	22
<b>Tabel 2.3</b> Nilai Ranking <i>Severity</i> .....	24
<b>Tabel 2.4</b> Tingkat <i>Occurency</i> .....	25
<b>Tabel 2.5</b> Tingkat <i>Detection</i> .....	26
<b>Tabel 4.1</b> Jam Kerja .....	36
<b>Tabel 4.2</b> Data Kerusaakan mesin <i>Mixing 1</i> .....	40
<b>Tabel 4.3</b> <i>system function and funtional failure</i> .....	43
<b>Tabel 4.4</b> <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> .....	45
<b>Tabel 4.5</b> <i>Logic Tree Analysis</i> .....	49
<b>Tabel 4.6</b> <i>Task Selection</i> .....	54
<b>Tabel 4.7</b> Usulan Perbaikan RCM II <i>Decision Worksheet</i> Mesin <i>Mixing 1</i> .....	66



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Contoh FMEA ( <i>Failure Mode Effect and Analysis</i> ).....	23
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir .....	35
<b>Gambar 4.1</b> Alur proses Pembuatan Compound Ban.....	36
<b>Gambar 4.2</b> Mesin <i>Mixing</i> 1 .....	37
<b>Gambar 4.3</b> Mesin <i>Mixing</i> 1 .....	37
<b>Gambar 4.4</b> Diagram Mesin <i>Mixing</i> 1 .....	38
<b>Gambar 4.5</b> Proses Pencampuran <i>Mixing</i> 1.....	38
<b>Gambar 4.6</b> <i>Asset Block Diagram</i> Mesin <i>Mixing</i> 1 .....	42
<b>Gambar 4.7</b> <i>Functional Block Diagram</i> Mesin <i>Mixing</i> 1 .....	42
<b>Gambar 4.8</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan <i>Motor Listrik</i> .....	51
<b>Gambar 4.9</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan <i>Air Cylinder</i> .....	52
<b>Gambar 4.10</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan <i>Panel Listrik</i> .....	52
<b>Gambar 4.11</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan <i>Rumah Rotor</i> .....	53
<b>Gambar 4.12</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan <i>Pressure Lid</i> .....	53



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran 1</b> Data Kerusakan Mesin di CV ISO Rubber Semarang.....	78
<b>Lampiran 2</b> Wawancara dan <i>brainstorming</i> pengisian data nilai <i>Severity</i> (S), <i>Occurence</i> (O), dan <i>Detection</i> (D) dengan <i>engineer</i> CV ISO Rubber Semarang .....	85
<b>Lampiran 3</b> Wawancara dan <i>brainstorming</i> pengisian data <i>Logic Tree Analysis</i> dengan <i>engineer</i> CV ISO Rubber Semarang .....	91



## ABSTRAK

CV. Iso Rubber merupakan perusahaan pembuatan barang setengah jadi (*rubber*) berupa *compound*. CV. ISO Rubber merupakan pemasok *compound* kepada konsumen secara langsung ataupun menjadi pemasok kepada perusahaan lanjutan yang membuat ban secara utuh. Di CV. ISO rubber terdapat tiga unit departemen yaitu *inventory* (Gudang) sebagai tempat untuk menyimpan bahan baku maupun produk jadi, departemen *production* (produksi) sebagai tempat produksi bahan baku menjadi produk jadi, yang terakhir departemen *maintenance* (perawatan) yang memiliki tugas menangani masalah perawatan dan perbaikan mesin jika terjadi masalah terhadap mesin. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari perusahaan pada pengamatan. Pada proses produksi ada 5 mesin dalam 1 line yaitu terdapat 2 mesin *mixing*, 2 mesin *pressing* dan 1 mesin cetak. Dan mesin yang mengalami memiliki *downtime* tertinggi yaitu mesin *mixing 1* sebesar 4,13% hal tersebut disebabkan belum ada kegiatan perawatan mesin secara berkala serta mekanik banyak waktu menganggur. Maka dari itu diperlukan analisa kegagalan yang kemudian memberikan usulan kebijakan perawatan pada perusahaan agar mesin tidak memiliki *downtime* tinggi serta mekanik tidak mempunyai banyak waktu menganggur. *Reliability Centered Maintenance II* ialah metode yang dapat mengevaluasi tindakan perawatan tiap komponen. Dengan metode ini dapat mengetahui nilai RPN tertinggi dan tindakan perawatan yang tepat sesuai akar penyebabnya dalam bentuk RCM II *Decision Worksheet*. Dari hasil penelitian didapatkan 5 RPN tertinggi yaitu Motor Listrik = 120, *Air Cylinder* = 105, Panel Listrik = 96, Rumah Rotor = 72, *Pressure Lid* = 60. Mesin *mixing 1* dengan 5 komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi, selanjutnya dilakukan *logic tree analysis* (LTA) untuk menentukan jenis perawatan yang layak, optimal dan cocok dalam menangani masing-masing *failure mode*. Kemudian dilakukan analisa menggunakan *fishbone* diagram untuk mengetahui akar penyebab kegagalan yang belum di ketahui dalam tahapan LTA sehingga nantinya didapatkan solusi sesuai akar penyebabnya dan yang terakhir didapatkan *task selection* sebagai usulan tindakan dalam bentuk RCM II *decesion worksheet*.

**Kata Kunci :** Analisa Perawatan, *Reliability Centered Maintenance II*, Mesin *Mixing 1*

## ABSTRACT

*CV. Iso Rubber is a company that manufactures semi-finished goods (rubber) in the form of a compound. CV. ISO Rubber is a supplier of compounds to consumers directly or a supplier to advanced companies that manufacture tires as a whole. In CV. ISO rubber has three departmental units, namely inventory (warehouse) as a place to store raw materials and finished products, production department (production) as a place to produce raw materials into finished products, the last is the maintenance department (maintenance) which has the task of handling maintenance and repair problems. machine if there is a problem with the machine. Based on the data that has been obtained from the company on the observation. In the production process there are 5 machines in 1 line, namely 2 mixing machines, 2 pressing machines and 1 printing machine. And the machine that experienced the highest downtime was the mixing machine 1 of 4.13% this was due to the absence of regular machine maintenance activities and the mechanics who had a lot of idle time. Therefore, a failure analysis is needed which then provides a maintenance policy proposal to the company so that the machine does not have high downtime and mechanics do not have a lot of idle time. Reliability Centered Maintenance II is a method that can evaluate maintenance actions for each component. With this method, it is possible to find out the highest RPN value and appropriate treatment actions according to the root cause in the form of an RCM II Decision Worksheet. From the results of the study, it was found that the 5 highest RPNs were Electric Motor = 120, Air Cylinder = 105, Electrical Panel = 96, Rotor House = 72, Pressure Lid = 60. Mixing machine 1 with 5 components that had the highest RPN value, then performed logic tree analysis (LTA) to determine the type of treatment that is feasible, optimal and suitable in handling each failure mode. Then an analysis is carried out using a fishbone diagram to find out the root causes of failures that are not yet known in the LTA stage so that later a solution is obtained according to the root cause and the last is task selection as a proposed action in the form of RCM II decision worksheet.*

**Keywords:** *Maintenance Analysis, Reliability Centered Maintenance II, Mixing Machine 1*



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan perkembangan teknologi, kegiatan produksi saat ini dilakukan dengan menggunakan mesin produksi. Perkembangan sekarang beralih menggunakan mesin karena penggunaan mesin menghasilkan efisiensi lebih besar. Pada penggunaan mesin, adanya keterbatasan masa pakai (*life time*) dan beberapa faktor kerusakan mesin yang menyebabkan kerugian dalam berproduksi tetapi jika dilakukan perawatan dengan baik maka mesin akan beroperasi dengan stabil. Kinerja mesin tidak sepenuhnya stabil jika digunakan secara terus-menerus dalam jangka waktu tertentu. Mesin akan mengalami penurunan kinerja dan berkurangnya tingkat efektivitas yang menyebabkan berpengaruh terhadap kualitas produk.

CV. Iso *Rubber* merupakan perusahaan pembuatan barang setengah jadi (*rubber*) berupa *compound* yang beralamatkan di Jl. Muktiharjo Raya no. 5 Semarang Jawa Tengah. CV. Iso *Rubber* memasok *compound* kepada konsumen secara langsung maupun menjadi pemasok kepada perusahaan lanjutan yang membuat ban secara utuh. CV. Iso *Rubber* membutuhkan peran penting pada tenaga kerja, dimana tenaga kerja harus dipastikan bahwa mereka memiliki jumlah dan jenis sumber daya manusia yang tepat, sehingga tumbuh kepastian bahwa mereka melaksanakan jumlah dan sumber daya yang tepat. CV. ISO *Rubber* merupakan pemasok *compound* kepada konsumen secara langsung ataupun menjadi pemasok kepada perusahaan lanjutan yang membuat ban secara utuh. Di CV. ISO *rubber* terdapat tiga unit departemen yaitu *inventory* (Gudang) sebagai tempat untuk menyimpan bahan baku maupun produk jadi, departemen *production* (produksi) sebagai tempat produksi bahan baku menjadi produk jadi, yang terakhir departemen *maintenance* (perawatan) yang memiliki tugas menangani masalah perawatan dan perbaikan mesin jika terjadi masalah terhadap mesin.

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari perusahaan pada pengamatan. Pada proses produksi ada 5 mesin dalam 1 line yaitu terdapat 2 mesin *mixing*, 2 mesin *pressing* dan 1 mesin cetak. Dan kondisi CV ISO Rubber belum ada kegiatan

perawatan mesin secara berkala hanya melakukan perbaikan mesin ketika mesin mengalami *breakdown*, serta mekanik banyak waktu menganggur karena yang dilakukan selama ini hanya *breakdown maintenance*, maka dari itu perlu dibuatkan kegiatan perawatan mesin guna mengurangi *downtime*. Pada saat proses produksi sering kali mengalami masalah seperti mesin *Mixing 1* rusak ditengah produksi sehingga mengakibatkan proses selanjutnya menganggur. Lamanya perbaikan untuk satu mesin membuat *downtime* mesin tinggi.

**Tabel 1. 5** Rekap Data kerusakan mesin produksi bulan Juni 2020 sampai September 2020

	mesin produksi				
	MIXING 1	PRESSING 1	MIXING 2	PRESSING 2	CETAK
<b>Total Downtime (Jam)</b>	24	11	21	8	3
<b>Frekuensi (kali)</b>	33	27	32	19	12
<b>Waktu produksi per hari (Jam 07.00-16.00)</b>	7	7	7	7	7
<b>Total Available Time (jam)</b>	581	581	581	581	581
<b>Prosentase Downtime (%)</b>	4,13%	1,89%	3,61%	1,37%	0,52%

Dilihat dari tabel diatas presentase *downtime* 5 mesin yang memiliki presentase terbesar yaitu mesin *Mixing 1* sebesar 4,13% dan frekuensi *breakdown* 33 kali, frekuensi *breakdown* antara lain kegagalan komponen kecil hingga komponen besar yang menyebabkan mesin tidak dapat bekerja dengan normal maupun mesin berhenti bekerja. Maka mesin *mixing 1* perlu diperbaiki secara terjadwal agar mesin *mixing 1* dapat beroperasi secara maksimal sehingga tidak mengganggu proses produksi.

Permasalahan yang timbul di perusahaan khususnya terkait kerusakan mesin *mixing 1* sehingga mengakibatkan jam berhenti (*downtime*) pada proses produksi yang berdampak kinerja mesin menjadi kurang efektif dan efisien. Efektivitas pada proses produksi perlu didukung dengan manajemen perawatan dan pemeliharaan mesin, maka dari itu diperlukan langkah- langkah yang efektif dalam pemeliharaan mesin sehingga dapat menanggulangi dan mencegah masalah yang timbul.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, permasalahan yang terjadi diperusahaan yaitu sering terjadinya *downtime*, membuat proses produksi terganggu sehingga tidak terpenuhinya target produksi yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Maka dari itu perlu dilakukan upaya-upaya yang efektif dan tepat dalam pemeliharaan mesin *mixing 1* supaya dapat menangani dan mencegah masalah yang timbul, dan diperlukan strategi perencanaan perawatan untuk meminimalkan terjadinya kegagalan mesin *mixing 1* serta diharapkan dapat mengurangi *downtime* pada mesin *mixing 1*.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Agar tujuan awal penelitian tidak menyimpang maka dilakukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan dimulai sejak tanggal 1 Oktober 2020 – 1 Januari 2021.
2. Penelitian hanya dilakukan di CV.ISO Rubber Semarang, yaitu pada mesin *mixing 1*
3. Penelitian ini hanya berfokus penentuan kebijakan perawatan mesin *mixing 1*

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini ialah untuk menentukan kegiatan perawatan mesin melalui identifikasi fungsi (*function*), kegagalan fungsi (*failure function*) pada komponen-komponen mesin *Mixing 1* dengan berdasarkan data kerusakan yang ada. Sehingga diharapkan dapat

mengurangi *downtime* dan mengantisipasi terjadinya kerusakan yang lebih parah pada mesin *mixing* 1.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berikut ialah manfaat dari hasil penelitian:

1. Sebagai rekomendasi guna mengetahui hasil identifikasi kegagalan yang pernah terjadi maupun belum pernah terjadi kegagalan namun berpotensi dapat terjadi kegagalan.
2. Memberikan rekomendasi kebijakan perawatan komponen-komponen mesin *Mixing* 1 yang mejadi penyebab utama kerusakan dalam mengantisipasi terjadinya kerusakan mesin *mixing* 1.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Berikut ialah sistematika penulisan laporan tugas akhir oleh peneliti :

#### **BAB 1 Pendahuluan**

Pada bagian pendahuluan berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB 11 Tinjauan Pustaka Dan Landasan Teori**

Pada tinjauan pustaka dan landasan teori ini berisi tentang, tinjauan pustaka yang berisi jurnal maupun referensi buku dan teori-teori yang menjadi pedoman penelitian ini serta hipotesa dan kerangka teoritis.

#### **BAB III Metode Penelitian**

Metode penelitian ini berisi tentang pengumpulan data, teknik pengumpulan data, pengujian hipotesa, metode analisis, pembahasan, penarikan kesimpulan, dan diagram alir.

#### **BAB IV Hasil Penelitian Dan Pebahasan**

Pada hasil penelitian dan pembahasan ini membahas tentang pengumpulan data, pengolahan data, analisa dan interpretasi, dan pembuktian hipotesa.

## **BAB V PENUTUP**

Pada penutup berisikan tentang kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan dan saran dari peneliti berisi usulan perbaikan bagi perusahaan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka ini akan membahas mengenai tentang penelitian tugas akhir terdahulu diantaranya berikut ini yaitu (Kurniawati & Muzaki, 2017) dengan judul “Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan RCM II dan MVSM” yaitu hasil penelitian Komponen yang diprioritaskan (kritis) berdasarkan dari analisis diagram Pareto memiliki nilai RPN pada masing-masing komponen tercantum pada tabel FMEA. aktivitas pemeliharaan yang tepat pada operasi sistem *milling* Kondia menggunakan metode RCM II ialah. Magnetik kontaktor *Scheduled on Condition Task* dengan interval perawatan selama 360 hari dan dikerjakan oleh mekanik atau teknisi. *Relay Scheduled on Condition Task* dengan initial interval selama 184 hari dan dilakukan mekanik. *Fuse/sekring Scheduled on Condition Task* dengan initial interval selama 116 hari dan dilakukan oleh mekanik. *Pisau frais Finding failure A Scheduled Restoration Task* dengan initial interval selama 168 hari dan dilakukan oleh operator.

Penelitian selanjutnya ialah penelitian yang dilakukan oleh (Rochman, Chinthya, & Panigoro, 2017) judul “Perancangan Implementasi *Reliability Centered Maintenance* (Rcm) di Pt Indoneptune *Net Manufacturing*” dengan hasil penelitian ialah Manajemen perawatan di PT INM saat ini hanya menggunakan *overall equipment efectiveness* (OEE) untuk dasar kinerja perawatan. Hal ini dinilai kurang efektif karena waktu *downtime* yang terjadi masih cukup besar; Rancangan usulan perawatan menggunakan metode *reliability centered maintenance II* (RCM II) untuk PT INM sudah dibuat mulai dari pemilihan sistem hingga seleksi tugas; Jenis kegagalan terdiri dari 8 sebagai kategori A dan D/A, 11 sebagai kategori B dan D/B, dan 15 sebagai kategori C dan D/C; Tugas perawatan terdiri 16 tugas pencegahan kegagalan (*Time Directed Task*), 6 tugas deteksi kegagalan dan penyebab sebelum terjadi kegagalan mesin (*Condition Directed Task*) dan 5 tugas menjalankan mesin untuk menemukan kegagalan (*Run to Failure*).

Penelitian selanjutnya ialah penelitian yang dilakukan oleh (Manalu et al., 2016) dengan judul ‘‘Analisa Perawatan Sistem Distribusi Minyak Lumas Berbasis Keandalan Pada Kapal Km.Bukit Siguntang Dengan Pendekatan Rcm II (*Reliability Centered Maintenance II*)’’ dengan hasil penelitian yaitu Sistem minyak lumas memiliki komponen yang paling kritis yaitu *filter* dengan nilai RPN sebesar 336. Kegagalan komponen dari hasil sistem evaluasi dengan metode FMEA

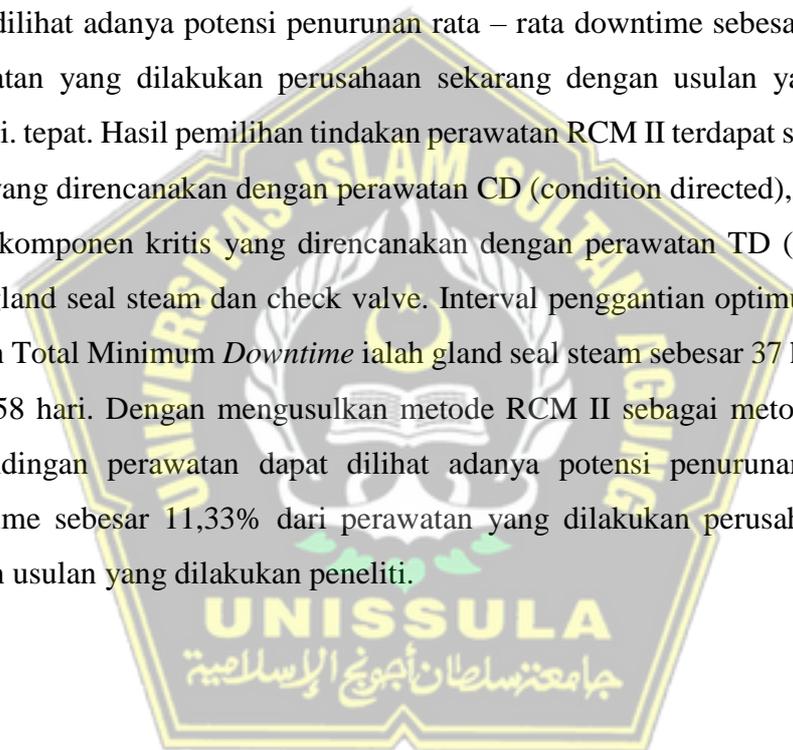
Penelitian selanjutnya ialah penelitian yang dilakukan oleh (Hidayah & Ahmadi, 2017) dengan judul ‘‘ Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI’’ dengan hasil penelitian dari hasil FMEA ditemukan 4 komponen kritis yang menjadi penyebab kerusakan di subsistem mesin Blowmould ialah Seal Gasket, *Mandrel (Gripper Head)*, *Bearing Roller Feed*, dan *Fitting*. Interval penggantian *Bearing Roller Feed* selama 23 hari, *Mandrel (Gripper head)* selama 9 hari, Seal Gasket selama 8 hari, dan *Fitting* selama 8 hari. Yaitu menggunakan interval penggantian komponen yang optimum supaya terjadi penurunan *downtime* komponen sebesar 1,56% dan peningkatan *availability* komponen sebesar 1,56 %.

Penelitian selanjutnya ialah penelitian yang dilakukan (Lukodono, Pratikto, & Soenoko, 2013) dengan judul ‘‘ Analisis Penerapan Metode RCM II Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X)’’ dengan hasil penelitian yaitu 1. Tatacara perawatan yang dirancangkan guna untuk aktivitas perawatan aktual ialah sebagai berikut: pada saat terjadi kerusakan operator memberitahukan ke mandor bahwa terjadi gangguan pada mesin. Pengecekan oleh Mandor yang kemudian melapor ke asisten jaga mengenai kondisi kerusakan mesin kemudian Asisten jaga membuat keputusan apakah perlu berhenti giling atau tidak. 2. Kebijakan interval dan kegiatan perawatan mesin yang sesuai metode RCM II (*Reliability Centered Maintenance II*) yaitu: Rantai *Cane Carrier I: Scheduled On Condition Task* dengan interval perawatan selama 3642,23 Jam. *Sprocket Cane Carrier I: Combination Task* antara *Scheduled Discard Task* dan *Scheduled On Condition Task* dengan interval penggantian komponen selama 974,71 Jam.

Penelitian selanjutnya ialah penelitian yang dilakukan oleh (Yaya, Zuolun, & Xiaodong, 2018) dengan judul “ penerapan *reliability centered maintenance II* (rcm II) pada poros roda depan isuzu type cxz-51” dengan hasil penelitian sistem pelumasan ialah komponen paling kritis, dikarenakan memegang peranan penting untuk pelumasan sebagai pelapisan kontak langsung antara *pin knuckle* dengan bantalan, selain itu selama terjadi kegagalan 2 kali pada bantalan dan 1 kali pada *knuckle*. Objek terpilih menjadi bahan penelitian ialah sistem kemudi isuzu cxz-51 unit 4x1090 berdasarkan data kerusakan yang terjadi tahun 2013-2015 dengan jumlah kerusakan paling tinggi dibandingkan dengan komponen lain yang terdapat di Area dan Fasilitas PT. X Pekanbaru, Provinsi Riau dan juga berdasarkan kriteria pemilihan metode *reliability centered maintenance II* (RCM II) komponen ini memiliki kriteria pemilihan terbanyak dibandingkan dengan komponen-komponen lain yang. Kebijakan perawatan baru yang ditentukan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) terdapat 1 mode kegagalan yang diatasi secara *condition directed* (CD) yaitu kebijakan perawatan dengan melakukan pengamatan dan pemeriksaan terhadap kegagalan yang muncul secara berkala, dan 1 mode kegagalan diatasi secara *run to failure* (RTF) ialah kebijakan perawatan untuk tetap memakai komponen hingga komponen tersebut mengalami kerusakan. Berdasarkan kondisi perusahaan saat ini, tidak seluruh kebijakan baru berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode RCM II dapat diterapkan. Utamanya karena perlu dipertimbangkan penyesuaian pelaksanaannya dengan target operasional yang membatasi kesempatan untuk melakukan perawatan beserta ketersediaan spare part yang melakukannya di perusahaan. Interval waktu penggantian komponen kritis pada sistem kemudi untuk 2 tahun ke depan mengalami penurunan, kemungkinan kerusakan pada *pin knuckle* tidak ada lagi seiring dengan penerapan *Reliability Centered Maintenance II*.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Hamim Rachman Annisa Kesya Garside, Heri Mujayin Kholik (*Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode RCM*, n.d.) dengan judul “Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan *Metode Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) dengan hasil. Komponen paling kritis berdasarkan nilai FMEA memiliki Risk Priority Number (RPN) terbesar

ialah gland seal steam sebesar 180, check valve sebesar 120 sehingga memerlukan perhatian yang lebih dan tindakan pemeliharaan yang tepat. Hasil pemilihan tindakan perawatan RCM terdapat satu komponen kritis yang direncanakan dengan perawatan CD (condition directed), yaitu El Bow, dan 2 komponen kritis yang direncanakan dengan perawatan TD (time directed) yaitu gland seal steam dan check valve. Interval penggantian optimum komponen dengan Total Minimum *Downtime* yaitu *gland seal steam* sebesar 37 hari dan check valve 58 hari. mengusulkan metode RCM II sebagai metode perawatan. Perbandingan perawatan dapat dilihat adanya potensi penurunan rata – rata downtime sebesar 11,33% dari perawatan yang dilakukan perusahaan sekarang dengan usulan yang dilakukan peneliti. Hasil pemilihan tindakan perawatan RCM II terdapat satu komponen kritis yang direncanakan dengan perawatan CD (condition directed), ialah El Bow, dan 2 komponen kritis yang direncanakan dengan perawatan TD (time directed) yaitu gland seal steam dan check valve. Interval penggantian optimum komponen dengan Total Minimum *Downtime* ialah gland seal steam sebesar 37 hari dan check valve 58 hari. Dengan mengusulkan metode RCM II sebagai metode perawatan. Perbandingan perawatan dapat dilihat adanya potensi penurunan rata – rata downtime sebesar 11,33% dari perawatan yang dilakukan perusahaan sekarang dengan usulan yang dilakukan peneliti.



Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan Penelitian	Metode penyelesaian (Tools)	Kesimpulan
1	(Kurniawati & Muzaki, 2017)	Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan RCM II dan MVSM	JURNAL OPTIMASI SISTEM INDUSTRI - VOL. 16 NO. 2 (2017) 89-105 Terbit	Tidak adanya SOP pada bagian maintenance untuk mengatasi kerusakan dan tingginya angka downtime mesin milling.	RCM II	Dari hasil penelitian didapatkan Komponen yang menjadi prioritas (kritis) berdasarkan dari analisis diagram Pareto serta di dapatkan pada nilai RPN, dilakukan tindakan pemeliharaan yang sesuai dan Peningkatan persentase efisiensi pemeliharaan menggunakan pendekatan MVSM pada bagian komponen kritis
2	(Rochman et al., 2017)	PERANCANGAN IMPLEMENTASI RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II) PADA PT INDONEPTUNE NET MANUFACTURING	PROCEEDINGS ISSN- 2252-3936	Nilai keseluruhan <i>downtime</i> mesin selama 6 bulan diawal tahun 2016 yaitu 8.099 jam memiliki rata-rata nilai efektivitas mesin dibawah 60%. Terdapat beberapa mesin yang baru dilakukan perbaikan pada saat mesin mati total dan tidak dapat digunakan	RCM II	a. Strategi usulan perawatan menggunakan metode <i>reliability centered maintenance</i> (RCM) bagi PT INM sudah dibuat diawali dari pemilihan sistem hingga seleksi tugas; a. Jenis kegagalan memiliki nilai 8 yaitu kategori A dan D/A, 11 selanjutnya kategori B dan D/B, dan 15 sebagai kategori C dan D/C; b. Kegiatan perawatan terdiri dari 16 tugas pencegahan kegagalan ( <i>Time Directed Task</i> ),

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan Penelitian	Metode penyelesaian (Tools)	Kesimpulan
3	(Manalu et al., 2016)	ANALISA PERAWATAN SISTEM DISTRIBUSI MINYAK LUMAS BERBASIS KEANDALAN PADA KAPAL KM.BUKIT SIGUNTANG DENGAN PENDEKATAN RCM ( <i>RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II</i> )	Jurnal Teknik Perkapalan - Vol. 4, No.1 Januari 2016 (Manalu et al., 2016)	Oleh karena banyaknya kapal yg beroperasi pada saat ini menyebabkan pihak pemilik kapal harus meningkatkan kinerja kapalnya. Oleh sebab itu perlu ditingkatkan keandalannya melalui usaha perawatan dan pemeliharaan secara berkala. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar peralatan dalam kondisi operasi dan untuk mencegah terjadinya kegagalan operasional pada saat kapal melayar	RCM II	Sistem minyak lumas memiliki komponen yang paling kritis yaitu <i>filter</i> dengan nilai RPN sebesar 336. Kegagalan komponen dari hasil sistem evaluasi dengan metode FMEA
4	(Hidayah & Ahmadi, 2017)	Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM II Di PT. CCAI	JURNAL OPTIMASI SISTEM INDUSTRI - VOL. 16 NO. 2 (2017) 167-176 Terbit	Untuk mengetahui komponen serta subsistem mesin blowmould yang paling rentan mengalami kerusakan mengetahui sebab terjadinya <i>downtime</i> pada bagian subsistem mesin blowmould, serta mengajukan usulan jadwal penggantian komponen mesin, membuat rencana tindakan perawatan untuk meningkatkan <i>availability</i> .	RCM II	a. hasil dari FMEA memiliki 4 komponen kritis yang membuat penyebab kerusakan pada subsistem mesin Blowmould ialah <i>Seal Gasket, Mandrel (Gripper Head), Bearing Roller Feed, dan Fitting</i> . b. Interval waktu penggantian <i>Bearing Roller Feed</i> sewaktu 23 hari, <i>Mandrel (Gripper head)</i> sewaktu 9 hari, <i>Seal Gasket</i> sewaktu 8 hari, dan <i>Fitting</i> sewaktu 8 hari.

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan Penelitian	Metode penyelesaian (Tools)	Kesimpulan
5	(Lukodono et al., 2013)	Analisis Penerapan Metode RCM II Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X)	Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4, No.1 Tahun 2013 43-52	Perusahaan PG X memiliki hambatan downtime sehingga mengakibatkan keausan komponen mesin serta busi mesin – mesin yang sudah tua	RCM II	Pada penelitian tersebut dapat tatacara perawatan direncanakan guna untuk kegiatan perawatan aktual serta Kebijakan <i>interval</i> dan kegiatan perawatan mesin yang sesuai dengan metode RCM
6	(Yaya et al., 2018)	PENERAPAN RCM II PADA POROS RODA DEPAN ISUZU TYPE cxz-51 ArisE)	Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN) Vol. 1, No. 1 –April 2018 e-ISSN 2620-8962 PENERAPAN	Cara membuat tindakan perawatan yang optimal sehingga sistem kemudi memiliki umur pemakaian panjang sesuai standar performansinya dengan menggunakan pendekatan RCM II	RCM II	Sesuai kondisi di perusahaan sekarang, dapat diterapkan hasil dari metode RCM. karena perlu pertimbangan penyesuaian pelaksanaannya dengan target operasional yang membatasi kesempatan untuk dilakukan aktivitas perawatan beserta ketersediaan stok spare part Waktu penggantian komponen kritis pada bagian sistem kemudi yaitu 2 tahun yang akan datang mengalami penurunan, memungkinkan kerusakan pada bagian pin knuckle tidak lagi seiring dengan menerapkan RCM
7.	{Formatting Citation}	Usulan Perawatan Sistem Boiler	Jurnal Teknik Industri, Vol. 18, No. 01, Februari	Kerusakan yang terjadi pada bagian mesin pendukung	RCM II	Komponen yang paling kritis berdasarkan nilai FMEA yang memiliki nilai RPN terbesar ialah

	<p>menggunakan RCM II</p>	<p>2017, pp. 86~93 ISSN 1978-1431 print /ISSN2527 4112 online</p>	<p>sistem boiler pada PT Indo Pusaka Berau menyebabkan tinggi <i>downtime</i> dengan rata – rata 26,20% perbulan. Berdasarkan permasalahan yang ada dilakukan penelitian menggunakan metode RCM sehingga dapat mengetahui mesin yang mempunyai komponen kritis dari pendukung sistem boiler serta menentukan interval penggantian komponen mesin kritis. Dengan menggunakan metode RCM diharapkan dapat menurunkan nilai <i>downtime</i> pada PT Indonesia Pusaka Berau.</p>	<p>gland seal steam senilai 180, check valve senilai 120 sehingga memerlukan tindakan perawatan yang tepat. Hasil pemilihan tindakan perawatan RCM terdapat satu komponen kritis yang distrategikan dengan perawatan CD (condition directed), ialah El Bow, dan 2 komponen kritis yang direncanakan dengan perawatan TD (time directed) ialah gland seal steam dan check valve. Waktu penggantian optimum komponen memiliki Total Minimum Downtime ialah gland seal steam sebesar 37 hari dan check valve 58 hari. Dengan usulan RCM untuk metode perawatan. Perbandingan perawatan dilihat memiliki potensi penurunan rata – rata <i>downtime</i> sebesar 11,33% dari perawatan yang telah dilakukan perusahaan saat ini dengan usulan yang dilakukan peneliti.</p>
--	---------------------------	---	--	--

## 2.2 LANDASAN TEORI

Berikut ialah landasan teori pada penelitian :

### 2.2.1 *Reliability Centered Maintenance (RCM II)*

Menurut (Palit & Sutanto, 2012), RCM ialah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap aset fisik terus melakukan apa yang pengguna inginkan dalam konteks operasinya saat ini. RCM digunakan untuk memastikan bahwa mesin memiliki tingkat keandalan yang tinggi sehingga dapat bekerja berdasarkan standar yang ditentukan. Keandalan mesin merupakan indikator suatu sistem yang akan berfungsi normal untuk jangka waktu tertentu di bawah kondisi operasi tertentu. Tujuan dari *Reliability Centered Maintenance II* yaitu:

1. Membentuk desain yang berhubungan supaya dapat memfasilitasi *preventif maintenance*
2. Mendapatkan informasi yang berguna untuk meningkatkan desain dari produk atau mesin yang ternyata tidak memuaskan, yang berhubungan dengan keandalan.
3. Membentuk PM dan tugas yang berhubungan yang dapat mengembalikan keandalan dan keamanan pada levelnya semula pada saat terjadinya penurunan kondisi peralatan atau sistem.

Menurut (Hakim, 2014) *Reliability centered maintenance (RCM)* ialah proses sistematis yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap peralatan atau fasilitas fisik dapat terus memenuhi fungsi yang dirancang dalam konteks operasinya. RCM mengarah ke program perawatan yang berfokus pada *preventive maintenance (PM)* pada mode kegagalan tertentu yang mungkin terjadi. Setiap organisasi bisa mendapatkan keuntungan dari RCM jika kerusakannya mencakup lebih dari 20 sampai 25% dari total beban kerja pemeliharaan. RCM ialah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap aset fisik terus melakukan apa yang pengguna inginkan dalam konteks operasinya saat ini. RCM digunakan untuk memastikan bahwa mesin memiliki tingkat keandalan yang tinggi sehingga dapat bekerja berdasarkan standar yang ditentukan. Keandalan mesin merupakan

indikator suatu sistem yang akan berfungsi normal untuk jangka waktu tertentu di bawah kondisi operasi tertentu.

Menurut pendapat (Hakim, 2014) tujuan yang paling utama RCM II ialah :

- a. Mengembangkan desain yang dapat dipelihara (*maintainability*) dengan baik.
- b. Memperoleh informasi yang paling penting dalam upaya melakukan *improvement* pada bagian desain awal yang kurang baik.
- c. Dalam upaya mewujudkan tujuan diatas dengan biaya minimum.

Menurut (Hakim, 2014) metode RCM II terdiri dari 7 tahapan yaitu

1. memilih sistem dan pengumpulan informasi
2. Mendefinisikan batasan sistem
3. Deskripsi sistem dan *Functional Block Diagram*
4. Penentuan sistem dan kegagalan fungsional
5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
6. *Logic Tree Analysis*
7. *RCM Task Selection*

### 2.2.2 Prinsip-prinsip RCM

Berikut ini merupakan prinsip-prinsip RCM, antara lain :

1. **Memelihara fungsional sistem**, tidak hanya memelihara suatu alat agar beroperasi akan tetapi supaya fungsi sesuai harapan.
2. **Fokus kepada fungsi sistem** dari suatu komponen tunggal, apakah sistem masih mampu menjalankan fungsi utama jika bagian komponen mengalami kegagalan.
3. **Berbasis pada kehandalan**, yaitu kemampuan suatu sistem/equipment untuk terus beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan
4. **Menjaga** supaya kehandalan fungsi sistem sesuai dengan kemampuan yang didesain untuk sistem tersebut.
5. **Mengutamakan keselamatan (*safety*)** kemudian untuk masalah ekonomi.

6. **Mendefinisikan kegagalan (*failure*)** sebagai kondisi yang tidak memuaskan (*unsatisfactory*) atau tidak memenuhi harapan, sebagai ukurannya ialah berjalannya fungsi performance standard yang ditetapkan.
7. **Harus memberikan hasil-hasil yang nyata / jelas**, Tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan (*failure*) atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

### 2.2.3 Keuntungan dan Kekurangan RCM

Berikut ini merupakan keuntungan dan kekurangan RCM, antara lain :

#### **Keuntungan RCM :**

1. Bisa menjadi program pemeliharaan yang paling efisien dan efektif.
2. Mengurangi frekuensi *overhaul*.
3. Fokus kepada peralatan yang kritis.
4. Mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan peralatan secara tiba-tiba.
5. Meningkatkan keandalan peralatan.
6. Meningkatkan pendapatan.
7. Mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan.

#### **Kekurangan RCM :**

1. Biaya awal yang tinggi : pelatihan dan peralatan.
2. Hasil tidak dapat dilihat dengan cepat.

### 2.2.4 Definisi Perawatan (*Maintenance*)

*Maintenance* ialah kegiatan memastikan setiap asset fisik terus melakukan apa yang operator atau penggunaannya ingin lakukan, apa yang diinginkan operator tergantung dimana dan bagaimana asset tersebut digunakan sesuai dengan konteks operasionalnya (Nowlan & Heap, 1978)

Menurut (Henley & Kumamoto, 1981) perawatan ialah suatu aktifitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas pemeliharaan suatu fasilitas agar fasilitas tersebut dapat berfungsi dengan baik dan dalam kondisi yang siap pakai.

Berikut ialah tujuan dari kegiatan perawatan :

1. Memperpanjang interval pengoperasian mesin yang digunakan semaksimal mungkin.

2. Menjamin ketersediaan mesin dan peralatan secara maksimal dan optimal.
3. Menjamin operasional siap dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam kondisi darurat setiap waktu.
4. Menjamin keselamatan kerja untuk setiap pekerja yang menggunakan mesin.
5. Menyediakan SOP untuk kegiatan perawatan.
6. Menentukan metode evaluasi yang berguna dalam pengawasan perawatan.
7. Meningkatkan keterampilan para pekerja perawatan.

Dalam prakteknya perawatan memiliki dua sistem yang umum digunakan, yaitu :

1. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*) Perawatan pencegahan ialah perawatan yang dilakukan sebelum mesin mengalami kerusakan. Tindakan ini sangat baik guna mengantisipasi supaya mesin tidak berhenti pada interval yang telah direncanakan.
2. Perawatan Kerusakan (*Corrective Maintenance*) Perawatan kerusakan ialah suatu perawatan yang membiarkan mesin beroperasi tanpa adanya tindakan apapun sebelum mesin tersebut mengalami kegagalan dan kemudian baru dilakukan perbaikan atau mengganti komponen-komponen yang telah rusak.

### 2.2.5 Kegagalan (*Failure*)

Kegagalan atau *failure* merupakan suatu peristiwa keadaan mesin atau peralatan produksi sedang tidak bekerja sesuai fungsinya. Dalam konteks pemeliharaan, kegagalan dapat di artikan bahwa kinerja mesin tidak mampu melakukan fungsinya secara tepat. Kegagalan tersebut dapat mempengaruhi proses produksi, keselamatan operator maupun lingkungan sekitarnya yangmana sedang melakukan aktivitas produksi pada area tersebut. Dengan demikian akibat dari kegagalan tersebut dapat menyebabkan kerugian besar, baik dari material, karyawan serta lingkungan kerja.

Untuk mencegah terjadinya kegagalan tersebut yang perlu dilakukan pertama kali ialah pengetahuan yang luas tentang pemeliharaan. Karena kegagalan operasi juga salah satunya disebabkan oleh kelalaian manusia, pemeliharaan yang

tidak optimal, kurangnya perlindungan terhadap tekanan lingkungan yang berlebihan. Secara garis besar terdapat empat faktor kegagalan terhadap suatu peralatan atau mesin, antara lain :

1. Desain tidak memadai
2. Kegagalan item atau komponen
3. Penanganan yang kurang tepat saat mengoperasikan atau memelihara peralatan industri
4. Kelalaian yang disebabkan oleh operator produksi karena kurangnya pengetahuan terhadap pemeliharaan suatu item.

Kegiatan pemeliharaan dengan baik pada suatu industri digunakan untuk mencegah terjadinya suatu kegagalan atau failure dan dilaksanakan dengan selang waktu yang telah dijadwalkan.

#### **2.2.6 Preventive Maintenance**

*Preventive maintenance* ialah pelaksanaan kegiatan inspeksi dan kegiatan, dimana interval pelaksanaannya sudah direncanakan untuk mengembalikan fungsi operasi dari bagian peralatan atau sistem. Preventive dilakukan guna menghindari suatu peralatan mengalami kerusakan. Aktivitas yang dikategorikan kedalam *preventive maintenance* ialah sebagai berikut:

##### **1. Time Directed (TD)**

Adalah kegiatan secara langsung bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan. Hal ini dilakukan secara periodik sampai peralatan tersebut tidak dapat diperbaiki kembali seperti semula

##### **2. Condition Directed (CD)**

Adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendeteksi gejala – gejala awal terjadinya kerusakan. aktivitas ini dilakukan dengan mendeteksi awal terjadinya kerusakan serta memperkirakan interval yang memungkinkan suatu peralatan akan mengalami kegagalan operasi.

##### **3. Failure Finding (FF)**

Adalah kegiatan yang memiliki tujuan menemukan kegagalan yang tersembunyi dalam operasinya. Pada operasi yang normal dalam kondisi

dimana terjadinya kerusakan yang tidak diketahui, sehingga hal ini disebut dengan kerusakan yang tersembunyi (*hidden failure*).

#### 4. **Run To Failure (RTF)**

adalah keputusan yang dilakukan sengaja dibuat dengan mengoperasikan suatu peralatan sampai terjadi kerusakan. Hal ini dilakukan karena ditinjau dari segi ekonomis tidak menguntungkan untuk melakukan perawatan.

##### ***Interval Waktu dalam Maintenance***

Problem yang dihadapi perusahaan industri ialah dalam menentukan penjadwalan perawatan *preventive*, terkadang kurang optimal dan memiliki dampak pada output produksi. Penentuan interval optimum dapat membantu perusahaan dalam upaya menetapkan waktu perawatan, sehingga kehilangan sumber daya akibat terhentinya proses yang dapat diantisipasi sebelumnya. Hal ini dilakukan dengan menentukan interval waktu yang optimal pada perawatan *preventive* terhadap mesin produksi. Penentuan interval waktu dapat dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu: (Kurniawan, 2014)

1. Pengumpulan data interval perbaikan dan interval operasional mesin produksi pada periode sebelumnya.
2. Menentukan interval dari kegiatan perawatan
3. *Mann's Test* untuk bahwa waktu perbaikan dan interval operasional menggunakan distribusi weibull.
4. *Mann's Test* untuk bahwa waktu perbaikan dan waktu operasional menggunakan distribusi normal
5. *Mann's Test* bahwa waktu perbaikan dan interval operasional menggunakan distribusi eksponensial
6. *Mann's Test* untuk bahwa interval perbaikan dan interval operasional menggunakan distribusi log normal
7. Penentuan interval waktu perawatan

#### **2.2.7 Reliability Centered Maintenance (RCM II)**

*Reliability centered maintenance* (RCM) ialah proses sistematis yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap peralatan atau fasilitas fisik dapat terus memenuhi fungsi yang dirancang

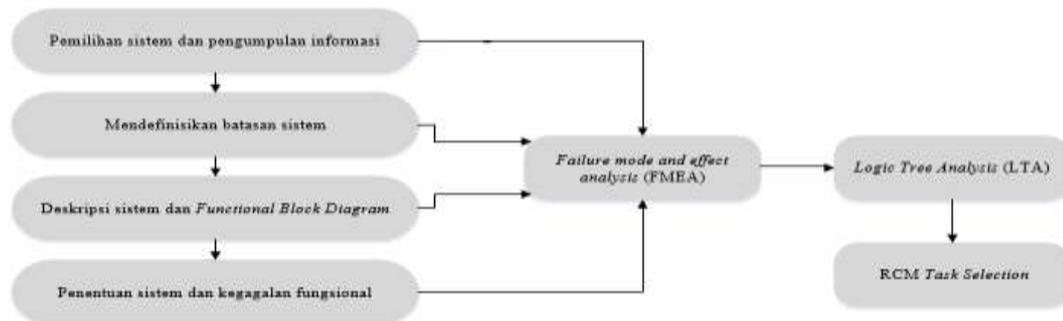
dalam konteks operasinya. RCM mengarah ke program perawatan yang berfokus pada *preventive maintenance* (PM) pada mode kegagalan tertentu yang mungkin terjadi. Setiap organisasi bisa mendapatkan keuntungan dari RCM jika kerusakannya mencakup lebih dari 20 sampai 25% dari total beban kerja pemeliharaan. RCM ialah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap aset fisik terus melakukan apa yang pengguna inginkan dalam konteks operasinya saat ini. RCM digunakan untuk memastikan bahwa mesin memiliki tingkat keandalan yang tinggi sehingga dapat bekerja berdasarkan standar yang ditentukan. Keandalan mesin merupakan indikator suatu sistem yang akan berfungsi normal untuk jangka waktu tertentu di bawah kondisi operasi tertentu.

Tujuan RCM II ialah :

- a. Mengembangkan desain yang dapat dipelihara (*maintainability*) dengan baik
- b. Memperoleh informasi yang penting dalam upaya melakukan *improvement* pada desain awal yang kurang efektif.
- c. Mengembangkan sistem *maintenance* yang dapat mengembalikan pada *reliability* dan *safety* seperti awal mula peralatan yang terjadi setelah dioperasikan.

Untuk mewujudkan semua tujuan diatas dengan biaya minimum. metode RCM II terdiri dari 7 tahapan yaitu

1. Mendefinisikan batasan sistem
2. Deskripsi sistem dan *Functional Block Diagram*
3. Penentuan sistem dan kegagalan fungsional
4. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
5. *Logic Tree Analysis*
6. *Fishbone diagram*
7. *RCM Task Selection*



### 2.2.8 Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi

Dalam menetapkan pemilihan sistem ialah tingkat perakitan yang paling praktis untuk melakukan proses analisis RCM, dapat memfokuskan sistem mana yang akan ditangani dan sesuai urutannya. Dalam melakukan pemilihan sistem perlu memperhatikan diantaranya:

1. Sistem pemilihan dengan memiliki ongkos *preventive maintenance* yang tinggi.
2. Sistem pemilihan jumlah kegiatan *corrective maintenance* yang tinggi.
3. Sistem pemilihan sudah melewati umur pakai
4. Sistem pemilihan memiliki dampak yang tinggi terhadap keselamatan dan keamanan.
5. Sistem pemilihan memiliki biaya *corrective maintenance* yang tinggi

Pengumpulan informasi dengan meneliti dan mengumpulkan beberapa dokumen dan sistem informasi yang diperlukan yang akan dibutuhkan dalam langkah selanjutnya. Dalam melakukan pengumpulan informasi perlu memperhatikan diantaranya:

- a. *Failure History*
- b. Skema sistem atau *block diagram*

### 2.2.9 Mendefinisikan Batasan Sistem (*System Boundary Definition*)

*System Boundary Definition* digunakan untuk mendefinisikan batasan dari suatu sistem yang akan dianalisis. Mendefinisikan batasan sistem (*System Boundary Definition*) penting dalam proses analisa RCM II karena harus ada pengetahuan yang sesuai tentang apa yang ada pada sistem sehingga fungsi yang berpotensi penting tidak diabaikan, tidak tumpang tindih dengan sistem yang berdekatan. Hal ini terjadi pada saat analisis RCM II dilakukan pada dua sistem

yang saling berdekatan, yang kemungkinan besar akan dilakukan pada interval yang berbeda dan mungkin melibatkan analisis yang berbeda.

### 2.2.10 Deskripsi Sistem dan *Functional Block Diagram*

Mendeskripsikan sistem sangat penting guna mengidentifikasi desain sistem yang kritis, hubungan antar komponen dan fungsinya terhadap kinerja sistem selanjutnya hasilnya digunakan untuk aktivitas *preventive maintenance* di interval selanjutnya. *Functional block diagram (FBD)* ialah representasi dari fungsi-fungsi utama sistem yang berupa blok-blok yang berisi fungsi dari setiap subsistem. Sedangkan *Aset block diagram (ABD)* dibuat untuk memudahkan dalam memahami FBD, terutama untuk memahami urutan proses sistem.

### 2.2.11 *System Functions and Functional Failure*

Function (Fungsi) ialah kinerja yang diharapkan oleh suatu sistem untuk dapat beroperasi. Sedangkan *Functional Failure (FF)* merupakan ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar kinerja (*performance standard*) yang diharapkan. Data tersebut dimasukkan ke dalam formulir fungsi dan kegagalan fungsi (Azis, Suprawhardana, & Purwanto, 2010).

**Tabel 2. 2** *System Functions and Functional Failure Form*

RCM						
Step 4		:	<i>System Function and Functional Failure</i>			
Info		:	<i>Function and Functional Failure</i>			
Plant		:			Analyst	:
System		:			Date	:
Komp.		:				
No	Kode	Nama Item	<i>Functions (F)</i>		<i>Failure Function (FF)</i>	
			Kode	Fungsi	Kode	Kegagalan Fungsi
1	AA1		1.1			
1						
1						
1						
2	AB2		2. 1			
2			2. 1			
2			2. 1			

### 2.2.12 Penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Menurut (Kurniawan, 2014) FMEA merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen dan menganalisis pengaruh-pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut. Hal utama dalam FMEA ialah *Risk Priority Number* (RPN). RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect* (*severity*), kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect* (*occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*). RPN (*Risk Priority Number*) ialah hasil dari perkalian tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*Occurrence*), dan tingkat deteksi (*Detection*). Nilai RPN dapat ditunjukkan dengan rumus sebagai berikut: **RPN = Severity x Occurrence x Detection**

Berikut ini merupakan contoh tabel mode kegagalan:

RCM II INFORMATION WORKSHEET ©1996 ALADON LTD		SYSTEM 40 Ton Truck	
		SUB-SYSTEM	
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE (Loss of Function)	FAILURE MODE (Cause of Failure)
1	To transfer up to 40 tons of material from startsville to endburg speeds of up to 75 mph {average 60 mph} on one tank of fuel	A Unable to move at all	18 No Fuel in tank 42 Fuel Filter blocked 73 Fuel line blocked by foreign object 114 Fuel line severed etc

Gambar 2. 1 Contoh FMEA (*Failure Mode Effect and Analysis*) (Moubray, 1997)

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

### 1. Severity

Severity mendeskripsikan dampak terburuk akibat dari adanya kegagalan. Dampak dapat ditentukan berdasarkan tingkat kerusakan alat, tingkat cedera yang dialami oleh pekerja, dan lamanya *downtime* yang terjadi.

**Tabel 2. 3** Nilai Ranking *Severity*

<b>Severity Ranking</b>	<b>Akibat (Effect)</b>	<b>Kriteria Verbal</b>	<b>Akibat pada produksi</b>
1	Tidak ada akibat	Tidak ada akibat, penyesuaian diperlukan	Proses dalam pengendalian
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap dapat berjalan atau beroperasi dalam keadaan aman, hanya terdapat sedikit gangguan kecil. Serta terdapat gangguan kecil pada peralatan. Penyebab dapat diketahui hanya oleh operator yang berpengalaman	Proses berada dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit penyesuaian
3	Akibat ringan	Mesin tetap dapat berjalan serta beroperasi dan keadaan aman, hanya terdapat sedikit gangguan kecil. dan timbul gangguan kecil pada peralatan. Sebab dan Akibat dapat diketahui oleh semua operator di perusahaan	Proses telah berada diluar pengendalian, membutuhkan beberapa penyesuaian
4	Akibat <i>minor</i>	Mesin tetap berjalan dan beroperasi pada keadaan aman, akan tetapi timbul beberapa kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang	kurang dari 30 menit <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi
5	Akibat <i>Moderat</i>	Mesin tetap berjalan dan beroperasi dalam keadaan aman, akan tetapi menimbulkan beberapa kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa tidak puas akibat terhadap kinerja yang berkurang	30-60 menit <i>downtime</i>

6	Akibat Signifikan	Mesin tetap berjalan dan beroperasi dalam keadaan aman, akan tetapi menimbulkan kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerjanya sendiri	1-2 jam <i>downtime</i>
7	Akibat Major	Mesin tetap berjalan dan beroperasi dalam kondisi aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas	2-4 jam <i>Downtime</i>
8	Akibat Ekstrem	Mesin tidak dapat berjalan dan beroperasi, mesin telah kehilangan fungsi utamanya	4-8 jam <i>downtime</i>
9	Akibat Serius	Mesin gagal dalam beroperasi, dan tidak memenuhi standart keselamatan kerja	> 8 jam <i>downtime</i>
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak untuk dijalankan dan dioperasikan, karena akan menimbulkan kecelakaan kerja secara tiba-tiba, dan tidak memenuhi standart keselamatan kerja	> 8 jam <i>downtime</i>

## 2. Occurency

*Occurency* merupakan tingkatan seberapa sering komponen mengalami kerusakan serta kegagalan.

**Tabel 2. 4** Tingkat *Occurency*

Rangking	Kejadian	Kriteria	Tingkat Kejadian Kerusakan
1	Hampir tidak pernah ada	Kerusakan tidak pernah terjadi	Lebih besar dari 10.000 jam operasi
2	Remote	Kerusakan mesin jarang terjadi	6.001-10.000 jam operasi
3	Sangat Sedikit	Kerusakan mesin terjadi sangat sedikit	3.001-6.000 jam operasi

4	Sedikit	Kerusakan mesin terjadi sedikit	2.001-3.000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan mesin terjadi dengan tingkat rendah	1.001-2.000 jam operasi
6	Medium	Kerusakan mesin terjadi pada tingkat medium	401-1.000 jam operasi
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101-400 jam operasi
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11-100 jam operasi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	kurang dari jam operasi

### 3. Detection

Detection merupakan tingkat pengukuran terhadap kemampuan dalam pengendalian atas kegagalan yang terjadi

Tabel 2.5 Tingkat Detection

Rangking	Akibat	Kriteria Verbal
1	Hampir pasti	Perawatan <i>preventive</i> yang selalu mendekati penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan tinggi guna mendeteksi penyebab potensial maupun mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	<i>Moderate highly</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>moderate highly</i> untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	<i>Moderate</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>moderate</i> guna untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan yang ada

6	Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan rendah atau kecil untuk mendeteksi penyebab potensial ataupun mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7	Sangat Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat rendah ataupun kecil untuk mendeteksi sebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	Remote	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan remote control guna mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan pada mesin

### 2.2.13 Logic Tree Analysis (LTA)

Dengan adanya kemungkinan kegagalan-kegagalan yang timbul lalu terjadi maka dibutuhkan proses untuk pencegahan guna menanggulangi resiko yang dihadapi. Pada LTA ini dapat menunjukkan jenis kegiatan perawatan (maintenance task) yang sesuai serta layak dan optimal untuk digunakan mengatasi masing-masing pada mode kegagalan. Tujuan dari LTA ialah mengklasifikasikan kegagalan guna mengetahui tingkat prioritas berdasarkan kategorinya. Analisis kekritisan dari failure mode diletakkan dalam satu dari empat kategori penting (Siddiqui & Ben-Daya, 2009) yaitu:

1. *Evident*, apakah operator dalam kondisi normal dapat mengetahui telah terjadi ada kegagalan?
2. *Safety*, apakah adanya kegagalan yang terjadi dapat membahayakan keselamatan pekerja?
3. *Outage*, apakah failure mode ini dapat berefek serta mengakibatkan seluruh atau sebagian sistem terhenti?
4. *Category*, mengklasifikasikan jawaban yang telah diajukan kedalam beberapa kategori. Pada kategori LTA ini dibagi menjadi 4 sebagai berikut:
  - a. Kategori A (Safety problem)

Apabila failure mode memiliki konsekuensi membahayakan keselamatan bahkan dapat menyebabkan kematian pada pekerja. Kegagalan ini juga memiliki konsekuensi lingkungan seperti melanggar peraturan lingkungan yang telah ditetapkan dalam hukum sebelumnya.

b. Kategori B (Outage problem)

Yaitu failure mode dari suatu komponen dapat menyebabkan sistem kerja komponen berhenti sebagian atau keseluruhan sehingga dapat berpengaruh terhadap operasional plant seperti kuantitas, kualitas produk terhadap hasil produksi.

c. Kategori C (Economic problem)

Yaitu apabila failure mode tidak mempunyai konsekuensi terhadap safety ataupun terhadap operasional plant, dan hanya mempengaruhi ekonomi yang relatif kecil meliputi biaya perbaikan.

d. Kategori D (Hidden Failure)

Yaitu apabila failure mode mempunyai dampak secara langsung, namun apabila perusahaan tidak menanggulangnya resiko ini akan serius bahkan dapat memicu timbul kegagalan lainnya.

#### 2.2.14 Fishbone Diagram

Dalam menganalisa atau mencari akar penyebab kegagalan yang terjadi, maka dibutuhkan *tool* untuk analisa tersebut. *Tool* yang digunakan dalam penelitian ini ialah dengan menggunakan diagram tulang ikan atau *fishbone diagram*. Diagram *fishbone* merupakan suatu alat atau *tool* secara visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi dan menggambarkan secara detail faktor-faktor akar penyebab kegagalan. Menurut (Dhamayanti, Alhilman, & Athari, 2016) diagram *fishbone* berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang mempengaruhi kualitas dan akibat dari masalah yang diteliti serta mengidentifikasi faktor-faktor secara detail atau terperinci yang digambarkan dalam bentuk panah-panah seperti tulang ikan. Prinsip yang digunakan dalam membuat diagram ini ialah *brainstorming* atau sumbang saran.

Faktor-faktor penyebab utama dalam analisa atau identifikasi diagram *fishbone* antara lain sebagai berikut

1. Manusia (*Man*); faktor yang dipengaruhi oleh tindakan operator.
2. Lingkungan (*Environment*); faktor yang dipengaruhi oleh kondisi sekitar *equipment*.
3. Metode (*Method*); faktor yang dipengaruhi oleh suatu sistem.

4. Mesin (*Machine*); faktor yang dipengaruhi oleh *equipment* tersebut maupun *equipment* lain.
5. Material (*Material*); faktor yang dipengaruhi oleh bahan baku maupun material *equipment*.

#### **2.2.15 Task Selection**

Pemilihan tindakan merupakan tahap akhir dari proses analisa RCM II. Dari tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang dapat dilakukan dan selanjutnya memilih tindakan yang paling sesuai serta efektif. Proses analisa ini menentukan tindakan PM yang tepat pada mode kerusakan tertentu. Tindakan kegiatan perawatan pada *road map* pemilihan tindakan kegiatan dibagi menjadi 3 yaitu sebagai berikut (Asisco, Amar, & Perdana, 2012):

1. *Time Direct* (TD) / *Preventive Maintenance* (PM)  
Tindakan kegiatan perawatan dilakukan secara langsung kesumber kerusakan dengan didasari umur maupun waktu dari komponen.
2. *Condition Direct* (CD) / *Predictive Maintenance* (PdM)  
Tindakan perawatan yang dilakukan dengan memeriksa serta inspeksi. Jika didalam inspeksi terdapat gejala-gejala kerusakan, maka harus dilakukan perbaikan atau penggantian komponen.
3. *Finding Failure* (FF) / *Corrective Maintenance* (CM)  
Tindakan perawatan yang dilakukan bertujuan untuk menemukan kerusakan tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

#### **2.2.16 Perbedaan RCM I DAN RCM II**

Berikut adalah perbedaan RCM I dan RCM II :

- a. RCM I hanya sampai pada tahapan FMEA yang hanya dapat diketahui nilai RPN tertinggi saja dari sebuah komponen
- b. RCM II terdapat *decision worksheet* berupa *task selection* sehingga dapat diketahui penyebab kegagalan yang lebih detail dan dapat diberikan solusi sesuai akar penyebabnya

## 2.3 Pengujian Hipotesis Dan Kerangka Teoritis

Adapun hipotesis dan kerangka teoritis dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

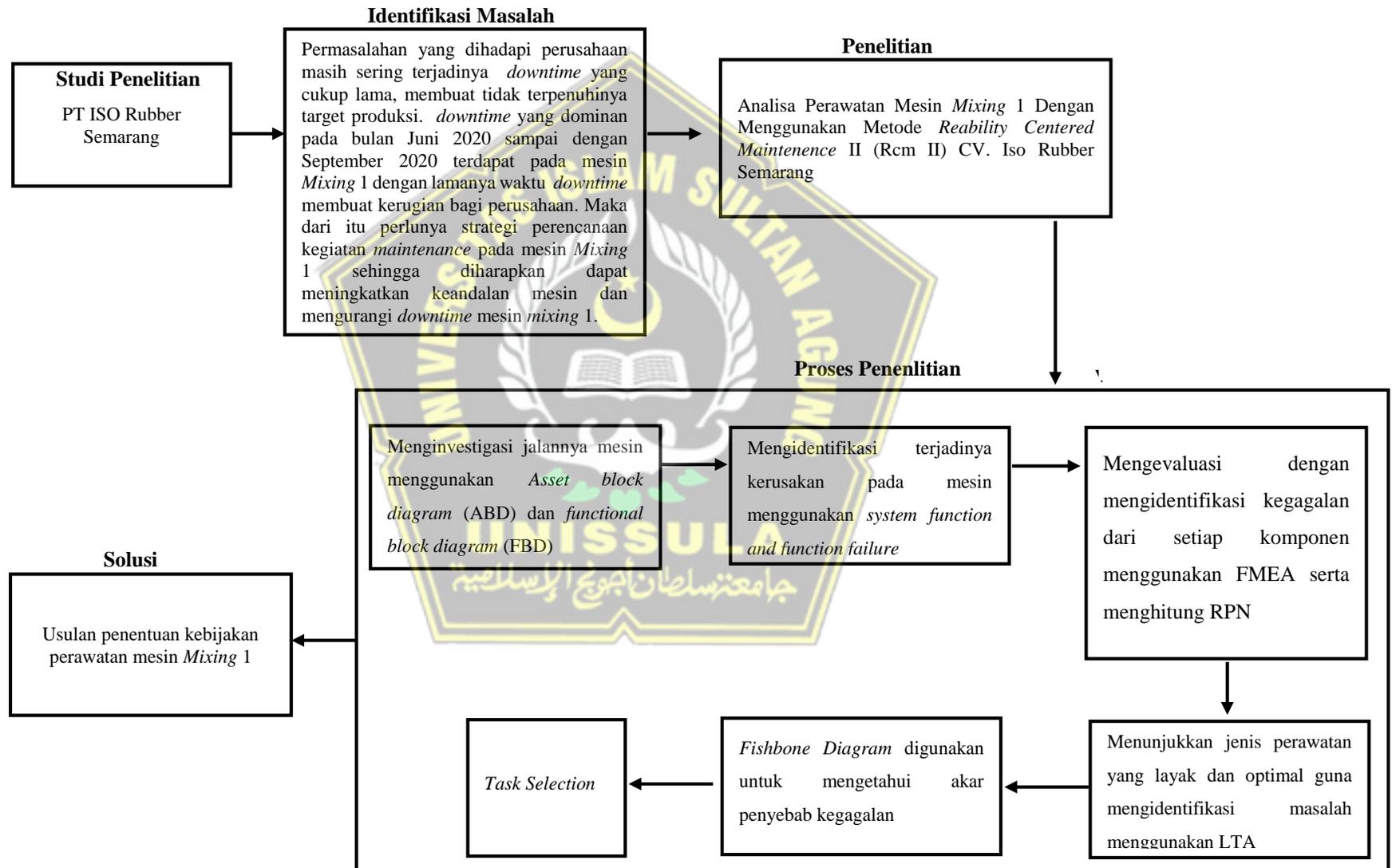
### 2.3.1 Hipotesis

Dengan kondisi pada CV ISO Rubber yang sering terjadi kerusakan mesin *Mixing 1* maka perlu mengidentifikasi fungsi (*function*), serta kegagalan fungsi (*failure function*) pada sub sistem mesin *Mixing 1*, mengidentifikasi *Failure Mode And Effect Analysis* serta *Risk Priority Number* pada mesin *Mixing 1* dan menentukan kegiatan perawatan atau interval perawatan berdasarkan data kerusakan yang ada, sehingga dapat mengantisipasi terjadinya kerusakan yang lebih parah.

Berdasarkan studi literatur terdahulu banyak membahas tentang menangani kegagalan mesin dan meminimalisir terjadinya kerusakan komponen mesin. Metode-metode yang digunakan antara lain metode *Reliability Centered Maintenance II* merupakan sebuah metode yang dapat meningkatkan keandalan komponen dan dapat merencanakan kegiatan perawatan mesin. Langkah pertama yaitu melakukan analisis menggunakan RCM II dengan cara mengumpulkan data penunjang proses analisis seperti data *downtime* dan mesin-mesin yang digunakan pada perusahaan. Kemudian, data yang telah terkumpul semua dipilih sesuai sistem dan informasi yang paling berpengaruh bagi perusahaan menurut nilai *downtime*. Setelah memilih sistem, sistem tersebut dikategorikan menurut subsistem yang akan diidentifikasi fungsi-fungsinya dan keagalannya menggunakan FMEA. Berdasarkan hasil dari tahapan FMEA dan nilai RPN. Dari komponen yang memiliki dan mempunyai nilai RPN tertinggi maka komponen tersebut merupakan komponen kritis yang perlu dilakukan perawatan maka berdasarkan studi literatur pada tabel 2.1 didapatkan penyelesaian masalah yang sesuai untuk CV ISO Rubber Semarang dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance II* untuk menganalisa penyebab terjadinya kegagalan pada mesin *mixing 1* yang kemudian didapatkan solusi perawatan yang sesuai melalui berbagai tahapan RCM II yang diharapkan dapat meminimalisir terjadinya kegagalan mesin *mixing 1* serta dapat mengurangi *downtime* pada mesin *mixing 1*.

### 2.3.2 Kerangka Teoritis

Berikut ini ialah kerangka teoritis dalam proposal penelitian ini:



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Pengambilan Data**

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian di CV ISO Rubber ialah sebagai berikut :

1. Data primer, yaitu informasi yang diperoleh secara langsung dari hasil pengamatan lapangan. Data penelitian ini diperoleh dengan metode wawancara dengan beberapa karyawan yang bersangkutan.
2. Data sekunder, merupakan pelengkap data yang didapatkan secara tidak langsung. Umumnya diperoleh dari sumber kepustakaan seperti literatur – literatur, situs web, internet, karya tulis, buku, dan sumber-sumber lainnya yang erat hubungannya dengan penelitian ini

#### **3.2 Teknik Pengumpulan Data**

Berikut ialah teknik pengumpulan data dengan cara observasi langsung, objek penelitian, dan studi pustaka dari literatur dan identifikasi masalah yang ada.

1. Observasi .

Dilakukan dengan cara pengamatan pada perusahaan, serta mengumpulkan data historis mengenai *unplanned downtime* mesin yang terjadi pada perusahaan. Pada tahap ini penyebab *unplanned downtime* juga diamati lebih lanjut.

2. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan membaca buku-buku, jurnal, artikel ilmiah, dan catatan dari pihak perusahaan yang berhubungan dengan data yang diperlukan seperti *history* kerusakan mesin yang nantinya dapat digunakan dalam menyelesaikan penelitian yang sedang dibahas.

3. Wawancara

Suatu metode pengumpulan data dengan cara mengajukan pertanyaan-pertanyaan atau dialog langsung dengan pihak-pihak yang terkait dalam

perusahaan yang dapat membantu memberikan penjelasan mengenai masalah yang sedang diteliti.

### 3.3 Pengujian Hipotesa

Pengujian hipotesa pada studi kasus CV. ISO Rubber Semarang yang berfokus pada meminimalisir terjadinya kegagalan mesin *Mixing 1* supaya tidak terjadi *breakdown* mesin sehingga mesin dapat beroperasi secara maksimal dan tidak mengganggu proses produksi. Menurut studi literatur terdahulu yang telah dipelajari terdapat banyak penyelesaian menggunakan berbagai metode pada masalah serupa yaitu masalah kegagalan fungsi mesin. Maka dari itu usulan penyelesaian permasalahan untuk CV. ISO Rubber Semarang ialah dengan menggunakan metode *reliability centered maintenance* (RCM II) yang akhirnya didapatkan solusi perawatan yang sesuai dengan berbagai faktor dalam analisa RCM II sehingga diharapkan dapat meminimalisir terjadinya kegagalan mesin *mixing 1*.

### 3.4 Metode analisis

Pada metode analisis ini yaitu mengatasi masalah terjadinya *downtime* dan *breakdown* dengan menggunakan metode *reliability centered maintenance* (RCM II), karena metode RCM II ini dapat menganalisa penyebab dan akibat dari kegagalan mesin *mixing 1* yang akhirnya memberikan usulan kebijakan perawatan supaya tidak terjadi kegagalan pada mesin *mixing*. Analisis yang dilakukan berupa analisa dari pengolahan data yaitu mulai *functional block diagram* yaitu blok-blok diagram yang menjelaskan mengenai fungsi dari setiap komponen serta hubungan dari komponen satu dengan yang lain. Selanjutnya penentuan sistem dan kegagalan fungsional, lalu mencari nilai RPN dan FMEA untuk mengetahui seberapa jauh memberi pengaruh terhadap fungsi sistem, sehingga dapat dilakukan perlakuan terhadap komponen kritis dengan melakukan pemeliharaan yang sesuai dan tepat. Selanjutnya yaitu LTA yang bertujuan memberikan prioritas bagi tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dari fungsi, dan terakhir memberikan usulan kebijakan perawatan agar tidak terjadi lagi gagalan pada mesin *mixing 1*.

### 3.5 Pembahasan

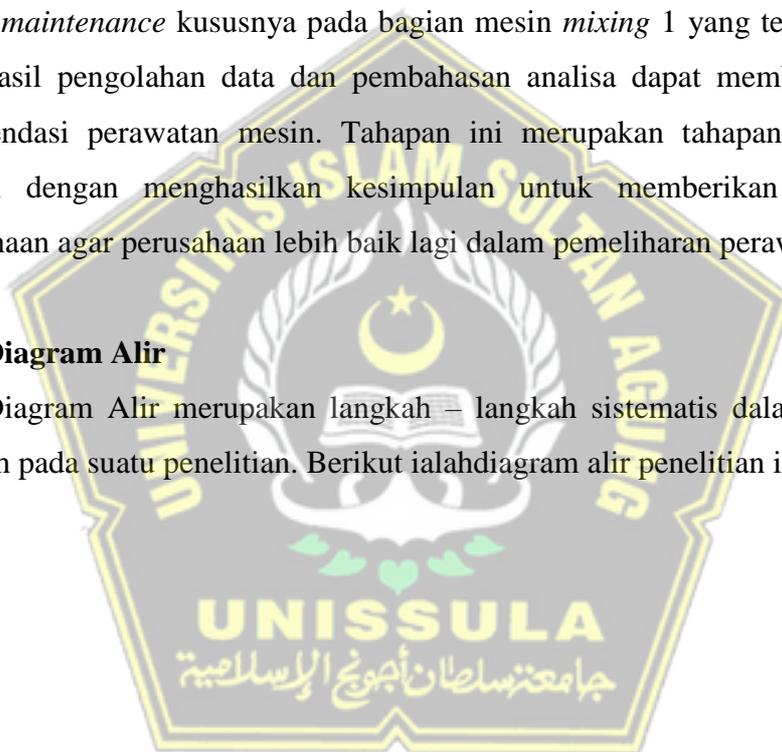
Pada bagian pembahasan akan dibahas dari hasil *Asset Block Diagram* dan *Functional Block Diagram*, *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA), penentuan nilai RPN, *logic tree analysis* (LTA), dan penentuan interval perawatan atau *maintenance task* yaitu usulan kebijakan perawatan mesin.

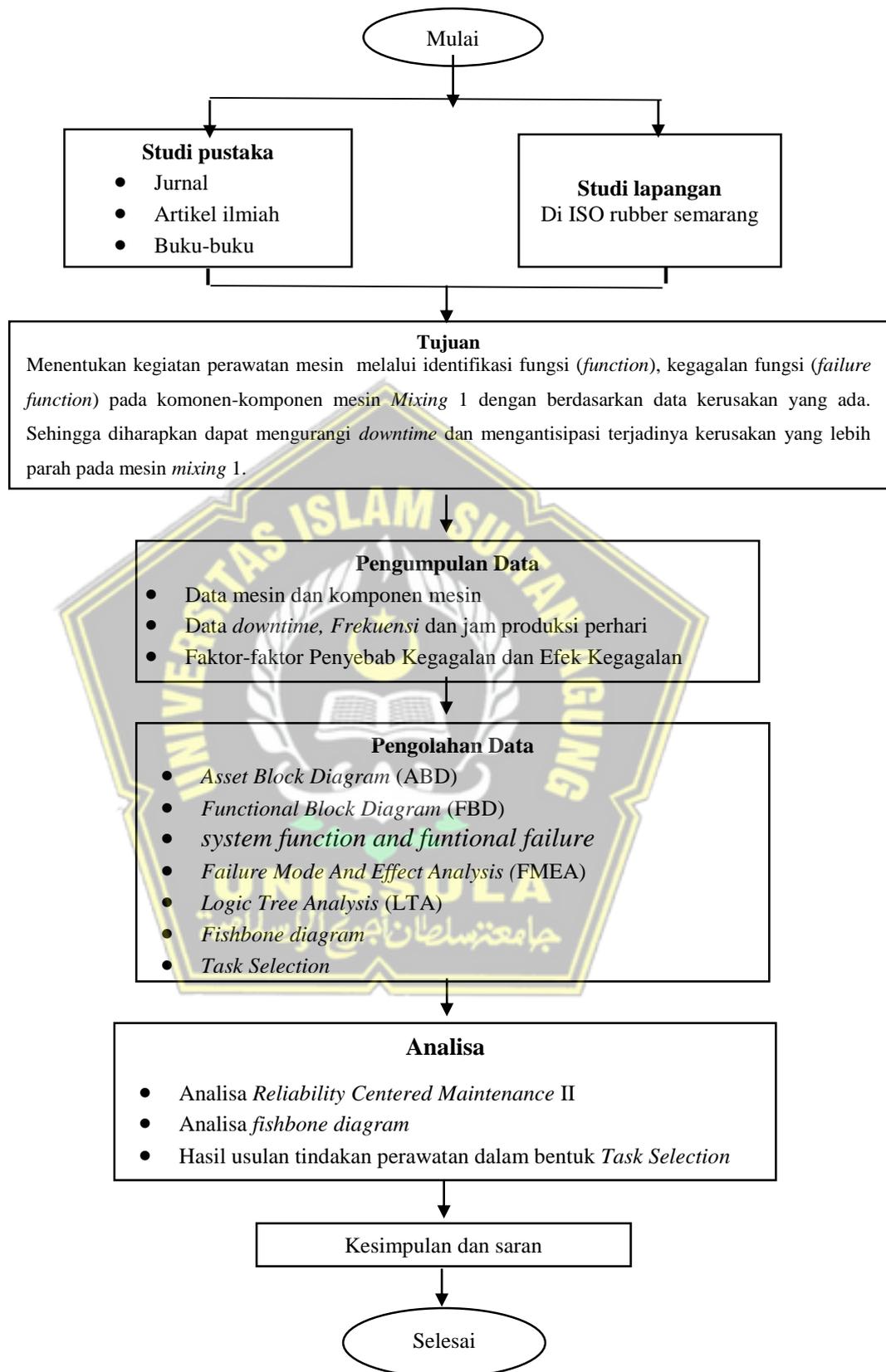
### 3.6 Penarikan Kesimpulan

Pada penarikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dilapangan pada bagian *maintenance* khususnya pada bagian mesin *mixing* 1 yang telah dilakukan, serta hasil pengolahan data dan pembahasan analisa dapat memberikan solusi rekomendasi perawatan mesin. Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari peneliti dengan menghasilkan kesimpulan untuk memberikan saran untuk perusahaan agar perusahaan lebih baik lagi dalam pemeliharaan perawatan mesin.

### 3.7 Diagram Alir

Diagram Alir merupakan langkah – langkah sistematis dalam pemecahan masalah pada suatu penelitian. Berikut ialah diagram alir penelitian ini :





Gambar 3.1 Diagram Alir

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

Berikut ialah pengumpulan data pada studi kasus di C. ISO Rubber Semarang:

##### 4.1.1 Proses Produksi

CV. Iso Rubber ialah perusahaan yang bergerak pada pembuatan ban *compound* yang mulai berdiri pada tahun 1990 yang beralamatkan di Jalan Mukti Harjo Raya No 5 Sng Jateng. Berawal dari industri vulkanisir ban karet, pemilik memiliki ide untuk mendirikan suatu perusahaan dan untuk memanfaatkan ban bekas untuk diproses ulang sehingga dapat digunakan kembali yaitu karet *compound*. Cv. Iso Rubber sendiri mulai memproduksi produknya pada april tahun 2000 dengan hasil produksi kurang lebih 25 ton/bulan, sampai sekarang sudah naik lebih pesat kurang lebih 125 ton/bulan. Jenis *compound* yang dihasilkan cukup berkualitas, sehingga CV. Iso Rubber sudah memasarkannya ke beberapa kota di Indonesia.

Adapun alur proses pembuatan ban *compound* yang berawal dari mesin *mixing* 1, *pressing* 1, *mixing* 2, *pressing* 2, cetak. Dapat dilihat pada diagram berikut:



**Gambar 4.1** Alur proses Pembuatan Compound Ban

##### 4.1.2 Waktu Kerja

Berdasarkan penelitian yang kami peroleh, di CV. ISO Rubber Semarang menerapkan 5 hari jam kerja dalam seminggu. Senin-jumat dan 8 jam waktu kerja dalam sehari dengan jadwal sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Jam Kerja

No	Hari	Jam kerja	Istirahat
1.	Senin - Kamis	08.00 – 16.00	12.00 – 13.00
2.	Jumat	08.00 - 16.30	11.30 -13.00

### 4.1.3 Mesin *Mixing 1*

Mesin *Mixing 1* ialah sebuah alat yang berfungsi untuk mencampur dan mengaduk dua bahan atau lebih yang akan menjadikan bahan campuran menjadi bentuk adonan atau gumpalan yang nantinya akan diproses lanjut ke mesin selanjutnya.



Gambar 4.2 Mesin *Mixing Mixing 1*

Sumber : CV ISO Rubber Semarang

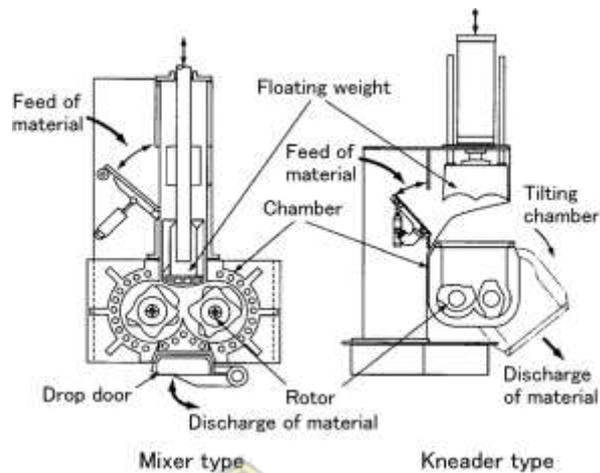


Gambar 4.3 Mesin *Mixing 1*

Sumber : CV ISO Rubber Semarang

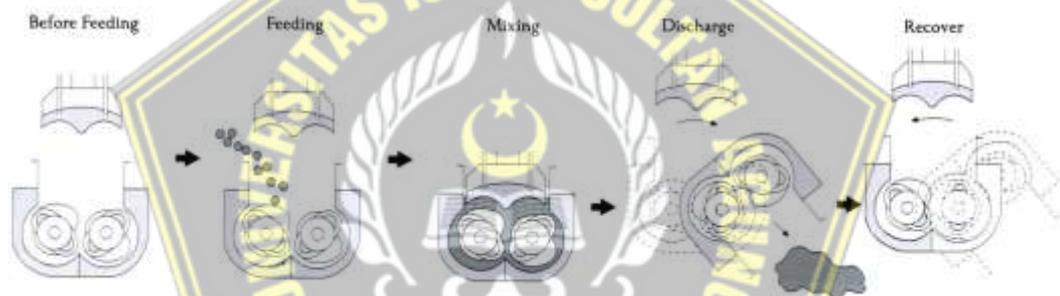
### 4.1.4 Diagram Mesin *Mixing 1*

Berikut ialah diagram mesin *mixing* di CV ISO Rubber Semarang :



**Gambar 4.4** Diagram Mesin *Mixing Mixing 1*

Sumber : CV ISO Rubber Semarang



**Gambar 4.5** Proses Pencampuran *Mixing*

Sumber : CV ISO Rubber Semarang

#### 4.1.5 Komponen Mesin *Mixing 1*

Berikut ialah komponen-komponen mesin *mixing 1* pada CV ISO Rubber Semarang:

1. Motor Listrik

Berfungsi sebagai sebagai motor penggerak dari *cylinder blade* pada saat proses *mixing* berlangsung

2. *Cylinder blade*

Berfungsi sebagai pengaduk bahan-bahan pembuatan karet ban

3. *Pressure Lid*

Berfungsi sebagai penekan bahan pembuatan karet ban pada saat proses *mixing* berlangsung

4. *Air Cylinder*  
*Air Cylinder* berisi udara dengan tekanan tinggi yang nantiya akan menekan *pressure Lid* pada saat proses *mixing* sedang berlangsung
5. *Mixing Chamber*  
 Berfungsi sebagai tempat atau wadah material pembuatan karet ban
6. *Feeding Door*  
*Feeding Door* berfungsi sebagai pintu penambahan bahan komponen karet jika komponen karet ban yang diproses belum menghasilkan adonan karet ban yang standar
7. Pompa pelumas  
 Pompa pelumas berfungsi untuk mempompa pelumas yang akan disalurkan ke *Air Cylinder*
8. Panel Listrik  
 Berfungsi sebagai tombol kontroler untuk mengoperasikan atau memerintahakan mesin bergerak
9. Rumah *rotor*  
 Untuk melindungi *rotor*
10. *Drop door*  
 Berfungsi sebagai kunci pembuka atau penutup dari *mixing chamber*

#### 4.1.6 Proses Kerja Mesin *Mixing 1*

Proses kerja mesin *mixing* dimulai dari pemasukan bahan-bahan kimia berupa karbon, kaoli secara manual ke dalam *mixing chamber* oleh operator, kemudian *control panel* ditekan dan di *setting* 10 menit untuk proses *mixer*. Pada proses *mixer* dengan penggerak utama *rotor* yang akan disalurkan ke *Cylinder blade*. *Cylinder blade* berputar mengaduk bahan-bahan karet ban selama 10 menit, serta pada saat proses *mixer* berlangsung *air cylinder* menekan kedalam *mixing chamber* supaya, bahan tercampur merata. setelah itu adonan karet ban yang telah *mixer* dikeluarkan dari *mixing chamber* untuk di proses pada tahap selanjutnya.

#### 4.1.7 Data Kerusakan Mesin *Mixing* 1

Berdasarkan kesimpulan dari latar belakang terdapat penurunan tingkat *availability* mesin *mixing* 1. Maka dari pengumpulan data kerusakan mesin *mixing* 1 di CV ISO Rubber Semarang dari bulan juni sampai september 2020 sebagai berikut:

**Tabel 4.2** Data Kerusaakan mesin *Mixing* 1

No	Taggal	Deskripsi	Efek Kegagalan	Downtime	Part
1	12-Jun-20	Seal mixer rusak	<i>cylinder blade</i> tidak dapat berputar dengan sempurna	70	Seal
2	20-Jun-20	pipa angin <i>air cylinder</i> bocor	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan materal pada sat proses <i>mixer</i> berlangsung	60	pipa
3	25-Jun-20	Engsel <i>Mixing Chamber</i> sulit terbuka dan tertutup	Sulit memasukan bahan material untuk di proses <i>mixing</i>	25	engsel
4	28-Jun-20	Sekring Panel listrikrusak	Tidak dapat menghidupkan mesin <i>mixing</i>	30	sekring
5	11-Jul-20	<i>Roller bearing</i>	Rotor tidak dapat berputar sempurna	80	<i>bearing</i>
6	12-Jul-20	<i>Water pipe</i> bocor	Menyebabkan <i>cylinder blade</i> panas pada saat proses <i>mixer</i> berlangsung	60	pipa
7	17-Jul-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>rotor coil</i> putus sehingga rotor tidak dapat berputar	60	<i>rotor coil</i>
8	19-Jul-20	Kabel <i>conrol panel</i> putus	Mesin <i>mixing</i> tidak dapat menyala	20	kabel
9	19-Jul-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	30	Oli
10	24-Jul-20	Klem pada <i>air cylinder</i> rusak	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material dengan sempurna	20	<i>klem</i>
11	24-Jul-20	Engsel pintu <i>feed of material</i> rusak	Sulit untuk menutup pintu material	20	baut
12	29-Jul-20	<i>Mixing Chamber</i> bocor	Menyebabkan material tumpah keluar	60	<i>mixing chamber</i>
13	31-Jul-20	Batang piston <i>air cylinder</i> patah	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material dengan sempurna	60	batang piston
14	02-Agu-20	<i>cylinder blade</i> aus	Bahan material karet ban tidak dapat tercampur merata	84	<i>cylinder blade</i>
15	06-Agu-20	<i>Roller bearing</i>	Rotor tidak dapat berputar sempurna	70	<i>bearing</i>
16	06-Agu-20	Baut batalan rotor lepas	Rotor bergetar	19	baut
17	08-Agu-20	Radiator rusak	Rotor cepat panas	60	Radiator
18	08-Agu-20	kipas/ <i>fan rotor</i> patah	Rotor cepat panas	30	kipas
19	14-Agu-20	<i>Pressure lid</i> aus	<i>Pressure</i> material karet ban pada saat proses <i>mixing</i> berlangsung tidak sempurna	38	<i>Pressure lid</i>
20	14-Agu-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	20	baut
21	15-Agu-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	22	Oli
22	28-Agu-20	Rumah <i>air cylinder</i> retak karena korosi	<i>air cylinder</i> tidak terlindungi	35	Rumah <i>air cylinder</i>

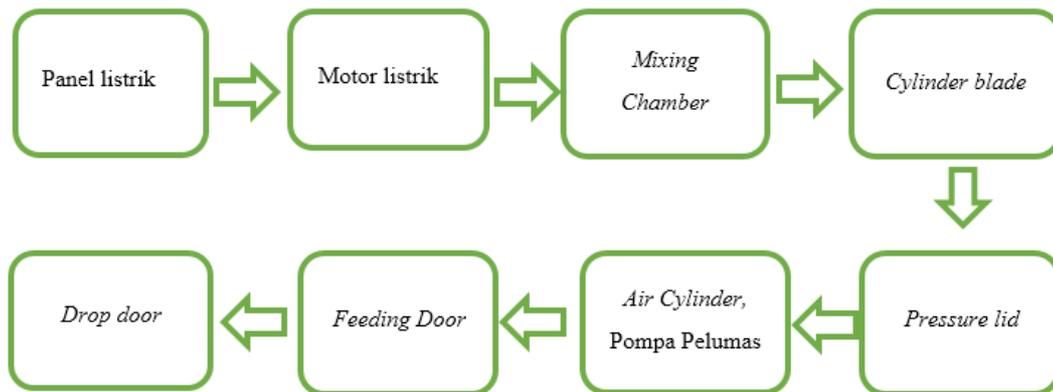
23	03-Sep-20	<i>Cylinder blade</i> berkarat	<i>Cylinder blade</i> tidak dapat berputar	29	<i>Cylinder blade</i>
24	03-Sep-20	<i>Mixing Chamber</i> kotor	Material karet ban yang di <i>mixing</i> tercampur debu ataupun material lain	20	<i>Mixing Chamber</i>
25	05-Sep-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	60	<i>rotor coil</i>
26	05-Sep-20	<i>Brush rotor</i> berkarat	Arus listrik <i>rotor</i> terhambat	14	<i>Brush</i>
27	05-Sep-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	50	<i>Bearing</i>
28	24-Sep-20	<i>Fan cover</i> pecah	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	65	<i>fan cover</i>
29	24-Sep-20	<i>Main shaft</i> patah	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	65	<i>main shaft</i>
30	24-Sep-20	<i>Motor housing</i> pecah	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	33	<i>motor housing</i>
31	24-Sep-20	<i>Rotor coil</i> terbakar	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	55	<i>rotor coil</i>
32	24-Sep-20	Penggantian motor listrik	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	44	rotor coil
33	30-Sep-20	Kabel panel listik putus	Mesin <i>mixing</i> tidak dapat menyala	20	kabel
Jumlah				1428 Menit	
Jumlah				23,8 jam	

## 4.2 Pengolahan Data

Dalam tahapan pengolahan data terdiri dari pengumpulan data yang telah dikumpulkan selama penelitian yang kemudian data ini diperlukan pada tahapan *Asset Block Diagram* (ABD) dan *Functional Block Diagram* (FBD). Kemudian data penyebab kerusakan mesin *Mixing* 1 diperlukan untuk tahapan *system function and function failure*. Lalu data efek kerusakan mesin diperlukan pada tahapan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Selanjutnya data sebab akibat kerusakan diperlukan pada tahapan *Logic Tree Analysis* (LTA) dan tahapan yang terakhir memberikan usulan kebijakan perawatan.

### 4.2.1 *Asset Block Diagram* (ABD)

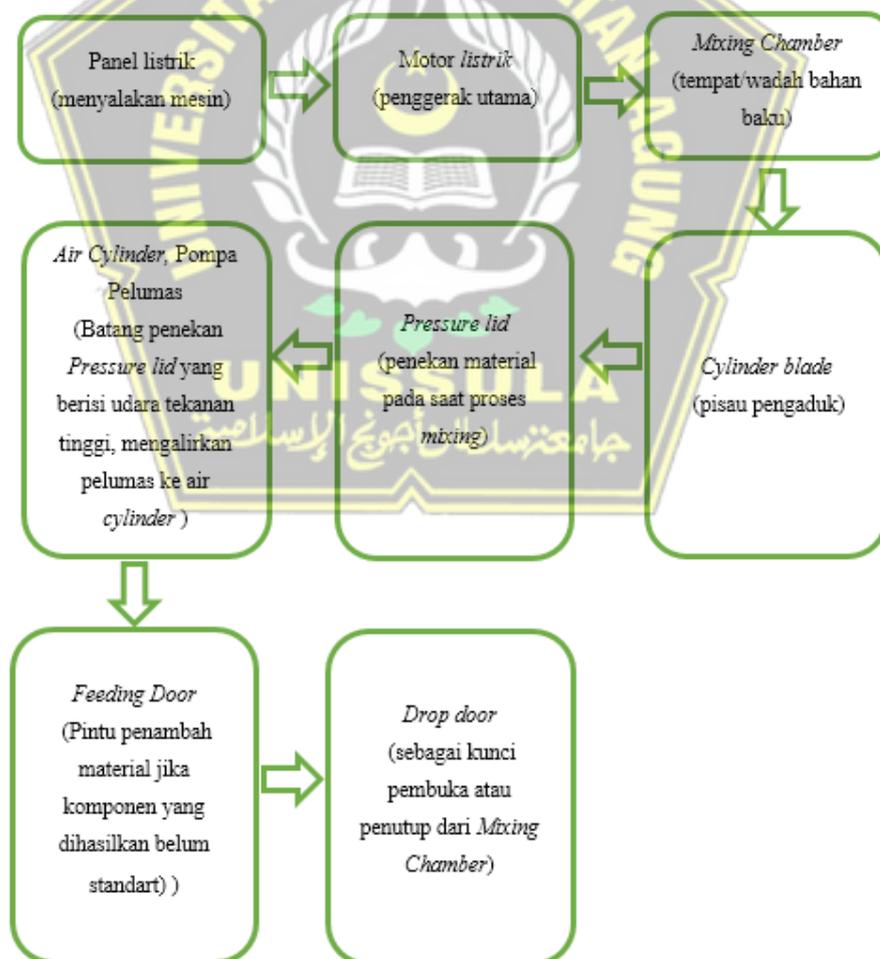
*Asset Block Diagram* yaitu berisi tentang mendiskripsikan sistem dan menjelaskan batasan dari sistem mesin *mixing*. berikut ialah *asset block diagram* dari mesin *mixing* :



**Gambar 4.6** Asset Block Diagram Mesin Mixing Mixing 1

#### 4.2.2 Functional Block Diagram (FBD)

*Functional Block Diagram* yaitu menjelaskan tentang fungsi dari setiap komponen yang ada beserta hubungan dari komponen mesin *mixing* 1 :



**Gambar 4.7** Functional Block Diagram Mesin Mixing Mixing 1

### 4.2.3 System Function and Funtional Failure

Pada tahan *system function and funtional failure* dilakukan analisa fungsi dan penyebab kegagalan fungsi dari komponen-komponen mesin *mixing 1* dengan tabel sebagai berikut :

**Tabel 4.3** *system function and funtional failure*

RCM						
Step 4		:	<i>System Function and Functional Failure</i>			
Info		:	<i>Function and Functional Failure</i>			
Plant		:	Unit Mintenance	Analyst	:	Kegagalan Fungsi
System		:	Pencamburan material/bahan baku <i>compound ban</i>	Date	:	2020
Komp.		:	Mesin <i>Mixing 1</i>			
No	Kode	Nama Item	Functions (F)		Failure Function (FF)	
			Kode	Fungsi	Kode	Kegagalan Fungsi
1	A1	Motor Listrik	1.1	Penggerak <i>cylinder blade</i>	1.1.1	<i>rotor coil</i> Terbakar
					1.1.2	<i>Motor housing</i> pecah
					1.1.3	<i>Roller bearing</i> rusak
					1.1.4	kipas/ <i>fan rotor</i> patah
2	A2	<i>Cylinder blade</i>	2.1	Berfungsi sebagai pengaduk bahan-bahan pembuatan karet ban	2.1.1	<i>cylinder blade</i> aus
					2.1.2	<i>Cylinder blade</i> tidak dapat berputar
3	A3	<i>Pressure Lid</i>	3.1	Berfungsi sebagai penekan bahan pembuatan karet ban pada saat proses <i>mixing</i>	3.1.1	<i>Pressure lid</i> aus
4	A4	<i>Air Cylinder</i>	4.1	menekan <i>pressure lid</i>	4.1.1	Klem pada <i>air cylinder</i> rusak
					4.1.2	pipa angin <i>air cylinder</i> bocor
5	A5	<i>Mixing Chamber</i>	5.1	sebagai tempat atau wadah material pembuatan karet ban	5.1.1	<i>Mixing Chamber</i> bocor
6	A6	<i>Feeding Door</i>	6.1	sebagai pintu penambahan bahan komponen karet	6.1.1	Engsel <i>Feeding Door</i> sulit terbuka dan tertutup
7	A7	Pompa pelumas	7.1	berfungsi untuk mempompa pelumas yang akan disalurkan ke <i>Air Cylinder</i>	7.1.1	Pelumas bocor
8	A8	<i>Panel listrik</i>	8.1	sebagai tombol kontroler untuk mengoperasikan atau	8.1.1	Tidak dapat menghidupkan mesin <i>mixing</i>

RCM						
Step 4	:	<i>System Function and Functional Failure</i>				
Info	:	<i>Function and Functional Failure</i>				
Plant	:	Unit Mintenance	Analyst	:	Kegagalan Fungsi	
System	:	Pencamburan material/bahan baku <i>compound ban</i>	Date	:	2020	
Komp.	:	Mesin <i>Mixing 1</i>				
No	Kode	Nama Item	Functions (F)		Failure Function (FF)	
			Kode	Fungsi	Kode	Kegagalan Fungsi
				memerintahakan mesin bergerak		
9	A9	Rumah rotor	9.1	melindungi rotor	9.1.1	<i>Motor housing</i> pecah
					9.1.2	Pondasi motor rusak, bergetar
10	A10	<i>Drop door</i>	10.1	sebagai kunci pembuka atau penutup dari <i>mixing chamber</i>	10.1	<i>mixing chamber</i> tidak dapat terbuka atau tertutup

#### 4.2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Setelah diketahui fungsi dan kegagalan fungsi pada mesin *mixing 1*, langkah selanjutnya yaitu menganalisa fungsi dan kegalalan fungsi tersebut dengan melakukan wawancara dan *brainstorming* yang terdapat pada lampiran 2 yang dimasukkan ke dalam tabel FMEA sebagai berikut :

Tabel 4.4 Failure Mode and Effect Analysis

Sistem : Pencamburan Material/Bahan Baku Compound Ban											
No	Kode	Equipment/Komponen	Function	Kode	Functional Failure	Failure Mode	Effect of Failure	S	O	D	RPN (SOD)
1	A1	Motor Listrik	Penggerak <i>cylinder blade</i>	1.1.1	<i>rotor coil</i> Terbakar	Umur pakai sudah maksimal, <i>over</i>	Mesin tidak dapat beroperasi	8	5	3	120
				1.1.2	<i>Motor housing</i> pecah	<i>heating</i> karena <i>overload</i> dan panas		8	5	3	120
				1.1.3	<i>Roller bearing</i> rusak	karena ruangan kurang ventilasi		8	5	3	120
				1.1.4	kipas/ <i>fan rotor</i> macet			8	5	3	120
2	A2	<i>Cylinder blade</i>	Befungsi sebagai pengaduk bahan-bahan pembuatan karet ban	2.1.1	<i>cylinder blade</i> aus	<i>Overload</i> , terdapat material asing pada bahan baku	Bahan material karet ban tidak dapat tercampur merata	4	3	3	36
				2.1.2	<i>Cylinder blade</i> tidak dapat berputar	<i>compound ban</i>		4	3	3	36
3	A3	<i>Pressure Lid</i>	Befungsi sebagai penekan bahan pembuatan karet ban pada saat proses <i>mixing</i>	3.1.1	<i>Pressure lid</i> aus	Terdapat material asing pada bahan baku <i>compound ban</i>	<i>Overload</i> serta terdapat material asing pada bahan baku <i>compound ban</i> dan terdapat banyak debu	5	2	6	60

Sistem : Pencampuran Material/Bahan Baku <i>Compound Ban</i>											
No	Kode	Equipment/Komponen	Function	Kode	Functional Faillure	Failure Mode	Effect of Failure	S	O	D	RPN (SOD)
4	A4	<i>Air Cylinder</i>	menekan <i>pressure lid</i>	4.1.1	Klem pada <i>air cylinder</i> rusak	<i>Overload</i> , korosif karena udara luar mengandung air laut	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material	7	5	3	105
				4.1.2	pipa angin <i>air cylinder</i> bocor			7	5	3	105
5	A5	<i>Mixing Chamber</i>	sebagai tempat atau wadah material pembuatan karet ban	5.1.1	<i>Mixing Chamber</i> bocor	Korosif	Bahan baku material <i>compound ban</i> tumpah	3	6	3	54
6	A6	<i>Feeding Door</i>	sebagai pintu penambahan bahan komponen karet	6.1.1	Engsel <i>Feeding Door</i> sulit terbuka dan tertutup	Korosif	Sulit memasukan bahan material untuk di proses <i>mixing</i>	3	6	3	54
7	A7	Pompa pelumas	berfungsi untuk mempompa pelumas yang akan disalurkan ke <i>Air Cylinder</i>	7.1.1	Pelumas bocor	Korosif, klem sudah saatnya ganti	<i>Air Cylinder</i> tidak dapat berfungsi	7	3	2	42
8	A8	Panel listrik	sebagai tombol kontroler untuk	8.1.1	Tidak dapat menghidupkan	Debu dan kotoran menepel pada panel	Mesin tidak dapat beroperasi	8	4	3	96

Sistem : Pencamburan Material/Bahan Baku <i>Compound Ban</i>											
No	Kode	Equipment/Komponen	Function	Kode	Functional Faillure	Failure Mode	Effect of Failure	S	O	D	RPN (SOD)
			mengoprasikan atau memerintahakan mesin bergerak		mesin <i>mixing</i> . Tombol Panel listrik rusak, Kabel panel listrik putus	listrik, serta kurangnya ventilasi menyebabkan panel listrik tidak dapat memerintahakan mesin bejaln.					
9	A9	Rumah <i>rotor</i>	melindungi <i>rotor</i> dari debu atau benda asing yang menyebabkan rotor tidak dapat berfungsi	9.1.1	<i>Motor housing</i> retak/pecah	Adanya getaran, korosif dan dudukan rusak menyebabkan rumah rotor pecah/retak serta terdapat benda asing yang menempel pada rumah <i>rotor</i> .	Mesin tidak bisa berjalan	8	3	3	72
				9.1.2	Pondasi motor rusak, bergetar			8	3	3	72
10	A10	<i>Drop door</i>	sebagai kunci pembuka atau penutup dari <i>mixing chamber</i>	10.1.1	<i>mixing chamber</i> tidak dapat terbuka atau tertutup	Sudah mencapai umur, saatnya ganti	Material tidak dapat dimasukan kedalam <i>mixing chamber</i>	2	3	6	36

Berdasarkan analisa FMEA didapatkan masing-masing nilai RPN pada mesin *mixing* 1 yang menunjukkan tingkat kepentingan dari komponen yang dianggap memiliki tingkat resiko tinggi oleh karena itu membutuhkan perlakuan khusus dengan melakukan perbaikan perawatan. Nilai RPN tersebut didapatkan dari ketetapan berdasarkan kondisis lapangan dari pihak *engineer* di CV ISO Rubber Semarang.

Pada mesin *mixing* 1 didapatkan 5 nilai RPN tertinggi, yaitu sebagai berikut:

1. Motor Listrik (*rotor coil* terbakar, *Motor housing* pecah, *Roller bearing* rusak ) RPN :120

**Sebab** : Disebabkan oleh faktor lingkungan seperti tingkat kekotoran tempat, suhu ruangan yang ventilasi kurang udara sehingga menyebabkan *rotor coil* terbakar. Serta vibrasi meliputi getaran yang menyebabkan *motor housing* pecah dan *roller bearing* rusak.

**Akibat** : Mengakibatkan mesin *mixing* 1 tidak dapat beroperasi sehingga target produksi tidak tercapai.

2. *Air Cylinder* (klem rusak, bocor) RPN : 105

**Sebab** : *Air Cylinder* bocor disebabkan oleh korosif, korosif muncul karena *Air Cylinder* tidak pernah dibersihkan, dan klem sudah saatnya diganti.

**Akibat** : *Pressure Lid* tidak dapat menekan bahan material sehingga *compound ban* yang dihasilkan tidak standar

3. Panel listrik (Saklar atau tombol panel listrik rusak, Kabel *panel* listrik putus) RPN : 96

**Sebab** : Sekring Panel listrik rusak disebabkan debu dan kotoran yang menempel sehingga sekring tersedat, kabel putus karena sudah rapuh dan harus diganti

**Akibat** : Tidak dapat menghidupkan mesin *mixing* karena arus listrik tidak dapat mengalir ke mesin *mixing* 1

4. Rumah *Rotor* (pecah, dudukan rusak) RPN : 72

**Sebab** : Getaran yang terus menerus menyebabkan rumah rotor pecah dan dudukan motor rusak

**Akibat** : motor listrik tidak dapat berjalan dengan sempurna, dan cylinder blade tidak dapat mengaduk material secara sempurna

5. *Pressure Lid* (Aus) RPN : 60

**Sebab** : *Pressure Lid* aus disebabkan oleh material asing yang tercampur oleh bahan baku sehingga menyebabkan *pressure lid* aus

**Akibat** : *Pressure* material karet ban pada saat proses *mixing* berlangsung tidak sempurna sehingga bahan baku yang dihasilkan tidak dapat memenuhi standar.

#### 4.2.5 Logic Tree Analysis (LTA)

Setelah melakukan analisa dengan menggunakan metode FMEA, langkah selanjutnya yaitu menentukan jenis perawatan yang layak, optimal dan cocok dalam menangani masing-masing *failure mode*, menganalisa menggunakan metode *logic tree analysis* (LTA). Berdasarkan kesimpulan analisa dari FMEA maka diperoleh 5 kegagalan yang mempunyai nilai RPN tertinggi pada mesin *mixing* 1. Berikut ialah analisa menggunakan metode LTA berdasarkan data pada lampiran 3 yang dimasukkan pada Tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.5 Logic Tree Analysis

No.	Komponen	Function	Failure Mode	Critically Analysis			
				Evidents	Safety	Outage	Category
1.	Motor Listrik	Penggerak <i>cylinder blade</i>	Umur pakai sudah maksimal, <i>over heating</i> karena <i>overload</i> dan panas karena ruangan kurang ventilasi	N	Y	Y	A
2.	<i>Air Cylinder</i>	menekan <i>pressure lid</i>	<i>Overload</i> , korosif karena udara luar mengandung air laut	Y	N	N	D
3.	Panel Listrik	sebagai tombol kontroler untuk mengoperasikan atau memerintahakan mesin bergerak.	Debu dan kotoran menempel pada panel listrik, serta kurangnya ventilasi menyebabkan panel listrik tidak dapat memerintahakan mesin bejaln.	Y	Y	Y	A
4.	Rumah <i>Rotor</i>	melindungi <i>rotor</i> .	Adanya getaran, korosif dan dudukan rusak menyebabkan rumah rotor pecah/retak serta terdapat benda asing yang menempel pada rumah <i>rotor</i> .	N	N	Y	D
5.	<i>Pressure Lid</i>	Berfungsi sebagai penekan bahan pembuatan karet	<i>Overload</i> serta terdapat material asing pada bahan baku <i>compound ban</i> dan terdapat banyak debu	N	N	Y	D

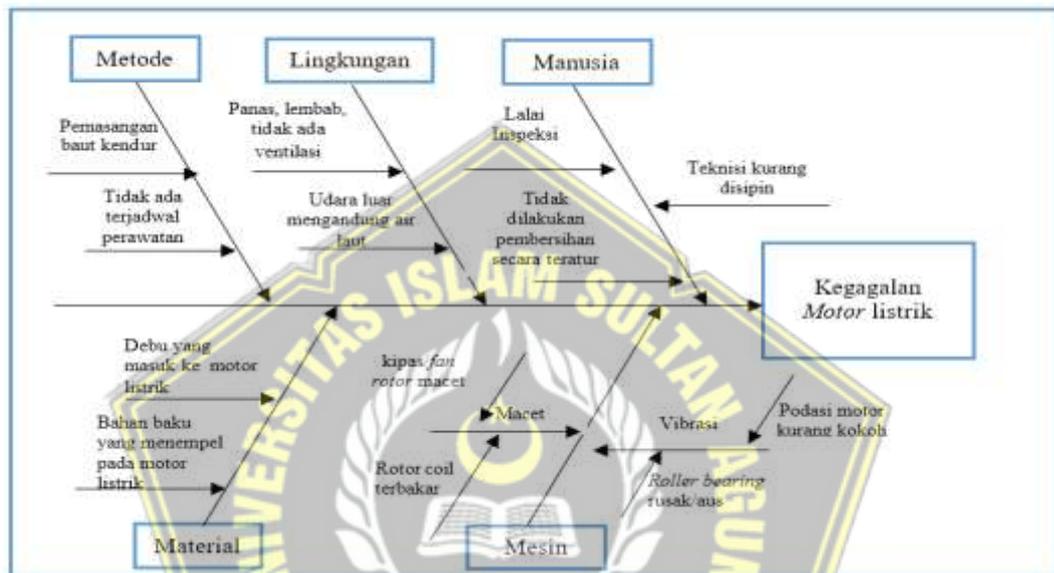
		ban pada saat proses <i>mixing</i>					
--	--	------------------------------------	--	--	--	--	--

Keterangan tabel :

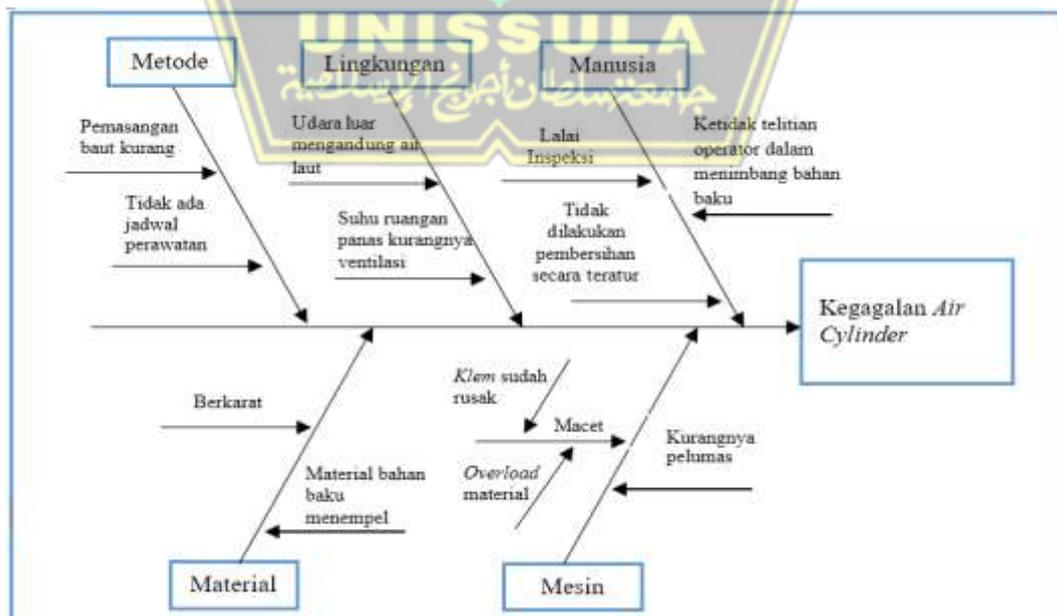
5. *Evident*, apakah operator dalam kondisi normal dapat mengetahui telah terjadi ada kegagalan?
6. *Safety*, apakah adanya kegagalan yang terjadi dapat membahayakan keselamatan pekerja?
7. *Outage*, apakah failure mode ini dapat berefek serta mengakibatkan seluruh atau sebagian sistem terhenti?
8. *Category*, mengklasifikasikan jawaban yang telah diajukan kedalam beberapa kategori. Pada kategori LTA ini dibagi menjadi 4 sebagai berikut:
  - a. Kategori A (Safety problem)  
 Apabila failure mode memiliki konsekuensi membahayakan keselamatan bahkan dapat menyebabkan kematian pada pekerja. Kegagalan ini juga memiliki konsekuensi lingkungan seperti melanggar peraturan lingkungan yang telah ditetapkan dalam hukum sebelumnya.
  - b. Kategori B (Outage problem)  
 Yaitu failure mode dari suatu komponen dapat menyebabkan sistem kerja komponen berhenti sebagian atau keseluruhan sehingga dapat berpengaruh terhadap operasional plant seperti kuantitas, kualitas produk terhadap hasil produksi.
  - c. Kategori C (Economic problem)  
 Yaitu apabila failure mode tidak mempunyai konsekuensi terhadap safety ataupun terhadap operasional plant, dan hanya mempengaruhi ekonomi yang relatif kecil meliputi biaya perbaikan.
  - d. Kategori D (Hidden Failure)  
 Yaitu apabila failure mode mempunyai dampak secara langung, namun apabila perusahaan tidak menanggulangnya resiko ini akan serius bahkan dapat memicu timbul kegagalan lainnya.

#### 4.2.6 Fishbone Diagram

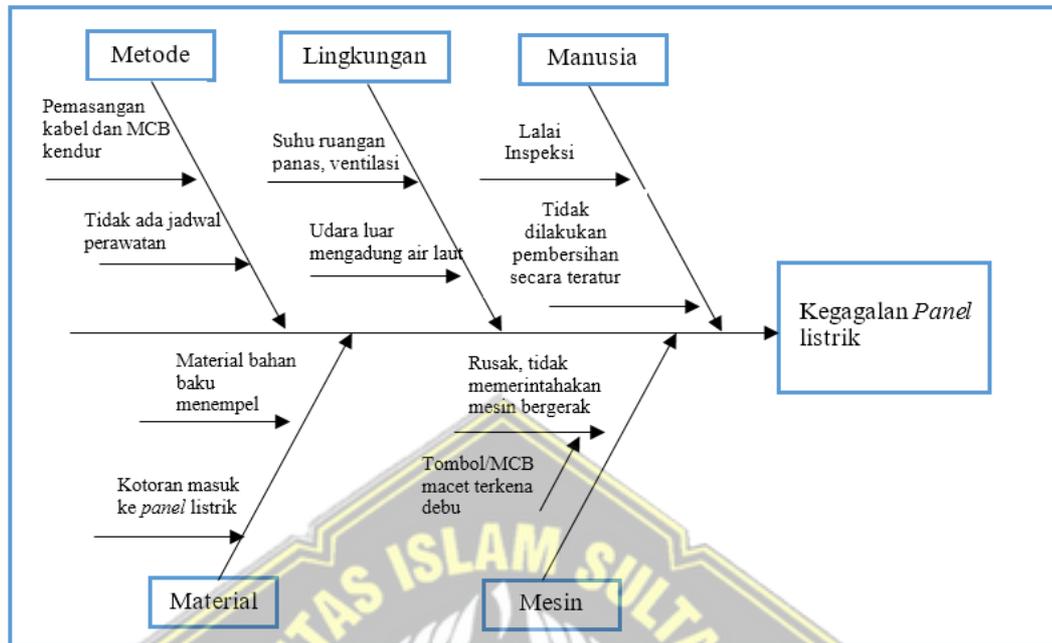
Dari hasil analisa pada langkah *logic tree analysis* diatas, masih ada beberapa kegagalan yang masih belum diketahui akar penyebabnya. Maka dari itu langkah terakhir dalam penelitian ini ialah menganalisa akar penyebab kegagalan dengan menggunakan *fishbone* diagram yang digunakan sebagai salah satu dasar dalam menentukan tindakan perawatan yang tepat antara lain ialah sebagai berikut :



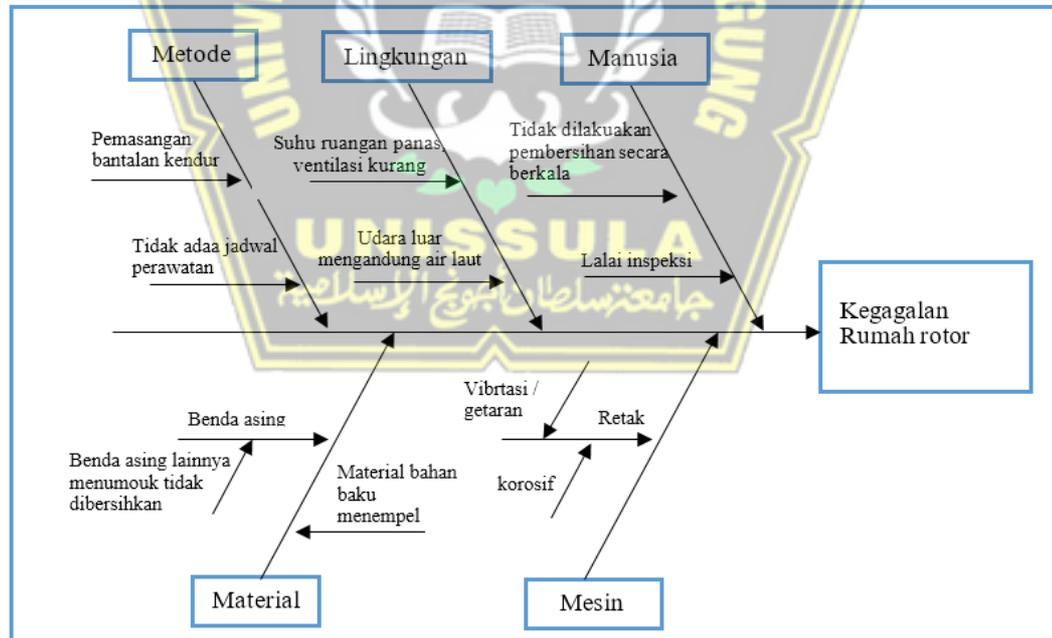
Gambar 4.8 Fishbone Diagram Kegagalan Motor Listrik



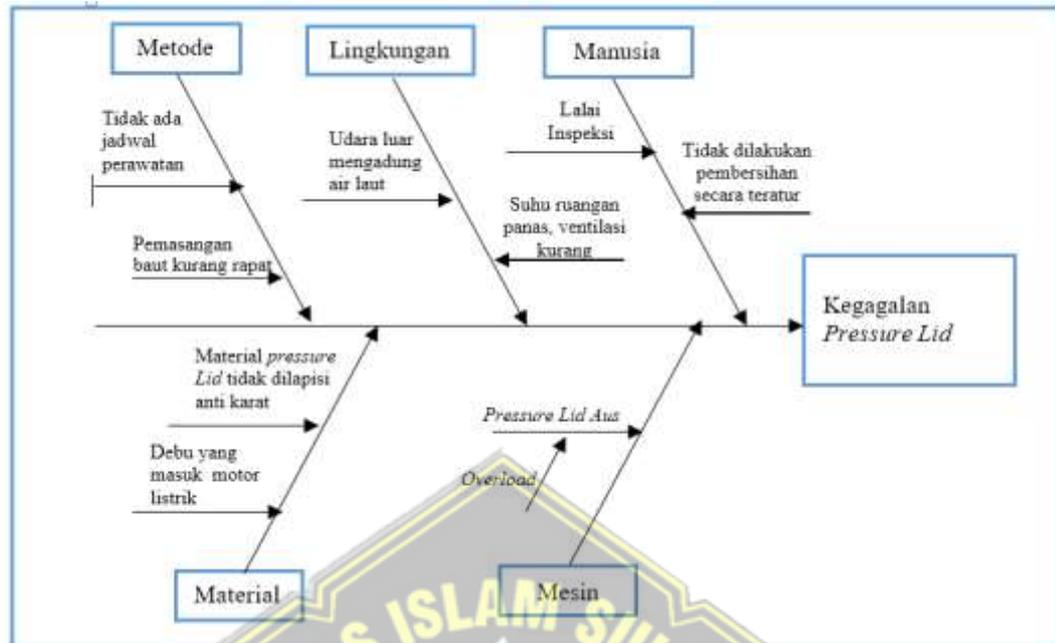
Gambar 4.9 Fishbone Diagram Kegagalan Air Cylinder



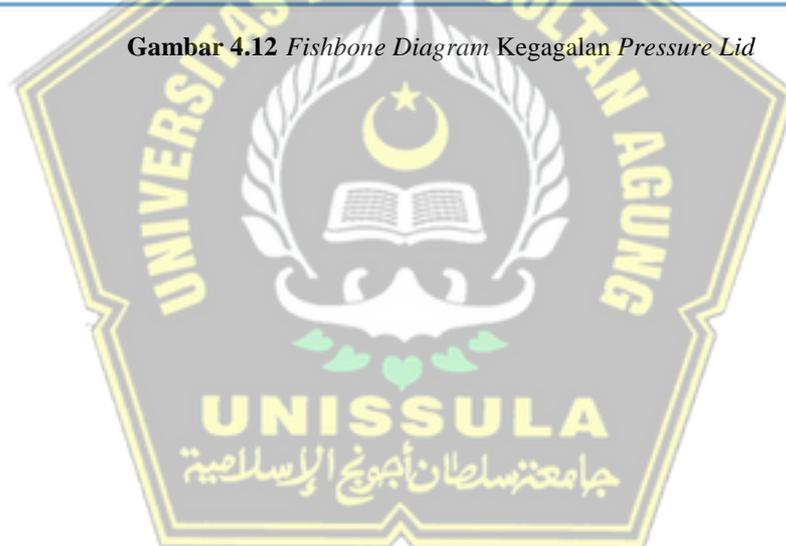
**Gambar 4.10** Fishbone Diagram Kegagalan Panel Listrik



**Gambar 4.11** Fishbone Diagram Kegagalan Rumah Rotor



Gambar 4.12 Fishbone Diagram Kegagalan Pressure Lid



#### 4.2.7 Task Selection

Setelah melakukan analisa kegagalan-kegagalan termasuk dalam kategori apa menggunakan LTA, maka diperoleh usulan strategi perencanaan perawatan sebagai berikut :

Tabel 4.6 Task Selection

No	Equipment/ komponen	Function (F)	Function Failure (FF)	Failure Mode (FM)	Consequences Evaluation				Faktor Proses	Maintenance Task	Maintenance Category
					H	S	E	O			
1	Motor Listrik	Penggerak <i>cylinder blade</i>	Rotor <i>coil</i> terbakar dan kipas/fan rotor terbakar. Vibrasi pondasi motor kurang kokoh.	Umur pakai sudah maksimal, <i>over heating</i> karena <i>overload</i> dan panas karena ruangan kurang ventilasi	Y	N	Y	Y	Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan pembersihan teratur untuk mencari indikasi kegagalan supaya setiap kegagalan yang muncul dapat diantisipasi	PdM
									Lingkungan	Merenofasi untuk menambah ventilasi ruangan agar ruangan produksi tidak panas sehingga motor listrik tidak gampang panas	PM
									Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi.	PdM
									Mesin	Melakukan optimalisasi perawatan dan pengecekan rutin yang dapat memicu kerusakan komponen yang lain sehingga tidak terjadi kegagalan kembali.	CM
									Material	Dilakukan pembersihan terjadwal debu dan kotoran pada motor listrik supaya motor listrik dapat berjalan dengan normal	PdM
2	Air Cylinder	menekan <i>pressure lid</i>	Pipa <i>air cylinder</i> bocor sering terkena bahan kimia <i>compound</i> <i>ban</i> , macet <i>klem</i> rusak , <i>overload</i>	<i>Overload</i> , korosif karena udara luar mengandung air laut	N	N	Y	Y	Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi	PdM
									Lingkungan	Dilakukan <i>Cleaning</i> secara teratur pada <i>air cylinder</i> agar tidak terdapat bahan kimia yang dapat merusak <i>air cylinder</i> tersebut	PM

No	Equipment/ komponen	Function (F)	Function Failure (FF)	Failure Mode (FM)	Consequences Evaluation				Faktor Proses	Maintenance Task	Maintenance Category
					H	S	E	O			
			dan kurang pelumas.						Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>air cylinder</i> dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.	PdM
									Mesin	Melakukan optimalisasi perawatan dan pengecekan rutin serta penimbangan <i>compound ban</i> yang lebih akurat supaya tidak memicu kerusakan komponen yang lain sehingga tidak terjadi kegagalan kembali.	CM
									Material	Melakukan pembersihan secara teratur agar tidak ada bahan kimia yang menempel sehingga <i>air cylinder</i> tidak mudah berkarat	PdM
3	Panel Listrik	Sebagai tombol kontroler untuk mengoperasikan atau memerintahakan mesin bergerak.	Tidak dapat menghidupkan mesin <i>mixing</i> . Tombol Panel listrik rusak, Kabel panel listrik putus	Debu dan kotoran menempel pada panel listrik, serta kurangnya ventilasi menyebabka n panel listrik tidak dapat memrintahka n mesin bejaln.	Y	Y	Y	Y	Manusia	Lakukan identifiikasi dan mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi dan memakai APD lengkap agar tidak terjadi kecelakaan kerja dalam melakukan tindakan perawatan	CM
									Lingkungan	Merenofasi untuk menambah ventilasi ruangan agar ruangan produksi tidak panas sehingga panel listrik tidak gampang panas.	PM
									Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>panel listrik</i> dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.	PdM
									Mesin	Dilakukan optimalisasi agar tekanan debu atau bahan kimia dari luar tidak masuk ke dalam panel listrik dan apabila udara luar masuk ke dalam panel listrik maka akan meyebabkan tidak dapat memerintahakan mesin tidak dapat bergerak	CM

No	Equipment/ komponen	Function (F)	Function Failure (FF)	Failure Mode (FM)	Consequences Evaluation				Faktor Proses	Maintenance Task	Maintenance Category
					H	S	E	O			
4	Rumah <i>Rotor</i>	melindungi <i>rotor</i> dari debu atau benda asing yang menyebabkan <i>rotor</i> tidak dapat berfungsi	Retak Korosif, getaran, dudukan rusak karena getaran	Adanya getaran, korosif dan dudukan rusak menyebabka n rumah <i>rotor</i> pecah/retak serta terdapat benda asing yang menempel pada rumah <i>rotor</i> .	Y	Y	Y	N	Material	Melakukan pembersihan secara teratur agar tidak ada benda asing yang menempel	PdM
					Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi dan memakai APD lengkap agar tidak terjadi kecelakaan kerja dalam melakukan tindakan perawatan	PdM				
					Lingkungan	Merenofasi untuk menambah ventilasi ruangan agar ruangan produksi tidak panas sehingga panel listrik tidak gampang panas.	PM				
					Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah bantalan rumah rotor dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.	PdM				
					Mesin	Dilakukan optimalisasi perawatan dan pengecekan secara rutin yang dapat memicu kerusakan komponen yang lain sehingga tidak terjadi kegagalan kembali	PdM				
					Material	Melakukan pembersihan secara teratur agar tidak ada benda asing yang menempel sehingga rumah <i>rotor</i> tidak mudah retak/pecah	PdM				
5	<i>Pressure Lid</i>	Berfungsi sebagai penekan bahan pembuatan karet ban pada saat proses <i>mixing</i>	<i>Pressure lid</i> aus	<i>Overload</i> serta Terdapat material asing pada bahan baku <i>compound ban</i> dan	Y	N	Y	N	Manusia	Dilakukan inspeksi untuk mengetahui <i>pressure lid</i> sudah aus atau belum	PM
					Lingkungan	Dilakukan pembersihan secara berkala supaya tidak mudah berkarat	PdM				
					Metode	Dilakukan pengecekan dan pembersihan secara berkala untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi	PdM				

No	Equipment/ komponen	Function (F)	Function Failure (FF)	Failure Mode (FM)	Consequences Evaluation				Faktor Proses	Maintenance Task	Maintenance Category
					H	S	E	O			
				terdapat banyak debu					Mesin	Dilakukan pengecekan dan pembersihan secara berkala untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi	PdM
									Material	Dilakukan pembersihan <i>mixing chamber</i> supaya tidak ada bahan material asing yang tercampur sehingga tidak <i>pressure lid</i> tidak cepat aus dan <i>pressure lid</i> dilapisi anti karat.	PdM



Keterangan :

1. **Consequence Evaluation**; merupakan konsekuensi atau dampak yang timbul karena adanya kegagalan pada *equipment*. Ada 4 macam antara lain yaitu :
  - a. **Hidden Failure (H)**; merupakan mode kegagalan yang memiliki dampak secara langsung, tetapi jika tidak dilakukan tindakan maka dapat menjadi kegagalan yang serius bahkan memicu kegagalan lainnya.
  - b. **Safety Problem (S)**; merupakan mode kegagalan yang dapat membahayakan keselamatan bahkan kematian seseorang.
  - c. **Economic Problem (E)**; merupakan mode kegagalan yang mempengaruhi ekonomi perusahaan meliputi biaya perbaikan.
  - d. **Outage Problem (O)**; merupakan mode kegagalan yang dapat menimbulkan sistem kerja komponen terhenti seluruh ataupun sebagian sehingga dapat berpengaruh terhadap *operasional plant*.
2. **Faktor Proses**; merupakan faktor penyebab kegagalan yang telah dianalisa dengan *fishbone diagram* untuk digunakan sebagai salah satu dasar dalam menentukan tindakan perawatan yang tepat.
  - a. **Manusia**; faktor yang dipengaruhi oleh tindakan operator.
  - b. **Lingkungan**; faktor yang dipengaruhi oleh kondisi sekitar *equipment*.
  - c. **Metode**; faktor yang dipengaruhi oleh suatu sistem.
  - d. **Mesin**; faktor yang dipengaruhi oleh *equipment* tersebut maupun yang lain.
  - e. **Material**; faktor yang dipengaruhi oleh bahan baku maupun material *equipment*.
3. **Maintenance Category**; merupakan kategori tindakan perawatan. Ada 3 kategori *maintenance* antara lain sebagai berikut :
  - a. **Preventive Maintenance (PM)**; merupakan tindakan kegiatan perawatan yang dilakukan terhadap sumber kerusakan secara langsung.
  - b. **Predictive Maintenance (PdM)**; merupakan tindakan perawatan dengan melakukan pemeriksaan dan inspeksi.
  - c. **Corrective Maintenance (CM)**; merupakan tindakan perawatan yang dilakukan bertujuan guna menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan cara pemeriksaan berkala.

#### 4.2.8 Metode RCM II Dipilih

Berikut ini mengapa metode RCM II ini dipilih:

1. Data yang didapatkan pada saat penelitian hanya komponen-komponen yang rusak saja, tidak dapat mengakses biaya yang dikeluarkan untuk perawatan mesin sehingga peneliti tidak dapat menghitung biaya perawatan
2. RCM II ini dipilih karena penyebab kegagalan dapat diketahui lebih detail sehingga bisa didapatkan solusi sesuai akar penyebabnya.
3. Pihak CV ISO Rubber Semarang hanya ingin usulan perbaikan tindakan perawatan untuk mengetahui komponen mesin *mixing* 1 yang sering terjadi kegagalan.

#### 4.3 Analisa dan Interpretasi

Berikut ini ialah analisa dari metode *reliability centered maintenance (RCM)*

*II*

##### 4.3.1 Analisa Hasil *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Dalam proses *Reliability Centered Maintenance II*, FMEA berfungsi menjadi sebuah alat untuk mengidentifikasi seluruh modus kegagalan dalam system, baik yang sudah terjadi maupun belum tetapi potensi untuk terjadi. Modus kegagalan tersebut selanjutnya akan dianalisis dengan cara mencari nilai RPN untuk mengetahui nilai kegagalan dari tiap komponen. Berikut ini merupakan penjelasan 5 komponen dengan nilai RPN terbesar :

##### 1. *Motor Listrik*

*Motor* listrik mempunyai fungsi sebagai penggerak *Cylinder Blade*, agar *Cylinder Blade* berputar mengaduk bahan material. *Motor* listrik dapat rusak atau tidak dapat beroperasi karena rotor coil terbakar karena panas yang disebabkan oleh kurangnya ventilasi dan debu yang menempel pada motor listrik, serta kipas/fan tidak dapat berputar karena terlalu banyak debu yang menempel. Dan *motor* listrik tidak dapat berfungsi maksimal ketika terlalu banyak vibrasi/getaran yang disebabkan oleh bantalan yang kurang kokoh, jika dipaksakan terus beroperasi dapat menyebabkan kegagalan pada komponen lainnya. Pada perhitungan nilai RPN dihasilkan nilai sebesar 120 yaitu perkalian dari *severity*= 8, *occurency* = 5, dan

*detection* = 3. Data tersebut didapatkan dari ketetapan dari *engineer* sendiri. Dan *motor* listrik termasuk dalam urutan pertama dari 5 komponen yang mempunyai nilai RPN terbesar.

## 2. *Air Cylinder*

*Air Cylinder* merupakan pipa besi yang didalamnya terdapat udara dengan tekanan tinggi yang memiliki fungsi menekan *pressure lid* pada saat proses *mixing* berlangsung. *Air Cylinder* dapat terjadi kegagalan karena pipa *air cylinder* bocor karena korosif dan klem rusak karena sudah waktunya ganti. Pada perhitungan nilai RPN dihasilkan nilai sebesar 105 yaitu perkalian dari *severity* = 7, *occurency* = 5, dan *detection* = 3. Data tersebut didapatkan dari ketetapan dari *engineer* sendiri. Dan *Air Cylinder* termasuk dalam urutan kedua dari 5 komponen yang mempunyai nilai RPN terbesar.

## 3. *Panel listrik*

*Panel listrik* memiliki fungsi sebagai tombol kontroler untuk mengoperasikan atau memerintahkan mesin bergerak. Penyebab kegagalan pada *panel listrik* yaitu pemasangan kabel dan tombol/MCB kendur, ventilasi kurang sehingga panas dan banyak debu/ bahan kimia yang menempel pada tombol/ MCB sehingga membuat tombol macet akibatnya tidak dapat menghidupkan mesin *mixing*. Pada perhitungan nilai RPN dihasilkan nilai sebesar 96 yaitu perkalian dari *severity* = 8, *occurency* = 4, dan *detection* = 3. Data tersebut didapatkan dari ketetapan dari *engineer* sendiri. Dan *panel listrik* termasuk dalam urutan ketiga dari 5 komponen yang mempunyai nilai RPN terbesar.

## 4. *Rumah Rotor*

*Rumah rotor* memiliki fungsi melindungi *rotor* dari hantaman benda asing ataupun dari debu/bahan kimia yang masuk ke dalam motor listrik yang menyebabkan motor listrik tidak dapat berjalan optimal. Kegagalan dari *rumah rotor* disebabkan oleh benda asing yang menghantam *rumah rotor* yang menyebabkan pecah ataupun retak, serta bantalan kurang kuat sehingga menyebabkan *rumah rotor*. Pada perhitungan nilai RPN dihasilkan nilai sebesar 72 yaitu perkalian dari *severity* = 8, *occurency* = 3, dan *detection* = 3. Data tersebut didapatkan dari

ketetapan dari *engineer* sendiri. Dan rumah *rotor* termasuk dalam urutan keempat dari 5 komponen yang mempunyai nilai RPN terbesar.

## 5. *Pressure Lid*

*Pressure Lid* terhubung langsung dengan *air cylinder*, *pressure lid* berfungsi sebagai penekan bahan material pada saat proses *mixing* berlangsung. Penyebab kegagalan *pressure lid* yaitu aus karena material *coumpound* ban tercampur material asing yang menyebabkan *pressure lid* aus, serta *pressure lid* lebih mudah berkarat karena tidak dilapisi anti karat. Pada perhitungan nilai RPN dihasilkan nilai sebesar 60 yaitu perkalian dari *severity*= 5, *occurency* = 2, dan *detection* = 6. Data tersebut didapatkan dari ketetapan dari *engineer* sendiri. Dan *pressure lid* termasuk dalam urutan kelima dari 5 komponen yang mempunyai nilai RPN terbesar.

### 4.3.2 Analisa Hasil *Logic Tree Analysis* (LTA)

Analisa *logic tree analysis* (LTA), berdasarkan hasil pengolahan data *logic tree analysis* (LTA) pada mesin *mixing* di CV.ISO Rubber Semarang diperoleh data analisis kekritisan. Masing-masing *critically analysis* tersebut ialah *evidents* yang artinya ialah apakah dalam keadaan normal operator dapat mengetahui adanya kegagalan. Yang kedua yaitu *safety* yang berarti apakah dalam mode kegagalan tersebut dapat membahayakan keselamatan operator. Selanjutnya yaitu *outage* yang artinya apakah dalam mode kegagalan dapat mengakibatkan sebagian atau seluruh system terhenti. Dan yang terakhir yaitu konsekuensi yang dibagi menjadi 4 (empat) kategori yaitu yang pertama kategori A (*safety problem*) apabila failure mode memiliki konsekuensi membahayakan keselamatan ataupun terjadi kematian. Yang kedua yaitu kategori B (*outage problem*) yaitu failure mode yang dapat menimbulkan system mati sebagian ataupun keseluruhan. Yang ketiga yaitu kategori C (*economic problem*) yaitu apabila failure mode tidak memiliki konsekuensi *safety* ataupun teradap *operation plant*, melainkan berpengaruh terhadap ekonomi seperti biaya perbaikan. Dan yang terakhir yaitu kategori D (*hidden failure*) ialah failure mode mempunyai efek secara langsung, namun jika perusahaan tidak segera menanggulangi dampak tersebut dapat menyebabkan kegagalan pada komponen lainnya.

Pada komponen *motor* listrik operator dapat tidak dapat mengetahui kegagalan dalam keadaan normal (*evidents*), serta dapat mengakibatkan bahaya bagi operator (*safety*) dan juga mengakibatkan system terhenti (*outage*) dan termasuk dalam kategori A (*Safety problem*). Yang selanjutnya yaitu komponen *air cylinder* operator dapat mengetahui kegagalan dalam keadaan normal (*evidents*), serta tidak dapat mengakibatkan bahaya bagi operator (*safety*) dan juga tidak dapat mengakibatkan system terhenti (*outage*) dan termasuk dalam kategori D (*Hidden Failure*). Kemudian *panel* listrik yaitu operator dapat mengetahui kegagalan dalam keadaan normal (*evidents*), serta dapat mengakibatkan bahaya bagi operator (*safety*) dan juga dapat mengakibatkan system terhenti (*outage*) dan termasuk dalam kategori A (*Safety problem*). Selanjutnya komponen rumah *rotor* yaitu operator tidak dapat mengetahui kegagalan dalam keadaan normal (*evidents*), serta tidak mengakibatkan bahaya bagi operator (*safety*) tapi dapat mengakibatkan system terhenti (*outage*) dan termasuk dalam kategori D (*Hidden Failure*), dan yang terakhir *pressure lid* yaitu operator tidak dapat mengetahui kegagalan dalam keadaan normal (*evidents*), serta tidak mengakibatkan bahaya bagi operator (*safety*) tapi dapat mengakibatkan system terhenti (*outage*) dan termasuk dalam kategori D (*Hidden Failure*)

#### 4.3.3 Analisa Fishbone Diagram

Berdasarkan *fishbone diagram* untuk mencari akar penyebab dari kegagalan yang terjadi dapat diketahui bahwa ada 5 faktor penyebab kegagalan antara lain faktor manusia, lingkungan, metode, material dan mesin, pada kegagalan *motor* listrik disebabkan oleh faktor manusia yang lupa melakukan inspeksi dan tidak dilakukan pembersihan secara teratur. yang kedua disebabkan oleh lingkungan karena ventilasi kurang sehingga panas dan lembab yang membuat *motor* listrik cepat panas. Yang ketiga disebabkan oleh faktor metode sebab pemasangan baut bantalan yang sudah kendur menyebabkan vibrasi/getaran. Yang keempat oleh faktor material seperti debu bahan kimia dan kotoran yang masuk ke dalam *motor* listrik. Terakhir disebabkan oleh mesin, mesin macet karena *rotor coil* putus/terbakar dan kipas macet, serta vibrasi yang disebabkan oleh *roller bearing*

yang sudah *aus* dan pondasi *motor* listrik kurang kokoh menyebabkan *motor* listrik tidak dapat menyala.

Kegagalan *air cylinder* yang pertama oleh faktor manusia yang lupa melakukan inspeksi dan tidak dilakukan pembersihan secara teratur. yang kedua disebabkan oleh lingkungan karena udara luar mengandung air laut sehingga menyebabkan pengkaratan. Yang ketiga disebabkan oleh faktor metode sebab pemasangan kurang rapat menyebabkan angin keluar sehingga *air cylinder* tidak dapat menekan material secara sempurna. Yang keempat oleh faktor material seperti debu, dan udara luar mengandung air laut serta *air cylinder* tidak dilapisi anti karat sehingga bocor. Terakhir disebabkan oleh mesin, *air cylinder* macet karena klem sudah rusak, bocor dan *overload* material

Kegagalan *panel* listrik yang pertama oleh faktor manusia yang tidak melakukan inspeksi dan tidak dilakukan pembersihan secara teratur. Yang kedua disebabkan oleh lingkungan karena ventilasi kurang dan banyak debu dari dalam ruangan. Yang ketiga disebabkan oleh faktor metode sebab pemasangan kabel dan MCB yang kendur menyebabkan arus listrik tidak dapat mengalir dengan lancar. Yang keempat oleh faktor material seperti debu yang menempel dan masuk kedalam *panel* listrik menyebabkan MCB/saklar tidak dapat di pencet. Terakhir disebabkan oleh mesin saklar macet, kabel sudah mulai rapuh yang menyebabkan *panel* listrik tidak dapat memerintahkan mesin bergerak.

Kegagalan rumah *rotor* yang pertama oleh faktor manusia yang tidak dilakukan pembersihan secara teratur. Yang kedua disebabkan oleh lingkungan karena ventilasi kurang dan panas. Yang ketiga disebabkan oleh faktor metode sebab pemasangan bantalan yang kendur membuat adanya getaran. Yang keempat oleh faktor material adanya benda asing seperti debu, dan hantaman oleh material/alat yang tidak disengaja. Terakhir disebabkan oleh mesin, retak karena korosif dan vibrasi/getaran.

Dan yang terakhir kegagalan *pressure lid* yang pertama oleh faktor manusia yang tidak dilakukan inspeksi. Yang kedua disebabkan oleh lingkungan udara luar yang mengandung air laut menyebabkan korosif. Yang ketiga disebabkan oleh faktor metode sebab tidak dilakukan pembersihan secara teratur.

#### 4.3.4 Analisa Task Selection

Dengan menggunakan RCM II *Task Selection* table 4.6 didapatkan hasil modus kegagalan memiliki konsekuensi *Hidden Failure* (H) merupakan mode kegagalan yang memiliki dampak secara langsung, tetapi jika tidak dilakukan tindakan maka dapat menjadi kegagalan yang serius bahkan memicu kegagalan lainnya yaitu pada komponen *motor* listrik, *panel* listrik, rumah *rotor*, dan *pressure lid*. *Safety Problem* (S) merupakan mode kegagalan yang dapat membahayakan keselamatan bahkan kematian seseorang yaitu pada komponen *panel* listrik dan rumah *rotor*. *Economic Problem* (E) merupakan mode kegagalan yang mempengaruhi ekonomi perusahaan meliputi biaya perbaikan yaitu pada komponen *motor* listrik, *air cylinder*, *panel* listrik, rumah *rotor*, dan *pressure lid*. *Outage Problem* (O) merupakan mode kegagalan yang dapat menimbulkan sistem kerja pada komponen berhenti sebagian maupun keseluruhan sehingga berpengaruh pada *operasional plant* yaitu pada komponen *motor* listrik, *air cylinder*, dan *panel* listrik

#### 4.3.5 Usulan Perbaikan Tindakan Perawatan *Task Selection*

Setelah dilakukan analisa menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II, langkah selanjutnya yaitu interpretasi data yang bertujuan membandingkan hasil pengolahan data atau analisa data dengan konsep yang digunakan dalam penelitian. Berdasarkan analisa RCM II, langkah pertama ialah *asses block diagram* (ABD) bertujuan untuk mengetahui komponen apa saja, yang kedua *functional block diagram* (FBD) dari sistem mesin yang dianalisa tersebut. Ketiga menganalisa fungsi dan kegagalan fungsi dari sistem yang dianalisa. Setelah teridentifikasi sistem yang akan dianalisa beserta fungsi dan kegagalan fungsi dari sistem tersebut, maka diidentifikasi menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menganalisa failure mode dan akibat kegagalan dari setiap failure yang timbul di masing-masing *equipment*/komponen, serta dicari tingkat prioritas risiko atau *Risk Priority Number* (RPN) yang tertinggi yang akan dilakukan tindakan perawatan karena merupakan komponen yang kritis.

Selanjutnya berdasarkan hasil analisa FMEA akan dianalisa dengan menggunakan metode *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk menganalisa kekritisan kegagalan dan yang terakhir menggunakan *tool fishbone diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan secara detail yang akan digunakan sebagai salah satu dasar menentukan tindakan perawatan yang tepat pada setiap *equipment*. Kemudian setelah dilakukan analisa RCM II maka dihasilkan *Task Selection* atau tindakan perawatan yang tepat untuk setiap kegagalan dari masing-masing *equipment*/komponen. Jadi usulan perawatan yang tepat atau strategi perencanaan perawatan berdasarkan pengolahan data dan analisisnya dalam bentuk RCM II *Decision Worksheet* sebagai berikut :



Tabel 4.7 Usulan Perbaikan RCM II *Decision Worksheet* Mesin Mixing 1

No	Equipment/ komponen	Function (F)	Function Failure (FF)	Failure Mode (FM)	Consequences Evaluation				Faktor Proses	Maintenance Task
					H	S	E	O		
1	Motor Listrik	Penggerak <i>cylinder blade</i>	<i>Rotor coil</i> terbakar dan kipas/fan rotor terbakar. Vibrasi pondasi motor kurang kokoh.	Umur pakai sudah maksimal, <i>over heating</i> karena <i>overload</i> dan panas karena ruangan kurang ventilasi	Y	N	Y	Y	Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan pembersihan teratur untuk mencari indikasi kegagalan supaya setiap kegagalan yang muncul dapat diantisipasi
									Lingkungan	Merenofasi untuk menambah ventilasi ruangan agar ruangan produksi tidak panas sehingga motor listrik tidak gampang panas
									Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi.
									Mesin	Melakukan optimalisasi perawatan dan pengecekan rutin yang dapat memicu kerusakan komponen yang lain sehingga tidak terjadi kegagalan kembali.
									Material	Dilakukan pembersihan terjadwal debu dan kotoran pada motor listrik supaya motor listrik dapat berjalan dengan normal
2	<i>Air Cylinder</i>	menekan <i>pressure lid</i>	Pipa <i>air cylinder</i> bocor sering terkena bahan kimia <i>compound</i> <i>ban</i> , macet <i>klem</i> rusak , <i>overload</i> dan kurang pelumas.	<i>Overload</i> , korosif karena udara luar mengandung air laut	N	N	Y	Y	Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi
									Lingkungan	Dilakukan <i>Cleaning</i> secara teratur pada <i>air cylinder</i> agar tidak terdapat bahan kimia yang dapat merusak <i>air cylinder</i> tersebut
									Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>air cylinder</i> dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.
										Melakukan optimalisasi perawatan dan

No	Equipment/ komponen	Function (F)	Function Failure (FF)	Failure Mode (FM)	Consequences Evaluation				Faktor Proses	Maintenance Task	
					H	S	E	O			
		memerintahkan mesin bergerak.	Kabel panel listrik putus	kurangnya ventilasi menyebabkan panel listrik tidak dapat memerintahkan mesin bejaln.						Lingkungan	Merenofasi untuk menambah ventilasi ruangan agar ruangan produksi tidak panas sehingga panel listrik tidak gampang panas.
										Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>panel</i> listrik dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.
										Mesin	Dilakukan optimalisasi agar tekanan debu atau bahan kimia dari luar tidak masuk ke dalam panel listrik dan apabila udara luar masuk ke dalam panel listrik maka akan meyebabkan tidak dapat memerintahkan mesin tidak dapat bergerak
										Material	Melakukan pembersihan secara teratur agar tidak ada benda asing yang menempel
4	Rumah Rotor	melindungi rotor dari debu atau benda asing yang menyebabkan rotor tidak dapat berfungsi	Retak Korosif, getaran, rusak karena getaran	Adanya getaran, korosif dan dudukan rusak menyebabkan rumah rotor pecah/retak serta terdapat benda asing yang menempel pada rumah rotor.	Y	Y	Y	N		Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi dan memakai APD lengkap agar tidak terjadi kecelakaan kerja dalam melakukan tindakan perawatan
										Lingkungan	Merenofasi untuk menambah ventilasi ruangan agar ruangan produksi tidak panas sehingga panel listrik tidak gampang panas.
										Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah bantalan rumah rotor dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.
										Mesin	Dilakukan optimalisasi perawatan dan pengecekan secara rutin yang dapat memicu kerusakan komponen yang lain sehingga tidak terjadi kegagalan kembali
											Melakukan pembersihan secara teratur agar tidak ada benda asing yang menempel

No	Equipment/ komponen	Function (F)	Function Failure (FF)	Failure Mode (FM)	Consequences Evaluation				Faktor Proses	Maintenance Task
					H	S	E	O		
									Mesin	Dilakukan pengecekan dan pembersihan secara berkala untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi
									Material	Dilakukan pembersihan <i>mixing chamber</i> supaya tidak ada bahan material asing yang tercampur sehingga tidak <i>pressure lid</i> tidak cepat aus dan <i>pressure lid</i> dilapisi anti karat.



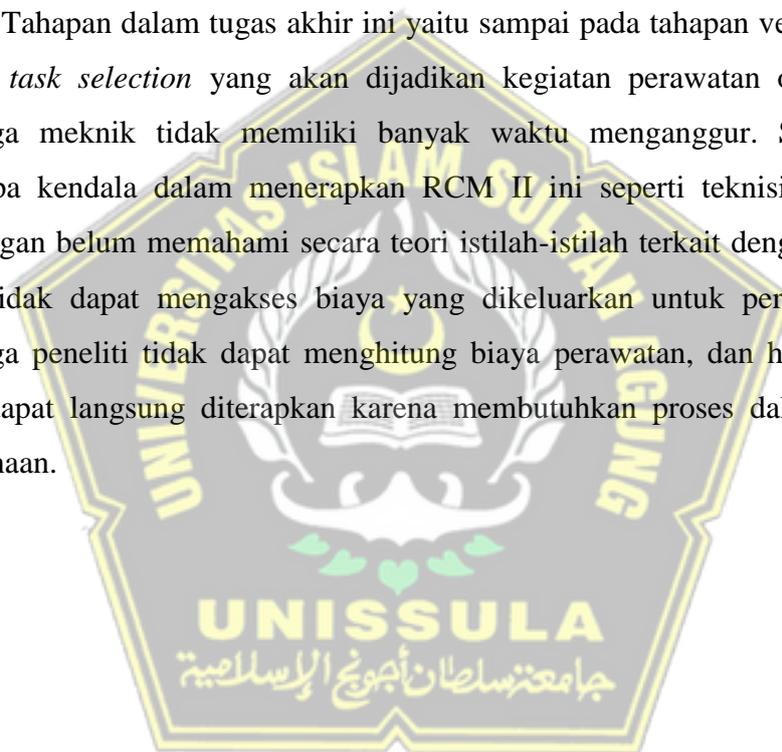
#### 4.3.6 Pembuktian Hipotesa

Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diperoleh data kegagalan yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi antara lain pada komponen *motor* listrik bernilai RPN 120, kedua pada komponen *air cylinder* nilai RPN 105, ketiga pada komponen *panel* listrik dengan nilai RPN 96, keempat pada komponen rumah *rotor* dengan nilai RPN 72, dan yang kelima pada komponen *pressure lid* dengan nilai RPN 60. Dari hasil analisa FMEA, maka komponen-komponen tersebut merupakan prioritas untuk dilakukannya tindakan perawatan lebih lanjut. Setelah diperoleh komponen yang akan dilakukan tindakan perawatan, langkah selanjutnya yaitu dianalisa menggunakan metode *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk menganalisa kekritisan dan konsekuensi kegagalan yang ditimbulkan agar bisa dijadikan salah satu dasar dalam menentukan tindakan perawatan. Analisa terakhir menggunakan *tool fishbone diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan secara detail. Setelah dilakukan analisa, ternyata terdapat akar penyebab kegagalan yang sebenarnya antara lain yaitu penyebab kegagalan kegagalan *motor* listrik yaitu tidak dapat berjalan karena tidak dilakukan inspeksi, pembersihan berkala, lingkungan yang panas, lembab karena kurangnya ventilasi, pemasangan bantalan yang kurang kokoh, terdapat material debu, kotoran yang masuk ke motor listrik, dan mesin yang macet karena kipas tidak berputar serta *rotor coil* terbakar/putus, vibrasi karena *roller bearing* aus dan pondasi motor rusak. Pada komponen *air cylinder* terjadi kebocoran yang disebabkan udara luar mengandung air laut sehingga *korosif* dan *overload* serta tidak dilakukan pembersihan secara berkala. Kegagalan pada *panel* listrik disebabkan oleh pemasangan kabel, saklar yang kendur dan tidak dilakukan inspeksi serta pembersihan secara berkala sehingga membuat *panel* listrik tidak dapat memerintahkan mesin bergerak. Kegagalan pada rumah *rotor* pecah atau retak disebabkan oleh bantalan yang kurang kuat sehingga menimbulkan getaran. Kegagalan pada *pressure lid* aus yaitu disebabkan oleh tidak ada pembersihan berkala serta udara luar mengandung air laut menyebabkan korosif dan material *pressure lid* tidak dilapisi anti karat.

Setelah dilakukan analisa RCM II maka diperoleh usulan perbaikan tindakan perawatan untuk strategi perencanaan perawatan dalam bentuk *Task Selection RCM II Decision Worksheet*. Mengusulkan tindakan perawatan yang tepat dan sesuai berdasarkan analisa dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II sebagai upaya meningkatkan produktivitas mesin serta dapat mengurai *downtime* pada mesin *mixing* 1. Dengan usulan ini diasumsikan dapat meningkatkan produktivitas mesin *mixing* 1 CV ISO Rubber Semarang.

#### **4.3.7 Verifikasi**

Tahapan dalam tugas akhir ini yaitu sampai pada tahapan verifikasi dalam bentuk *task selection* yang akan dijadikan kegiatan perawatan oleh mekanik, sehingga meknik tidak memiliki banyak waktu menganggur. Serta terdapat beberapa kendala dalam menerapkan RCM II ini seperti teknisi yang berada dilapangan belum memahami secara teori istilah-istilah terkait dengan penelitian. Serta tidak dapat mengakses biaya yang dikeluarkan untuk perawatan mesin sehingga peneliti tidak dapat menghitung biaya perawatan, dan hasil penelitian tidak dapat langsung diterapkan karena membutuhkan proses dalam kebijakan perusahaan.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan di CV.ISO Rubber Semarang pada mesin *mixing* 1 dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diperoleh data kegagalan yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi antara lain pada motor listrik RPN 120, kedua pada komponen *air cylinder* memiliki RPN 105, ketiga pada *panel* listrik dengan nilai RPN 96, yang keempat rumah *rotor* dengan nilai RPN 72, dan kelima *pressure lid* dengan nilai RPN 60. Dari hasil analisa FMEA, komponen-komponen tersebut merupakan prioritas untuk dilakukannya tindakan perawatan lebih lanjut.
2. Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan metode *Logic Tree Analysis* (LTA) diperoleh analisa kekritisannya dari kegagalan pada 5 komponen yang terpilih sebagai prioritas untuk dilakukannya tindakan perawatan antara lain pada komponen *motor* listrik analisa kekritisannya pada keselamatan dan mesin dapat berhenti bekerja, sedangkan pada *air cylinder* analisa kekritisannya memiliki dampak secara langsung, namun jika perusahaan tidak menanggulangnya resiko ini akan menjadi serius bahkan dapat memicu kegagalan lainnya. pada operator, pada *panel* listrik analisa kekritisannya pada operator, keselamatan dan mesin dapat berhenti bekerja. pada rumah *rotor* dan *pressure lid* analisa kekritisannya memiliki dampak secara langsung, namun jika perusahaan tidak menanggulangnya resiko ini akan menjadi serius bahkan dapat memicu kegagalan lainnya.
3. Berdasarkan analisa dengan menggunakan *tool fishbone diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan secara detail. Setelah dilakukan analisa, ternyata terdapat akar penyebab kegagalan yang sebenarnya antara lain yaitu penyebab *rotor coil* putus atau terbakar disebabkan material debu yang masuk ke dalam *motor* listrik serta tidak ada pembersihan secara teratur dan

bantalan yang kurang kokoh, pada komponen *air cylinder* bocor disebabkan oleh udara ruang mengandung air laut dan tidak ada inspeksi ataupun pembersihan secara berkala, sedangkan pada *panel* listrik rusak tidak dapat memerintahkan mesin bergerak disebabkan oleh banyak material debu yang masuk ke dalam box *panel* listrik yang membuat saklar tidak dapat bekerja semestinya dan membuat kabel cepat putus.

4. Tindakan perawatan mesin *mixing* 1 untuk strategi perencanaan perawatan dalam bentuk *Task Selection RCM II Decision Worksheet* mesin *mixing* 1 pada komponen *motor* listrik, *Air Cylinder*, *Panel* listrik, rumah *rotor*, dan *pressure Lid*. Memberikan tindakan perawatan yang tepat dan sesuai berdasarkan analisa dengan metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) dalam upaya meningkatkan produktivitas mesin yang sebelumnya belum optimal atau maksimal pada saat mesin beroperasi, sehingga dapat meminimalkan terjadinya kegagalan pada mesin *mixing* 1 yang kemudian dapat meningkatkan keandalan mesin untuk memaksimalkan produktivitas dari mesin tersebut.

## 5.2 Saran

Berikut ialah saran dari peneliti untuk CV.ISO Rubber Semarang :

1. Sistem perawatan terjadwal sangat penting untuk menghindari kerusakan-kerusakan alat yang tidak diinginkan serta agar teknisi tidak banyak waktu menganggur.
2. Melakukan tindakan perawatan sesuai dengan akar penyebab kegagalan sehingga dapat diselesaikan secara tepat.
3. Perlu adanya koordinasi antar operator atau teknisi dengan staff dalam bidang perencanaan perawatan agar sejalan apa yang direncanakan dengan kondisi lapangan yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asisco, H., Amar, K., & Perdana, Y. R. (2012). Usulan Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim. *Kaunia*, 8(2), 78–98.
- Azis, M. T., Suprawhardana, M. S., & Purwanto, T. P. (2010). Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna GA. SIWABESSY. *JFN*, 4(1), 81–98.
- Dhamayanti, D. S., Alhilman, J., & Athari, N. (2016). Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Komori Ls440 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm Ii) Dan Risk Based Maintenance (Rbm) Di Pt Abc. *Jurnal Rekayasa Sistem Dan Industri*, 3(02), 31–37.
- Hakim, L. (2014). ANALISA RCM PADA MOTOR DIESEL PENGGERAK GENERATOR DAYA 320 kVA SUMBER KELISTRIKAN DI HOTEL SAPADIA ROKAN HULU. *Jurnal Aptek*, 6(2), 165–172.
- Henley, E. ., & Kumamoto, H. (1981). *Reliability Engineering and Risk Assesment*. New Jersey : Prentice Hall.
- Hidayah, N. Y., & Ahmadi, N. (2017). Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16(2), 167. <https://doi.org/10.25077/josi.v16.n2.p167-176.2017>
- Kurniawan, R. R. (2014). *Perencanaan Sistem Perawatan Mesin Urbannyte Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II ( RCM II ) (Studi Kasus di departemen produksi PT. Masscom Graphy, Semarang)*. (Rcm Ii), 1–8.
- Kurniawati, D. A., & Muzaki, M. L. (2017). Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan RCM dan MVSM. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16(2), 89. <https://doi.org/10.25077/josi.v16.n2.p89-105.2017>
- Lukodono, R., Pratikto, P., & Soenoko, R. (2013). Analisis Penerapan Metode RCM Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance

- (Studi Kasus PG. X). *Rekayasa Mesin*, 4(1), pp.43-52.
- Manalu, R. B., Budiarto, U., Yudo, H., Teknik, F., Diponegoro, U., & Simulation, M. C. (2016). *Berbasis Keandalan Pada Kapal Km . Bukit Siguntang Dengan Pendekatan Rcm ( Reliability Centered Maintenance )*. 4(1).
- Nowlan, F., & Heap, H. (1978). *Reliability Centered Maintenance*. San Francisco: United Airlines Publications.
- Palit, H. C., & Sutanto, W. (2012). *Perancangan Rcm Untuk Mengurangi Downtime Mesin* (pp. 1–7). pp. 1–7.
- Rochman, D. D., Chinthya, C., & Panigoro, D. (2017). *Perancangan Implementasi Reliability Centered Maintenance ( Rcm ) Pada Pt Indoneptune Net Manufacturing*. 1092–1100.
- Siddiqui, A. W., & Ben-Daya, M. (2009). Reliability centered maintenance. In *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 397–415). [https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0\\_16](https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0_16)
- Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode RCM*. (n.d.).
- Yaya, T., Zuolun, X., & Xiaodong, G. (2018). 马利邦 1 , 田亚亚 1 , 谢作轮 2 , 郭晓东 3 , 顾. 15(02), 158–170.



# LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data kerusakan mesin di CV ISO Rubber Semarang

#### 1. Data kerusakan mesin *mixing* 1

No	Taggal	Deskripsi	Efek Kegagalan	Downtime	Part
1	12-Jun-20	Seal mixer rusak	<i>cylinder blade</i> tidak dapat berputar dengan sempurna	70	Seal
2	20-Jun-20	pipa angin <i>air cylinder</i> bocor	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material pada saat proses <i>mixer</i> berlangsung	60	pipa
3	25-Jun-20	Engsel <i>Mixing Chamber</i> sulit terbuka dan tertutup	Sulit memasukan bahan material untuk di proses <i>mixing</i>	25	engsel
4	28-Jun-20	Sekring Panel listrikrusak	Tidak dapat menghidupkan mesin <i>mixing</i>	30	sekring
5	11-Jul-20	<i>Roller bearing</i>	Rotor tidak dapat berputar sempurna	80	<i>bearing</i>
6	12-Jul-20	<i>Water pipe</i> bocor	Menyebabkan <i>cylinder blade</i> panas pada saat proses <i>mixer</i> berlangsung	60	pipa
7	17-Jul-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>rotor coil</i> putus sehingga rotor tidak dapat berputar	60	<i>rotor coil</i>
8	19-Jul-20	Kabel <i>conrol panel</i> putus	Mesin <i>mixing</i> tidak dapat menyala	20	kabel
9	19-Jul-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	30	Oli
10	24-Jul-20	Klem pada <i>air cylinder</i> rusak	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material dengan sempurna	20	<i>klem</i>
11	24-Jul-20	Engsel pintu <i>feed of material</i> rusak	Sulit untuk menutup pintu material	20	baut
12	29-Jul-20	<i>Mixing Chamber</i> bocor	Menyebabkan material tumpah keluar	60	<i>mixing chamb</i>
13	31-Jul-20	Batang piston <i>air cylinder</i> patah	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material dengan sempurna	60	batang piston
14	02-Agu-20	<i>cylinder blade</i> aus	Bahan material karet ban tidak dapat tercampur merata	84	<i>cylinder blade</i>
15	06-Agu-20	<i>Roller bearing</i>	Rotor tidak dapat berputar sempurna	70	<i>bearing</i>
16	06-Agu-20	Baut batalan rotor lepas	Rotor bergetar	19	baut
17	08-Agu-20	<i>Radiator</i> rusak	Rotor cepat panas	60	<i>Radiator</i>

18	08-Agu-20	kipas/ <i>fan rotor</i> patah	<i>Rotor</i> cepat panas	30	kipas
19	14-Agu-20	<i>Pressure lid</i> aus	<i>Pressure</i> material karet ban pada saat proses <i>mixing</i> berlangsung tidak sempurna	38	<i>Pressure lid</i>
20	14-Agu-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	20	baut
21	15-Agu-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	22	Oli
22	28-Agu-20	Rumah <i>air cylinder</i> retak karena korosi	<i>air cylinder</i> tidak terlindungi	35	Rumah <i>air cylinder</i>
23	03-Sep-20	<i>Cylinder blade</i> berkarat	<i>Cylinder blade</i> tidak dapat berputar	29	<i>Cylinder blade</i>
24	03-Sep-20	<i>Mixing Chamber</i> kotor	Material karet ban yang di <i>mixing</i> tercampur debu ataupun material lain	20	<i>Mixing Chamber</i>
25	05-Sep-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	60	<i>rotor coil</i>
26	05-Sep-20	<i>Brush rotor</i> berkarat	Arus listrik <i>rotor</i> terhambat	14	<i>Brush</i>
27	05-Sep-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	50	<i>Bearing</i>
28	24-Sep-20	<i>Fan cover</i> pecah	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	65	<i>fan cover</i>
29	24-Sep-20	<i>Main shaft</i> patah	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	65	<i>main shaft</i>
30	24-Sep-20	<i>Motor housing</i> pecah	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	33	<i>motor housing</i>
31	24-Sep-20	<i>Rotor coil</i> terbakar	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	55	<i>rotor coil</i>
32	24-Sep-20	Penggantian motor listrik	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	44	rotor coil
33	30-Sep-20	Kabel panel listrik putus	Mesin <i>mixing</i> tidak dapat menyala	20	kabel
	Jumlah			1428 Menit	
	Jumlah			23,8 jam	

## 2. Data kerusakan mesin *Pressing* 1

No	Taggal	Deskripsi	Efek Kegagalan	<i>Downtime</i>	<i>Part</i>
1	15-Jun-20	<i>silinder</i> bocor	Menyebabkan material tumpah keluar	40	<i>Silinder</i>
2	17-Jun-20	Baut batalan rotor lepas	<i>Rotor</i> bergetar	15	Baut
3	22-Jun-20	pipa angin <i>silinder</i> bocor	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan materal pada sat proses berlangsung	20	Pipa

4	27-Jun-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	15	Baut
5	28-Jun-20	Sekring Panel listrik rusak	Tidak dapat menghidupkan mesin	20	Sekring
6	11-Jul-20	<i>Roller bearing</i>	Rotor tidak dapat berputar sempurna	40	<i>Bearing</i>
7	12-Jul-20	<i>Water pipe</i> bocor	Menyebabkan <i>cylinder blade</i> panas pada saat proses <i>mixer</i> berlangsung	45	Pipa
8	17-Jul-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>rotor coil</i> putus sehingga rotor tidak dapat berputar	20	<i>rotor coil</i>
9	19-Jul-20	Kabel <i>conrol panel</i> putus	Mesin tidak dapat menyala	20	Kabel
10	19-Jul-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	20	Oli
11	25-Jul-20	Engsel pintu <i>feed of material</i> rusak	Material tidak dapat padat	20	Baut
12	31-Jul-20	Batang piston <i>air cylinder</i> patah	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material dengan sempurna	50	batang piston
13	06-Agu-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar sempurna	45	<i>Bearing</i>
14	08-Agu-20	<i>Radiator</i> rusak	<i>Rotor</i> cepat panas	50	<i>Radiator</i>
15	08-Agu-20	kipas/ <i>fan rotor</i> patah	<i>Rotor</i> cepat panas	20	kipas
16	14-Agu-20	<i>Pressure lid</i> aus	<i>Pressure</i> material karet ban pada saat proses berlangsung tidak sempurna	38	<i>Pressure lid</i>
17	14-Agu-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	20	Baut
18	15-Agu-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	22	Oli
19	28-Agu-20	Rumah <i>rotor</i>	<i>rotor</i> tidak terlindungi	20	Rumah <i>rotor</i>
20	03-Sep-20	<i>Cylinder</i> berkarat	<i>Cylinder</i> tidak dapat berputar	29	<i>Cylinder</i>
21	03-Sep-20	<i>Cylinder</i> kotor	Material karet ban tidak dapat padat secara sempurna karena debu ataupun material lain	20	<i>Cylinder</i>
22	05-Sep-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	30	<i>rotor coil</i>

23	05-Sep-20	<i>Brush rotor</i> berkarat	Arus listrik <i>rotor</i> terhambat	10	<i>Brush</i>
24	08-Sep-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	15	Baut
25	09-Sep-20	Baut batalan rotor lepas	<i>Rotor</i> bergetar	10	Baut
26	11-Sep-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	20	<i>Bearing</i>
27	28-Sep-20	Kabel panel listik putus	Mesin tidak dapat menyala	15	Kabel
Jumlah				689 Menit	
Jumlah				11,40 jam	

### 3. Data kerusakan mesin *mixing* 2

No	Taggal	Deskripsi	Efek Kegagalan	Downtime	Part
1	13-Jun-20	<i>Seal mixer</i> rusak	<i>cylinder blade</i> tidak dapat berputar dengan sempurna	60	<i>Seal</i>
2	21-Jun-20	pipa angin <i>air</i> <i>cylinder</i> bocor	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material pada saat proses <i>mixer</i> berlangsung	55	Pipa
3	23-Jun-20	Engsel <i>Mixing</i> <i>Chamber</i> sulit terbuka dan tertutup	Sulit memasukan bahan material untuk di proses <i>mixing</i>	25	Engsel
4	28-Jun-20	Sekring Panel listrik rusak	Tidak dapat menghidupkan mesin <i>mixing</i>	30	Sekring
5	10-Jul-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar sempurna	60	<i>Bearing</i>
6	12-Jul-20	<i>Water pipe</i> bocor	Menyebabkan <i>cylinder blade</i> panas pada saat proses <i>mixer</i> berlangsung	55	Pipa
7	19-Jul-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>rotor coil</i> putus sehingga rotor tidak dapat berputar	60	<i>rotor coil</i>
8	19-Jul-20	Kabel <i>conrol panel</i> putus	Mesin <i>mixing</i> tidak dapat menyala	20	Kabel
9	21-Jul-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	20	Oli
10	24-Jul-20	Klem pada <i>air</i> <i>cylinder</i> rusak	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material dengan sempurna	20	<i>Klem</i>
11	24-Jul-20	Engsel pintu <i>feed</i> <i>of material</i> rusak	Sulit untuk menutup pintu material	20	Baut

12	29-Jul-20	<i>Mixing Chamber</i> bocor	Menyebabkan material tumpah keluar	55	<i>mixing chamber</i>
13	30-Jul-20	Batang piston <i>air cylinder</i> patah	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material dengan sempurna	60	batang piston
14	02-Agu-20	<i>cylinder blade</i> aus	Bahan material karet ban tidak dapat tercampur merata	84	<i>cylinder blade</i>
15	05-Agu-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar sempurna	60	<i>Bearing</i>
16	06-Agu-20	Baut batalan rotor lepas	<i>Rotor</i> bergetar	20	Baut
17	08-Agu-20	<i>Radiator</i> rusak	<i>Rotor</i> cepat panas	55	<i>Radiator</i>
18	08-Agu-20	kipas/ <i>fan rotor</i> patah	<i>Rotor</i> cepat panas	30	Kipas
19	10-Agu-20	<i>Pressure lid</i> aus	<i>Pressure</i> material karet ban pada saat proses <i>mixing</i> berlangsung tidak sempurna	38	Pressure lid
20	14-Agu-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	20	Baut
21	15-Agu-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	20	Oli
22	28-Agu-20	Rumah <i>air cylinder</i> retak karena korosi	<i>air cylinder</i> tidak terlindungi	35	Rumah <i>air cylinder</i>
23	04-Sep-20	<i>Cylinder blade</i> berkarat	<i>Cylinder blade</i> tidak dapat berputar	29	<i>Cylinder blade</i>
24	05-Sep-20	<i>Mixing Chamber</i> kotor	Material karet ban yang di <i>mixing</i> tercampur debu ataupun material lain	20	<i>Mixing Chamber</i>
25	05-Sep-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	15	<i>rotor coil</i>
26	06-Sep-20	<i>Brush rotor</i> berkarat	Arus listrik <i>rotor</i> terhambat	14	<i>Brush</i>
27	10-Sep-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	50	<i>Bearing</i>
28	24-Sep-20	<i>Fan cover</i> pecah	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	65	<i>fan cover</i>
29	22-Sep-20	<i>Main shaft</i> patah	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	60	<i>main shaft</i>
30	24-Sep-20	<i>Rotor coil</i> terbakar	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	55	<i>rotor coil</i>
31	25-Sep-20	Penggantian motor listrik	Mesin <i>mixing</i> 1 tidak dapat beroperasi	40	rotor coil
32	30-Sep-20	Kabel panel listik putus	Mesin <i>mixing</i> tidak dapat menyala	20	Kabel
	Jumlah			1270 Menit	
	Jumlah			21,10 jam	

4. Data kerusakan mesin *Pressing 2*

No	Taggal	Deskripsi	Efek Kegagalan	Downtime	Part
1	10-Jun-20	Baut batalan rotor lepas	<i>Rotor</i> bergetar	15	Baut
2	17-Jun-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	15	Baut
3	28-Jun-20	Sekring Panel listrikrusak	Tidak dapat menghidupkan mesin	20	Sekring
4	12-Jul-20	<i>Roller bearing</i>	Rotor tidak dapat berputar sempurna	40	<i>Bearing</i>
5	14-Jul-20	<i>Water pipe</i> bocor	Menyebabkan <i>cylinder blade</i> panas pada saat proses <i>mixer</i> berlangsung	45	Pipa
6	17-Jul-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>rotor coil</i> putus sehingga rotor tidak dapat berputar	20	<i>rotor coil</i>
7	19-Jul-20	Kabel <i>conrol panel</i> putus	Mesin tidak dapat menyala	20	Kabel
8	19-Jul-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	20	Oli
9	25-Jul-20	Engsel rusak	Sulit untuk menutup pintu material	20	Baut
10	06-Agu-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar sempurna	45	<i>Bearing</i>
11	08-Agu-20	<i>Radiator</i> rusak	<i>Rotor</i> cepat panas	50	<i>Radiator</i>
12	08-Agu-20	kipas/ <i>fan rotor</i> patah	<i>Rotor</i> cepat panas	20	kipas
13	14-Agu-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	20	Baut
14	15-Agu-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	22	Oli
15	28-Agu-20	Rumah <i>rotor</i> retak karena korosi	<i>Rotor</i> tidak terlindungi	20	Rumah <i>rotor</i>
16	05-Sep-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	30	<i>rotor coil</i>
17	05-Sep-20	<i>Brush rotor</i> berkarat	Arus listrik <i>rotor</i> terhambat	10	<i>Brush</i>
18	06-Sep-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	15	baut

19	07-Sep-20	Baut batalan rotor lepas	<i>Rotor</i> bergetar	10	baut
20	11-Sep-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	20	<i>Bearing</i>
21	20-Sep-20	Kabel panel listik putus	Mesin tidak dapat menyala	15	kabel
	Jumlah			492 Menit	
	Jumlah			8,20 jam	

### 5. Data kerusakan mesin Cetak

No	Taggal	Deskripsi	Efek Kegagalan	Downtime	Part
1	15-Jun-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	15	Baut
2	21-Jun-20	Sekring Panel listrikrusak	Tidak dapat menghidupkan mesin	15	Sekring
3	10-Jul-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>rotor coil</i> putus sehingga rotor tidak dapat berputar	20	<i>rotor coil</i>
4	19-Jul-20	Kabel <i>conrol panel</i> putus	Mesin tidak dapat menyala	15	Kabel
5	22-Jul-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	20	Oli
6	09-Agu-20	<i>Roller bearing</i>	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar sempurna	25	<i>Bearing</i>
7	14-Agu-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	15	Baut
8	16-Agu-20	Penggantin oli	Mesin tidak beroperasi	20	Oli
9	09-Sep-20	<i>rotor coil</i> putus	<i>Rotor</i> tidak dapat berputar	20	<i>rotor coil</i>
10	11-Sep-20	<i>Brush rotor</i> berkarat	Arus listrik <i>rotor</i> terhambat	10	<i>Brush</i>
11	15-Sep-20	Baut pompa pelumas lepas	Pelumas bocor	15	baut
12	20-Sep-20	Kabel panel listik putus	Mesin tidak dapat menyala	15	kabel
	Jumlah			205 Menit	
	Jumlah			3,41 jam	

## 6. Rekap Data Kerusakan Mesin

	mesin produksi				
	MIXING 1	PRESSING 1	MIXING 2	PRESSING 2	CETAK
<b>Total Downtime (Jam)</b>	24	11	21	8	3
<b>Frekuensi (kali)</b>	33	27	32	19	12
<b>Waktu produksi per hari (jam 07.00-16.00)</b>	7	7	7	7	7
<b>Total Available Time (jam)</b>	581	581	581	581	581
<b>Prosentase Downtime (%)</b>	4,13%	1,89%	3,61%	1,37%	0,52%

- Total Available Time = Jam Produksi × Total hari × jumlah mesin  
 $= 7 \times 83 \times 1$   
 $= 581 \text{ jam}$

- Presentase Downtime =  $\frac{\text{Total Downtime} \times 100\%}{\text{Total Available Time}}$   

$$\text{Presentase Downtime} = \frac{24 \cdot 100\%}{581} = 4,13\%$$

**Lampiran 2** Wawancara dan *brainstorming* pengisian data nilai *Severity* (S), *Occurence* (O), dan *Detection* (D) dengan *engineer* CV ISO Rubber Semarang

Dalam pengambilan data yang digunakan pada analisa *failure mode and effect analysis* (FMEA) dan *logic tree analysis* (LTA) menggunakan teknik wawancara dan *brainstorming* dengan pembimbing lapangan. Pada *functional failure* di masing-masing *equipment* merupakan kegagalan *equipment* yang sama sehingga pada analisa FMEA untuk setiap *functional failure* nilai tingkat keparahan/*severity*, tingkat keseringan kejadian/*occurence*, serta tingkat deteksi/*detection* memiliki tingkat yang sama pada setiap *functional failure* sebab kegagalan tersebut sama, hanya saja beda waktu kejadian. Oleh karena itu nilai RPN pada masing-masing *functional failure* di setiap *equipment* nilainya sama. Beberapa hasil wawancara dan *brainstorming* tentang mode kegagalan pada FMEA yang berdasarkan tabel *Severity* (S), *Occurence* (O), dan *Detection* (D) sebagai berikut :

1. Motor listrik

<b>Mode Kegagalan</b>	Umur pakai sudah maksimal, <i>over heating</i>	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		8
<b>Penyebab</b>	<i>rotor coil</i> terbakar, <i>Motor housing</i> pecah, <i>Roller bearing</i> rusak, kipas/ <i>fan rotor</i> patah.	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		5
<b>Akibat</b>	Mesin tidak dapat beroperasi	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		3

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 8 mempunyai kriteria verbal Mesin tidak dapat beroperasi, mesin telah kehilangan fungsi utama mesin. Akibat pada produksi 4-8 jam *downtime*.
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 5 mempunyai kriteria Menagalamik erusakan mesin dengan tingkat rendah. Yaitu 1001-2000 jam operasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 3 mempunyai kriteria verbal Perawatan *preventive* mempunyai kemungkinan tinggi guna mendeteksi terjadinya penyebab potensial ataupun mekanisme kegagalan dan failure mode

## 2. *Cylinder Blade*

<b>Mode Kegagalan</b>	<i>Overload</i> , terdapat material asing pada bahan baku <i>compound ban</i>	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		4
<b>Penyebab</b>	<i>cylinder blade</i> aus, tidak dapat berputar.	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		3
<b>Akibat</b>	Bahan material karet ban tidak dapat tercampur merata	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		3

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 4 mempunyai kriteria verbal Mesin tetap berjalan dan beroperasi dalam keadaan *safety* aman, akan tapi dapat menimbulkan beberapa kegagalan ataupun kecacatan pada produk. Operator merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang. Akibat pada produksi kurang dari 30 menit *downtime* atau tidak ada kehilangan waktu produksi.
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 3 mempunyai kriteria Kerusakan mesin terjadi sangat sedikit. 3.001-6.000 jam operasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 3 mempunyai kriteria verbal Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

## 3. *Pressure lid*

<b>Mode Kegagalan</b>	terdapat material asing pada bahan baku <i>compound ban</i>	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		5
<b>Penyebab</b>	<i>Pressure lid</i> aus	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		2
<b>Akibat</b>	<i>Pressure</i> material karet ban pada saat proses <i>mixing</i> berlangsung tidak sempurna	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		6

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 5 mempunyai kriteria verbal Mesin tetap berjalan beroperasi pada keadaan *safety* aman, akan tapi menimbulkan beberapa kegagalan, kecacatan pada produk. Operator merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang. Akibat pada produksi 30 - 60 menit *downtime*.

- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 2 mempunyai kriteria Kerusakan mesin jarang terjadi. 6.001-10.000 jam operasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 6 mempunyai kriteria verbal Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

#### 4. Air Cylinder

<b>Mode Kegagalan</b>	<i>Overload</i> , korosif	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		7
<b>Penyebab</b>	Klem pada <i>air cylinder</i> rusak, <i>air cylinder</i> bocor	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		5
<b>Akibat</b>	<i>Pressure lid</i> tidak dapat menekan bahan material	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		3

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 7 mempunyai kriteria verbal Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas. Akibat pada produksi 2-4 jam *Downtime*
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 5 mempunyai kriteria Kerusakan mesin terjadi dengan tingkat rendah. 1.001-2.000 jam operasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 3 mempunyai kriteria verbal Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

#### 5. Mixing Chamber

<b>Mode Kegagalan</b>	Korosif	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		3
<b>Penyebab</b>	<i>Mixing Chamber</i> bocor	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		6
<b>Akibat</b>	Bahan baku material <i>compound</i> ban tumpah	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		3

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 3 mempunyai kriteria verbal Mesin masih tetap dapat beroperasi serta keadaan aman, tapi terdapat sedikit gangguan kecil. Serta ada gangguan kecil pada peralatan. Akibat dapat

diketahui oleh semua operator. Akibatnya pada proses produksi telah berada diluar pengendalian, membutuhkan beberapa penyesuaian

- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 6 mempunyai kriteria kerusakan mesin terjadi pada tingkatan medium. 401 - 1.000 jam operasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 3 mempunyai kriteria verbal perawatan *preventive* mempunyai kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial ataupun mekanisme kegagalan dan failure mode

#### 6. Feeding Door

<b>Mode Kegagalan</b>	Korosif	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		3
<b>Penyebab</b>	Engsel rusak	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		6
<b>Akibat</b>	Sulit memasukan bahan material untuk di proses <i>mixing</i>	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		3

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 3 mempunyai kriteria verbal Mesin masih tetap dapat beroperasi serta keadaan aman safety, tapi terdapat sedikit gangguan kecil. Serta ada gangguan kecil pada peralatan. Akibat dapat diketahui oleh semua operator. Akibatnya pada proses produksi telah berada diluar pengendalian, membutuhkan beberapa penyesuaian
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 6 mempunyai kriteria kerusakan mesin terjadi pada tingkatan medium. 401 - 1.000 jam operasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 3 mempunyai kriteria verbal perawatan *preventive* mempunyai kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial ataupun mekanisme kegagalan dan failure mode

#### 7. Pompa Pelumas

<b>Mode Kegagalan</b>	Korosif, klem sudah saatnya ganti	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		7
<b>Penyebab</b>	Pelumas bocor	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		3
<b>Akibat</b>	<i>Air Cylinder</i> tidak dapat berfungsi	<b>Nilai</b>

Deteksi : Pembersihan dan inspeksi	2
------------------------------------	---

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 7 mempunyai kriteria verbal Mesin Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas. Akibat pada produksi Proses 2-4 jam *Downtime*
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 3 mempunyai kriteria Kerusakan mesin terjadi sangat sedikit. 3.001 - 6.000 jam opeerasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 2 mempunyai kriteria verbal Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

#### 8. Control Panel

<b>Mode Kegagalan</b>	Tidak dapat menghidupkan mesin <i>mixing</i>	<b>Nilai</b>
	Seberapa parah nilai kegagalan	8
<b>Penyebab</b>	Sekring control panel rusak, Kabel <i>control panel</i> putus.	<b>Nilai</b>
	Seberapa sering kegagalan terjadi	4
<b>Akibat</b>	Mesin tidak dapat beroperasi	<b>Nilai</b>
	Deteksi : Pembersihan dan inspeksi	3

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 8 mempunyai kriteria verbal Mesin Mesin tidak dapat beroperasi, mesin telah kehilangan fungsi utama mesin. Akibat pada produksi Proses 4-8 jam *downtime*
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 4 mempunyai kriteria Kerusakan mesin terjadi sedikit. 2.001-3.000 jam operasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 3 mempunyai kriteria verbal perawatan *preventive* mempunyai kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial ataupun mekanisme kegagalan dan failure mode

#### 9. Rumah rotor

<b>Mode Kegagalan</b>	Korosif, getaran, dudukan rusak karena getaran	<b>Nilai</b>
	Seberapa parah nilai kegagalan	8
<b>Penyebab</b>	<i>Motor housing</i> pecah, dudukan motor rusak	<b>Nilai</b>
	Seberapa sering kegagalan terjadi	3

<b>Akibat</b>	Mesin tidak bisa berjalan	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		3

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 8 mempunyai kriteria verbal Mesin Mesin tidak dapat beroperasi, mesin telah kehilangan fungsi utama mesin. Akibat pada produksi Proses 4-8 jam *downtime*
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 3 mempunyai kriteria kerusakan mesin timbul sangat sedikit. 3001 - 6000 jam operasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 3 mempunyai kriteria verbal perawatan *preventive* mempunyai kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial ataupun mekanisme kegagalan dan failure mode

#### 10. Drop Door

<b>Mode Kegagalan</b>	Sudah mencapai umur, saatnya ganti	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		2
<b>Penyebab</b>	<i>mixing chamber</i> tidak dapat terbuka atau tertutup	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		3
<b>Akibat</b>	Material tidak dapat dimasukkan kedalam <i>mixing chamber</i>	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		6

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 2 mempunyai kriteria verbal mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan safety aman, hanya saja masih terdapat sedikit gangguan kendala kecil. Serta hanya timbul gangguan kecil pada peralatan. Akibat dari gangguan kecil dapat diketahui oleh operator yang berpengalaman saja. Akibat pada produksi proses berada dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit penyesuaian
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurence* bernilai 3 mempunyai kriteria kerusakan mesin terjadi sangat sedikit 3001 - 6000 jam operasi
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 6 mempunyai kriteria verbal Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

**Lampiran 3** Wawancara dan *brainstorming* pengisian data *Logic Tree Analysis* dengan *engineer* CV ISO Rubber Semarang

Berdasarkan hasil wawancara dan *brainstorming* mengenai analisa kekritisan pada LTA yang berdasarkan struktur *logic tree analysis* sebagai berikut:

1. Motor Listrik

<b>MODE KEGAGALAN</b>	Disebabkan oleh faktor lingkungan seperti tingkat kekotoran tempat, suhu ruangan yang ventilasi kurang udara sehingga menyebabkan <i>rotor coil</i> terbakar. Serta vibrasi meliputi getaran yang menyebabkan <i>motor housing</i> pecah dan <i>roller bearing</i> rusak.	<b>Nilai</b>
<b>EVIDENT</b>	Apakah operator pada kondisi normal bisa mengetahui telah terjadi adanya kegagalan?	<b>No</b>
<b>SAFETY</b>	Apakah adanya kegagalan yang timbul dapat membahayakan keselamatan pekerja?	<b>Yes</b>
<b>OUTAGE</b>	Apakah failure mode ini dapat mengakibatkan seluruh ataupun sebagian sistem terhenti?	<b>Yes</b>
<b>CATEGORY</b>	Menjelaskan jawaban dari pertanyaan yang diajukan peneliti dalam beberapa kategori: Kategori A (safety problem), Kategori B (outage problem), Kategori C (economic problem), Kategori D (hidden failure)	<b>A</b>

2. *Air Cylinder*

<b>MODE KEGAGALAN</b>	<i>Air Cylinder</i> bocor disebabkan oleh korosif, korosif muncul karena <i>Air Cylinder</i> tidak pernah dibersihkan, dan klem sudah saatnya diganti.	<b>Nilai</b>
<b>EVIDENT</b>	Apakah operator pada kondisi normal bisa mengetahui telah terjadi adanya kegagalan?	<b>Yes</b>
<b>SAFETY</b>	Apakah adanya kegagalan yang timbul dapat membahayakan keselamatan pekerja?	<b>No</b>
<b>OUTAGE</b>	Apakah failure mode ini dapat mengakibatkan seluruh ataupun sebagian sistem terhenti?	<b>No</b>

<b>CATEGORY</b>	Menjelaskan jawaban dari pertanyaan yang diajukan peneliti dalam beberapa kategori: Kategori A (safety problem), Kategori B (outage problem), Kategori C (economic problem), Kategori D (hidden failure)	<b>D</b>
-----------------	--	----------

### 3. *Panel listrik*

<b>MODE KEGAGALAN</b>	Saklar <i>panel</i> listrik rusak disebabkan debu dan kotoran yang menempel sehingga sekering tersedat, kabel putus karena sudah rapuh dan harus diganti	<b>Nilai</b>
<b>EVIDENT</b>	Apakah operator pada kondisi normal bisa mengetahui telah terjadi adanya kegagalan?	<b>Yes</b>
<b>SAFETY</b>	Apakah adanya kegagalan yang timbul dapat membahayakan keselamatan pekerja?	<b>Yes</b>
<b>OUTAGE</b>	Apakah failure mode ini dapat mengakibatkan seluruh ataupun sebagian sistem terhenti?	<b>Yes</b>
<b>CATEGORY</b>	Menjelaskan jawaban dari pertanyaan yang diajukan peneliti dalam beberapa kategori: Kategori A (safety problem), Kategori B (outage problem), Kategori C (economic problem), Kategori D (hidden failure)	<b>A</b>

### 4. *Rumah Rotor*

<b>MODE KEGAGALAN</b>	Getaran yang terus menerus menyebabkan rumah <i>rotor</i> pecah dan dudukan motor rusak	<b>Nilai</b>
<b>EVIDENT</b>	Apakah operator pada kondisi normal bisa mengetahui telah terjadi adanya kegagalan?	<b>No</b>
<b>SAFETY</b>	Apakah adanya kegagalan yang timbul dapat membahayakan keselamatan pekerja?	<b>No</b>
<b>OUTAGE</b>	Apakah failure mode ini dapat mengakibatkan seluruh ataupun sebagian sistem terhenti?	<b>Yes</b>
<b>CATEGORY</b>	Menjelaskan jawaban dari pertanyaan yang diajukan peneliti dalam beberapa kategori: Kategori A (safety problem), Kategori B (outage problem), Kategori C (economic problem), Kategori D (hidden failure)	<b>D</b>

5. *Pressure Lid*

<b>MODE KEGAGALAN</b>	<i>Pressure Lid</i> aus disebabkan oleh material asing yang tercampur oleh bahan baku sehingga menyebabkan <i>pressure lid</i> aus	<b>Nilai</b>
<b>EVIDENT</b>	Apakah operator pada kondisi normal bisa mengetahui telah terjadi adanya kegagalan?	<b>No</b>
<b>SAFETY</b>	Apakah adanya kegagalan yang timbul dapat membahayakan keselamatan pekerja?	<b>No</b>
<b>OUTAGE</b>	Apakah failure mode ini dapat mengakibatkan seluruh ataupun sebagian sistem terhenti?	<b>Yes</b>
<b>CATEGORY</b>	Menjelaskan jawaban dari pertanyaan yang diajukan peneliti dalam beberapa kategori: Kategori A (safety problem), Kategori B (outage problem), Kategori C (economic problem), Kategori D (hidden failure)	<b>D</b>

