

**PENENTUAN STRATEGI PERENCANAAN PERAWATAN  
PADA MESIN TANUR DENGAN METODE *RELIABILITY  
CENTRED MAINTENANCE (RCM) II***  
**(Studi Kasus :PT. Sinar Semesta)**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**



**Disusun Oleh :**  
**PRIYANTO**  
**31601601338**

**PROGAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

**2021**

**PENENTUAN STRATEGI PERENCANAAN PERAWATAN  
PADA MESIN TANUR DENGAN METODE *RELIABILITY  
CENTRED MAINTENANCE (RCM) II*  
(Studi Kasus :PT. Sinar Semesta)**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana (S1) program studi teknik industri fakultas teknik industri universitas islam sultan agung semarang



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG  
2021**

## **FINAL PROJECT**

### ***DETERMINATION OF MAINTENANCE PLANNING STRATEGY ON TANUR MACHINE USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II METHOD***

***(Case Study : PT. Sinar Semesta)***

This report was prepared to fulfill one of the requirements for obtaining a bachelor's degree (S1) at the Industrial Engineering Study Program, Faculty of Industrial Engineering, Sultan Agung Islamic University Semarang



**Disusun Oleh :**

**PRIYANTO**

**31601601338**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

**2021**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir yang berjudul "PENENTUAN STRATEGI PERENCANAAN PERAWATAN PADA MESIN TANUR DENGAN METODE *RELIABILITY CENTRET MAINTENANCE* (RCM) II (STUDI KASUS : PT. Sinar Semesta)" yang disusun oleh :

Nama : Priyanto  
NIM : 31601601338  
Program Studi : Teknik Industri

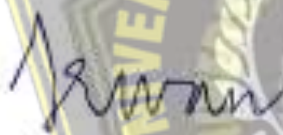
Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II



Nuzulia Khoiriyah  
2021.08.20  
07:46:42 +07'00'

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

Nuzulia Khoiriyah, ST., MT

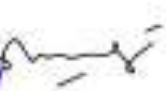
NIDN. 0010017601

NIDN. 0624057901

**UNISSULA**

جامعة السلطان ابي سفيان  
Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri



Nuzulia Khoiriyah  
2021.08.20  
07:47:21 +07'00'

Nuzulia Khoiriyah, ST., MT

NIK. 210603029

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir yang berjudul "PENENTUAN STRATEGI PERENCANAAN PERAWATAN PADA MESIN TANUR DENGAN METODE *RELIABILITY CENTRET MAINTENANCE (RCM) II* (STUDI KASUS : PT. Sinar Semesta)" yang telah dipertahankan di depan dosen penguji

Tugas Akhir pada :

Hari :

Tanggal :

### TIM PENGUJI

Anggota I

Anggota II

Date:

2021.08.18

15:07:17

Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng

NIK. 210600021

+07'00'

Muhamad Sagaf, ST., MT

NIK. 210621055

Ketua penguji

UNISSULA  
جامعة سلطان ابيجاء الإسلامية

Digitally signed

by Brav Deva

Bernadhi

Date: 2021.08.18

19:28:46 +07'00'

Brav Deva Bernadhi, ST., MT

NIK. 210615045



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Priyanto

NIM : 31601601338

Judul : PENENTUAN STRATEGI PERENCANAAN PERAWATAN  
PADA MESIN TANUR DENGAN METODE RELIABILITY  
CENTRET MAINTENANCE (RCM) II (STUDI KASUS : PT.  
Sinar Semesta)

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan isi dalam Laporan Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan pendidikan sarjana S1 teknik industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat dan ditulis atau dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian. Kecuali disebutkan secara tertulis dalam naskah ini yang disebutkan dalam daftar pustakan dan apa bila dikemudian hari telah terbukti bahwa judul Laporan Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis maupu dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, Agustus 2021

Yang menyatakan



Priyanto

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah hirobbil'amin, Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, berkahnya serta kemudahannya dalam menyelesaikan penelitian dan pembuatan laporan Tugas Akhir ini.

Terima kasih kepada orang tua saya, saudara saya dan keluarga besar saya, mereka selalu mendoakan dan mendukung saya dalam membuat laporan ini.

Terima kasih kepada semua sahabat saya yang selalu memberikan semangat, memberikan motivasi, memberikan doa dan memberikan bantuan dalam membuat laporan ini.



## HALAMAN MOTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Artinya: “Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.”*

اللَّهُمَّ لَا سَهْلَ إِلَّا مَا جَعَلْتَهُ سَهْلًا وَأَنْتَ تَجْعَلُ الْحَزْنَ إِذَا شِئْتَ سَهْلًا

*Artinya: “Ya Allah, tidak ada kemudahan kecuali yang Engkau buat mudah. Dan Engkau menjadikan kesusahan (kesulitan), jika Engkau kehendak pasti akan menjadi mudah.”*

(Riwayat Ibn Hibban)





## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT, karena telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya. Penulis telah menyelesaikan Laporan Tugas Akhir(TA) dan menyusun laporan Tugas Akhir(TA)

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, bantuan, dan doa dari belah pihak. Maka dari itu penulis mau mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Novi Marlyana, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
2. Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST., MT. Selaku Ketua Jurusan teknik Industri.
3. Bapak Irwan Sukendar., IPM., ASEAN., Eng dan Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST., MT. Selaku dosen pembimbing yang selalu memberi saran, bimbingan, dan saran ketika menyelesaikan tugas akhir. Mohon maaf atas segala kesalahan dan keterbatasan saya
4. Brav Deva Bernadhi, ST., MT, Ibu Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng, dan Bapak Muhamad Sagaf, ST., MT selaku dosen penguji yang sudah bersedia memberi masukan, saran, dan kritik
5. Bapak M. Fadli sofyan dan Mas Abdul, selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing memberi motifasi, arahan, saran serta memberi bantuan dalam melakukan penelitian di PT. Sinar Semesta
6. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dan menyusun laporan Tugas Akhir
7. Terima kasih kepada sahabat-sahabat saya (Rezal, dhika, Fajar, Septa, Raka, Milady, Viky, Whilda) yang telah memberi motifasi, semangat, dukungan, dan bantuan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir
8. Teman-teman Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang angkatan 16 yang telah memberikan motifasi dan semangat selama pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir

Penulis telah menyadari bahwa didalam menuliskan laporan ini masih banyak kesalahan, oleh karena itu masukan dari kalian sangat diharapkan untuk mencapai

hasil yang lebih baik. Penulis berharap semoga laporan bermanfaat untuk semua.  
Terima kasih.

Semarang, Agustus 2021

Priyanto



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN SAMPUL (BAHASA INDONESIA)</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN SAMPUL (BAHASA INGGRIS)</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	<b>v</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	28
2.2.1 Reliability Centered Maintenance (RCM) II .....	28
2.3 Hipotesa dan Kerangka teoritis .....	41
2.3.1 Hipotesa.....	41
2.3.2 Kerangka Teoritis .....	42

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
3.1 Pengumpulan Data .....	44
3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	44
3.3 Pengujian Hepotesa .....	45
3.4 Metode Analisis.....	46
3.5 Pembahasan .....	46
3.6 Penarikan Kesimpulan.....	47
3.7 Diagram Alir .....	47
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHAN.....</b>	<b>49</b>
4.1 Pengumoulan Data .....	49
4.1.1 PT. Sinar Semesta.....	49
4.1.2 Proses Bisnis Perusahaan.....	49
4.1.3 Mesin Tanur.....	51
4.1.4 <i>Equipment</i> Mesin Tanur .....	51
4.1.5 Proses Kerja Mesin Tanur .....	55
4.1.6 Data Kerusakan Mesin Tanur .....	55
4.2 Pengolahan data.....	57
4.2.1 <i>System Description and Functional Block Diagram</i> (FBD).....	57
4.2.2 <i>System Function and Functional Failure</i> .....	58
4.2.4 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	59
4.2.6 <i>Logic Tree Analysis</i> (LTA).....	62
4.2.7 <i>Fishbone Diagram</i> .....	64
4.2.8 <i>Task Selection</i> .....	67
4.3 Analis dan Intrepretasi hasil.....	71
4.3.1 Analisa <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) .....	71
4.3.2 Analisa <i>Logic Tree Analysis</i> (LTA).....	72
4.3.3 Analisa <i>Fishbone Diagram</i> .....	73
4.3.4 Usulan Perbaikan Tindakan Perawatan <i>Task Selection</i> .....	74
4.4 Pembuktian Hipotesa.....	79
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>81</b>
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran.....	82

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>83</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>86</b>





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Tinjauan Pustaka .....	14
<b>Tabel 2. 2</b> <i>Typical RCM System Analysis Form</i> .....	33
<b>Tabel 2. 3</b> <i>System Functions and Functional Failure Form</i> .....	33
<b>Tabel 2. 4</b> <i>Failure Mode Effect Analysis</i> .....	34
<b>Tabel 2. 5</b> <i>Tingkatan Severity</i> .....	35
<b>Tabel 2. 6</b> <i>Tingkatan Occurency</i> .....	37
<b>Tabel 2. 7</b> <i>Tingkatan Detection</i> .....	37
<b>Tabel 4. 1</b> Data Kerusakan Mesin Tanur .....	55
<b>Tabel 4. 2</b> <i>Typical RCM System Analysis Form</i> .....	57
<b>Tabel 4. 3</b> <i>System Function and Functional Failure Form</i> .....	58
<b>Tabel 4. 4</b> <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> .....	60
<b>Tabel 4. 5</b> <i>Logic Tree Analysis</i> .....	62
<b>Tabel 4. 6</b> RCM II <i>Decision Worksheet</i> Mesin Tanur .....	67
<b>Tabel 4. 7</b> Usulan RCM II <i>Decision Worksheet</i> Mesin Tanur .....	76



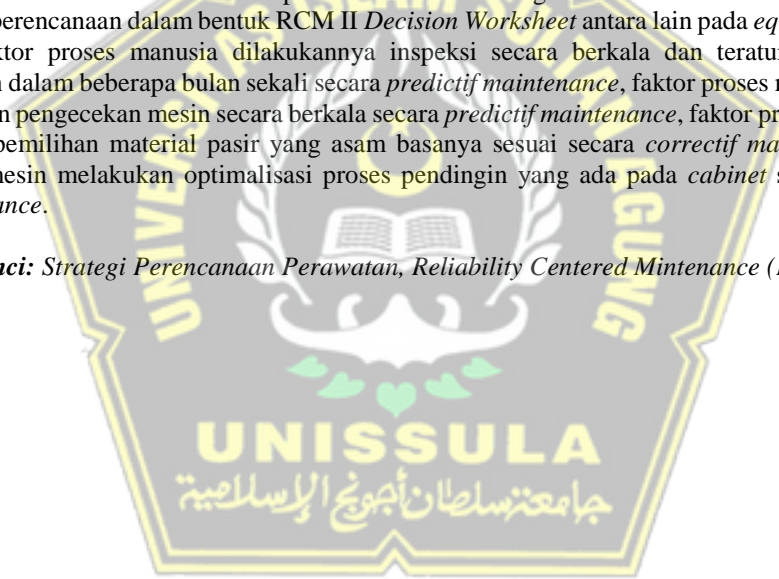
## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Klasifikasi <i>Maintenance</i> dan RCM .....	31
<b>Gambar 2. 2</b> Struktur <i>Logic Tree Analysis</i> .....	40
<b>Gambar 2. 3</b> Kerangka Teoritis Penelitian .....	43
<b>Gambar 3. 1</b> <i>Flow Chart</i> Penelitian Tugas Akhir.....	48
<b>Gambar 4. 1</b> Alur Poduksi .....	50
<b>Gambar 4. 2</b> Mesin Tanur.....	51
<b>Gambar 4. 3</b> Mesin Tanur.....	51
<b>Gambar 4. 4</b> Tungku Pembakaran .....	52
<b>Gambar 4. 5</b> Pompa Hidrolis .....	52
<b>Gambar 4. 6</b> <i>Hydraulic Control</i> .....	53
<b>Gambar 4. 7</b> <i>Cooling Tower</i> .....	53
<b>Gambar 4. 8</b> <i>Water Pumping Unit</i> .....	54
<b>Gambar 4. 9</b> <i>Cabinet</i> .....	54
<b>Gambar 4. 10</b> <i>Functional Block Diagram</i> (FBD) Mesin Tanur .....	58
<b>Gambar 4. 11</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan <i>Furnance</i> .....	64
<b>Gambar 4. 12</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan <i>Cooling Tower</i> .....	64
<b>Gambar 4. 13</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan ACB, SCR Rusak .....	65
<b>Gambar 4. 14</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan <i>Hydraulic Pumping</i> .....	65
<b>Gambar 4. 15</b> <i>Fishbone Diagram</i> Kegagalan Dinamo Terbakar.....	66

## ABSTRAK

Produksi yang terus menerus menyebabkan mesin – mesin bekerja tanpa henti yang mengakibatkan resiko penurunan produktifitas mesin di PT Sinar Semesta. PT Sinar Semesta pernah mengalami pemberhentian pada saat proses produksi, karena terdapat beberapa mesin yang mengalami kerusakan yang diakibatkan belum terjadwalnya mesin. Pada tahun 2020 mesin tanur mengalami *downtime* selama 37 hari dalam 1 tahun, mesin *computer numerical control* (CNC) mengalami *downtime* selama 25 hari dalam 1 tahun, mesin bubut *downtime* selama 17 hari dalam 1 tahun, mesin bor mengalami *downtime* selama 12 hari dalam 1 tahun, mesin hoist mengalami *downtime* selama 8 hari dalam 1 tahun. Fokus penelitian ini adalah peleburan logam pada mesin tanur yang sering mengalami kegagalan dan pada mesin tersebut merupakan mesin yang kritis dalam proses produksi yang akan mempengaruhi efektifitas produksi secara keseluruhan. Berdasarkan analisa RCM II pada tahap FMEA diperoleh nilai RPN tertinggi pada *equipment furnance* dengan nilai RPN 112. *Equipment* tersebut kemudian dianalisa dengan LTA untuk mengetahui kekritisan suatu kegagalan maupun konsekuensinya. Setelah dianalisa dengan fishbone diagram diperoleh akar penyebab antara lain muka tungku pecah atau terkikis karena material pasir yang digunakan kadar asam dikasih material besi tidak sesuai dan dengan panasnya *temperature* yang tinggi yang disebabkan oleh sistem pendinginan kurang bagus dan tidak adanya inspeksi maupun perawatan mesin secara berkala. Berdasarkan penelitian tersebut menghasilkan usulan tindakan dalam bentuk strategi perencanaan dalam bentuk RCM II *Decision Worksheet* antara lain pada *equipment furnance* pada faktor proses manusia dilakukannya inspeksi secara berkala dan teratur, dan dilakukan pelatihan dalam beberapa bulan sekali secara *predictif maintenance*, faktor proses metode dilakukan dilakukan pengecekan mesin secara berkala secara *predictif maintenance*, faktor proses material melakukan pemilihan material pasir yang asam basanya sesuai secara *correctif maintenance*, faktor proses mesin melakukan optimalisasi proses pendingin yang ada pada *cabinet* secara *preventive maintenance*.

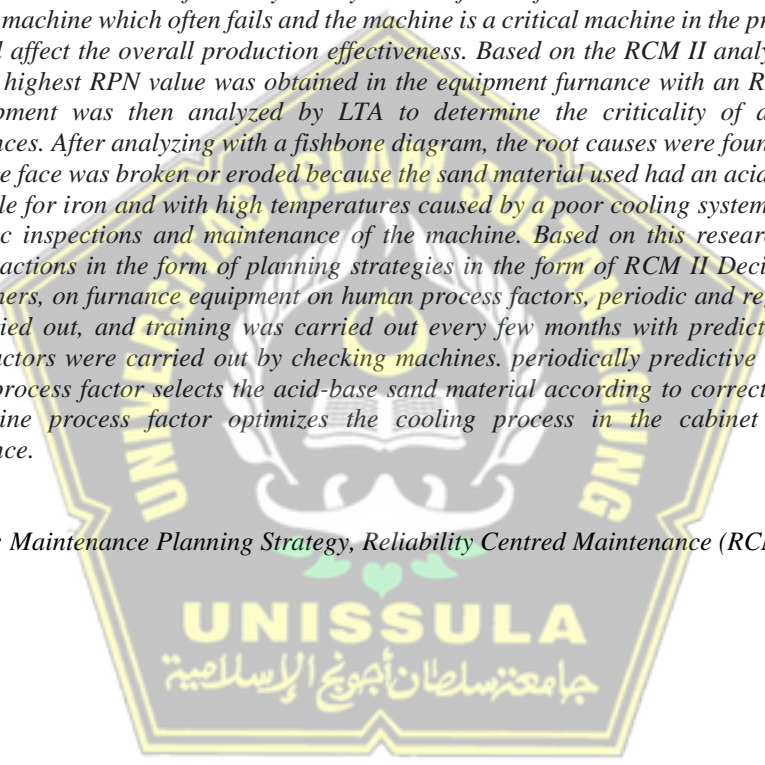
**Kata kunci:** Strategi Perencanaan Perawatan, Reliability Centered Mintenance (RCM) II, Tanur



## **ABSTRACT**

*Continuous production causes machines to work non-stop which results in the risk of decreasing machine productivity at PT Sinar Semesta. PT Sinar Semesta had experienced a stop during the production process, because there were several machines that were damaged due to unscheduled machines. In 2020, kiln machines experienced 37 days of downtime in 1 year, computer numerical control (CNC) machines experienced 25 days of downtime in 1 year, lathes experienced 17 days of downtime in 1 year, drilling machines experienced 12 days of downtime in 1 year, the hoist machine is downtime for 8 days in 1 year. The focus of this research is the smelting of metal in the kiln machine which often fails and the machine is a critical machine in the production process which will affect the overall production effectiveness. Based on the RCM II analysis at the FMEA stage, the highest RPN value was obtained in the equipment furnace with an RPN value of 112. The equipment was then analyzed by LTA to determine the criticality of a failure and its consequences. After analyzing with a fishbone diagram, the root causes were found, among others, the furnace face was broken or eroded because the sand material used had an acid content that was not suitable for iron and with high temperatures caused by a poor cooling system and the absence of periodic inspections and maintenance of the machine. Based on this research, it resulted in proposed actions in the form of planning strategies in the form of RCM II Decision Worksheets, among others, on furnace equipment on human process factors, periodic and regular inspections were carried out, and training was carried out every few months with predictive maintenance, process factors were carried out by checking machines. periodically predictive maintenance, the material process factor selects the acid-base sand material according to corrective maintenance, the machine process factor optimizes the cooling process in the cabinet with preventive maintenance.*

**Key word:** Maintenance Planning Strategy, Reliability Centred Maintenance (RCM)II, Tanur.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Adanya kegiatan produksi terus menerus dan dituntut untuk tidak berhenti produksi atau berproduksi secara *continue* akan menyebabkan mesin-mesin bekerja tanpa henti yang akan mengakibatkan risiko penurunan efektifitas kinerja mesin bahkan terjadi kerusakan ataupun kegagalan pada mesin-mesin pengecoran logam. Karena kebutuhan logam sangatlah tinggi dan dibutuhkan secara terus menerus, maka pengecoran logam dituntut untuk memenuhi kebutuhan tersebut yang dimana harus melakukan produksi secara *continue*.

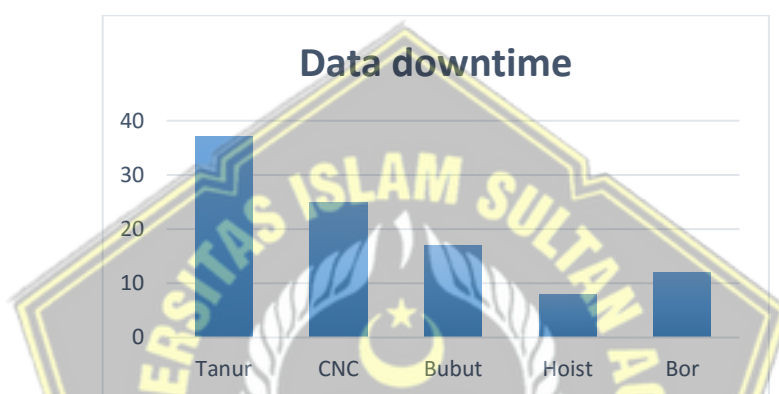
Di dalam kegiatan produksi pasti terdapat kendala atau masalah yang terjadi terutama kegiatan produksi yang dilakukan secara *continue*. Masalah-masalah yang terjadi dalam kegiatan produksi khususnya pengecoran logam PT. Sinar Semesta antara lain penurunan efektifitas mesin, terjadi *breakdown*, keterbatasan masa pakai (*life time*) dan beberapa faktor lainnya yang mengakibatkan kerugian material maupun non material dalam proses produksi. Jika dilakukan perawatan (*maintenance*) yang baik dan terukur maka mesin akan bekerja secara optimal.

PT. Sinar Semesta berdiri sejak tahun 2002 yang berupa CV dengan memproduksi logam hasil pengecoran, seiring bertambahnya umur CV.Sinar Semesta terus berkembang dan sekarang telah menjadi PT.Sinar Semesta. dan mengembangkan produk dengan mesin berteknologi modern yang memiliki kecepatan produksi dan tingkat presisi lebih tinggi sehingga dapat memenuhi harapan pelanggan. Untuk mengimbangi permintaan produk yang semakin berkembang maka PT.Sinar Semesta terus melakukan inovasi

Sebagai perusahaan pengecoran dan permesinan PT Sinar Semesta memiliki dapur foundry dengan kapasitas 1.500 ton/tahun dan mampu memproduksi beberapa produk andalan. Diantaranya, komponen untuk sarana dan prasarana kereta api, komponen produk agro seperti komponen pabrik gula dan pabrik sawit kompponen pabrik semen, pertambangan dan alat berat, industri minyak dan gas serta galangan kapal dan pelabuhan.



PT Sinar Semesta pernah mengalami pemberhentian pada saat proses produksi, karena terdapat beberapa mesin yang mengalami kerusakan yang diakibatkan belum terjadwalnya dalam pemeliharaan mesin. Pada tahun 2020 mesin tanur mengalami *downtime* selama 37 hari selama 1 tahun, mesin *computer numerical control* (CNC) mengalami *downtime* selama 25 hari selama 1 tahun, mesin bubut *downtime* selama 17 hari selama 1 tahun, mesin bor mengalami *downtime* selama 12 hari selama 1 tahun, mesin hoist mengalami *downtime* selama 8 hari selama 1 tahun.



Berdasarkan dari data *downtime* mesin diatas, mesin tanur merupakan mesin yang sering mengalami *downtime* yang cukup besar. Yang menjadi fokus penelitian ini adalah peleburan logam pada mesin tanur yang sering mengalami kegagalan dan pada mesin tersebut merupakan mesin yang kritis dalam proses produksi yang akan mempengaruhi efektifitas produksi secara keseluruhan. Maka penerapan strategi perencanaan perawatan sangat penting untuk perusahaan agar setiap aset tetap bekerja secara *continue*.

Perawatan (*maintenance*) mesin produksi ini berguna untuk menjamin setiap aset tetap bekerja secara *continue* sehingga dapat meminimalkan waktu yang terbuang saat proses produksi (*downtime*) yang akan mengakibatkan kendala pada proses produksi dan kerugian pada perusahaan. Oleh sebab itu, pentingnya strategi perencanaan perawatan untuk mengurangi bahkan dapat mengatasi masalah-masalah yang terjadi pada proses produksi karena adanya kegagalan mesin-mesin produksi. Strategi perencanaan perawatan ini berguna untuk menjamin setiap aset tetap bekerja secara *continue* sehingga dapat memaksimalkan produktivitas pada mesin tanur.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang, terdapat perumusan masalah yang dihadapi perusahaan sebagai berikut :

1. Belum diketahui equiptmen mana yang memiliki nilai prioritas resiko kegagalan paling tinggi pada mesin tanur
2. Pada PT Sinar Semesta belum diketahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kegagalan pada mesin tabur
3. Belum dilakukan strategi untuk perencanaan pada mesin tanur

## 1.3 Batasan Masalah

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

1. Waktu penelitian dilaksanakan selama 3 bulan mulai September 2020 - Desember 2020
2. Penelitian hanya dilakukan di PT. Sinar Semesta
3. Data yang digunakan merupakan data hasil penelitian dari perusahaan yang terdiri dari observasi, *interview* atau wawancara, data dari perusahaan dan dokumentasi yang dilakukan di PT. Sinar Semesta

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan tujuan dilaksanakannya penelitian sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai prioritas resiko kegagalan yang ada pada mesin tanur
2. Mengetahui penyebab suatu kegagalan pada mesin tanur
3. Menentukan strategi perencanaan perawatan sebagai upaya perbaikan yang lebih baik pada mesin tanur

## 1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan pernelian, terdapat manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan strategi perencanaan perawatan yang lebih baik pada mesin dengan berbagai pertimbangan yang telah diperhitungkan.

2. Memberikan hasil usulan perbaikan dalam perencanaan perawatan untuk mengatasi kegagalan yang pernah terjadi maupun yang belum pernah terjadi tetapi berpotensi terjadinya kegagalan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Berdasarkan penelitian, terdapat sistematika penulisan penelitian yang dapat dilakukan dalam tugas akhir diantaranya sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada pendahuluan akan membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, pemabatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

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

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada metode penelitian membahas tentang pengumpulan data serta teknik-teknik pengumpulannya, hipotesa, metode analisis, pembahasan, penarikan kesimpulan dan diagram alir yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada hasil penelitian dan pembahasan membahas tentang hasil penelitian dari pengumpulan data dan pengolahan data serta analisa dan interpretasi sekaligus pembuktian hipotesa.

### **BAB V PENUTUP**

Pada penutup berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan terdapat saran yang berisi usulan perbaikan untuk perusahaan.

## BAB II

### TINJUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka ini akan dibahas mengenai hasil dari penelitian yang sudah ada atau penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Ratna Bhakti P S, dan Sudiyono Kromodiharjo dengan judul penelitian “perancangan sistem perawatan menggunakan metode *reliability centeret maintenance* (RCM) pada mesin pulverizer (studi kasus : pltu paiton unit 3)” hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah dari hasil analisa dan brainstorming dengan pihak perusahaan, maka dipilih kegiatan preventive maintenance setiap 2600 jam dengan mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan apabila perawatan terlalu sering dilakukan, yaitu tiap 1600 jam dan 2000 jam maka biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan akan lebih besar. Selain itu, kerugian yang ditimbulkan apabila pulverizer mengalami shutdown untuk perbaikan grinding roller selama 20 hari dapat menurunkan beban listrik yang dihasilkan oleh PLTU dari 850 (R. B. P. Sari & Kromodihardjo, 2015).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Herry Christian Palit, Winny Sutanto dengan judul penelitian “perancangan RCM untuk mengurangi downtime mesin pada perusahaan manufaktur aluminium” dengan hasil penelitaian adalah menghasilkan proposisi rencana RCM sebagai pilihan RCM dari setiap bagian mesin dan bergabung dengan MTBF. Konfigurasi RCM juga dilengkapi dengan membuat program sederhana untuk membantu operator mengingat sebagian rencana pemeliharaan tergantung pada nilai MTBF. Mengingat penyelidikan dekat, dilacak bahwa perbaikan yang diusulkan dengan konfigurasi RCM dapat mengurangi *downtime* sebesar 58,07% (Palit & Sutanto, 2012a).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Diana Puspita Sari, Mukhammad Faizal Ridho dengan judul penelitian “Evaluasi manajemen pemeliharaan dengan metode *reliability center maintenance* (RCM)II pada mesin blowing I di plant I PT. Pisma Putra Textil” hasil yang diperoleh dari

penelitian ini adalah kegiatan pemeliharaan yang diselesaikan adalah jenis kerusakan permukaan pada sabuk yang kusut, sabuk yang putus, kayu penutup yang patah, dan paku penutup yang rusak direncanakan membuang tugas dengan bentang penyangga dan biaya habis yang ideal adalah sebagai berikut: 580 jam dengan hasil TC Rp. 14661546,36, 465 jam dengan hasil TC Rp 18350303,77, 490 jam dengan hasil TC Rp 18966057.60, dan 450 jam dengan hasil TC Rp 13419317.27. Untuk sementara, dukungan free elastic dipesan untuk tugas pembangunan kembali dengan kerangka waktu pemeliharaan dengan hasil TC Rp 16338431.41. Penurunan jumlah biaya secara umum adalah Rp. 21.587.975.45 / 20,89% dalam biaya pemeliharaan perusahaan (D. P. Sari & Ridho, 2016).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Hamin Rahman, Anisa Kesya Garaside, Heri Mujayin kolik dengan judul penelitian “Usulan perawatan sitem boiler menggunakan metode *reliability center maintenance* (RCM) II” hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai hasil dari pemilihan operasi perawatan untuk RCM II, ada 1 komponen mesin utama yang telah direncanakan untuk pemeliharaan CD (tergantung kondisi), adalah El Bow, dan 2 komponen mesin utama yang telah direncanakan untuk pemeliharaan TD (time-driven), adalah steam gland seal, Periksa katup. Interval penggantian optimal untuk komponen dengan total downtime terpendek adalah 37 hari dari gland outlet steam dan 58 hari untuk check valve. Metode RCM diusulkan sebagai metode pengobatan. Membandingkan pemeliharaan, dapat diamati bahwa, menurut saran peneliti, rata-rata waktu henti pemeliharaan perusahaan saat ini dapat dikurangi sebesar 11,33 ri (Rachman et al., 2017).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Carlos Rahut Damos dengan judul penelitian “Analisis Efektivitas Mesin Pulverizer Pada PLTU Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)” hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah hasil perhitungan OEE Pulverizer selama bulan November 2017, rata-rata *availability* ratio sebesar 60,6%, *performance* ratio 64,6%, *Quality* 99,9 dan nilai OEE adalah 85% Dibandingkan dengan manufaktur kelas dunia, nilai OEE masih lebih rendah dari standar manufaktur *World Class*, menunjukkan bahwa efisiensi Pulverizer masih sangat rendah. Dari bulan Juni



hingga November 2017, alasan penurunan produktivitas Pulverizer adalah 0% loss karena kegagalan (BL), 88,6% loss of setup and adjustment (SAL), 10% minimum idle stop (IMSL), berkurangnya kecepatan Loss (RSL) adalah 1,4 %, kerugian cacat proses (PDL) adalah 0%, dan kerugian kinerja yang berkurang (RYL) adalah 0%. Enam faktor kerugian teratas yang menyebabkan nilai OEE produktivitas pabrik menurun adalah set and fit loss (SAL) yaitu sebesar 88,6%. (Damos, 2018).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Dyah Ika Rinawati, Nadia Cynthia Dewi dengan judul penelitian “Analisis penerapan total *productive maintenance* (TPM) menggunakan *overall equipment effectiveness* (OEE) dan *six big losses* pada mesin cavitek VD-02 PT. Essentra Surabaya ” hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah dari output perhitungan OEE dalam mesin cavitek VD-02 PT.Essentra Surabaya selama periode agustus 2013 sampai januari 2014 diperoleh nilai OEE berkisar antar 12,7074541% hingga 44,327957% nilai eektivitas ini tergolong sangat rendah lantaran baku nilai OEE buat perusahaan kelas global idealnya merupakan 85% kerugian lebih banyak didominasi yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE dalam mesin cavitek VD-02 selama periode agustus 2013 sampai januari 2014 merupakan *idling and minor stoppages loss*, menggunakan total time losses 952,99 jam atau 41,077% dari ke 6 faktor *six big losses*. (Rinawati & Dewi, 2014).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Heri suliantoro, Novi susanto, Heru prastawa, Iyain sihombing, Anita M. dengan judul penelitian “Penerapan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) dan *fault tree analysis* (FTA) untuk mengukur efektifitas mesin reng ” hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah Rekomendasi Perbaikan dimana diberikan oleh untuk meningkatkan keefektifan mesin bubut, yaitu melalui perbaikan penyebab dasar dari *six big losses* besar, menghilangkan *six big losses* mesin, dan mengembangkan rencana perawatan untuk memelihara dan memelihara Mesin dalam kondisi terbaiknya. Dan dengan melatih semua operator alat berat, tingkatkan kemampuan pengoperasian dan perawatan alat berat. (Suliantoro et al., 2017).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Memed Akbar dengan judul penelitian “Analisis Kegiatan Perawatan Pada Mesin Sludge

Separator Untuk Mengoptimalkan Part Kritis Dengan Pendekatan Realibility Centered Maintenance (RCM)” hasil yang diperoleh dari peniliti adalah Terlihat bahwa komponen kuncinya adalah distribusi Weibull. Menurut komponen kunci yang ditentukan oleh metode Weibull untuk setiap komponen kunci dalam waktu dua tahun, komponen sumbu mangkuk adalah urutan terbaik 3 unit ( $Q = 1$  unit/pesan titik pesanan ( $r = 1$  unit) Disk yang cocok adalah 2 unit ( $Q = 1$  unit per order,  $r=1$  unit) 2,6546, bantalan gesekan dan 4 unit sekrup ( $Q = 3$  unit per order,  $r=1$  unit) =1,5576 V nozzle Q 1,60 mm 3 unit ( $Q = 1$  satuan per urutan,  $r = 1$  satuan) = 2,097 (Akbar, 2016).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Adria Yahya Pamungkas dengan judul penelitian “Analisis Perawatanmesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Di Perusahaan Konveksi Ratna” hasil yang diperoleh dari peniliti adalah Mesin yang sering mogok adalah mesin jahit yang mengalami kerusakan sebanyak 19 kali, dan angka prioritas risiko (RPN) tertinggi untuk setiap komponen adalah komponen yang berputar dengan nilai RPN 343. Oleh karena itu, bagian yang berputar diprioritaskan untuk tindakan lebih lanjut. Ada 17 part yang diproses sesuai kondisi (CD), yang merupakan kebijakan perawatan untuk observasi dan inspeksi berkala. Kedua komponen tersebut diproses secara time-oriented (TD), yaitu operasi yang dirancang untuk mendeteksi kerusakan melalui alat verifikasi. Jika tanda-tanda kerusakan peralatan ditemukan selama pemeriksaan, lanjutkan untuk memperbaiki atau mengganti suku cadang. (Pamungkas, 2016).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Syahrudin dengan judul penelitian “Analisis sistem pemeliharaan mesin dengan metode reliability centeret maintenance (RCM) sebagai dasar kebijakan perawatan yang optimal di PLTD X” Hasil diperoleh dari penelitian adalah dari hasil Hasil perhitungan meningkatkan keandalan komponen utama. Rocker arm katup buang mengalami kenaikan terbesar yaitu: 66,00 %, dan dudukan katup buang mengalami kenaikan terkecil yaitu: 7,63%. Selain itu, total biaya pemeliharaan komponen utama juga mengalami penurunan. Pengurangan terbesar pada joint adalah: 45,85 %, dan terkecil pada rocker arm katup buang adalah: 10,29%. Dalam hal ini,

interval perawatan semua komponen kunci dapat digunakan sebagai dasar untuk strategi perawatan yang optimal (Syahrudin, 2012).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Herry Christian Palit , Winny Sutanto dengan judul penelitian “Perancangan RCM untuk mengurangi *downtime* mesin pada perusahaan aluminium” Hasil diperoleh dari penelitian adalah Waktu henti antara kondisi awal dianalisis untuk melihat apakah hasil rancangan RCM yang diusulkan dapat mengurangi waktu henti mesin sebesar 2.500 ton. Status downtime awal didapatkan dari arsip data perusahaan, dan perbaikan downtime didapatkan dari hasil wawancara dengan manager maintenance perusahaan. Perkiraan yang diperoleh dari manajer pemeliharaan perusahaan didasarkan pada data lapangan yang ada. Karena desain RCM, dibandingkan dengan kondisi awal, perkiraan waktu henti setelah desain RCM berkurang menjadi 58,07% (lihat Tabel 1). Hingga saat ini, waktu perbaikan telah dikhususkan untuk mencari penyebab kegagalan, yang dapat dipelajari melalui desain RCM, sehingga tidak perlu membuang waktu untuk mencari penyebab kegagalan (Palit and Sutanto, 2012).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Duhan Arsyadiaga dengan judul penelitian “Analisa penentuan waktu pemeliharaan mesin menggunakan metode RCM II di PT. Sanmas Dwika Abadi” Hasil diperoleh dari penelitian adalah komponen yang memiliki tingkat kerusakan dan butuh perawatan lebih adalah mesin ballmill yang memiliki tingkat perawatan 33 hari sekali untuk perawatan komponen, dilanjutkan elevator 41 hari sekali perawatan, lalu belt elevator 42 hari sekali dan motor 66 hari sekali untuk perawatannya. Di dapat hasil identifikasi dan analisa komponen,waktu perbaikan mesin ballmill lebih lama 85 menit dari sub mesin lainya seperti elevator 77 menit, belt elevator 38 menit dan motor 54 menit waktu perbaikan tiap sub mesin (Duhan Arsyadiaga, 2019).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Agus Syahabuddin dengan judul penelitian “analisis perawatan mesin bubut Cy-L1640g menggunakan metode reliability centeret maintenance (RCM) di PT. Polymindo Permata” Hasil diperoleh dari penelitian adalah pemecahan masalah dimana perusahaan harus melakukan interval perawatan pada komponen Electric System

dalam rentang interval 255.07 jam atau 32 hari kerja. Untuk mengetahui tingkat kerusakan komponen dengan melakukan tindakan Condition Monitoring, untuk mengatasi kegagalan yang tidak dapat diprediksi dengan melakukan tindakan Corrective Maintenance dan untuk mengatasi kegagalan yang dipengaruhi usia komponen dengan melakukan tindakan penggantian yang terjadwal (Syahabuddin, 2019).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dibuat oleh Irawan Harnadi Bangun, Arif Rahman, Zefry Darmawan dengan judul penelitian “Perencanaan perawatan mesin produksi menggunakan metode *reliability centeret maintenance* (RCM) II pada mesin blowing om di PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang” Hasil diperoleh dari penelitian adalah Perlakuan tersebut menunjukkan bahwa interval perawatan terbaik untuk jenis kerusakan permukaan lakban tidak beraturan adalah 510 jam, lakban dilonggarkan selama 260 jam, lakban putus selama 580 jam, kayu grid berduri putus selama 620 jam, dan paku kisi berduri beristirahat selama 500 jam. Dengan hasil perhitungan total optimasi biaya pemeliharaan didapatkan hasil jenis kerusakan ujung dari flat belt karet bergelombang senilai Rp 7.973.519,82, kelonggaran karet pada flat belt senilai Rp 11.000.673.81, patahnya flat belt senilai Rp 14.061.553,06, dan kayu yang patah dengan kisi-kisi berduri adalah Rp 19.170330.63 dan 30.880.512.66 paku berduri yang patah. Metode *reliability centeret maintenance* (RCM) II mengurangi biaya perawatan mesin blow moulding om sebesar 10,27% dibandingkan total biaya perawatan sebelumnya (Bangun et al., 2014).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Himawan Fahmi Sambodo dengan judul penelitian “Analisis perencanaan sistem pemeliharaan mesin menggunakan metode *reliability centeret maintenance* (RCM) II dengan model age replacement dan interval waktu pemeriksaan (Studi Kasus : PT. Deltomed Laboratories ) Tugas” Hasil diperoleh dari penelitian adalah Analisis kuantitatif yang dilakukan menghasilkan frekuensi idle tertinggi mesin Jonan No Inventory J 8Line Syrup Streep pada menit 8725. Dan bagian pisau dan cincin penyegel digunakan untuk komponen utama. Dengan nilai pengolahan data yang didapatkan bahwa interval pengecekan komponen split blade dan gasket adalah 180



jam / 4 kali sebulan, dan satu kali atau dua kali sebulan adalah 360 jam. Dengan hasil interval waktu PM perakitan split blade dan washer sebesar 53.700 menit / 899.606 jam mesin dan 151.300 menit / 2.521,67 jam mesin (Sambodo, 2017)

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Randy Suwandy dengan judul penelitian “Analisa pemeliharaan mesin digester menggunakan metode reliability centeret maintenance (RCM) II PTPN II Pagar Merbau” Hasil diperoleh dari penelitian adalah Hasil analisis RCM II diperoleh komponen paling kritis adalah sistem Bearing House dan Shaft Driver. Dengan mengeliminasi tingkat kerusakan komponen dapat diperoleh Reliability Bearing House sebesar 72% dan Shaft Driver sebesar 70.5% dengan masa interval perawatan Bearing House 299.6 Jam dan Shaft Driver 295.65 Jam (Suwandy, 2019).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Arif Nor Rohman dengan judul penelitian “Perencanaan interval perawatan komponen-komponen mesin vertical dryer menggunakan metode reliability centeret maintenance (RCM) II di PT. Platinum ceramic industri” Hasil diperoleh dari penelitian adalah Hasil penelitian menunjukkan bahwa interval perawatan komponen pengering vertikal dengan kemungkinan tingkat kegagalan meliputi: interval perawatan peredam 898,5 jam, interval perawatan rem motor 1213,8 jam, interval perawatan poros utama 537,6 jam, interval perawatan rantai 390,9 jam dan interval perawatan van belt 434. , 1 jam, 801,9 jam perawatan katup hidrolik, 426,3 jam interval perawatan roller, 426,3 jam interval perawatan rantai 429,3 jam. Total biaya perawatan berdasarkan interval perawatan pengering vertikal adalah Rs 5.012.532 dan keandalannya adalah 4 tahun, sedangkan total biaya perawatan awal perusahaan adalah Rs 6.882.518 dan keandalannya adalah 4 tahun. Profitabilitas perawatan berdasarkan biaya pemrosesan awal dan biaya perawatan yang direkomendasikan adalah 27,15% (ROHMAN, 2012).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Jazuli Mustofa dengan judul penelitian “Perencanaan perawatan dengan metode reliability centeret maintenance (RCM) pada unit npk granulasi ii di PT Petrokimia Gresik” Hasil diperoleh dari penelitian adalah Hasil penelitian menunjukkan peralatan kritis pada unit NPK Granulasi II adalah Recycle Drag Conveyor dan Recycle Bucket



Elevator dengan total waktu perbaikan 17,36 hari atau setara dengan 416,64 jam. Penyebab utama kegagalan komponen dan interval perawatan pada Recycle Drag Conveyor adalah Baut adjuster dengan interval perawatan 8 hari, motor dengan interval perawatan 47 hari, Cross bar dengan interval perawatan 8 hari, Bearing tail wheel dengan interval perawatan 14 hari, Rantai dengan interval perawatan 5 hari dan Body dengan interval perawatan 9 hari sedangkan Recycle Bucket Elevator adalah Pen rantai dengan interval perawatan 1 hari, Rantai dengan interval perawatan 4 hari dan Tail wheel dengan interval perawatan 16 hari (Mustofa, 2014).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Dedi Dermawan, Faradila Ananda Yul, Fauzi Saputra dengan judul penelitian “Penentuan Kebijakan Maintenance Pada Motor Conveyor Mb 23 Menggunakan Metode RCM II (Reliability Centered Maintenance) Di PT. Indah Kiat Pulp And Paper” Hasil diperoleh dari penelitian adalah Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan RCM, didapat 1 kebijakan perawatan efektif yaitu TD (Time Directed) dan kegiatan maintenance yang tepat adalah Reactive/Preventive Maintenance dan Inspection Maintenance. Didapat dari perhitungan rata-rata waktu perbaikan/pergantian dengan waktu 11,7370 jam, dan waktu interval pemeriksaan 5,6658 jam sekali dilakukan pemeriksaan pada motor conveyor (Dermawan et al., 2020).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Ivan F. G. Tampubolon dengan judul penelitian “Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance Dalam Pembuatan Jadwal Perawatan Mesin Ultima Di PT X” Hasil diperoleh dari penelitian Jadwal perawatan didapatkan berdasarkan tingkat kekritisan dilihat dari nilai severity, occurrence, dan detection moda-moda kegagalan di komponen terkait beserta lama durasi tindakan perawatan. Terdapat 8 komponen kritis yaitu Star Wheel 1, Star Wheel 2, Star Wheel 3, Star Wheel 4, Filler Gripper, Capper Head, Cap Feeder, dan Screw Blower. Jadwal perawatan yang dibuat mencakup jadwal pengecekan, pembersihan, serta pelumasan masing-masing komponen mesin yang dilaksanakan sekali dalam satu hari, satu minggu, satu bulan, 3 bulan, 6 bulan, atau satu tahun. Jadwal yang dibuat dengan metode RCM

diharapkan dapat mengurangi unplanned downtime Mesin Ultima (Tampubolon, 2018).



Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
1.	perancangan sistem perawatan menggunakan metode <i>reliability centeret maintenance</i> (RCM) pada mesin pulverizer (studi kasus : pltu paiton unit 3)	Ratna Bhakti P S, dan Sudiyono Kromodiharjo	Jurnal Teknik ITS Vol. 6, No. 1, (2015) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)	PLTU Paiton Unit 3 melakukan proses produksi setiap hari selama 24 jam selama 1 tahun. Dalam rangka mencapai target tersebut setiap harinya dituntut adanya kelancaran proses pengiriman batubara dari silo hingga mencapai surface burner boiler menggunakan mesin bernama pulverizer. Di dalam pulverizer terdapat beberapa komponen yang menunjang sistem agar dapat berjalan dengan baik, apabila salah satu komponen mengalami masalah maka seluruh sistem akan berhenti. Apabila sistem berhenti maka proses produksi butiran batubara akan terhenti dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan (R. B. P. Sari & Kromodihardjo, 2015).	RCM, FMEA	Dari hasil analisa dan brainstorming dengan pihak perusahaan, maka dipilih kegiatan <i>preventive maintenance</i> setiap 2600 jam dengan mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan apabila perawatan terlalu sering dilakukan, yaitu tiap 1600 jam dan 2000 jam maka biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan akan lebih besar. Selain itu, kerugian yang ditimbulkan apabila <i>pulverizer</i> mengalami <i>shutdown</i> untuk perbaikan <i>grinding roller</i> selama 20 hari dapat menurunkan beban listrik yang dihasilkan oleh PLTU dari 850 (R. B. P. Sari & Kromodihardjo, 2015).
2.	perancangan RCM untuk mengurangi downtime mesin pada perusahaan manufaktur aluminium	Herry Christian Palit, Winny Sutanto	Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV Program	Perusahaan ingin meningkatkan efisiensi proses produksi yang terdapat Perbedaan antara tujuan dan hasil yang dicapai oleh perusahaan. Hal ini disebabkan oleh penutupan lini produksi mesin 2.500 ton. Pemeliharaan sistem perusahaan (maintenance) selama ini tergolong dalam failure maintenance, di antaranya memelihara dan komponen menunggu sampai	RCM, FTA, FMEA	menghasilkan proposisi rencana RCM sebagai pilihan RCM dari setiap bagian mesin dan bergabung dengan MTBF. Konfigurasi RCM juga dilengkapi dengan membuat program sederhana untuk membantu operator mengingat sebagian rencana pemeliharaan tergantung pada nilai MTBF. Mengingat penyelidikan dekat, dilacak

			Studi MMT-ITS, Surabaya 4 Pebruari 2012	komponen rusak kemudian memperbaiki atau mengganti komponen baru. Pemeliharaan sistem menyebabkan perusahaan mengalami masalah pemadaman layanan, di antaranya Persentase rata-rata pemadaman dari Juli 2009 hingga Juni 2010 adalah , yaitu 15,66% (Palit & Sutanto, 2012a).		bahwa perbaikan yang diusulkan dengan konfigurasi RCM dapat mengurangi <i>downtime</i> sebesar 58,07%(Palit & Sutanto, 2012a).
3.	Evaluasi manajemen pemeliharaan dengan metode <i>reliability center maintenance</i> (RCM)II pada mesin blowing I di plant I PT. Pisma Putra Textil	Diana Puspita Sari, Mukhamma d Faizal Ridho	J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, Vol. XI, No. 2, Mei 2016	Pabrik 1 Pisma Putra Textile sering bermasalah dengan mesin, dimana sering rusak, disebabkan oleh , mesin yang berumur. Kondisi mesin yang lama menyebabkan downtime yang lama untuk masing-masing mesin . Perusahaan melakukan pemeliharaan preventif harian pada mesin . Tetapi kerusakan masih , tetapi sering muncul ketika mesin digunakan dalam proses produksi (D. P. Sari & Ridho, 2016).	RCM II, FMEA	jenis kerusakan permukaan pada sabuk yang kusut, sabuk yang putus, kayu penutup yang patah, dan paku penutup yang rusak direncanakan membuang tugas dengan bentang penyangga dan biaya habis yang ideal adalah sebagai berikut: 580 jam dengan hasil TC Rp. 14661546,36, 465 jam dengan hasil TC Rp 18350303,77,490 jam dengan hasil TC Rp 18966057.60, dan 450 jam dengan hasil TC Rp 13419317.27. Untuk sementara, dukungan free elastic dipesan untuk tugas pembangunan kembali dengan kerangka waktu pemeliharaan dengan hasil TC Rp 16338431.41. Penurunan jumlah biaya secara umum adalah Rp. 21.587.975.45 / 20,89% dalam biaya pemeliharaan perusahaan (D. P. Sari & Ridho,

						2016).
4.	Usulan perawatan sitem boiler menggunakan metode <i>reliability center maintenance</i> (RCM) II	Hamin Rahman, Anisa Kesy Garaside, Heri Mujayin kolik	Jurnal Teknik Industri, Vol. 18, No. 01, Februari 2017, JTI UMM	Kerusakan mesin pendukung sistem boiler PT Indo Pusaka Berau menyebabkan <i>downtime</i> tinggi di mana rata-rata 26,20% per bulan. Berdasarkan masalah di atas pada, metode RCM digunakan untuk menyelidiki, untuk mengetahui mesin mana yang memiliki komponen utama yang mendukung sistem boiler, dan untuk menentukan interval penggantian komponen mesin utama. Menggunakan metode RCM dapat mengurangi downtime di PT Indo Pusaka Berau (Rachman et al., 2017).	RCM II	sebagai hasil dari pemilihan operasi perawatan untuk RCM II, ada 1 komponen mesi utama yang telah direncanakan untuk pemeliharaan CD (tergantung kondisi), adalah El Bow, dan 2 komponen mesin utama yang telah direncanakan untuk pemeliharaan TD (time-driven), adalah steam gland seal, Periksa katup. Interval penggantian optimal untuk komponen dengan total downtime terpendek adalah 37 hari dari gland outlet steam dan 58 hari untuk check valve. Metode RCM diusulkan sebagai metode pengobatan. Membandingkan pemeliharaan, dapat diamati bahwa, menurut saran peneliti, rata-rata waktu henti pemeliharaan perusahaan saat ini dapat dikurangi sebesar 11,33 % (Rachman et al., 2017).
5.	Analisis Efektivitas Mesin <i>Pulverizer</i> Pada PLTU Menggunakan Metode <i>Overall</i>	Carlos Rahut Damos	Skripsi Program Studi Tenik Mesin Universitas	Selama pengoperasian PLTU penyemprot sering terjadi gangguan yang mempengaruhi kinerja PLTU . Gangguannya adalah penyemprot dihentikan secara paksa, sehingga menghentikan suplai bahan bakar ke ruang bakar boiler. Tentunya akan mempengaruhi	OEE	hasil perhitungan OEE Pulverizer selama bulan November 2017, rata-rata <i>availability</i> ratio sebesar 60,6%, <i>performance</i> ratio 64,6%, <i>Quality</i> 99,9 dan nilai OEE adalah 85% Dibandingkan dengan manufaktur kelas dunia, nilai OEE masih lebih

	<i>Equipment Effectiveness (OEE)</i>		Jember, 2018	produksi listrik PLTU dan tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen (Damos, 2018).		rendah dari standar manufaktur <i>World Class</i> , menunjukkan bahwa efisiensi Pulverizer masih sangat rendah. Dari bulan Juni hingga November 2017, alasan penurunan produktivitas Pulverizer adalah 0% loss karena kegagalan (BL), 88,6% loss of setup and adjustment (SAL), 10% minimum idle stop (IMSL), berkurangnya kecepatan Loss (RSL) adalah 1,4 %, kerugian cacat proses (PDL) adalah 0%, dan kerugian kinerja yang berkurang (RYL) adalah 0%. Enam faktor kerugian teratas yang menyebabkan nilai OEE produktivitas pabrik menurun adalah set and fit loss (SAL) yaitu sebesar 88,6%. (Damos, 2018).
6.	Analisis penerapan total <i>productive maintenance (TPM)</i> menggunakan <i>overall equipment effectiveness (OEE)</i> dan <i>six big loses</i> pada mesin cavitek VD-02	Dyah Ika Rinawati, Nadia Cynthia Dewi	Prosiding SNATIF Ke-1 Tahun 2014, ISBN: 978-602-1180-04-4	PT Essentra mengoperasikan 64 mesin produsen filter yg secara generik dibagi sebagai mesin jenis mono & dual (combiner). Mesin yg biasa mengalami downtime yg akbar & breakdown paling poly terjadi dalam mesin dual (combiner) yaitu dalam mesin Cavitec VD-02. Mesin ini mengkombinasikan base rod menggunakan segmen butiran karbon. Produk yg didapatkan menurut mesin ini dinamakan cavity product, volume & jenis order produk ini adalah yg tertinggi. Terjadinya	OEE	dari output perhitungan OEE dalam mesin cavitek VD-02 PT.Essentra Surabaya selama periode agustus 2013 sampai januari 2014 diperoleh nilai OEE berkisar antar 12,7074541% hingga 44,327957% nilai eektivitas ini tergolong sangat rendah lantaran baku nilai OEE buat perusahaan kelas global idealnya merupakan 85% kerugian lebih banyak didominasi yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE dalam mesin



	PT. Essentra Surabaya			gangguan dalam mesin tadi akan membuahkan kerugian yg relatif akbar bagi perusahaan (Rinawati & Dewi, 2014).		cavitek VD-02 selama periode agustus 2013 sampai januari 2014 merupakan <i>idling and minor stoppages loss</i> , menggunakan total time losses 952,99 jam atau 41,077% dari ke 6 faktor <i>six big losses</i> .(Rinawati & Dewi, 2014).
7.	Penerapan metode overall equipment effectiveness (OEE) dan fault tree analysis (FTA) untuk mengukur efektifitas mesin reng	Heri suliantoro, Novi susanto, Heru prastawa, Iyain sihombing, Anita M	J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, Vol.12, No. 2, Mei 2017	Investigasi ini akan fokus pada mesin reng, yaitu mesin yang digunakan untuk memproduksi atap baja ringan slat V. Efektivitas mesin, hal ini menunjukkan bahwa mesin masih belum bekerja sepenuhnya secara efisien. Hal ini ditunjukkan dengan data waktu henti, data deselerasi engine, dan data dari produk yang tidak sesuai. (Suliantoro et al., 2017).	OEE, FTA	Rekomendasi Perbaikan dimana diberikan oleh untuk meningkatkan keefektifan mesin bubut, yaitu melalui perbaikan penyebab dasar dari <i>six big losses</i> besar, menghilangkan <i>six big losses</i> mesin, dan mengembangkan rencana perawatan untuk memelihara dan memelihara Mesin dalam kondisi terbaiknya. Dan dengan melatih semua operator alat berat, tingkatkan kemampuan pengoperasian dan perawatan alat berat. (Suliantoro et al., 2017).
8	Analisis Kegiatan Perawatan Pada Mesin Sludge Separator Untuk Mengoptimalkan Part Kritis Dengan Pendekatan	Memed Akbar	Skripsi Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia	Pada penelitian ini dilakukan di sebuah sludge separator, mempertimbangkan fungsi tingkat kegagalan dan fungsi kegunaan pada komponen-komponen utama selama produksi dalam kondisi dan periode waktu tertentu. Data yang telah dikumpulkan yaitu data penggunaan suku cadang pada kegagalan di tahun 2011 dan di tahun 2012 serta data harga pembelian suku cadang, sehingga dapat	RCM	Terlihat bahwa komponen kuncinya adalah distribusi Weibull. Menurut komponen kunci yang ditentukan oleh metode Weibull untuk setiap komponen kunci dalam waktu dua tahun, komponen sumbu mangkuk adalah urutan terbaik 3 unit ( $Q = 1$ unit/pesan titik pesanan ( $r = 1$ unit) Disk yang cocok adalah 2 unit ( $Q = 1$ unit per order, $r = 1$ unit) 2,6546, bantalan gesekan dan 4 unit

	Realibility Centered Maintenance (RCM)		Yogyakarta 2016	mengatasi masalah tersebut dapat diterapkan metode kehandalan untuk pemeliharaan korektif. (Akbar, 2016).		sekrup (Q =3 unit per order, r=1 unit) =1,5576 V nozzle Q 1,60 mm 3 unit (Q = 1 satuan per urutan, r = 1 satuan) = 2,097 (Akbar, 2016).
9	Analisis Perawatanmesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Di Perusahaan Konveksi Ratna	Adri Yahya Pamungkas	Skripsi Program Studi Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta 2016	Dalam perusahaan manufaktur, produk yang berkualitas merupakan salah satu tujuan utama. Produk harus mampu bersaing di pasar global dan juga harus mampu memenuhi permintaan pasar, karena jika produk yang dihasilkan tidak dapat memenuhi permintaan pasar, maka produk tersebut tidak akan mampu bersaing dengan produk lain. Salah satu faktor dalam menghasilkan produk sesuai permintaan pasar adalah optimalisasi penggunaan mesin produksi. Salah satunya melalui analisis perawatan mesin. Penelitian ini mengadopsi metode reliability centeret maintenance (RCM). Dari salah satu data yg diperoleh adalah untuk mengetahui kerusakan motor yg terjadi pada Perusahaan Konveksi Ratna di Magelang. (Pamungkas, 2016).	RCM II	Mesin yang sering mogok adalah mesin jahit yang mengalami kerusakan sebanyak 19 kali, dan angka prioritas risiko (RPN) tertinggi untuk setiap komponen adalah komponen yang berputar dengan nilai RPN 343. Oleh karena itu, bagian yang berputar diprioritaskan untuk tindakan lebih lanjut. Ada 17 part yang diproses sesuai kondisi (CD), yang merupakan kebijakan perawatan untuk observasi dan inspeksi berkala. Kedua komponen tersebut diproses secara time-oriented (TD), yaitu operasi yang dirancang untuk mendeteksi kerusakan melalui alat verifikasi. Jika tanda-tanda kerusakan peralatan ditemukan selama pemeriksaan, lanjutkan untuk memperbaiki atau mengganti suku cadang (Pamungkas, 2016).
10	Analisis Sistem Pemeliharaan Mesin Dengan Metode Reliability Centered	Syahrudin	Jurnal Teknologi Terpadu, No.1,	PLTD "X" Hasil Hasil perhitungan meningkatkan keandalan komponen utama. Exhaust valve rocker memiliki peningkatan terbesar, 66,00%, dan exhaust valve seat memiliki peningkatan terkecil, 7,63%. Selain	RCM	hasil Hasil perhitungan meningkatkan keandalan komponen utama. Rocker arm katup buang mengalami kenaikan terbesar yaitu: 66,00 %, dan dudukan katup buang mengalami kenaikan terkecil

	Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD X		Vol.1, Oktober 2012	itu, total biaya pemeliharaan komponen utama juga mengalami penurunan. Pengurangan maksimum pada sambungan adalah 45,85% dan pengurangan minimum pada rocker katup buang adalah 10,29%. Dalam hal ini, interval perawatan untuk semua komponen kunci dapat digunakan sebagai dasar untuk mengoptimalkan strategi perawatan. (Syahrudin, 2012).		yaitu: 7,63%. Selain itu, total biaya pemeliharaan komponen utama juga mengalami penurunan. Pengurangan terbesar pada joint adalah: 45,85 %, dan terkecil pada rocker arm katup buang adalah: 10,29%. Dalam hal ini, interval perawatan semua komponen kunci dapat digunakan sebagai dasar untuk strategi perawatan yang optimal (Syahrudin, 2012)
11	Perancangan RCM untuk mengurangi <i>downtime</i> mesin pada perusahaan aluminium	Herry Christian Palit, Winny Sutanto	Program Studi MMT-ITS, Surabaya, 4 Pebruari 2012	Masalah yang muncul adalah adanya perbedaan antara tujuan perusahaan dengan hasil produksi yang sebenarnya. Misalnya, pada Juni 2010, perusahaan menargetkan produksi 850 ton, namun hanya bisa mencapai 600 ton. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa selisih antara target dengan hasil perusahaan disebabkan oleh penutupan lini produksi mesin 2.500 ton. Pemeliharaan sistem (maintenance) perusahaan saat ini tergolong dalam fault maintenance, yaitu pemeliharaan suatu komponen tertentu, dan perbaikan atau penggantian komponen baru dilakukan setelah komponen tersebut mengalami kerusakan. Pemeliharaan sistem menyebabkan perusahaan mengalami downtime, rata-rata persentase downtime	RCM, FTA, FMEA	Waktu henti antara kondisi awal dianalisis untuk melihat apakah hasil rancangan RCM yang diusulkan dapat mengurangi waktu henti mesin sebesar 2.500 ton. Status downtime awal didapatkan dari arsip data perusahaan, dan perbaikan downtime didapatkan dari hasil wawancara dengan manager maintenance perusahaan. Perkiraan yang diperoleh dari manager pemeliharaan perusahaan didasarkan pada data lapangan yang ada. Karena desain RCM, dibandingkan dengan kondisi awal, perkiraan waktu henti setelah desain RCM berkurang menjadi 58,07% (lihat Tabel 1). Hingga saat ini, waktu perbaikan telah dikhususkan untuk mencari

				<p>dari Juli 2009 sampai Juni 2010 adalah 15,66%. Penutupan tersebut disebabkan adanya kegagalan beberapa mesin di lini produksi mesin 2500 ton, yaitu mesin billet furnace, loader, press, mesin drawing, mesin slitting dan mesin billet, oven aging. (Palit &amp; Sutanto, 2012b).</p>		<p>penyebab kegagalan, yang dapat dipelajari melalui desain RCM, sehingga tidak perlu membuang waktu untuk mencari penyebab kegagalan (Palit &amp; Sutanto, 2012b).</p>
12	<p>Analisa penentuan waktu pemeliharaan mesin menggunakan metode RCM II di PT. Sanmas Dwika Abadi</p>	<p>Duhan Arsyadiaga</p>	<p>Jurnal Teknologi Industri, Vol. 53, 2019</p>	<p>Perusahaan ini mempunyai mesin sendiri bernama ball mill yang di datangkan langsung dari Jepang, sehingga otomatis suku cadang mesin tidak ada di Indonesia, adapun juga beda bahan kualitas dan harga yang sedikit murah. oleh karena itu perawatan mesin dan penggantian komponen dibuat seminimalisir dan bisa di pgunakan dengan jangka waktu lama (Duhan Arsyadiaga, 2019).</p>	<p>RCM II</p>	<p>kompenen yang memiliki tingkat kerusakan dan butuh perawatan lebih adalah mesin ballmill yang memiliki tingkat perawatan 33 hari sekali untuk perawtan komponen, dilanjutkan elevator 41 hari sekali perawatan, lalu belt elevator 42 hari sekali dan motor 66 hari sekali untuk perawatanya. Di dapat hasil identifikasi dan analisa komponen, waktu perbaikan mesin ballmill lebih lama 85 menit dari sub mesin lainya seperti elevator 77 menit, belt elevator 38 menit dan motor 54 menit waktu perbaikan tiap sub mesin (Duhan Arsyadiaga, 2019).</p>
13	<p>Analisa perawatan mesin bubut Cy-L140g menggunakan medode reliability</p>	<p>Agus Syahabuddin</p>	<p>JITMI Vol.2, No.1, Maret 2019</p>	<p>Persaingan industri yang semakin ketat menuntut setiap perusahaan terus memperbaiki aktivitas operasional lebih optimal. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan tindakan perawatan optimal dan</p>	<p>RCM, FMEA</p>	<p>pemecahan masalah dimana perusahaan harus melakukan interval perawatan pada komponen Electric System dalam rentang interval 255.07 jam atau 32 hari kerja. Untuk mengetahui tingkat</p>

	centeret maintenance (RCM) di PT. Polymindo Pertama			menentukan interval waktu pemeliharaan pada Mesin Bubut CY-L1640G pada departemen Maintenance di PT. Polymindo Permata, dimana masih banyak kegiatan perawatan korektif disebabkan kerusakan mesin. Agar tujuan tercapai penulis melakukan analisis secara detail menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM), dengan aplikasi awal mengetahui fungsi serta kerusakan yang dapat terjadi pada suatu sistem, mulai dari sub-sistem sampai pada level komponen. Tabel FMEA untuk penentuan komponen kritis, analisa Intermediate Decision Tree (IDT) untuk mengetahui dampak kegagalan baik langsung maupun tidak langsung, kemudian analisis Logic Tree Analysis (LTA) untuk menentukan tugas perawatan yang optimal (Syahabuddin, 2019).		kerusakan komponen dengan melakukan tindakan Condition Monitoring, untuk mengatasi kegagalan yang tidak dapat diprediksi dengan melakukan tindakan Corrective Maintenance dan untuk mengatasi kegagalan yang dipengaruhi usia komponen dengan melakukan tindakan penggantian yang terjadwal (Syahabuddin, 2019).
14	Perencanaan perawatan mesin produksi menggunakan metode reliability centeret maintenance (RCM) II pada mesin blowing	Irawan Harnadi Bangun, Arif Rahman, Zefry Darmawan	Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri (JRMSI),	Mesin PT Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang bekerja terus menerus selama proses produksi, menyebabkan banyak mesin mengalami kerusakan selama operasi. Untuk mengurangi kerusakan, diperlukan strategi perawatan yang optimal agar mesin dapat berfungsi dengan normal. Dalam penelitian, metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II	RCM II	Perlakuan tersebut menunjukkan bahwa interval perawatan terbaik untuk jenis kerusakan permukaan lakban tidak beraturan adalah 510 jam, lakban dilonggarkan selama 260 jam, lakban putus selama 580 jam, kayu grid berduri putus selama 620 jam, dan paku kisi berduri beristirahat selama 500 jam. Dengan hasil perhitungan total optimasi



	di PT. Industri Sandang Nunsantara Unit Patal Lawang		Vol. 2, 2014	diadopsi untuk mengatasi masalah tersebut. Mesin blow moulding OM adalah salah satu mesin terpenting dalam proses produksi benang. Mesin blow moulding OM memiliki downtime yang paling lama, sehingga penelitian akan difokuskan pada komponen-komponen mesin blow moulding OM. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa komponen utama mesin blow moulding OM berdasarkan frekuensi kerusakan mesin dan total downtime adalah belt datar dan komponen grid maksimum. (Bangun et al., 2014).		biaya pemeliharaan didapatkan hasil jenis kerusakan ujung dari flat belt karet bergelombang senilai Rp 7.973.519,82, kelonggaran karet pada flat belt senilai Rp 11.000.673.81, patahnya flat belt senilai Rp 14.061.553,06, dan kayu yang patah dengan kisi-kisi berduri adalah Rp 19.170330.63 dan 30.880.512.66 paku berduri yang patah. Metode reliability centeret maintenance (RCM) II mengurangi biaya perawatan mesin blow moulding om sebesar 10,27% dibandingkan total biaya perawatan sebelumnya (Bangun et al., 2014).
15	Analias perencanaan sistem pemeliharaan mesin menggunakan pendekatan metode reliability centeret maintenance (RCM) II dengan model age replacement dan interval waktu pemeriksaan	Himawan Fahmi Sambodo	Jurnal EKP, Vol. 13, 2017	Kendala yang muncul adalah seringnya downtime yang tidak direncanakan, yang menyebabkan penghentian produksi secara tiba-tiba. Penelitian ini memiliki tujuan untuk memberikan pemeliharaan preventif dan rekomendasi pemeriksaan yang optimal untuk mesin dengan memakai standar yang dapat meminimalkan downtime sehingga produksi dapat tetap beroperasi sesuai dengan fungsinya. Metode penelitian yang telah digunakan adalah <i>Reliability Centred Maintenance</i> II dan analisis kualitatif, termasuk lembar kerja FMEA dan RCM II, yang akan digunakan sebagai acuan untuk	RCM II, FMEA	Analisis kuantitatif yang dilakukan menghasilkan frekuensi idle tertinggi mesin Jonan No Inventory J 8Line Syrup Streep pada menit 8725. Dan bagian pisau dan cincin penyegel digunakan untuk komponen utama. Dengan nilai pengolahan data yang didapatkan bahwa interval pengecekan komponen split blade dan gasket adalah 180 jam / 4 kali sebulan, dan satu kali atau dua kali sebulan adalah 360 jam. Dengan hasil interval waktu PM perakitan split blade dan washer sebesar 53.700 menit / 899.606 jam mesin dan 151.300 menit /



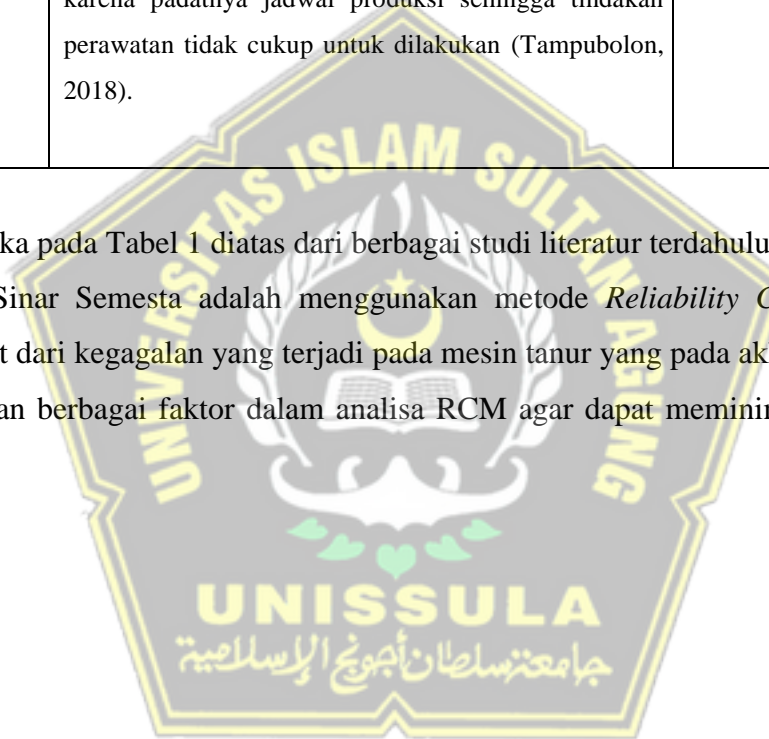
	(Studi Kasus : PT. Deltomed Laboratories )			memilih subsistem atau mesin mana yang memerlukan perlakuan khusus terlebih dahulu. (Sambodo, 2017).		2.521,67 jam mesin (Sambodo, 2017)
16	Analisa Pemeliharaan Mesin Digester menggunakan metode reliability centeret maintenance (RCM) II Pada PTPN II Pagar Merbau	Randy Suwandy	Tugas Akhir, Program Studi Teknik Industri, Universitas Medan 2019	Mesin Digester UDW 3220 memiliki tingkat kegagalan yang paling tinggi dibanding mesin produksi lainnya dengan persentase kerusakan 25% akibat umur mesin sudah mencapai 30 tahun. Dengan adanya penelitian analisa perawatan ini diharapkan masa kehandalan mesin dapat ditingkatkan serta meminimalisir Downtime pada mesin produksi (Suwandy, 2019)	RCM II, FMEA	Hasil analisis RCM diperoleh komponen paling kritis adalah sistem Bearing House dan Shaft Driver. Dengan mengeliminasi tingkat kerusakan komponen dapat diperoleh Reliability Bearing House sebesar 72% dan Shaft Driver sebesar 70.5% dengan masa interval perawatan Bearing House 299.6 Jam dan Shaft Driver 295.65 Jam (Suwandy, 2019)
17	Perencanaan interval perawatan komponen-komponen mesin vertical dryer menggunakan metode reliability centeret maintenance (RCM) II Di PT. Platinum Ceramic Industri	Arif Nur Rohman	Tugas Akhir, Program Studi Teknik Indusri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, 2012	PT. PLATINUM CERAMIC INDUSTRI (PT. PCI) merupakan perusahaan yang memproduksi keramik untuk lantai, dinding dan dekorasi. Salah satu mesin yang digunakan oleh PT. PCI adalah pengering vertikal, yaitu mesin yang digunakan untuk mengurangi kadar air batu bata asli yang baru keluar dari press hidrolik. Salah satu masalah yang terkait dengan mesin PT PCI adalah tingkat koreksi pengering vertikal yang tinggi, yang sering menyebabkan downtime selama proses produksi. (ROHMAN, 2012).	RCM II, FMEA	Hasil penelitian menunjukkan bahwa interval perawatan komponen pengering vertikal dengan kemungkinan tingkat kegagalan meliputi: interval perawatan peredam 898,5 jam, interval perawatan rem motor 1213,8 jam, interval perawatan poros utama 537,6 jam, interval perawatan rantai 390,9 jam dan interval perawatan van belt 434. , 1 jam, 801,9 jam perawatan katup hidrolik, 426,3 jam interval perawatan roller, 426,3 jam interval perawatan rantai 429,3 jam. Total biaya perawatan

						berdasarkan interval perawatan pengering vertikal adalah Rs 5.012.532 dan keandalannya adalah 4 tahun, sedangkan total biaya perawatan awal perusahaan adalah Rs 6.882.518 dan keandalannya adalah 4 tahun. Profitabilitas perawatan berdasarkan biaya pemrosesan awal dan biaya perawatan yang direkomendasikan adalah 27,15% (ROHMAN, 2012).
18	Perencanaan pemeliharaan dengan metode reliability centeret maintenance pada unit npk granulasi II di PT Petrokimia Gresik	Jazuli Mustofa	Jurnal MATRIK Vol XV, No.1, September 2014,	Untuk mencapai target produksi yang telah direncanakan maka harus didukung oleh keandalan peralatan yang tinggi. Untuk meningkatkan keandalan peralatan produksi maka harus didukung oleh tim pemeliharaan yang mampu melaksanakan perawatan dan perbaikan peralatan dengan efektif dan efisien. Dengan tingginya downtime unit produksi NPK Granulasi II berpotensi tidak tercapainya target produksi sehingga diperlukan suatu metode pemeliharaan yang dapat menurunkan downtime unit tersebut (Mustofa, 2014).	RCM	Hasil penelitian menunjukkan peralatan kritis pada unit NPK Granulasi II adalah Recycle Drag Conveyor dan Recycle Bucket Elevator dengan total waktu perbaikan 17,36 hari atau setara dengan 416,64 jam. Penyebab utama kegagalan komponen dan interval perawatan pada Recycle Drag Conveyor adalah Baut adjuster dengan interval perawatan 8 hari, motor dengan interval perawatan 47 hari, Cross bar dengan interval perawatan 8 hari, Bearing tail wheel dengan interval perawatan 14 hari, Rantai dengan interval perawatan 5 hari dan Body dengan interval perawatan 9 hari sedangkan Recycle Bucket Elevator adalah Pen rantai dengan interval

						perawatan 1 hari, Rantai dengan interval perawatan 4 hari dan Tail wheel dengan interval perawatan 16 hari (Mustofa, 2014).
19	Penentuan Kebijakan Maintenance Pada Motor Conveyor Mb 23 Menggunakan Metode RCM II (Reliability Centered Maintenance) Di PT. Indah Kiat Pulp And Paper	Dedi Dermawan, Faradila Ananda Yul, Fauzi Saputra	Jurnal Surya Teknika Vol.6, No.1, Desember 2019	Berdasarkan hasil pengamatan dan melihat data pada data downtime conveyor diketahui bahwa frekuensi terjadinya kerusakan pada conveyor terbilang cukup tinggi yaitu 120,00 jam/bulan yang mengakibatkan semakin seringnya aktivitas produksi terhenti. Untuk mengoptimalkan kinerja pada komponen conveyor perlu dilakukan analisa kebijakan perawatan dan kegiatan maintenance menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Sistem kritis dengan downtime tertinggi adalah Motor yang akan ditentukan kebijakan dan kegiatan perawatan maintenance menggunakan RCM (Dermawan et al., 2020).	RCM II	Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan RCM II, didapat 1 kebijakan perawatan efektif yaitu TD (Time Directed) dan kegiatan maintenance yang tepat adalah Reactive/Preventive Maintenance dan Inspection Maintenance. Didapat dari perhitungan rata-rata waktu perbaikan/pergantian dengan waktu 11,7370 jam, dan waktu interval pemeriksaan 5,6658 jam sekali dilakukan pemeriksaan pada motor conveyor (Dermawan et al., 2020).
20	Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance Dalam Pembuatan Jadwal Perawatan Mesin Ultima Di PT X	Ivan F. G. Tampubolon	Tugas Akhir Program Teknik Industri, Universitas Katolik	PT X adalah perusahaan yg bergerak dibidang air minum dalam kemasan (AMDK). Salah satu usaha untuk bersaing dalam industri AMDK adalah memenuhi sejumlah target produksi yang telah ditentukan. Permasalahan yang terjadi adalah tidak tercapainya sejumlah target produksi yang diakibatkan oleh unplanned downtime. Unplanned downtime tertinggi	RCM	Jadwal perawatan didapatkan berdasarkan tingkat kekritisian dilihat dari nilai severity, occurrence, dan detection moda-moda kegagalan di komponen terkait beserta lama durasi tindakan perawatan. Terdapat 8 komponen kritis yaitu Star Wheel 1, Star Wheel 2, Star Wheel 3, Star Wheel 4, Filler Gripper, Capper Head, Cap Feeder, dan Screw Blower.

			Parahyangan Bandung 2018	terjadi pada Lini Botol B1 dengan Mesin Ultima sebagai penyumbang terbesar unplanned downtime pada Lini Botol B1. Meskipun PT X memiliki jadwal pemeliharaan rutin, namun belum berjalan secara baik karena padatnya jadwal produksi sehingga tindakan perawatan tidak cukup untuk dilakukan (Tampubolon, 2018).	Jadwal perawatan yang dibuat mencakup jadwal pengecekan, pembersihan, serta pelumasan masing-masing komponen mesin yang dilaksanakan sekali dalam satu hari, satu minggu, satu bulan, 3 bulan, 6 bulan, atau satu tahun. Jadwal yang dibuat dengan metode RCM diharapkan dapat mengurangi unplanned downtime Mesin Ultima (Tampubolon, 2018).
--	--	--	--------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Berdasarkan tinjauan pustaka pada Tabel 1 diatas dari berbagai studi literatur terdahulu, penyelesaian permasalahan yang sesuai dengan studi kasus pada PT. Sinar Semesta adalah menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II untuk menganalisa penyebab dan akibat dari kegagalan yang terjadi pada mesin tanur yang pada akhirnya didapatkan solusi perawatan yang sesuai dengan mempertimbangkan berbagai faktor dalam analisa RCM agar dapat meminimalkan terjadinya *downtime* pada mesin tanur.



## 2.2 Landasan Teori

Berikut Merupakan landasan teori dalam penelitian

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

Fungsi pemeliharaan harus memastikan bahwa semua sistem produksi dan manufaktur beroperasi dengan aman dan andal serta menyediakan dukungan yang diperlukan untuk fungsi produksi. Studi-studi dalam industri mengungkapkan bahwa perbaikan yang dijadwalkan tidak banyak memiliki dampak pada keandalan keseluruhan mesin secara kompleks kecuali ada mode kegagalan dalam proses penjadwalan perbaikan. Maka dari itu metode *Reliability Centered Maintenance (RCM) II* yang dipilih untuk dapat menganalisa mode kegagalan tersebut (Nowlan & Heap, 1978).

Menurut (Moubray, 1997) *reliability centerer maintenance (RCM) II* adalah sebuah metode yang digunakan untuk menentukan apa yang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi seperti apa yang diharapkan / untuk menentukan pemeliharaan yang sah. Sedangkan menurut (Henley & Kumamoto, 1981) *Reliability Centered Maintenance* adalah metode perawatan yang menggabungkan praktik dengan strategi pemeliharaan preventif (pm) dan pemeliharaan korektif (cm) untuk memaksimalkan masa manfaat aset/sistem/peralatan dengan biaya dan fungsi terendah.

Implementasi RCM ini memiliki tujuan dan manfaat. Pertama, membantu menentukan program perawatan yang optimal. Hal tersebut merupakan strategi yang terbukti dan efektif dalam mengoptimalkan upaya pemeliharaan, baik dalam hal efisiensi operasional dan efektivitas biaya yang akan membantu menjaga titik fokus pada pemeliharaan fungsi sistem yang paling penting, serta menghindari tindakan pemeliharaan yang tidak terlalu diperlukan untuk mencapai keandalan sistem yang diperlukan dengan biaya serendah mungkin tanpa adanya masalah terkait dengan keselamatan dan lingkungan (Smith & Glenn R. Hoinchcliffe, 2004).

Manfaatnya mencakup penghematan biaya, berubahnya pekerjaan berbasis kondisi (rusak baru diperbaiki) ke waktu (sebelum terjadi kerusakan sudah diperbaiki), pengurangan penggunaan suku cadang, peningkatan keselamatan dan kondisi lingkungan, peningkatan pengurangan beban kerja dan kinerja operasi,



database informasi untuk meningkatkan tingkat keterampilan dan pengetahuan teknis (Smith & Glenn R. Hoinchcliffe, 2004).

### **Metode RCM II**

Pada proses RCM mempunyai prinsip yang dapat digunakan sebagai dasar penelitian. Ada empat prinsip utama yang menjadi ciri proses RCM antara lain sebagai berikut (Ben-Daya et al., 2009) :

1. *Preserving the system function* (Mempertahankan fungsi sistem) adalah prinsip pertama dan utama dari proses RCM. Prinsip ini penting, apa yang diperlukan untuk mengidentifikasi output sistem yang diinginkan dan memastikan ketersediaan tingkat output yang sama?
2. *Identification of the particular failure modes that can potentially cause functional failure* (Identifikasi mode kegagalan tertentu yang berpotensi menyebabkan kegagalan fungsional) adalah prinsip kedua dari proses RCM. Informasi ini sangat penting, apakah perubahan operasional diperlukan atau rencana pemeliharaan harus dibuat.
3. *Prioritizing key functional failures* (Memprioritaskan kegagalan fungsional utama) adalah prinsip yang ketiga dari proses RCM. Prinsip ini sangat penting karena pemahaman efisiensi dengan efektivitas biaya dapat dicapai melalui prinsip ini. Upaya dan sumber daya digunakan pada peralatan yang mendukung fungsi-fungsi penting.
4. *Selection of applicable and effective maintenance tasks for the high priority items* (Pemilihan tugas perawatan yang berlaku dan efektif untuk item prioritas tinggi) adalah prinsip keempat dari proses RCM. Seperti dijelaskan sebelumnya, tujuan memprioritaskan adalah untuk membuat penggunaan sumber daya yang efisien dan efektif biaya.

Dalam proses RCM mempunyai tujuh pertanyaan dasar sebagai pendekatan pemeliharaan komprehensif antara lain (Ben-Daya et al., 2009) :

1. Apa fungsi dan standar kinerja terkait dari aset dalam konteks operasi saat ini?
2. Dalam hal apa ia gagal memenuhi tugasnya?
3. Apa yang menjadi penyebab setiap kerusakan fungsional?
4. Apa yang akan terjadi ketika setiap kegagalan berlangsung?



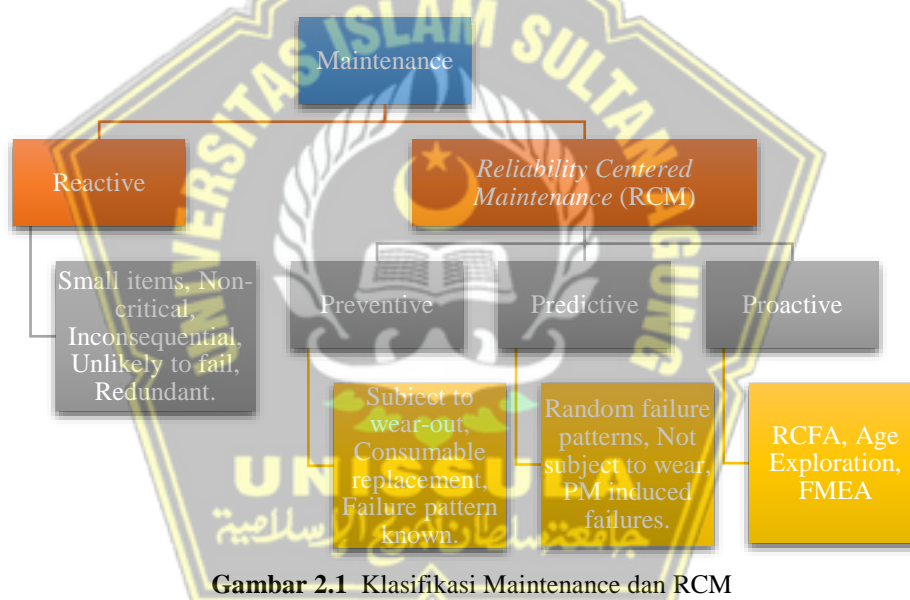
5. Dalam hal apa setiap kegagalan itu penting?
6. Apa yang bisa dilakukan untuk memprediksi atau mencegah setiap kegagalan?
7. Apa yang perlu dilakukan jika pekerjaan sebelumnya sudah sesuai tidak dapat ditemukan?

Dari tujuh pertanyaan ini muncul proses sistematis untuk menentukan perawatan dari setiap aset fisik, yang disebut Reliability Centered Maintenance. Langkah pertama dalam proses RCM adalah untuk menentukan fungsi masing-masing aset dalam konteks operasinya, bersama dengan standar kinerja aset terkait. Kemudian mengetahui kegagalan yang dapat terjadi beserta fungsinya. Setelah setiap kegagalan fungsional telah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi penyebab kegagalan, yaitu semua peristiwa yang kemungkinan besar menyebabkan masing-masing mode kegagalan. Peristiwa ini dikenal sebagai mode kegagalan. Langkah keempat dalam proses RCM melibatkan daftar efek kegagalan, yang menggambarkan apa yang terjadi ketika setiap mode kegagalan terjadi di tingkat lokal dan sistem. Proses RCM mengklasifikasikan konsekuensi ini menjadi empat kelompok, sebagai berikut (Ben-Daya et al., 2009) :

- Konsekuensi kegagalan tersembunyi;  
Operator tidak menyadarinya kegagalan.
- Konsekuensi keselamatan dan lingkungan;  
Terjadinya kegagalan dapat menimbulkan akibat yang merugikan atau mengancam kehidupan manusia dan lingkungan.
- Konsekuensi operasional;  
Kegagalan yang terjadi dapat mempengaruhi keselamatan atau mematikan sistem.
- Konsekuensi non-operasional;  
Suatu kegagalan yang terjadi tidak berpengaruh pada keselamatan atau mematikan sistem, dengan sedikit dampak.

Mengidentifikasi konsekuensi kegagalan untuk memprioritaskan mode kegagalan karena kegagalan tidak sama. Sekarang proses RCM menghasilkan banyak informasi tentang bagaimana sistem bekerja, bagaimana bisa gagal, dan

penyebab serta konsekuensi dari kegagalan. Langkah terakhir adalah memilih tugas perawatan untuk mencegah atau mendeteksi timbulnya kegagalan. Hanya tugas atau tindakan perawatan yang sesuai dan efektif yang dipilih. Dengan cara ini RCM dapat digunakan untuk membuat strategi perawatan yang hemat biaya untuk mengatasi penyebab utama kegagalan peralatan. Ini adalah pendekatan sistematis untuk mendefinisikan program pemeliharaan preventif yang terdiri dari tugas hemat biaya yang menjaga fungsi sistem yang penting. Dalam proses RCM ini tidak semua tindakan *maintenance* merupakan bagian dari proses RCM. Maka dapat dilihat klasifikasi tindakan *maintenance* yang merupakan bagian dari proses RCM seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Klasifikasi Maintenance dan RCM

Sumber : ((Putra, 2011) dikutip dari (Moubray, 1997))

Proses sistematis dari metode *Reliability Centered Maintenance (RCM) II* yang sudah dijelaskan secara umum diatas akan dijabarkan sebagai berikut (Moubray, 1997) :

### 1. *Selecting Systems and Collecting Information*

Sebelum melakukan analisa, langkah pertama ialah memilih sistem yang akan dianalisa. Sistem atau program mana yang cocok untuk situasi tertentu adalah pertanyaan subjektif, tetapi yang lebih penting, itu harus dilakukan dengan cara yang paling sederhana, dengan waktu dan sumber daya paling sedikit. Indikator

pilihan yang layak adalah bahwa sistem yang dipilih untuk program RCM mudah didemonstrasikan tanpa kesalahan besar.

Langkah selanjutnya setelah memilih sistem adalah mengumpulkan informasi yang terkait dengan sistem tersebut. Baik untuk mulai mengumpulkan informasi dan dokumen kunci di awal proses. Beberapa dokumen umum diidentifikasi yang mungkin diperlukan dalam studi RCM sebagai berikut :

- Diagram P&ID (*piping and instrumentation*) atau perpipaan dan instrumentasi. Hubungan fungsi antara peralatan dengan sistem.
- Skema dan atau diagram blok sistem (umumnya kurang lebih sama dengan P&ID, yang membantu untuk lebih memahami peralatan utama).
- Diagram alir fungsional; umumnya kira-kira sama dengan P&ID, yang membantu untuk lebih memahami fungsi sistem.
- Spesifikasi desain peralatan dan manual pengoperasian (temukan sumber informasi rinci tentang spesifikasi desain dan kondisi pengoperasian).
- Riwayat peralatan (sejarah kerusakan dan pemeliharaan).
- Sistem Sumber informasi lain yang diidentifikasi untuk fasilitas atau struktur organisasi. Contohnya termasuk data industri sistem.

## 2. **Boundary Definition (SBD)**

Definisi batasan sistem yang dipakai untuk memilih batasan-batasan sistem analitik menggunakan metode reliability centeret maincence (RCM), berisi mengenai apa yang wajib dimasukkan dan tidak wajib untuk dimasukkan kepada sistem sebagai akibatnya seluruh fungsi dapat diketahui sangat jelas dan perumusan sistem *boundary definition* yang baik dan benar yang akan mengklaim keakuratan proses analisis pada sistem (Azis et al., 2010).

## 3. **System Deskription and Funcrional Block Diagram (FBD)**

Pada uraian sistem, masukkan data yang dikumpulkan pada tahap sebelumnya ke dalam formulir analisis sistem, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Definisi sistem yang akurat dan terdokumentasi dengan baik akan membantu menghasilkan keuntungan nyata. Informasi dasar ini juga dapat digunakan sebagai catatan untuk memfasilitasi perbandingan selama perubahan dan perbaikan desain atau operasional. Ini

juga mengidentifikasi desain utama dan parameter operasi yang secara langsung mempengaruhi kinerja fungsional sistem.

*Functional Block Diagram* merupakan diagram blok yang menjelaskan fungsi masing-masing komponen dan hubungan antar komponen, sehingga dampak antar komponen dapat terlihat dengan jelas.

**Tabel 2.2** *Typical RCM System Analysis Form*

RCM System Analysis (system description)		
Date:	Plant:	Location:
System Name:		RCM Analyst(s):
System ID:		1.
Functional Description		
Key Parameters		
Key equipment		
Redundancy Features		
Safety Features		

#### 4. *System Functions and Functional Failur*

Function (Fungsi) yaitu sebuah kinerja yang dapat diharapkan oleh sebuah komponen agar bisa bekerja. *Sedangkan Functional Failur* (FF) merupakan ketidakmampuan dalam sebuah komponen atau sistem agar dapat memenuhi standar kinerja yang dapat diharapkan. Data tersebut dimasukkan ke dalam formulir fungsi dan kegagalan fungsi yang ditunjukkan pada tabel 3 (Azis et al., 2010).

**Tabel 2.3** *System Functions and Functional Failure Form*

RCM						
Step 4	:	<i>System Functional and Fuctionla Failuur</i>				
Info	:	<i>Functional and Functionla Failur</i>				
Plant	:		Analyst	:		
System	:		Date	:		
Komp.	:					
No	Kode	Nama Item	Functions (F)		Failure Function (FF)	
			Kode	Fungsi	Kode	Kegagalan Fungsi
1	A1		1.1			
1						
1						
1						
2	A2		2.1			
2						
2						

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

*Failure mode and effect analysis (FMEA)* sebuah metode untuk mengenali mode kerusakan pada setiap sistem dan mengevaluasi desain sistem dan menganalisis dampaknya keandalan dalam suatu komponen. FMEA adalah sebuah metode yang digunakan untuk menganalisis kegunaan dalam komponen dan penyebab terjadinya suatu kegagalan, sehingga dapat mencapai kegunaan dan melindungi desain kompone dan operasi. (Smith & Glenn R. Hoinchcliffe, 2004).

Kegiatan FMEA mencakup banyak hal, seperti menganalisis kerusakan komponen, penyebab kerusakan, dan akibat kerusakan pada setiap komponen suatu sistem, yang dapat ditulis pada lembar kerja FMEA. Melalui analisis ini, kami dapat menentukan komponen utama yang paling banyak mengalami kegagalan dan dampaknya terhadap fungsi sistem, sehingga kami dapat mengatasi komponen utama melalui perawatan yang tepat. Berikut ini adalah contoh mode kegagalan dan tabel analisis dampak.

**Tabel 2.4** *Failure Mode Effect Analysis*

Komponen :									
No	Equipment	Function	Functional Faillure	Failure Mode	Effect of Failure	S	O	D	RPN

Pada tabel di atas, peralatan dilengkapi sebagai komponen sistem, kolom fungsi dilengkapi dengan fungsi komponen selama operasi, dan kegagalan fungsi selesai pada kegagalan fungsi. Mode kegagalan meliputi penyebab kegagalan yang mungkin terjadi. Efek kerusakan penuh dengan efek atau akibat dari suatu kerusakan. Dan SOD adalah keparahan (S), kejadian (O), dan deteksi (D). Untuk hasil RPN dapat ditentukan dengan rumus :

$$\mathbf{RPN = S*O*D}$$

Nilai RPN dapat menghasilk tingkat kepentingan kepentingan dalam komponen yang memiliki nilai risiko lebih tinggi sehingga **perlu perawatan khusus melalui perbaikan**. Berikut adalah penyusunun RPN :



a. *Severity*

mendefinisikan efek terburuk yang disebabkan oleh kerusakan. efek ini dapat dilihat berdasarkan level kegagalan suatu komponen, level cedera pengguna, dan lamanya waktu henti.

**Tabel 2.5** level *Severity*

<b>Tingkatan Severity Rangking</b>	<b>Akibat (<i>Effect</i>)</b>	<b>Kriteria Verbal</b>	<b>Akibat pada produksi</b>
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apapun (tidak ada akibat), penyesuaian diperlukan	Operasi terkendali
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, hanya terdapat sedikit gangguan kecil. Serta hanya terdapat gangguan kecil pada peralatan. Akibat dapat diketahui hanya oleh operator yang berpengalaman	Proses terkendali, hanya sedikit penyesuaian
3	Akibat ringan	Mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, hanya terdapat sedikit gangguan kecil. Serta hanya terdapat gangguan kecil pada peralatan. Akibat dapat diketahui oleh semua operator	Prosesnya di luar kendali dan membutuhkan cukup adaptasi.
4	Akibat <i>minor</i>	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan beberapa kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang	<i>Downtime</i> dibawah dari 30 menit atau tidak ada waktu pembuatan yang hilang

<b>Tingkatan Severity Rangking</b>	<b>Akibat (Effect)</b>	<b>Kriteria Verbal</b>	<b>Akibat pada produksi</b>
5	Akibat <i>Moderat</i>	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan beberapa kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang	<i>Downtime</i> 30 sampai 60 menit
6	Akibat Signifikan	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerjanya sendiri	<i>Downtime</i> 1 sampai 2 jam
7	Akibat <i>Major</i>	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas	<i>Downtime</i> 2 sampai 4 jam
8	Akibat Ekstrem	Mesin tidak dapat beroperasi, mesin telah kehilangan fungsi utama mesin	<i>Downtime</i> 4 sampai 8 jam
9	Akibat <i>Serius</i>	Mesin gagal dalam beroperasi, dan tidak memenuhi standart keselamatan kerja	<i>Downtime</i> lebih 8 jam
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak untuk dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan kerja secara tiba-tiba , dan tidak memenuhi standart keselamatan kerja	<i>Downtime</i> lebih 8 jam

b. *Occurency*

*Occurency* adalah tingkat frekuensi kegagalan komponen.

Tabel 2.6 Tingkatan *Occurency*

Rangking	Inseden	Kriteria	Tingkat insiden Kegagalan
<b>Rangking</b>	<b>Kejadian</b>	<b>Kriteria</b>	Lebih besar dari 10.000 jam kerja
1	Hampir tidak pernah ada	Kerusakan tidak pernah terjadi	6.001 sampai 10.000 jam kerja
2	Remote	Kerusakan mesin jarang terjadi	3.001 sampai 6.000 jam kerja
3	Sangat Sedikit	Kerusakan mesin terjadi sangat sedikit	2.001 sampai 3.000 jam kerja
4	Sedikit	Kerusakan mesin terjadi sedikit	1.001 sampai 2.000 jam kerja
5	Rendah	Kerusakan mesin terjadi dengan tingkat rendah	401 sampai 1.000 jam kerja
6	Medium	Kerusakan mesin terjadi pada tingkat medium	101 sampai 400 jam kerja
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	11 sampai 100 jam kerja
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	2 sampai 10 jam kerja

c. *Detection*

*Detection* adalah tingkat pengukuran kemampuan untuk mengontrol terjadinya kesalahan.

Tabel 2.7 Tingkatan *Detection*

Rangking	Akibat	Kriteria Verbal
1	Hampir pasti	Perawatan <i>preventive</i> akan 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

Rangking	Akibat	Kriteria Verbal
3	Tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau 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 moderate untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7	Sangat Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	Remote	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan remote untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

#### 6. *Logic Tree Analysis (LTA)*

*Logic Tree Analysis (LTA)* mampu memperlihatkan bentuk operasi pemeliharaan (maintenance task) yang dapat dilakukan dan ideal untuk digunakan dalam memperbaiki setiap jenis dalam mode kegagalan. Tujuan dari fase ini adalah memprioritaskan untuk setiap mode kerusakan dan untuk menjalankan pemeriksaan kapasitas dan kesalahan sehingga keadaan mode nol sama. Prosedur RCM menggunakan 3 permasalahan logis simpel atau sistem keputusan untuk memungkinkan analisis dengan mudah menempatkan setiap mode kesalahan ke dalam salah 1 dari 4 kelas. Analisis kekritisian dari mode kerusakan diatur dalam salah 1 dari 4 kelas signifikan secara khusus (Smith & Glenn R. Hoinchcliffe, 2004):

1. *Evident*, adalah dapatkah pekerja dalam keadaan normal untuk memahami terjadinya kesalahan?

2. *Safety*, adalah apakah insiden ini menimbulkan bahaya keamanan?
3. *Outage*, apakah mode kerusakan ini merusak semua atau setengah sistem?
4. *Category*, adalah mengklasifikasikan jawaban dari pertanyaan yang diajukan kedalam beberapa kategori. Ada empat kategori LTA di bagian ini yaitu:

- a. Kategori A (*Safety problem*)

Adalah Mode kerusakan yang memiliki dampak mengerikan bagi keamanan sampai-sampai menimbulkan kematian bagi seseorang. Kesalahan ini juga memiliki efek bagi lingkungan meliputi pelanggaran peraturan lingkungan yang telah ditetapkan dalam undang-undang sebelumnya.

- b. Kategori B (*Outage problem*)

Adalah Mode kerusakan suatu suku cadang yang mengakibatkan penghentian sebagian atau seluruhnya dari sistem operasi suku cadang tersebut, sehingga mempengaruhi operasi pabrik seperti nilai, keunggulan produk, dan hasil produk. dapat meningkatkan pengeluaran.

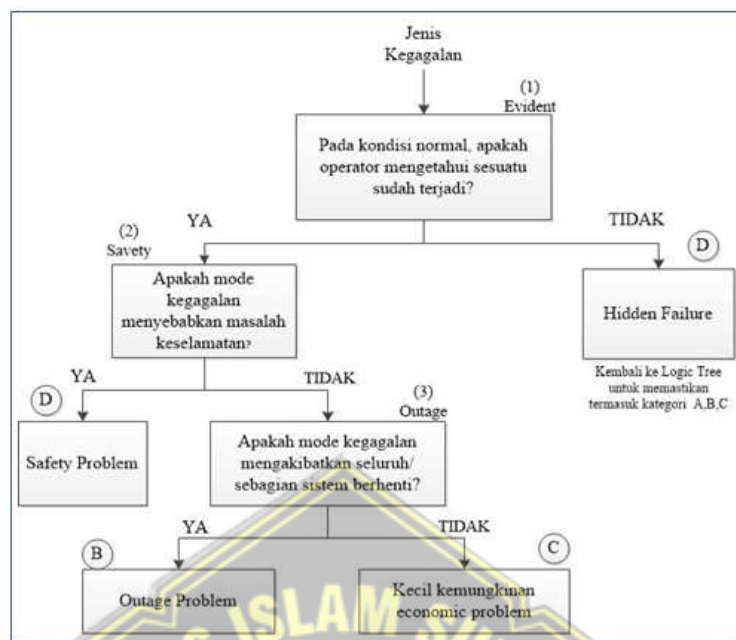
- c. Kategori C (*Economic problem*)

Adalah Mode kerusakan tidak memiliki dampak untuk keselamatan atau operasi pabrik dan memiliki dampak perdagangan yang relatif rendah, termasuk biaya pemulihan .

- d. Kategori D (*Hidden Failure*)

Adalah Mode kerusakan memiliki efek langsung, tetapi jika perusahaan tidak memenuhinya, risiko ini menjadi parah dan bahkan dapat menyebabkan kegagalan lebih lanjut.





**Gambar 2.2** Struktur *Logic Tree Analysis*

Sumber : ((Putra, 2011) dikutip dari (Smith & Glenn R. Hoinchcliffe, 2004))

## 7. *Task Selection*

Penentuan kegiatan adalah langkah terakhir dalam operasi analisis RCM. Dalam setiap mode kegagalan terdapat catatan kegiatan dapat diambil, dan kemudian kegiatan yang paling efisien tuntut dipilih. Analisis ini dapat memastikan tindakan PM yang paling tepat untuk mode kegagalan tersebut. Kegiatan pemeliharaan pada *road map* penentuan kegiatan bisa dibagi menjadi tiga yaitu:

1. *Time Direct (TD) / Preventive Maintenance (PM)*  
kegiatan pemeliharaan dikerjakan secara langsung pada akar kegagalan tergantung pada umur suatu sistem.
2. *Condition Direct (CD) / Predictive Maintenance (PdM)*  
Kegiatan pemeliharaan yang dikerjakan dengan mengawasi dan mengontrol. Apabila pada waktu mengontrol ditemukan tanda-tanda kegagalan, maka diteruskan dengan pembaruan / penukaran sistem.
3. *Finding Failure (FF) / Corrective Maintenance (CM)*  
Tindakan perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

### 2.3 Hipotesa dan Kerangka teoritis

Adapun hipotesa dan kerangka teoritis dari penrlitian ini adalah sebagai berikut :

#### 2.3.1 Hipotesa

Pada perusahaan pengecoran logam PT. Sinar Semesta yang menggunakan beberapa mesin operasi dalam proses produksinya harus sesuai pemakaiannya dengan buku manual mesin atau standar prosedur penggunaan mesin, sehingga perusahaan harus bisa mengoptimalkan proses produksi sesuai dengan kapasitas produksi dari mesin tersebut. Mesin yang dioperasikan secara terus menerus 12 jam selama setahun penuh akan mengakibatkan terjadinya kegagalan atau *breakdown* dan penurunan efektifitas mesin, padahal perusahaan dituntut untuk tidak berhenti produksi agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen.

Berdasarkan studi literatur yang didapatkan dari peneliti terdahulu banyak studi kasus yang membahas metode-metode tentang efektifitas mesin dan meminimalisir *downtime*, diantaranya MTBF digunakan untuk mengetahui jarak rata-rata antar kerusakan dan menjadikan data tersebut untuk melakukan aktifitas pencegahan terulangnya kembali kerusakan. OEE untuk meminimasi dan menghilangkan gangguan/kegagalan seperti *downtime* mesin saat beroperasi yang bisa diterapkan di suatu perusahaan. RCM digunakan sebagai perbaikan untuk menghindari *unplanned breakdown* untuk mencegah dan menganalisa setiap potensi kegagalan fungsi suatu mesin, serta meminimalkan dampak bahaya keselamatan dan lingkungan. FTA merupakan langkah identifikasi penyebab kegagalan dan perhitungan probabilitas kegagalan dan akar masalah kegagalan dari setiap komponen mesin. FMEA adalah mengevaluasi kegagalan suatu sistem, desain atau proses berdasarkan *occurrence*, *severity*, dan *detection*. Maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan tinjauan pustaka pada Tabel 1 diatas dari berbagai studi literatur terdahulu, penyelesaian permasalahan yang sesuai dengan studi kasus pada PT. Sinar Semesta adalah menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II untuk menganalisa akibat dari kegagalan yang terjadi pada mesin tanur yang pada akhirnya didapatkan solusi perawatan yang sesuai dengan

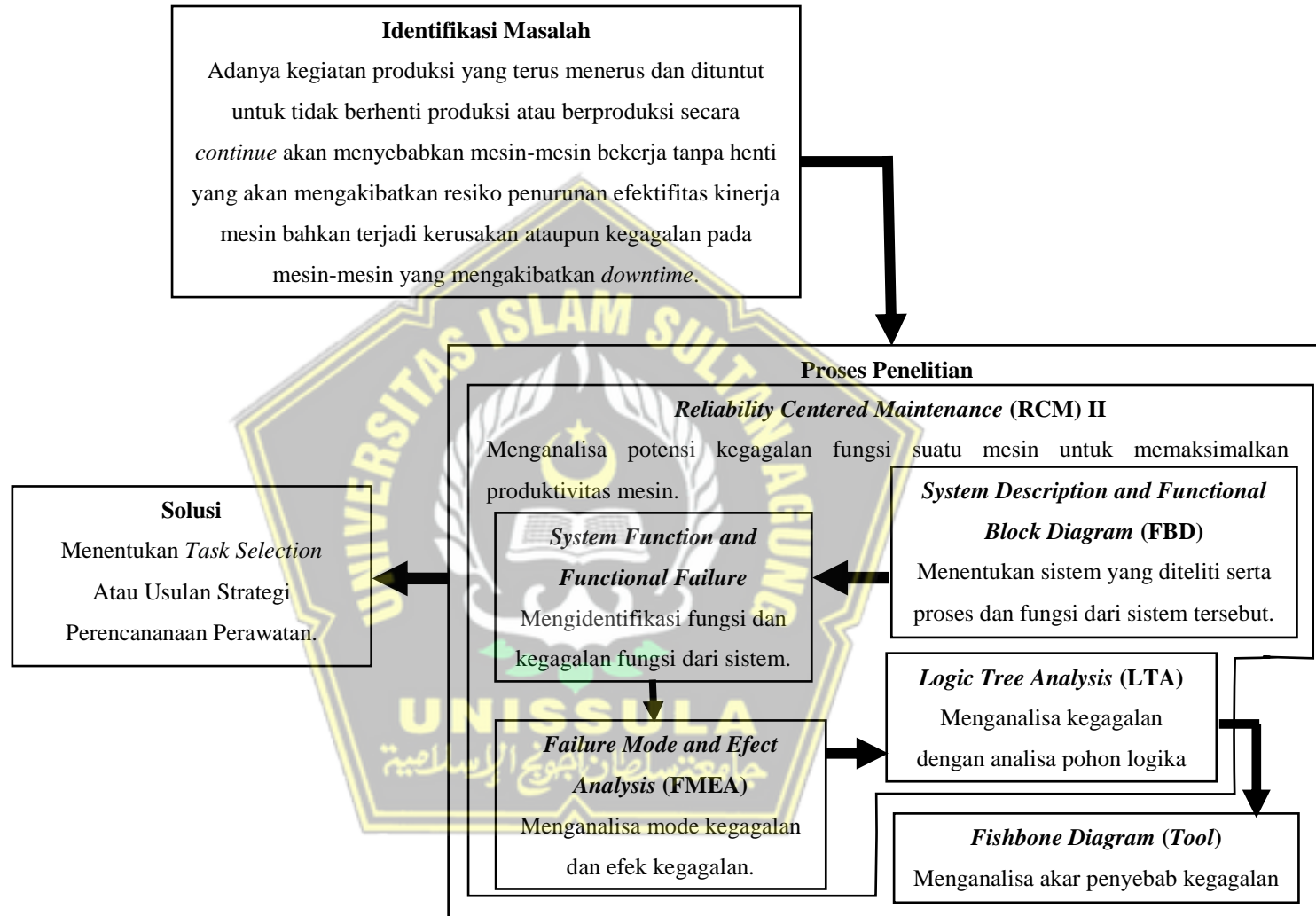
mempertimbangkan berbagai faktor dalam analisa RCM agar dapat meminimalkan terjadinya *downtime* pada mesin tanur.

Waktu henti/*downtime* merupakan penyebab terhambatnya kegiatan produksi karena mesin yang beroperasi tidak bekerja secara normal atau terhentinya proses produksi secara total. Kasus tersebut masih terjadi di PT. Sinar Semesta. Seperti mesin tanur yang mengalami *downtime* di sebagian *equipment* maupun keseluruhan *equipment* tersebut akan menghambat proses produksi. Dengan kasus tersebut peneliti mencoba mengusulkan usulan perbaikan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II untuk mengidentifikasi tindakan perbaikan agar menghindari *breakdown* untuk mencegah terjadinya *downtime* dan menganalisa setiap potensi kegagalan fungsi suatu mesin, serta meminimalkan dampak bahaya keselamatan dan lingkungan.

### 2.3.2 Kerangka Teoritis

Penelitian ini akan membahas tentang tindakan mengurangi atau bahkan menghilangkan *downtime* untuk meningkatkan efektifitas mesin tanur yang terdapat di PT. Sinar Semesta dan juga mengidentifikasi suatu penyebab permasalahan pada mesin tersebut, maka adapun kerangka teoritis penelitian ini sebagai berikut :





**Gambar 2.3** Kerangka Teoritis Proposal Tugas Akhir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pengumpulan Data**

Pada tahap pengumpulan data dilakukan untuk mengumpulkan data – data yang dibutuhkan penelitian. Data yang dibutuhkan antara lain :

1. Data Primer

Data primer adalah data diperoleh dari sumber asli (tanpa perantara). Data primer dapat berupa pendapat individu (orang) secara individu atau kelompok, hasil mengamati suatu objek (fisik), peristiwa atau kegiatan sebagai hasil percobaan. Data ini dikumpulkan dari metode wawancara atau dengan memberikan kuesioner kepada departemen terkait PT. Sinar Semesta tentang penyebab rendahnya produktivitas.

2. Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung. Data sekunder tersebut biasanya berbentuk dokumen, file, arsip atau catatan-catatan perusahaan. Data ini diperoleh melalui dokumentasi perusahaan dan literatur yang berhubungan dengan penelitian selama periode tertentu. Data sekunder dalam penelitian ini yaitu berupa data waktu henti yang direncanakan, waktu kerja mesin, kerusakan dan penyiapan, jumlah produksi, *scrap, reject & rework* setiap bulannya selama 1 tahun terakhir.

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

Dalam teknik pengumpulan data pada penelitian ini dengan cara observasi langsung pada keadaan lapangan, studi pustaka dengan kajian dari literatur dan identifikasi masalah.

1. Observasi

Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya di perusahaan di bagian perencanaan dan perawatan mesin, dengan didatarkannya gambaran tersebut diharapkan dapat mengetahui pendekatan



yang sesuai dalam efektifitas pada mesin saat proses produksi yang sedang berjalan yang dapat diterapkan di perusahaan. Observasi dilakukan pada bulan September 2020 sampai Oktober 2020. Kegiatan observasi bertujuan untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Dalam penelitian ini yang digunakan sebagai tempat observasi adalah PT. Sinar Semesta yang berlokasi di Desa Klepu, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten dengan objek pada mesin Tanur.

## 2. Studi Pustaka

Pada studi pustaka dilakukan dengan mencari referensi dari berbagai sumber berupa buku-buku, jurnal, artikel ilmiah, dan lain-lain yang dapat mendukung dan dapat digunakan dalam penelitian untuk menyelesaikan masalah sesuai dengan apa yang sedang dibahas (topik). Studi literatur berguna sebagai acuan penelitian untuk menganalisa permasalahan dan penyelesaian dengan metode-metode analisis.

## 3. Wawancara

Dalam wawancara ini dilakukan untuk pengumpulan data yang diperoleh dari hasil wawancara dengan *engineer* di lapangan produksi, serta manajer dan staf di bagian *planning development* PT. Sinar Semesta. Teknik ini didapatkan untuk memperoleh data kegagalan mesin, perawatan mesin, data waktu kerja mesin dan alur kerja mesin pada mesin Tanur maupun data lainnya.

### 3.3 Pengujian Hepotesa

Pada pengujian hipotesa dengan studi kasus di PT. Sinar Semesta yang berfokus pada upaya meminimalkan terjadinya kegagalan untuk meningkatkan atau memaksimalkan produktivitas mesin Tanur. Dari penelitian terdahulu sudah banyak metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang serupa di suatu perusahaan tentang meminimalkan terjadi kegagalan mesin. Maka berdasarkan studi literatur terdahulu, usulan penyelesaian permasalahan yang sesuai dengan studi kasus pada PT. Sinar Semesta adalah menggunakan metode *reliability centeret maintenance* (RCM) II yang diharapkan dapat berguna untuk menganalisa penyebab dan akibat dari kegagalan yang terjadi pada mesin Tanur yang pada

akhirnya didapatkan solusi perawatan yang sesuai dengan mempertimbangkan berbagai faktor dalam analisa RCM sehingga dapat memaksimalkan produktivitas mesin Tanur.

### 3.4 Metode Analisis

Untuk mengatasi masalah terjadinya *downtime* dan *breakdown* dengan cara menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II karena metode tersebut dapat menganalisa penyebab dan akibat dari kegagalan yang terjadi pada mesin Tanur yang pada akhirnya didapatkan solusi perawatan yang sesuai dengan mempertimbangkan berbagai faktor dalam analisa RCM sehingga meminimalkan terjadinya *downtime* pada mesin tanur. Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisa penyebab dan akibat dari kegagalan yang terjadi selama 11 bulan dari bulan Januari samapai November tahun 2020 pada mesin Tanur sehingga didapatkan solusi perawatan yang sesuai dalam bentuk *Task Selection* dengan mempertimbangkan berbagai faktor dengan menggunakan metode *Failure mode and effect Analysis* (FMEA) dan *Logic tree analysis* (LTA) dalam analisa RCM sehingga memaksimalkan produktivitas mesin Tanur.

### 3.5 Pembahasan

Dari pengujian hipotesa, metode yang akan diterapkan pada studi kasus di PT. Sinar Semesta tentang permasalahan kegagalan mesin yang menyebabkan kerugian ataupun *downtime* yang akibatnya terjadi penurunan produktivitas mesin yaitu menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II yang ditujukan untuk menganalisa penyebab dan akibat dari kegagalan yang terjadi pada mesin Tanur yang pada akhirnya didapatkan solusi perawatan yang sesuai dengan mempertimbangkan berbagai faktor dalam analisa RCM sehingga dapat meningkatkan produktivitas mesin Tanur..

Data yang dibutuhkan pada studi kasus tersebut adalah penyebab dan akibat dari kegagalan yang terjadi atau yang disebut *breakdown* dengan mempertimbangkan berbagai faktor dengan analisisnya menggunakan metode *Failure mode and effect Analysis* (FMEA) dan *Logic tree analysis* (LTA) dalam

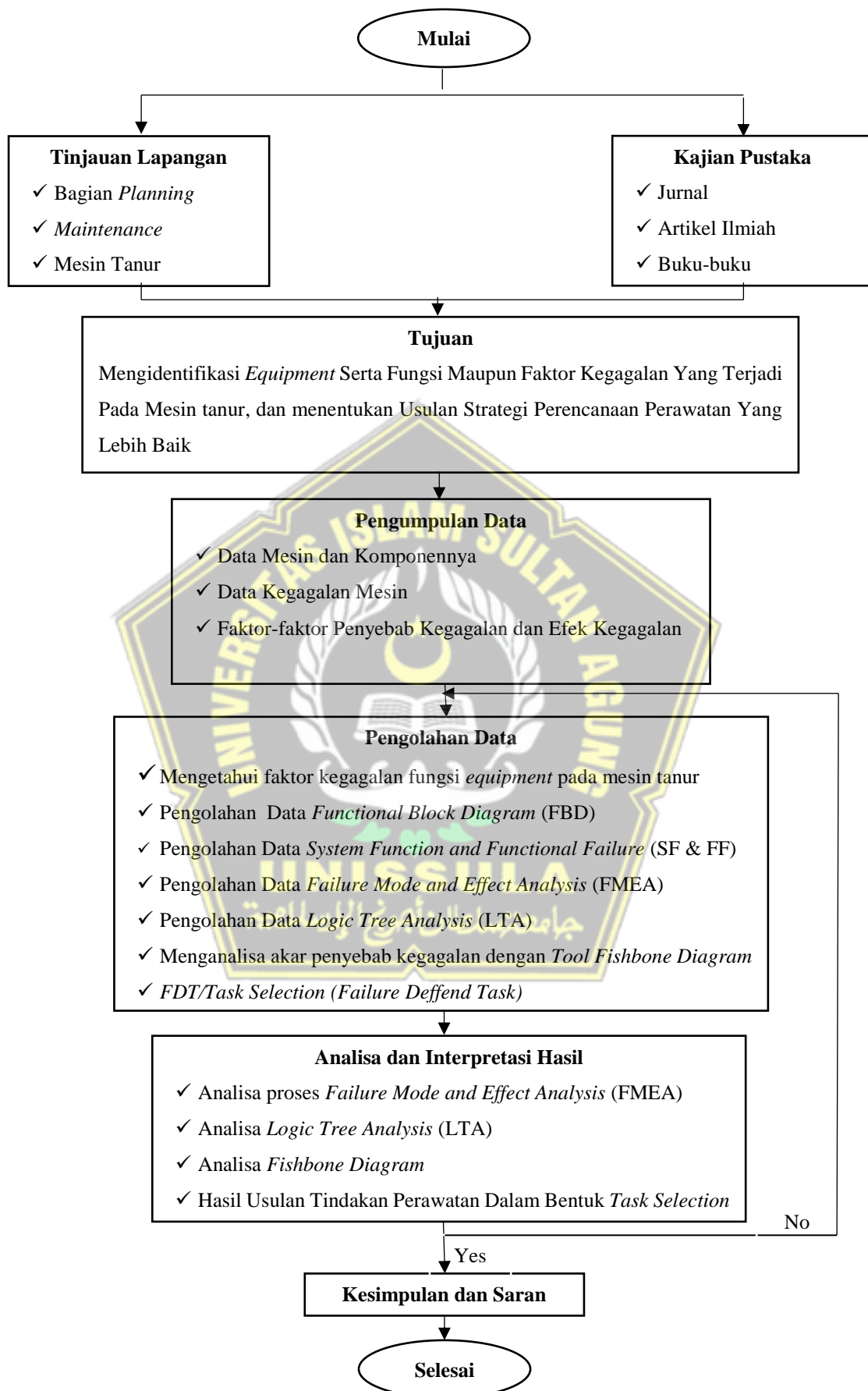
analisa RCM sehingga dapat memaksimalkan produktivitas mesin Tanur yang pada akhirnya didapatkan solusi perawatan yang sesuai dalam bentuk *Task Selection*.

### 3.6 Penarikan Kesimpulan

Pada penarikan kesimpulan, peneliti dapat menyimpulkan berdasarkan analisis dan interpretasi yang telah dilakukan dalam penelitian ini untuk menjawab hasil dari penelitian dengan memberikan solusi rekomendasi perawatan yang sesuai. Tahap ini merupakan tahap terakhir dari penelitian dengan menghasilkan kesimpulan untuk memberikan gambaran dari hasil penelitian secara keseluruhan dan memberikan saran kepada perusahaan dan peneliti selanjutnya.

### 3.7 Diagram Alir

Pada diagram alir ini menggambarkan proses penelitian yang dilakukan, dimulai dari peninjauan lapangan di bagian *planning*, *maintenance* dan *boiler* serta mengkaji literatur-literatur terkait pada penelitian ini seperti jurnal, artikel ilmiah dan buku-buku. Tahap selanjutnya merumuskan masalah dan tujuan dari hasil observasi tersebut. Setelah itu memulai pengumpulan data-data yang diperlukan dan mengolah data agar dapat menganalisa dan interpretasi hasil. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dan saran. Gambaran jelasnya tentang diagram alir terdapat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Flow Chart Penelitian Tugas Akhir

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHAN**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada studi kasus di PT. Sinar Semesta antara lain sebagai berikut :

##### **4.1.1 PT. Sinar Semesta**

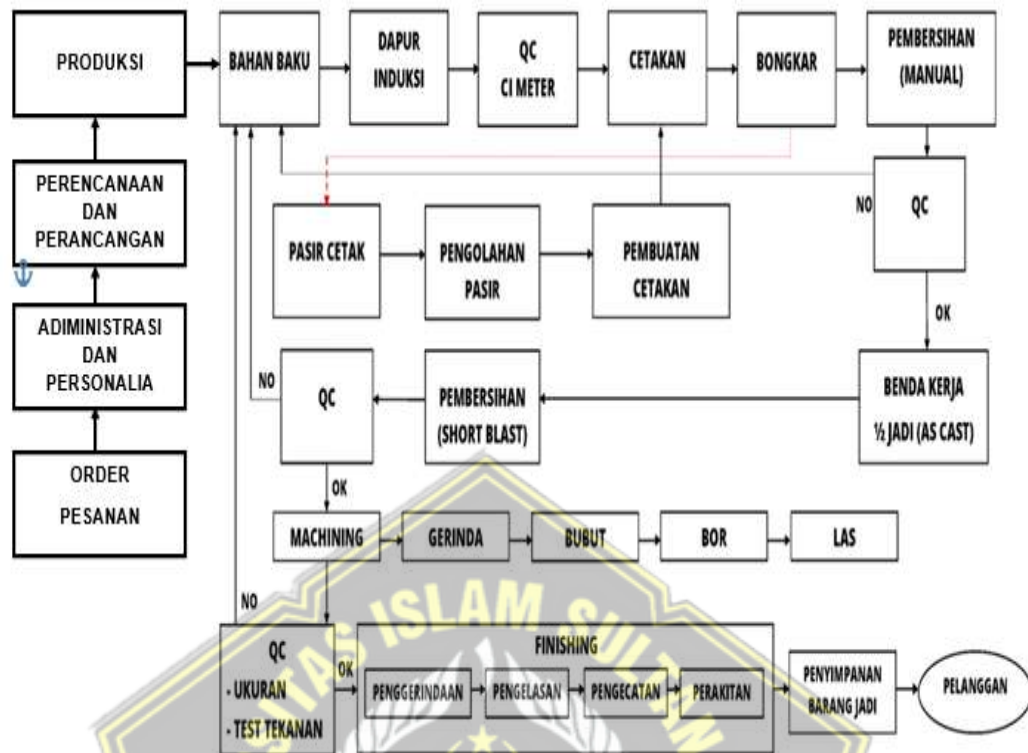
PT. Sinar Semesta berdiri sejak tahun 2002 yang berupa CV dengan memproduksi logam hasil pegecoran, seiring bertambahnya umur CV.Sinar Semesta terus berkembang dan sekarang telah menjadi PT.Sinar Semesta. dan mengembangkan produk dengan mesin berteknologi modern yang memiliki kecepatan produksi dan tingkat presisi lebih tinggi sehingga dapat memenuhi harapan pelanggan. Untuk mengimbangi permintaan produk yang semakin berkembang maka PT.Sinar Semesta terus melakukan inovasi

Sebagai perusahaan pengecoran dan permesinan PT Sinar Semesta memiliki dapur foundry dengan kapasitas 1.500 ton/tahun dan mampu memproduksi beberapa produk andalan. Diantaranya, komponen untuk sarana dan prasarana kereta api, komponen produk agro seperti komponen pabrik gula dan pabrik sawit komponen pabrik semen, pertambangan dan alat berat, industri minyak dan gas serta galangan kapal dan pelabuhan.

##### **4.1.2 Proses Bisnis Perusahaan**

Proses Bisnis merupakan kumpulan suatu aktivitas dalam sebuah pekerjaan yang terstruktur atau suatu susunan aktivitas yang saling berkaitan satu sama lain dalam menghasilkan produk yang diawali konsumen melakukan order sampai dengan konsumen menerima produk yang dipesannya. Berikut adalah alur proses bisnis di **PT. Sinar Semesta** :





Gambar 4.1 Alur Proses Produksi

Diawali dari penerimaan pesanan dari konsumen oleh divisi *marketing* (pemasaran). Dalam tahap ini konsumen akan menentukan produk yang diinginkan beserta spesifikasinya, kemudian spesifikasi produk tersebut dibawa ke divisi produksi untuk dipelajari lebih lanjut. Apabila sudah ada kesepakatan, divisi produksi akan membuat sampel terlebih dahulu untuk memastikan produk itu sesuai dengan permintaan konsumen. Setelah cocok, maka divisi produksi akan mulai memproduksi sesuai dengan jumlah yang diminta. Sebelumnya, divisi produksi mengajukan pengadaan bahan baku terlebih dahulu ke divisi administrasi dan keuangan. Setelah bahan baku sudah terpenuhi maka proses produksi bisa dimulai.

Produk yang sudah jadi akan di susun di bagian finishing. Untuk produk yang dimensinya kecil akan dikemas dengan menggunakan karung plastik. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam pemindahannya. Sedangkan untuk produk yang dimensinya besar tidak dikemas. Setelah slot pengiriman sudah terpenuhi, perusahaan akan menghubungi pihak ketiga untuk mengirimkan produk tersebut ke konsumen.

### 4.1.3 Mesin Tanur

Tungku digunakan untuk melelehkan logam dengan menggunakan energi listrik untuk memperoleh panas dan kemudian menginduksi logam di dalam tungku cair. Secara umum, tungku induksi diklasifikasikan sebagai tungku peleburan dengan frekuensi operasi 50 Hz pada frekuensi tinggi (10.000 Hz) dan tungku penahan yang beroperasi pada frekuensi grid. Prinsip pengoperasian tungku induksi hampir sama dengan transformator, dimana terdapat kumparan frekuensi tinggi, kumparan sekunder akan menerima arus induksi yang terdiri dari wadah dan diisi dengan logam cair (Wikipedia, 2019).

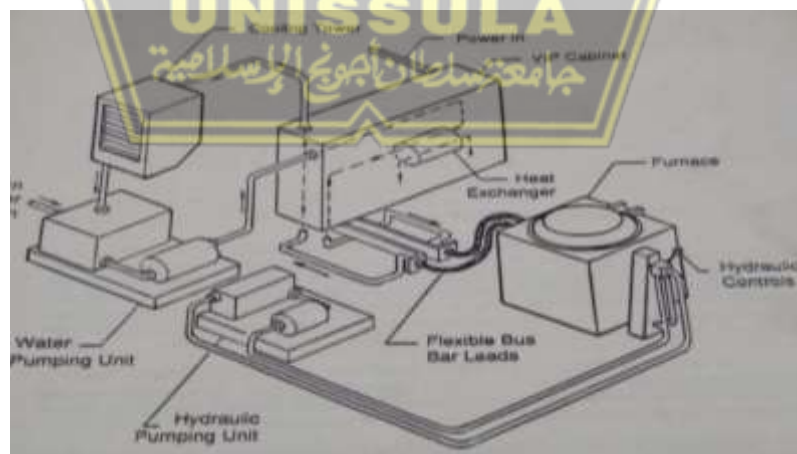


**Gambar 4.2** Mesin Tanur

Sumber : PT. Sinar Semesta

### 4.1.4 *Equipment* Mesin Tanur

Equipment dari mesin tanur antar lain sebagai berikut :



**Gambar 4.3** Equipment Mesin tanur

Sumber : arsip PT . Sinar Semesta

Equipment mesin tanur :

1. *Furnace* (Tungku Pembakaran)

*Furnace* atau juga sering disebut dengan tungku pembakaran adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanasan atau memasak logam agar mencair.



Gambar 4.4 Tungku Pembakaran

2. *Hydraulic pumping* (Pompa hidrolis)

Alat yang digunakan sebagai pemompa oli yang nantinya digunakan untuk menggerakkan *hydraulic* tungku tanur pada saat akan menuang cairan yang sudah siap untuk dicetak



Gambar 4.5 *Hydraulic pumping* (Pompa hidrolis)

### 3. *Hydraulic controls*

*Control panel* yang digunakan sebagai pengontrol pergerakan pompa *hydraulic* untuk proses penuangan cairan lebur ke dalam ladle.



**Gambar 4.6** *Hydraulic controls*

### 4. *Cooling Tower*

Sebagai alat penampung untuk mendinginkan air panas dari kondensor dengan cara dikontakkan langsung dengan udara secara terus-menerus.



**Gambar 4.7** *Cooling tower*

5. *Water pumping unit*

Adalah alat yang digunakan untuk mensirkulasi air kedalam kumparan sebagai pendingin dan sebagai penyalur arus yang digunakan untuk induksi listrik.



Gambar 4.8 *Water pumping unit*

6. *cabinet*

Merupakan tempat yang digunakan untuk menyimpan atau melindungi komponen-komponen seperti *heat exchanger*, sensor kerusakan, trafo AC , trafo DC, *inventor*, *ACR* atau *sekring*, Konduktor RST, Kapasitor RST dan berbagai komponen elektronik yang memiliki tegangan tinggi dan melindungi pekerja terhindar dari sengatan arus listrik.



Gambar 4.9 Cabinet



#### 4.1.5 Proses Kerja Mesin Tanur

Proses kerja mesin tanur yaitu mulai dari energy listrik yang berada di *cabinet* untuk menghasilkan temperatur panas yang kemudian didistribusikan melalui pipa – pipa lilitan yang ada dibawah bawah tungku pembakaran. *Cooling tower* dan *water pumping* unit berguna untuk mendinginkan arus panas yang berada pada mesin tanur. *Control hydraulic* bekerja sebagai mengontrol pergerakan pada *hydraulic pumping* untuk menggerakkan *hydraulic* tungku pembakaran pada saat menuang cairan untuk dicetak.

#### 4.1.6 Data Kerusakan Mesin Tanur

Berdasarkan kesimpulan dari latar belakang terdapat kerusakan pada mesin tanur, maka dalam pengumpulan data ini yang ditampilkan pada bab ini adalah data kerusakan mesin tanur pada bulan januari sampai oktober tahun 2020. Data tersebut terdapat di Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Data Kerusakan Mesin Tanur

No.	Bulan	Mesin Tanur	Deskripsi	Efek Kegagalan	Waktu Kerusakan
1.	Januari	<i>Hydraulic Pumping</i>	<i>Hydraulic</i> macet	Tidak bisa melakukan penuangan cairan logam yang sudah dilebur	1 hari
2.	Februari	<i>Cabinet</i>	Scr rusak	Tidak adanya tegangan arus listrik pada <i>cabinet</i>	2 hari
3.	Maret	<i>Water Pumping Unit</i>	Dinamo terbakar	Menyebabkan tekanan air mati dan berkurang sehingga dapat mempengaruhi <i>cabinet</i>	1 hari
4.	April	<i>Furnace</i> (Tungku Pembakaran)	Muka tungku pembakaran pecah	Cairan besi bisa masuk ke seal – seal pecahan tungku sehingga dapat mengakibatkan terbuangnya cairan	1 hari
5.	Mei	<i>Cabinet</i>	Acb rusak	Tidak adanya tegangan arus listrik pada <i>cabinet</i>	7 hari
6.	Juni	<i>Cooling Tower</i>	Pendingin tidak berfungsi	Dapat mengakibatkan <i>temperature</i> naik	1 hari

7.	Juli	<i>Furnace</i> (Tungku Pembakaran)	Lapisan tungku terkikis	Dapat mengakibatkan kebocoran pada tungku pembakaran	7 hari
		<i>Hydraulic Pumping</i>	Kebocoran sil as	Tidak bisa melakukan penuangan cairan logam yang sudah dilebur	2 hari
8.	Agustus	<i>Cabinet</i>	Acb rusak	Tidak dapat menghasilkan <i>temperature</i> panas	7 hari
9.	September	<i>Furnace</i> (Tungku Pembakaran)	Muka tungku pembakaran pecah	Cairan besi bisa masuk ke seal – seal pecahan tungku sehingga dapat mengakibatkan terbuangnya cairan	1 hari
10.	Oktober	<i>Furnace</i> (Tungku Pembakaran)	Lapisan tungku terkikis	Dapat mengakibatkan kebocoran pada tungku pembakaran	7 hari

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa tiap bagian pada mesin tanur dalam tahun 2020 terdapat kerusakan antara lain sebagai berikut :

1. *Furnace* (Tungku Pembakaran)
  - a. Lapisan tungku terkikis ( Juli ) ( Oktober )
  - b. Muka tungku pecah ( April ) ( September )
2. *Hydraulic Pumping* (Pompa hidrolis)
  - a. Kebocoran sil as ( Juli )
  - b. *Hydraulic* macet ( Januari )
3. *Cooling Tower*
  - a. Pendingin tidak berfungsi ( Juni )
4. *Water Pumping Unit*
  - a. Dinamo Terbakar ( Maret )
5. *Cabinet*
  - a. Acb rusak ( Mei ) ( Agustus )
  - b. Scr rusak ( Februari )

## 4.2 Pengolahan data

Dalam pengolahan data terdiri dari kegagalan-kegagalan yang terjadi kemudian di analisa menggunakan metode *Reliability centeret maintenance* (RCM) II untuk mencari solusi pemeliharaan yang lebih baik. Langkah pertama dalam analisa RCM ini adalah *selecting systems and collecting information* untuk memilih sistem yang akan dianalisa, sistem yang dipilih untuk dianalisa adalah sistem pengecoran logam sebab terjadi kerusakan pada mesin tanur yang dijelaskan di latar belakang. Kemudian mengumpulkan informasi terkait dengan sistem yang dipilih, informasi tersebut terdapat pada pengumpulan data. Langkah selanjutnya adalah *system boundary definition* (SBD) yang hanya berfokus pada proses pengecoran logam di mesin tanur. Data yang sudah diperoleh kemudian dianalisa mulai dari *functional block diagram* (FBD) sampai dengan logic tree analysis (LTA) yang akan menghasilkan solusi perawatan yang lebih baik dalam bentuk *task selection*.

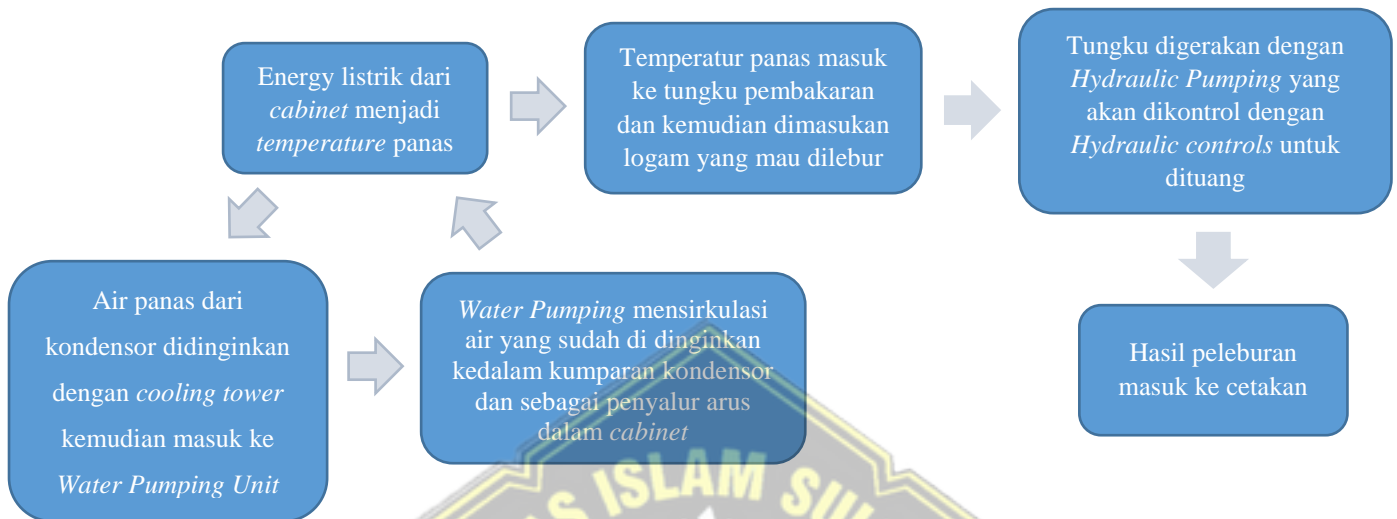
### 4.2.1 System Description and Functional Block Diagram (FBD)

Setelah semua data terkumpul, maka dapat dianalisa dengan *system description* seperti pada Tabel 4.2.

**Tabel 4. 2 Typical RCM System Analysis Form**

RCM System Analysis (system description)		
Date: Jan-Okt 2020	Plant: Pengecoran Logam	Location: Tanur
System Name: Proses Pengecoran Logam		RCM Analyst(s):
System ID: -		1.
System Location: Mesin Tanur		2.
Functional Description	Mesin yang digunakan untuk melebur logam dengan menggunakan energy listrik untuk mendapatkan <i>temperature</i> panas dan selanjutnya menginduksikannya ke logam yang berada didalam tungku agar meleleh.	
Key Parameters	Mencari solusi perawatan yang lebih baik untuk mengurangi terjadi kegagalan pada mesin tanur.	
Key equipment	Komponen-komponen mesin tanur.	
Redundancy	Kegagalan yang sering terjadi berulang-ulang.	
Safety Features	Menjaga mesin tanur agar tetap bekerja supaya proses produksi tidak berhenti.	

Berikut ini merupakan *Functional Block Diagram* (FBD) seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 10 *Functional Block Diagram* (FBD) Mesin Tanur

#### 4.2.2 *System Functional and Functional Failur*

Dalam *system functional and functional failur* ini untuk menganalisa fungsi serta kegagalan fungsi dari komponen-komponen mesin *pulverizer* yang dianalisa dalam tabel 4.3 Berikut :

Tabel 4.3 *System Functional and Functional Failur Form*

: <i>system functional and functional failure</i>					
: <i>functional and functional failure</i>					
: Pengecoran Logam		Analyst	:	Kegagalan Fungsi	
: Proses Pengecoran Logam		Date	:	Januari-Oktober 2020	
: Mesin Tanur					
No	Nama Item	Functions (F)		Failure Function (FF)	
		Kode	Fungsi	Kode	Kegagalan Fungsi
1.	Furnace	1.1	Untuk melebur logam	1.1.1	Muka tungku pembakaran pecah
				1.1.2	Lapisan tungku terkikis
2.	Hydraulic Pumping	1.2	Untuk menggerakkan tungku dalm proses penuangan cairan logam	1.2.1	Kebocoran sil as
				1.2.2	Hydraulic macet

Tabel 4.3 Lanjutan

No	Nama Item	Functions (F)		Failure Function (FF)	
		Kode	Fungsi	Kode	Kegagalan Fungsi
3	<i>Cooling Tower</i>	1.3	Untuk mendinginkan kondektor yang ada pada <i>cabinet</i>	1.3.1	Pendingin tidak berfungsi
4.	<i>Water Pumping Unit</i>	1.4	Untuk mensirkulasi kedalam kondektor yang ada dalam <i>cabinet</i>	1.4.1	Dinamo Terbakar
5.	<i>Cabinet</i>	1.5	Untuk mengubah energy listrik menjadi temperature panas yang akan masuk ke tungku pembakaran	1.5.1	Acb rusak

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

Setelah diketahui fungsi dan kerusakan fungsi dari setiap mesin tanur pada pengecoran logam, maka tahap selanjutnya menganalisa fungsi dan kegagalan fungsi tersebut dengan melakukan wawancara dan *brainstorming* yang terdapat pada lampiran 1 yang dimasukkan ke dalam analisa metode FMEA pada Tabel 4.4 sebagai berikut :



Tabel 4. 4 *Failure Mode and Effect Analysis*

No	Equipment	Function	Kode	Functional Faillure	Failure Mode	Effect of Failure	S	O	D	RPN
1.	Furnace	Untuk melebur logam	1.1.1	Muka tungku pembakaran pecah	Temperature yang tinggi	Dapat terbuangnya cairan logam yang dilebur dan peleburan tidak maksimal	7	4	4	112
			1.1.2	Lapisan tungku terkikis			7	4	4	112
2.	Hydraulic Pumping	Untuk menggerakkan tungku dalam proses penuangan cairan logam	1.2.1	Kebocoran sil as	Debu – debu atau pasir yang menempel pada sil dan pipa instalasi pipa berkarat	Tidak bisa melakukan penuangan cairan logam yang sudah dilebur	7	3	4	84
			1.2.2	Hydraulic macet			7	3	4	84
3.	Cooling Tower	Untuk mendinginkan kondektor yang ada pada cabinet	1.3.1	Pipa kapiler Berkerak	Kadar air pada pendingin kotor sehingga menempel pada pipa kapiler	Dapat mengakibatkan temperature panas naik	7	5	3	105
4.	Water Pumping Unit	Untuk mensirkulasi kedalam kondektor yang ada dalam cabinet	1.4.1	Dinamo Terbakar	tertutupnya solenoid valve pada saat mesin on	Menyebabkan tekanan air mati dan berkurang sehingga dapat mempengaruhi cabinet	8	3	3	72
5.	Cabinet	Untuk mengubah energy listrik menjadi temperature panas yang akan masuk ke tungku pembakaran	1.5.1	Acb rusak	Pendingan yang kurang maksimal	Tidak adanya tegangan arus listrik pada cabinet	8	3	4	96
			1.5.2	Scr rusak			8	3	4	96

Berdasarkan analisa FMEA diperoleh dari data nilai prioritas resiko kegagalan atau yang disebut RPN pada mesin tanur tahun 2020, nilai RPN dihasilkan dari  $Severity(S) * Occurrence(O) * Detection(D)$ . Pada mesin tanur dalam masing-masing *equipment* terdapat kegagalan *equipment* yang sama sehingga pada analisa FMEA untuk setiap *functional failure* nilai tingkat keparahan/*severity*, tingkat keseringan kejadian/*occurrence*, serta tingkat deteksi/*detection* memiliki tingkat yang sama pada setiap *functional failure* sebab kegagalan tersebut sama, hanya saja berbeda waktu kejadian. Oleh karena itu nilai RPN pada masing-masing *functional failure* di setiap *equipment* nilainya sama. Terdapat 5 nilai RPN antara lain sebagai berikut :

1. *Furnace* ( Muka tungku pecah, terkikis ) RPN : 112

Sebab : Disebabkan oleh panasnya *temperature* yang tinggi yang disebabkan oleh sistem pendinginan kurang bagus yang lama – lama dapat mengakibatkan muka tungku pecah dan tungku terkikis

Akibat : Mengakibatkan terbuangnya cairan logam yang dilebur dan peleburan tidak bisa maksimal

2. *Cooling Tower* ( Pendingin tidak berfungsi ) RPN : 105

Sebab : Disebabkan oleh pipa kapiler berkerak yang diakibatkan kadar air pada pendingin kotor sehingga dapat menempel pada pipa kapiler

Akibat : Mengakibatkan *temperature* panas naik

3. *Cabinet* ( ACB, SCR rusak ) RPN : 96

Sebab : Disebabkan oleh pendinginan pada mesin *cabinet* yang kurang maksimal

Akibat : Mengakibatkan tidak adanya tegangan arus listrik yang dapat mengubah *temperature* panas

4. *Hydraulic Pumping* ( bocor, macet ) RPN : 84

Sebab : disebabkan oleh debu – debu atau pasir yang menempel pada sil as dan pipa instalasi berkarat yang dapat membuat kebocoran pada sil as atau instalasi

Akibat : Oli pada *hydraulic* berkurang sehingga tekanan turun yang akan mengakibatkan tidak bisa menggerakkan *furnance* saat melakukan penuangan cairan logam yang sudah dilebur.

5. *Water Pumping Unit* ( Dinamo kebakar ) RPN : 72

Sebab : Disebabkan karna tertutupnya *solenoid valve* pada saat mesin on, sehingga tidak dapat menggerakkan piston dan mengakibatkan terbakarnya dinamo

Akibat : Mengakibatkan tekanan air mati dan berkurang sehingga dapat mempengaruhi *cabinet*

#### 4.2.6 Logic Tree Analysis (LTA)

Setelah melakukan analisa menggunakan metode FMEA, langkah selanjutnya dianalisa menggunakan metode LTA. Berdasarkan kesimpulan analisa dari FMEA maka diperoleh 5 kegagalan yang terjadi pada mesin tanur. Berikut ini merupakan analisa menggunakan metode LTA berdasarkan data pada lampiran 2 yang dimasukkan ke dalam pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Logic Tree Analysis

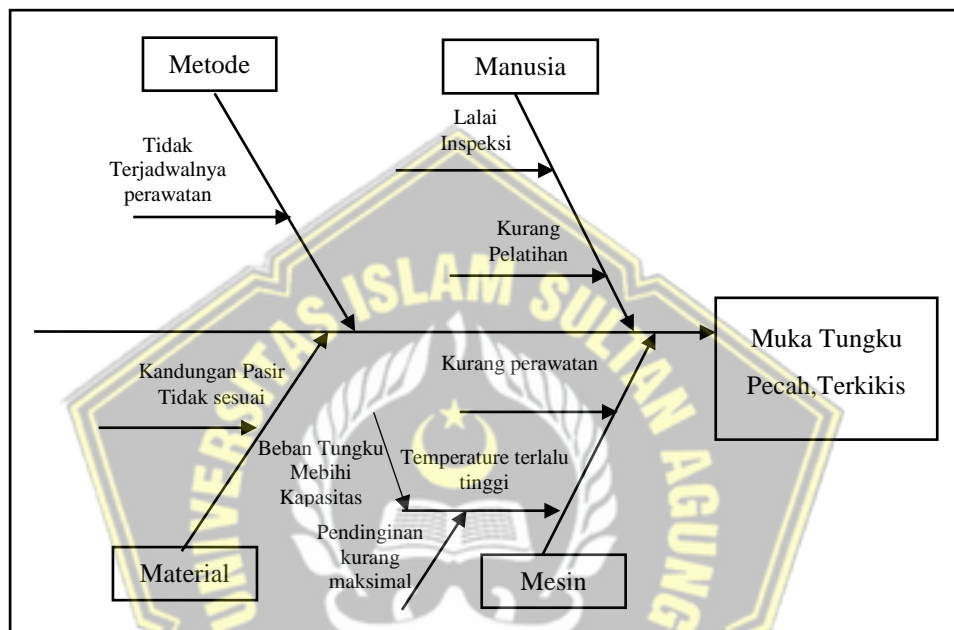
No.	Equipment	Function	Failure Mode	Critically Analysis			
				Evidents	Safety	Outage	Category
1.	<i>Furnace</i>	Untuk melebur logam	Panasnya <i>temperature</i> yang tinggi	Y	N	N	D
2.	<i>Cooling Tower</i>	Untuk mendinginkan kondektor yang ada pada <i>cabinet</i>	Kadar air pada pendingin kotor sehingga menempel pada pipa kapiler	Y	N	N	D
3.	<i>Cabinet</i>	Untuk mengubah energy listrik menjadi temperature panas yang akan masuk ke tungku pembakaran	Pendingan yang kurang maksimal	Y	N	Y	B
4.	<i>Hydraulic Pumping</i>	Untuk menggerakkan tungku dalm proses penuangan cairan logam	Debu – debu atau pasir yang menempel pada sil dan pipa instalasi berkarat	Y	N	N	D
5.	<i>Water Pumping Unit</i>	Untuk mensirkulasi kedalam kondektor yang ada dalam <i>cabinet</i>	Tertutupnya <i>solenoid valve</i> pada saat mesin on	Y	N	Y	B

Keterangan :

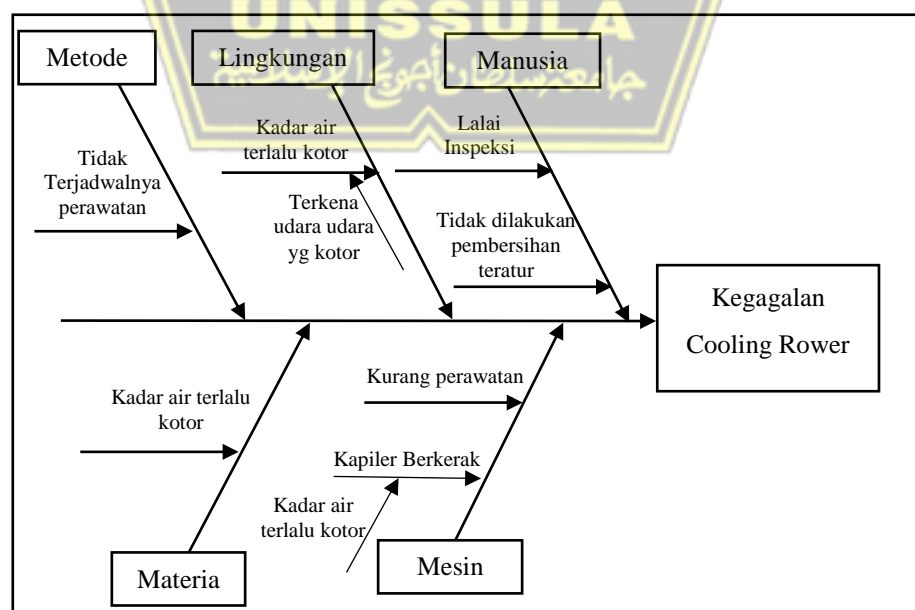
1. *Evident*, adalah dapatkah pekerja dalam keadaan normal untuk memahami terjadinya kesalahan?
2. *Safety*, adalah dapatkah insiden ini menimbulkan bahaya keamanan?
3. *Outage*, adalah Dapatkah mode kerusakan ini merusak semua atau setengah sistem?
4. *Category*, adalah mengklasifikasikan jawaban dari permasalahan yang telah diajukan dalam beberapa kategori. Ada empat kategori LTA di bagian ini yaitu:
  - a. Kategori A (*Safety problem*)  
 Adalah Mode kerusakan yang memiliki dampak mengerikan bagi keamanan sampai-sampai menimbulkan kematian bagi seseorang. Kesalahan ini juga memiliki efek bagi lingkungan meliputi pelanggaran peraturan lingkungan yang telah ditetapkan dalam undang-undang sebelumnya.
  - b. Kategori B (*Outage problem*)  
 Adalah Mode kerusakan suatu suku cadang yang mengakibatkan penghentian sebagian atau seluruhnya dari sistem operasi suku cadang tersebut, sehingga mempengaruhi operasi pabrik seperti nilai, keunggulan produk, dan hasil produk. dapat meningkatkan pengeluaran.
  - c. Kategori C (*Economic problem*)  
 Adalah Mode kerusakan tidak memiliki dampak untuk keselamatan atau operasi pabrik dan memiliki dampak perdagangan yang relatif rendah, termasuk biaya pemulihan .
  - d. Kategori D (*Hidden Failure*)  
 Adalah Mode kerusakan memiliki efek langsung, tetapi jika perusahaan tidak memenuhinya, risiko ini menjadi parah dan bahkan dapat menyebabkan kegagalan lebih lanjut.

#### 4.2.7 Fishbone Diagram

Dari analisa kegagalan yang sudah dilakukan, ada beberapa kegagalan yang masih belum dianalisa akar penyebabnya. Oleh sebab itu, langkah terakhir dalam penelitian ini adalah menganalisa akar penyebab kegagalan dengan menggunakan *fishbone diagram* yang digunakan sebagai salah satu dasar dalam menentukan tindakan perawatan yang tepat antara lain sebagai berikut :

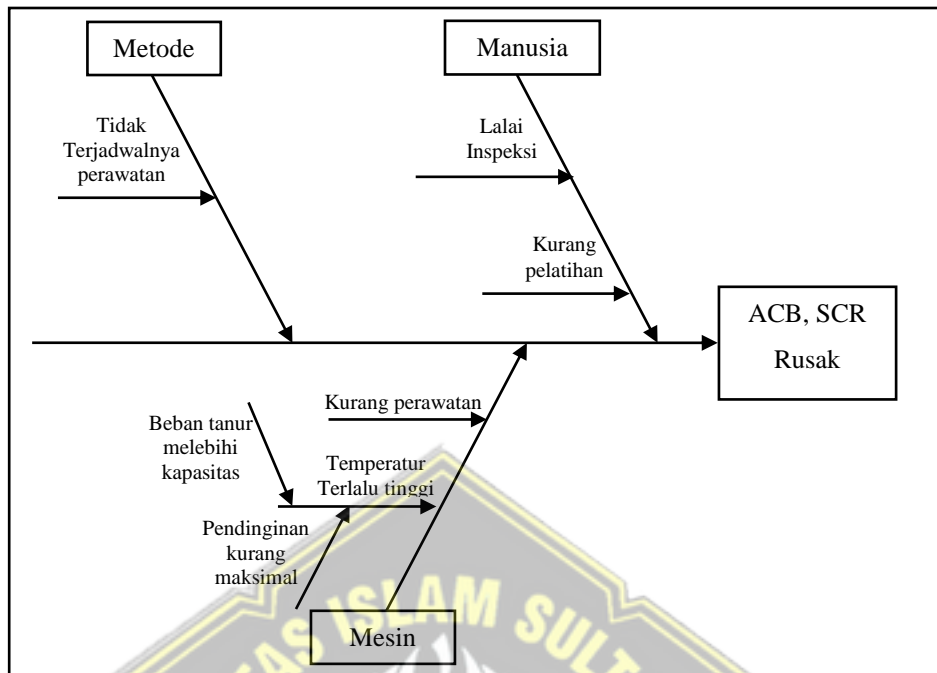


Gambar 4.11 Fishbone Diagram Kegagalan Furnace Muka Tungku Pecah dan Terkikis

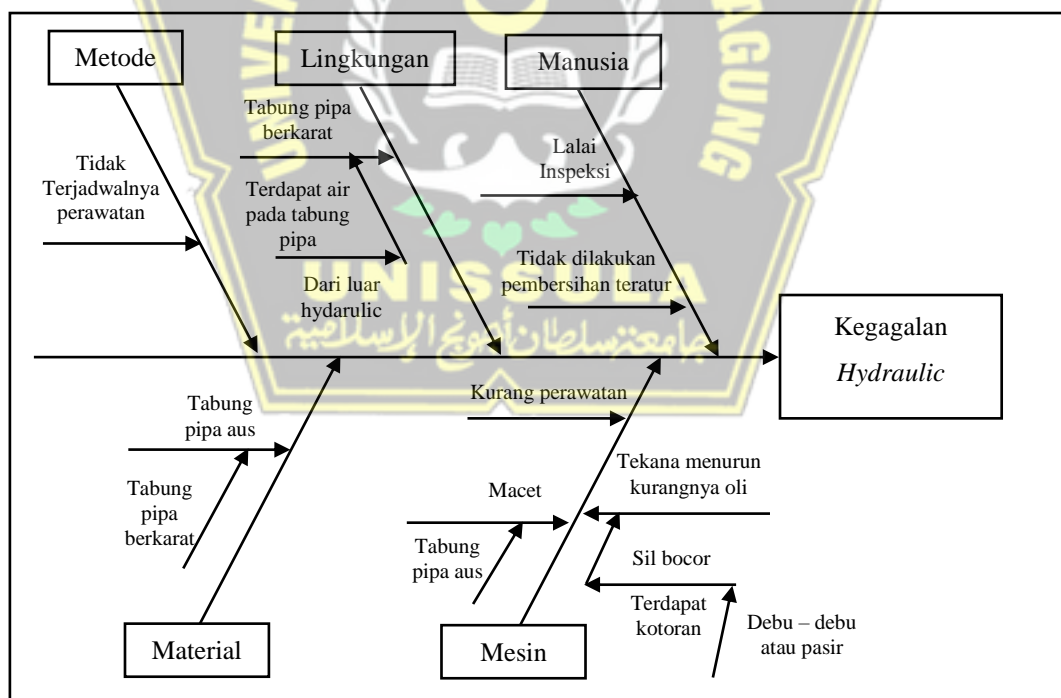


Gambar 4.12 Fishbone Diagram Kegagalan Cooling Tower

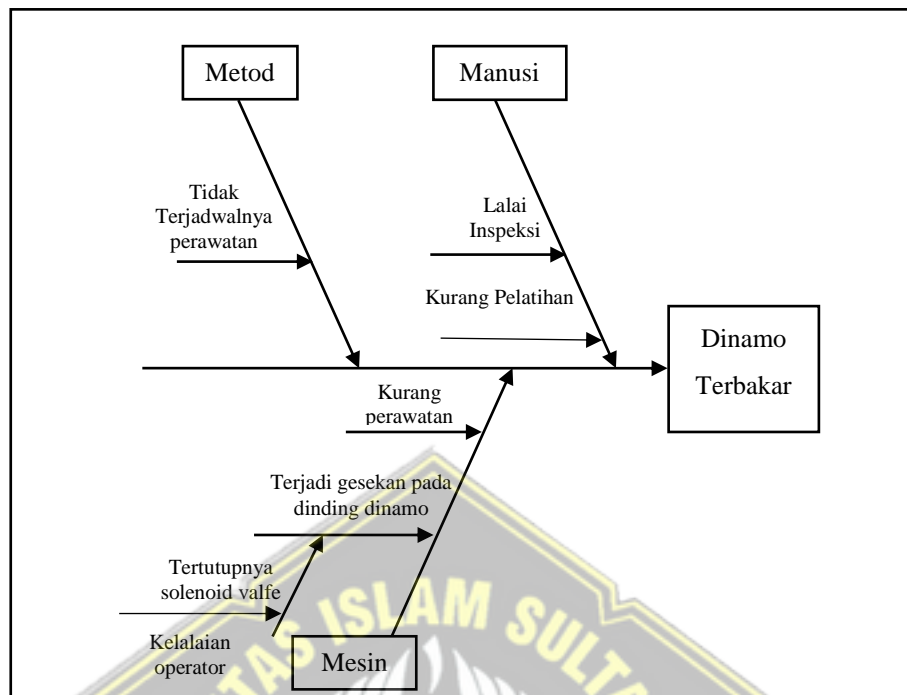




Gambar 4.13 Fishbone Diagram Kegagalan ACB, SCR



Gambar 4.14 Fishbone Diagram Kegagalan Hydraulic Pumping



**Gambar 4.15** Fishbone Diagram Kegagalan Dinamo Terbakar

#### 4.2.8 Task Selection

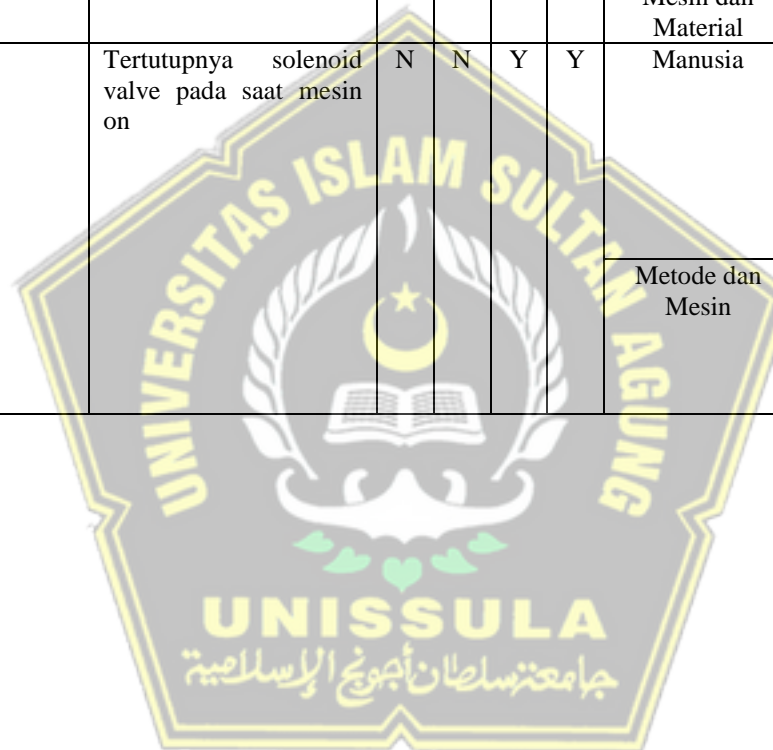
Berdasarkan analisa RCM II yang sudah dilakukan, maka diperoleh usulan strategi perencanaan perawatan sebagai berikut :

**Tabel 4. 6** RCM II *Decision Worksheet Mesin Tanur*

No.	Equipment	Function (F)	Functional Failure (FF)	Failure Mode (FM)	Consequence Evaluation				Faktor Proses	Maintenance Task	Maintenance Category						
					H	S	E	O									
1.	Furnace	Untuk melebur logam	Muka tungku pembakaran pecah dan lapisan tungku terkikis	Panasnya <i>temperature</i> yang tinggi	Y	N	Y	N	Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi, dan dilakukan pelatihan dalam beberapa bulan sekali, agar operatornya mahir dalam menggunakan mesin tidak melakukan kesalahan waktu beroperasi	PdM						
												Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>equipment</i> dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.	PdM			
															Material	Melakukan pemilihan material pasir yang kandungan asam basanya sesuai agar tungku tidak mudah pecah	CM
2.	Cooling Tower	Untuk mendinginkan kondektor yang ada pada <i>cabinet</i>	Kapiler berkerak	Kadar air pada pendingin kotor	Y	N	Y	N	Manusia	Dilakukan inspanasi secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat	PdM						

				sehingga menempel pada pipa kapiler						terjadi dan memakai APD lengkap agar tidak terjadi kecelakaan kerja dalam tindakan perawatan	
								Metode		Dilakukan tindakan <i>cleaning</i> secara berkala dan teratur pada <i>equipment cooling tower</i> agar tidak terdapat kotoran pada pipa kapiler yang dapat mengakibatkan pendinginan kurang maksimal	PdM
								Mesin, Lingkungan dan Material		Dilakukan penggantian air pada <i>cooling tower</i> , dan diberikan filter udara agar air tidak mudah kotor akibat debu dari luar <i>cooling tower</i>	PdM
3.	<i>Cabinet</i>	Untuk mengubah energy listrik menjadi temperature panas yang akan masuk ke tungku pembakaran	ACB dan SCR rusak	Pendinginan yang kurang maksimal	N	Y	N	Y	Manusia	Dilakukan inspani secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi dan memakai APD lengkap agar tidak terjadi kecelakaan kerja dalam tindakan perawatan	PdM
								Metode		Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>equipment</i> dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.	PdM
								Mesin		Dilakukan perbaikan ACB dan penggantian SCR pada <i>cabinet</i>	PM
4.	<i>Hydraulic Pumping</i>	Untuk menggerakkan tungku dalm proses penuangan cairan logam	<i>Hydraulic</i> macet dan kebocoran sil as hidrolis	Debu – debu atau pasir yang menempel pada sil dan pipa instalasi berkarat	Y	N	Y	N	Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi	PdM
								Lingkungan dan Metode		Dilakukan tindakan <i>Cleaning</i> secara berkala dan terature pada <i>equipment hydraulic</i> agar tidak terdapat kotoran, debu – debu	PdM

										maupun air yang dapat menimbulkan korosi dan macet pada <i>equipment</i> tersebut.	
									Mesin dan Material	Dilakukan penggantian oli dan sil dengan kualitas yg lebih baik	CM
5.	<i>Water Pumping Unit</i>	Untuk mensirkulasi kedalam kondektor yang ada dalam <i>cabinet</i>	Dinamo terbakar	Tertutupnya solenoid valve pada saat mesin on	N	N	Y	Y	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
									Metode dan Mesin	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>equipment</i> dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar	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 menyebabkan penghentian sebagian atau seluruh sistem operasi komponen, yang memengaruhi pengoperasian pembangkit
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)**; Tindakan pemeliharaan dilakukan langsung pada sumber kegagalan tergantung pada umur suatu komponen
  - b. **Predictive Maintenance (PdM)**; Tindakan perawatan dengan melakukan pemeriksaan dan inspeksi.
  - c. **Corrective Maintenance (CM)**; Tindakan perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

### 4.3 Analis dan Intrepretasi hasil

Berikut merupakan analisa dari metode *reliability centered maintenance* (RCM) II :

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

Berdasarkan hasil pengolahan data memakai metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diperoleh data nilai prioritas resiko kegagalan atau yang disebut RPN pada mesin tanur tahun 2020, ada 5 nilai RPN antara lain pada *equipment furnance* yang mempunyai tingkat RPN sebesar 112, sedangkan pada *equipment cooling tower* mempunyai tingkat RPN sebesar 105, pada *equipment cabinet* mempunyai tingkat RPN sebesar 96, pada *equipment hydraulic pumping* mempunyai tingkat RPN sebesar 84, pada *equipment water pumping unit* mempunyai tingkat RPN sebesar 72.

Dari masing – masing equitmet mempunyai *failure mode* dan *effect analysis* yang berbeda. Pada *equipment furnance* disebabkan oleh panasnya *temperature* yang tinggi yang disebabkan oleh sistem pendinginan kurang bagus yang lama – lama dapat mengakibatkan muka tungku pecah dan tungku terkikis sehingga akan terbuangnya cairan logam yang dilebur dan peleburan tidak bisa maksimal. Sedangkan pada *equipment cooling tower* disebabkan oleh kadar air pada pendingin yang kotor sehingga dapat menempel pada pipa kapiler dapat mengakibatkan berkeraknya pipa kapiler sehingga *temperature* pada *cabinet* akan naik. Pada *equipment cabinet* Disebabkan oleh pendinginan pada mesin *cabinet* yang kurang maksimal. Kegagalan tersebut akan mengakibatkan tidak adanya tengangan arus listrik yang dapat mengeluarkan *temperature* panas menuju *furnance*. Pada *equipment hydraulic pumping* disebabkan oleh debu – debu atau pasir yang menempel pada sil as atau instalasi pipa yang dapat membuat kebocoran pada sil as atau instalasi. Kegagalan tersebut dapat mengakibatkan oli pada *hydraulic* berkurang sehingga tekanan turun yang akan mengakibatkan tidak bisa menggerakkan *furnance* saat melakukan penuangan cairan logam yang sudah dilebur. Pada *equipment water pumping unit* disebabkan karna tertutupnya *solenoid valve* pada saat mesin on, sehingga tidak dapat menggerakkan piston dan

mengakibatkan terbakarnya dinamo. Kegagalan tersebut dapat mengakibatkan tekanan air mati dan berkurang sehingga dapat mempengaruhi *cabinet*.

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

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *Logic Tree Analysis* (LTA) diperoleh data analisa kekritisan dari setiap mode kegagalan masing - masing *equipment* pada mesin tanur tahun 2020. Analisa kekritisan dari mode kegagalan tersebut mempunyai 4 klasifikasi yaitu pertama *evident* yang artinya dapatkah operator dalam kondisi normal untuk mengetahui terjadinya kesalahan, kedua *safety* yang artinya dapatkah insiden ini menimbulkan bahaya keselamatan, ketiga *outage* yang artinya dapatkah mode kegagalan ini merusak seluruh atau sebagian sistem, yang terakhir adalah konsekuensi yang dibagi 4 kategori yaitu kategori A (*safety problem*) yang artinya mode kegagalan yang memiliki dampak mengerikan bagi keamanan, kategori B (*outage problem*) yang artinya kegagalan suatu suku cadang dapat mengakibatkan penghentian sebagian atau seluruhnya, kategori C (*economic problem*) yang artinya Mode kerusakan tidak memiliki dampak untuk keselamatan atau operasi pabrik dan memiliki dampak perdagangan yang relatif rendah, termasuk biaya pemulihan, kategori D (*hidden failure*) yang artinya Mode kerusakan memiliki efek langsung, tetapi jika perusahaan tidak memenuhinya, risiko ini menjadi parah dan bahkan dapat menyebabkan kegagalan lebih lanjut.

Pada *equipment furnance* terdapat kegagalan yang diketahui operator (*evidents*), dan tidak dapat membahayakan keselamatan (*safety*) dan tidak menyebabkan sistem komponen kerja terhenti (*outage*), dan kategorinya D atau mempunyai konsekuensi membahayakan memicu kegagalan lainnya (*hidden failure*). Pada *equipment cooling tower* terdapat kegagalan yang diketahui operator (*evidents*), dan tidak dapat membahayakan keselamatan (*safety*), dan tidak menyebabkan sistem komponen terhenti (*outage*), dan kategorinya D atau mempunyai konsekuensi membahayakan memicu kegagalan lainnya (*hidden failure*). Pada *equipment cabinet* terdapat kegagalan yang diketahui operator (*evidents*), dan tidak dapat membahayakan keselamatan (*safety*) selain itu juga menyebabkan sistem kerja komponen terhenti (*outage*), dan kategorinya B atau

mempunyai konsekuensi menyebabkan sistem terhenti (*outage problem*). Pada *equipment hydraulic pumping* terdapat kegagalan yang diketahui operator (*evients*), dan tidak dapat membahayakan keselamatan (*safety*) dan tidak menyebabkan sistem komponen terhenti (*outage*), dan kategorinya D atau mempunyai konsekuensi membahayakan memicu kegagalan lainnya (*hidden failure*). Pada *equitmen water pumping unit* terdapat kegagalan yang diketahui operator (*evidents*), dan tidak dapat membahayakan keselamatan (*safety*) selain itu juga menyebabkan sistem kerja komponen terhenti (*outage*), dan kategorinya B atau mempunyai konsekuensi menyebabkan sistem terhenti (*outage problem*).

#### **4.3.3 Analisa Fishbone Diagram**

Berdasarkan analisa *fishbone diagram* untuk mencari akar penyebab dari kegagalan yang terjadi dapat diketahui ada 4 faktor penyebab kegagalan antara lain faktor manusia, metode, mesin dan material. Pada kegagalan *furnance* pertama disebabkan oleh faktor manusia adanya kelalaian inspeksi dan kurangnya pelatihan. Yang kedua disebabkan oleh faktor metode karena tidak ada jadwal perawatan berkala. Yang ketiga disebabkan oleh materian karena material atau bahan *furnance* terbuat dari pasir yang kandungannya kalau dikasih material besi tidak sesuai. Yang keempat disebabkan oleh faktor mesin itu sendiri, sebab adanya sistem pendinginan kurang bagus dan beban pada tungku berlebihan sehingga menimbulkan *temperature* yang terlalu tinggi.

Pada kegagalan *cooling tower* pertama disebabkan oleh faktor manusia karena adanya kelalaian inspeksi dan tidak dilakukan pembersihan teratur. Yang kedua disebabkan oleh faktor lingkungan karena tidak ada filter udara pada *cooling tower* sehingga terdapat udara kotor yang mengakibatkan air cepat kotor. Yang ketiga metode karena tiadak ada jadwal pembersihan berkala agar tidak terdapat kotoran yang menempel pada pipa kapiler. Yang keempat disebabkan oleh faktor material yaitu air pendingin yang sudah kotor sehingga kotoran dalam air tersebut menempel pada dipipa kapiler. Yang kelima disebabkan oleh mesin itu sendiri kurangnya perawatan dan penggantian air secara berkala pada *cooling tower*, sehingga kapiler kotor dan berkerak. Pada kegagalan pada *cabinet* pertama disebabkan oleh faktor manusia karena adanya kelalaian inspeksi. Yang kedua disebabkan oleh faktor



metode karena tidak ada jadwal perawatan berkala. Yang ketiga disebabkan mesin itu sendiri, sebab adanya pendinginan yang kurang bagus dan beban tungku berlebihan sehingga temperature tinggi pada cabinet sehingga dapat menyebabkan ACB dan SCR bisa mati.

Pada kegagalan *hydraulic pumping* disebabkan oleh faktor manusia karena adanya kelalaian inspeksi dan tidak dilakukan pembersihan teratur. Yang kedua disebabkan oleh faktor lingkungan karena adanya air yang masuk kedalam pipa *hydraulic* yang dapat menimbulkan korosi pada pipa *hydraulic* yang dapat mengakibatkan pipa aus, Yang ketiga metode karena tidak ada jadwal pembersihan berkala untuk mencegah terjadinya korosi maupun *hydraulic* macet dan tidak terdapat debu – debu atau pasir yang menempel pada sil as pipa yang mengakibatkan sil as bocor. Yang keempat disebabkan oleh mesin itu sendiri karena kurangnya perawatan dan adanya tabung pipa yang aus dan terdapat kotorn debu – debu atau pasir pada sil as yang mengakibatkan *hydraulic* macet dan menurunnya tekanan. Pada kegagalan *water pumping unit* disebabkan oleh faktor manusia karena adanya kelalaian inspeksi dan kurangnya pelatihan. Yang kedua disebabkan oleh faktor metode karena disebabkan oleh faktor metode karena tidak adanya jadwal pembersihan berkala. Yang terakhir atau yang ketiga disebabkan oleh mesin itu sendiri karena kurangnya perawatan dan terjadinya gesekan pada dinamo karena kelalaian operator tidak menghidupkan *solenoid valve* pada saat mesin on.

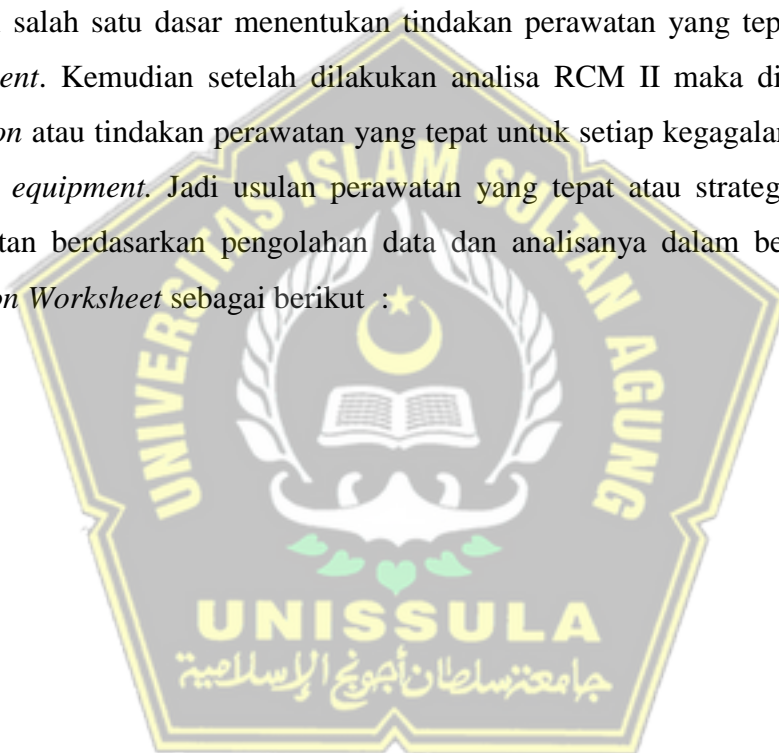
#### **4.3.4 Usulan Perbaikan Tindakan Perawatan *Task Selection***

Setelah dianalisa dengan memakai metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II, langkah selanjutnya yaitu interpretasi hasil data yang bertujuan membandingkan hasil pengolahan data atau analisa data dengan konsep yang digunakan dalam penelitian. Berdasarkan analisa RCM II, langkah pertama adalah menentukan sistem yang akan dianalisa beserta *functional block diagram* (FBD) dari sistem mesin yang dianalisa tersebut. Kedua menganalisa fungsi dan kegagalan fungsi dari sistem yang dianalisa. Setelah teridentifikasi sistem yang akan dianalisa beserta fungsi dan kerusakan fungsi dalam sistem tersebut, maka diidentifikasi memakai metode *Faolure mode and effect anilysis* (FMEA) untuk menganalisa



mode kegagalan dan efek kegagalan dari setiap kegagalan yang terjadi di masing-masing *equipment*, 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*. 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 RCM II Decision Worksheet Mesin Tanur

No.	Equipment	Function (F)	Functional Failure (FF)	Failure Mode (FM)	Consequence Evaluation				Faktor Proses	Maintenance Task	Maintenance Category
					H	S	E	O			
1.	<i>Furnace</i>	Untuk melebur logam	Muka tungku pembakaran pecah dan lapisan tungku terkikis	Panasnya <i>temperature</i> yang tinggi	Y	N	Y	N	Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi, dan dilakukan pelatihan dalam beberapa bulan sekali, agar operatornya mahir dalam menggunakan mesin tidak melakukan kesalahan waktu beroperasi	PdM
									Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>equipment</i> dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.	PdM
									Material	Melakukan pemilihan material pasir yang kandungan asam basanya sesuai agar tungku tidak mudah pecah	CM
									Mesin	Melakukan optimalisasi proses pendingian yang ada pada <i>cabinet</i> agar tidak mengeluarkan <i>temperature</i> tinggi yang dapat merusak tungku pada mesin tanur.	PM

2.	<i>Cooling Tower</i>	Untuk mendinginkan kondektor yang ada pada <i>cabinet</i>	Kapiler berkerak	Kadar air pada pendingin kotor sehingga menempel pada pipa kapiler	Y	N	Y	N	Manusia	Dilakukan inspani secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi dan memakai APD lengkap agar tidak terjadi kecelakaan kerja dalam tindakan perawatan	PdM
					Metode	Dilakukan tindakan <i>cleaning</i> secara berkala dan teratur pada <i>equipment cooling tower</i> agar tidak terdapat kotoran pada pipa kapiler yang dapat mengakibatkan pendinginan kurang maksimal	PdM				
					Mesin, Lingkungan dan Material	Dilakukan penggantian air pada <i>cooling tower</i> , dan diberikan filter udara agar air tidak mudah kotor akibat debu dari luar <i>cooling tower</i>	PdM				
3.	<i>Cabinet</i>	Untuk mengubah energy listrik menjadi temperature panas yang akan masuk ke tungku pembakaran	ACB dan SCR rusak	Pendingan yang kurang maksimal	N	Y	N	Y	Manusia	Dilakukan inspani secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi dan memakai APD lengkap agar tidak terjadi kecelakaan kerja dalam tindakan perawatan	PdM
					Metode	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>equipment</i> dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.	PdM				
					Mesin	Dilakukan perbaikan ACB dan penggantian SCR pada <i>cabinet</i>	PM				

4.	<i>Hydraulic Pumping</i>	Untuk menggerakkan tungku dalm proses penuangan cairan logam	<i>Hydraulic</i> macet dan kebocoran sil as hidrolis	Debu – debu atau pasir yang menempel pada sil dan pipa instalasi berkarat	Y	N	Y	N	Manusia	Dilakukan inspeksi secara berkala dan teratur untuk mencari indikasi kegagalan yang mungkin dapat terjadi	PdM
					Lingkunan dan Metode	Dilakukan tindakan <i>Cleaning</i> secara berkala dan terature pada <i>equipment hydraulic</i> agar tidak terdapat kotoran, debu – debu maupun air yang dapat menimbulkan korosi dan macet pada <i>equipment</i> tersebut.	PdM				
					Mesin dan Material	Dilakukan penggantian oli dan sil dengan kualitas yg lebih baik	CM				
5.	<i>Water Pumping Unit</i>	Untuk mensirkulasi kedalam kondektor yang ada dalam <i>cabinet</i>	Dinamo terbakar	Tertutupnya solenoid valve pada saat mesin on	N	N	Y	Y	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
					Metode dan Mesin	Dilakukan pengecekan secara berkala apakah <i>equipment</i> dalam keadaan yang sesuai atau tidak agar dapat diketahui sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar	PdM				

#### 4.4 Pembuktian Hipotesa

Berdasarkan hasil analisa dengan memakai metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diperoleh data kegagalan dengan memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi antara lain pada *equipment furnance* dengan nilai RPN 112, kedua pada *cooling tower* dengan nilai RPN 105, ketiga pada *equipment cabinet* dengan nilai RPN 96, keempat adalah *equipment hydraulic pumping* dengan nilai RPN 84, kelima *equitmen water pumping unit* dengan nilai RPN 72. Dari hasil analisa FMEA, maka *equipment-equipment* tersebut merupakan prioritas untuk dilakukannya tindakan perawatan lebih lanjut. Setelah diperoleh *equipment* yang akan dilakukan tindakan perawatan, langkah selanjutnya yaitu dianalisa menggunakan metode *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk menganalisa kekritisan dan dampak kerusakan yang telah 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 muka tungku pecah atau terkikis karena material pasir yang digunakan kandungannya dikasih material besi tidak sesuai dan dengan panasnya *temperature* yang tinggi yang disebabkan oleh sistem pendinginan kurang bagus dan beban pada tungku yang berlebihan dan tidak adanya inspeksi maupun perawatan mesin berkala pada *equipment furnance*. Sedangkan pada *equipment cooling tower* pipa kapiler berkerak karena udara kotor yang dapat mempengaruhi kadar air pendingin menjadi kotor sehingga dapat menimbulkan kerak pada pipa kapiler dan tidak adanya inspeksi maupun perawatan pada mesin *cooling tower*

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 yang sebelumnya belum optimal atau maksimal pada saat mesin beroperasi sebab terjadinya kegagalan yang



menyebabkan hal tersebut terjadi. Dengan usulan ini diasumsikan dapat meningkatkan produktivitas mesin tanur.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan di PT. Sinar Semesta terdapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Diperoleh data kegagalan yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) antara lain pada *equipment furnance* dengan nilai RPN 112, pada *equipment cooling tower* terdapat nilai RPN 105, pada *equipment cabinet* terdapat nilai RPN 96, pada *equipment hydraulic pumping* dengan nilai RPN 84, pada *equipment water pumping unit* dengan nilai RPN 72. Dari analisa FMEA, equipment – equitmet tersebut merupakan prioritas untuk dilakukannya tindakan lebih lanjut.
2. Penyebab muka tungku pecah atau terkikis karena material pasir yang digunakan kandungannya dikasih material besi tidak sesuai dan dengan panasnya *temperature* yang tinggi yang disebabkan oleh sistem pendinginan kurang bagus dan beban pada tungku yang berlebihan dan tidak adanya inspeksi maupun perawatan mesin secara berkala pada *equipment furnance*. Sedangkan pada *equipment cooling tower* pipa kapiler berkerak karena udara kotor yang dapat mempengaruhi kadar air pendingin menjadi kotor sehingga dapat menimbulkan kerak pada pipa kapiler dan tidak adanya inspeksi maupun perawatan pada mesin *cooling tower*.
3. 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 yang sebelumnya belum optimal atau maksimal pada saat mesin beroperasi untuk meminimalkan terjadinya kegagalan pada mesin tanur yang akan meningkatkan keandalan mesin untuk memaksimalkan produktivitas dari mesin tersebut.

## 5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini untuk PT. Sinar semesta sebagai berikut :

1. Untuk data histori kegagalan perlu adanya sinkronisasi dalam tata bahasa penamaan *equipment* yang terjadi kegagalan dan perlu pencatatan secara detail mode kegagalannya atau penyebab kegagalan serta lamanya kegagalan itu berlangsung dalam satuan jam.
2. Perlu adanya koordinasi antar operator atau teknisi dengan staff dalam bidang perencanaan perawatan agar sejalan apa yang direncanakan dengan kondisi lapangan serta mengadakan pelatihan untuk menambah pengetahuan karyawan.
3. Melakukan tindakan perawatan sesuai dengan akar penyebab kegagalan sehingga dapat diselesaikan secara tepat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. (2016). *ANALISIS KEGIATAN MAINTENANCE PADA MESIN SLUDGE SEPARATOR UNTUK MENGOPTIMALKAN PART KRITIS DENGAN PENDEKATAN REALIBILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)*.
- 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.
- Bangun, I. H., Rahman, A., & Darmawan, Z. (2014). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Mesin Blowing OM (Studi Kasus : PT Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri (JRMSI)*, 2(5), 997–1008.
- Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. British Library Cataloguing.
- Chairiyah, W., Syakhroni, A., & Sukendar, I. (2020). DESAIN SISTEM INFORMASI PERAWATAN MESIN (MAINTENANCE) DENGAN PENDEKATAN COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM (CMMS)(Studi Kasus PT. PMKS–BPJ). *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*.
- Dermawan, D., Yul, F. A., & Saputra, F. (2020). Penentuan Kebijakan Maintenance Pada Motor Conveyor Mb 23 Dengan Menggunakan Metode Rcm (Reliability Centered Maintenance) Di Pt. Indah Kiat Pulp and Paper. *Jurnal Surya Teknika*, 6(1), 32–37. <https://doi.org/10.37859/jst.v6i1.1864>
- Duhan Arsyadiaga. (2019). *ANALISIS PENENTUAN WAKTU PERAWATAN MESIN DENGAN METODE RCM (RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE) DI P.T SANMAS DWIKA ABADI*. 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Henley, E. ., & Kumamoto, H. (1981). *Reliability Engineering and Risk Assesment*.
- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance 2nd Edition*. Industrial Press Inc. Madison Avenue. Mustofa, J. (2014). *PERENCANAAN PERAWATAN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE PADA UNIT NPK GRANULASI II DI PT PETROKIMIA GRESIK*. XV(1), 43–53. <https://doi.org/10.30587/matrik.v15i1.xxx>
- Nowlan, F., & Heap, H. (1978). *Reliability Centered Maintenance*. United Airlines Publications.
- Palit, H. C., & Sutanto, W. (2012a). Perancangan RCM Untuk Mengurangi Downtime Mesin Pada Perusahaan Manufaktur Alumunium. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV*, 1–7.
- Palit, H. C., & Sutanto, W. (2012b). Perancangan RCM Untuk Mengurangi Downtime Mesin Pada Perusahaan Manufaktur Alumunium. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV*, 1–7.
- Pamungkas, A. yahya. (2016). *Analisis Perawatan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Di Perusahaan Konveksi Ratna*.
- Putra, E. L. R. (2011). Reliability Centered Maintenance (RCM). *Marine Technology and Engineering*, 2, 1283–1295. <https://doi.org/10.2307/1268924>
- Rachman, H., Garside, A. K., & Kholik, H. M. (2017). Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Teknik Industri*, 18(01), 86–93.
- Rinawati, D. I., & Dewi, N. C. (2014). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Efectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cavitec Di PT. ESSENTRA Surabaya. *Prosiding SNATIF Ke-1*, 21–26.
- ROHMAN, A. N. (2012). *PERENCANAAN INTERVAL PERAWATAN KOMPONEN- KOMPONEN MESIN VERTICAL DRYER . DENGAN MAINTENANCE DI PT . PLATINUM CERAMIC INDUSTRI*.
- Sambodo, H. F. (2017). \_\_\_\_\_ANALISIS PERENCANAAN SISTEM PERAWATAN MESIN DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN



METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II) DENGAN MODEL AGE REPLACEMENT DAN INTERVAL WAKTU PEMERIKSAAN (Studi Kasus : PT. DELTOMED LABORATORIES ). *Ekp*, 13(3), 1576–1580.

- Sari, D. P., & Ridho, M. F. (2016). Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Mesin Blowing I Di Plant I PT . Pisma Putra Textile. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, XI(2), 73–80.
- Sari, R. B. P., & Kromodihardjo, S. (2015). Perancangan Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Pulverizer (Studi Kasus : PLTU Paiton Unit 3). *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 155–160.
- Smith, A. M., & Glenn R. Hoinchcliffe. (2004). *Reliability Centered Maintenance*. Mc Graw-Hill Inc.
- Suliantoro, H., Susanto, N., Prastawa, H., Sihombing, I., & Anita, M. (2017). Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 105–118.
- Suwandy, R. (2019). *ANALISA PERAWATAN MESIN DIGESTER DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE ( RCM ) PADA PTPN II PAGAR MERBAU*.
- Syahabuddin, A. (2019). ANALISIS PERAWATAN MESIN BUBUT CY-L1640G DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PT. POLYMINDO PERMATA. *Jitmi*, 2, 2620–5793.
- Syahrudin. (2012). Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD “X.” *Jurnal Tekhologi Terpadu*, 1(7), 42–49.
- Tampubolon, I. F. G. (2018). *Maintenance Dalam Pembuatan Jadwal Perawatan Mesin Ultima Di Pt X*.



**Lampiran 1 Wawancara dan brainstorming pengisian nilai Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) dengan kepala bagian planning.**

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 tingkan keperawatan/*severity*, tingkat keringanan kejadian/*occurrence*, serta tingkat deteksi/*detection* memiliki tingkat yang sama pada setiap *functional failure* sebab kegagala tersebut sama, hanya saja beda waktu kejadian. Oleh karena itu nilai RPN pada masing – masing *functional failure* disetiap *equipment* nilainya sama . Beberapa hasil wawancara dan *brainstorming* tentang mode kegagalan pada FMEA yang berdasarkan tabel *Severty* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) sebagai berikut :

1. Muka Tungku Pecah dan Terkikis (*Furnance*)

<b>Mode Kegagalan</b>	Panasnya temperature yang sangat tinggi	<b>Nilai</b>
	Seberapa parah nilai kegagalan	7
<b>Penyebab</b>	Muka tungku pecah dan lapisan tungku terkikis	<b>Nilai</b>
	Seberapa sering kegagalan terjadi	4
<b>Akibat</b>	Dapat terbuangnya cairan logam yang dilebur dan peleburan tidak maksimal	<b>Nilai</b>
	Deteksi :Inspeksi	4

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 7 mempunyai kriteria verba mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas. Akibat pada produksi *downtime* 2 sampai 4 jam.
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurrence* bernila 4 mempunyai kriteria verba Kerusakan mesin terjadi sedikit. Tingkat kejadian kerusakan 2.001-3.000 jam operasi.
- c. Tingkat deteksi/*detection* bernilai 4 mempunyai kriteria verba Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan *moderate highly* untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

## 2. Hydraulic Pumping

<b>Mode Kegagalan</b>	Debu – debu atau pasir yang menempel pada sil atau pada pipa	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		7
<b>Penyebab</b>	Kebocoran instalasi pipa dan kebocoran sil as hidrolis	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		3
<b>Akibat</b>	Tidak bisa melakukan penuangan cairan logam yang sudah dilebur	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		4

- Tingkat keparahan/*severity* bernilai 7 mempunyai kriteria verba Mesin terus bekerja dan dalam keadaan aman, Tapi itu tidak bisa berjalan sepenuhnya. Operator sangat tidak puas. Akibat pada produksi 2-4 jam *downtime*.
- Tingkat keseringan kejadian/*occurrence* bernilai 3 mempunyai kriteria verba Kerusakan mesin terjadi sangat sedikit. Tingkat kejadian kerusakan 3.001-6.000 jam operasi.
- Tingkat deteksi/*detection* bernilai 4 mempunyai kriteria verba Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan *moderate highly* untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

## 3. Conling Tower

<b>Mode Kegagalan</b>	Kadar air pada pendingin kotor sehingga menempel pada pipa kapiler	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		7
<b>Penyebab</b>	Pipa kapiler berkerak	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		5
<b>Akibat</b>	Dapat mengakibatkan <i>temperature</i> panas naik	<b>Nilai</b>
Deteksi : Pembersihan dan inspeksi		3

- Tingkat keparahan/*severity* bernilai 7 mempunyai kriteria verba Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas. Akibat pada produksi *downtime* 2 sampai 4 jam.
- Tingkat keseringan kejadian/*occurrence* bernilai 5 mempunyai kriteria verba Kerusakan mesin terjadi dengan tingkat rendah. Tingkat kejadian kerusakan 1.001-2.000 jam operasi.

- c. Tikat deteksi/*detection* bernilai 3 mempunyai kriteria verba Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

#### 4. *Water Pumping Unit*

<b>Mode Kegagalan</b>	tertutupnya <i>solenoid valve</i> pada saat mesin on	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		8
<b>Penyebab</b>	Dinamo terbakar	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		3
<b>Akibat</b>	Menyebabkan tekanan air mati dan berkurang sehingga dapat mempengaruhi <i>cabinet</i>	<b>Nilai</b>
Deteksi : Inspeksi		3

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 8 mempunyai kriteria verba Mesin tidak dapat beroperasi, mesin telah kehilangan fungsi utama mesin. Akibat pada produksi 4-8 jam *downtime*.
- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurrence* bernilai 3 mempunyai kriteria verba Kerusakan mesin terjadi sangat sedikit. Tingkat kejadian kerusakan 3.001-6.000 jam operasi.
- c. Tikat deteksi/*detection* bernilai 3 mempunyai kriteria verba Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

#### 5. *Cabinet*

<b>Mode Kegagalan</b>	Pendingan yang kurang maksimal	<b>Nilai</b>
Seberapa parah nilai kegagalan		8
<b>Penyebab</b>	ACB, dan SCR rusak	<b>Nilai</b>
Seberapa sering kegagalan terjadi		3
<b>Akibat</b>	Tidak adanya tegangan arus listrik pada <i>cabinet</i>	<b>Nilai</b>
Deteksi : Inspeksi		4

- a. Tingkat keparahan/*severity* bernilai 8 mempunyai kriteria verba verba Mesin tidak dapat beroperasi, mesin telah kehilangan fungsi utama mesin. Akibat pada produksi 4-8 jam *downtime*.



- b. Tingkat keseringan kejadian/*occurrence* bernilai 3 mempunyai kriteria verba Kerusakan mesin terjadi sangat sedikit. Tingkat kejadian kerusakan 3.001-6.000 jam operasi.
- c. Tikat deteksi/*detection* bernilai 4 mempunyai kriteria verba Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan *moderate highly* untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.



**Lampiran 2 Wawancara dan brainstorming pengisian data logic tree analysis dengan kepala bagian planning.**

Beberapa hasil wawancara dan *brainstorming* tentang analisa kekritisn pada LTA yang berdasarkan struktur *logic tree analysis* sebagai berikut :

1. *Furnace*

<b>Mode Kegagalan</b>	Panasnya <i>temperature</i> yang tinggi yang lama – lama dapat mengakibatkan muka tungku pecah dan tungku terkikis	<b>Nilai</b>
<b>Evident</b>	Dapatkah operator dalam kondisi normal untuk mengetahui terjadinya kesalahan?	<b>Yes</b>
<b>Safety</b>	Dapatkah insiden ini menimbulkan bahaya keselamatan?	<b>No</b>
<b>Outage</b>	Dapatkah mode kerusakan ini merusak semua atau setengah sistem?	<b>No</b>
<b>Category</b>	Jawaban pertanyaan diatas, dikategorikan ke dalam beberapa kategori: Kategori A ( <i>safety problem</i> ), Kategori B ( <i>outage problem</i> ), Kategori C ( <i>economic problem</i> ), Kategori D ( <i>hidden failure</i> )	<b>D</b>

2. *Cooling Tower*

<b>Mode Kegagalan</b>	kadar air pada pendingin kotor sehingga dapat menempel pada pipa kapiler	<b>Nilai</b>
<b>Evident</b>	Dapatkah operator dalam kondisi normal untuk mengetahui terjadinya kesalahan?	<b>Yes</b>
<b>Safety</b>	Dapatkah insiden ini menimbulkan bahaya keselamatan?	<b>No</b>
<b>Outage</b>	Dapatkah mode kerusakan ini merusak semua atau setengah sistem?	<b>No</b>
<b>Category</b>	Jawaban pertanyaan diatas, dikategorikan ke dalam beberapa kategori : Kategori A ( <i>safety problem</i> ), Kategori B ( <i>outage problem</i> ), Kategori C ( <i>economic problem</i> ), Kategori D ( <i>hidden failure</i> )	<b>D</b>

3. *Cabinet*

<b>Mode Kegagalan</b>	Pendingan pada mesin <i>cabinet</i> yang kurang maksimal	<b>Nilai</b>
<b>Evident</b>	Dapatkah operator dalam kondisi normal untuk mengetahui terjadinya kesalahan?	<b>Yes</b>
<b>Safety</b>	Dapatkah insiden ini menimbulkan bahaya keselamatan?	<b>No</b>
<b>Outage</b>	Dapatkah mode kerusakan ini merusak semua atau setengah sistem?	<b>Yes</b>
<b>Category</b>	Jawaban pertanyaan diatas, dikategorikan ke dalam beberapa kategori : Kategori A (safety problem), Kategori B (outage problem), Kategori C (economic problem), Kategori D (hidden failure)	<b>B</b>

4. *Hydraulic Pumping*

<b>Mode Kegagalan</b>	Debu – debu atau pasir yang menempel yang dapat menjadi pada sil atau pada pipa	<b>Nilai</b>
<b>Evident</b>	Dapatkah operator dalam kondisi normal untuk mengetahui terjadinya kesalahan?	<b>Yes</b>
<b>Safety</b>	Dapatkah insiden ini menimbulkan bahaya keselamatan?	<b>No</b>
<b>Outage</b>	Dapatkah mode kerusakan ini merusak semua atau setengah sistem?	<b>No</b>
<b>Category</b>	Jawaban pertanyaan diatas, dikategorikan ke dalam beberapa kategori : Kategori A (safety problem), Kategori B (outage problem), Kategori C (economic problem), Kategori D (hidden failure)	<b>D</b>

5. *Water Pumping Unit*

<b>Mode Kegagalan</b>	Kelalaian operator pada saat mesin on solenoid valve belum dibukak	<b>Nilai</b>
<b>Evident</b>	Dapatkah operator dalam kondisi normal untuk mengetahui terjadinya kesalahan?	<b>Yes</b>
<b>Safety</b>	Dapatkah insiden ini menimbulkan bahaya keselamatan?	<b>No</b>
<b>Outage</b>	Dapatkah mode kerusakan ini merusak semua atau setengah sistem?	<b>Yes</b>
<b>Category</b>	Jawaban pertanyaan diatas, dikategorikan ke dalam beberapa kategori : Kategori A (safety problem), Kategori B (outage problem), Kategori C (economic problem), Kategori D (hidden failure)	<b>B</b>