

**ANALISA KEGAGALAN DAN PERAWATAN MESIN *ELECTRIC ARC*
FURNACE METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE*
(RCM) DI PT X**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH:

NAMA : SOFWAN SULTHONI

NIM : 211908

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2022

**ANALISA KEGAGALAN DAN PERAWATAN MESIN *ELECTRIC ARC*
FURNACE METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE*
(RCM) DI PT X**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH:

**NAMA : SOFWAN SULTHONI
NIM : 211908**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2022**

**ANALISA KEGAGALAN DAN PERAWATAN MESIN *ELECTRIC ARC FURNACE*
METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DI PT X**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Jurusan Teknik Mesin S-1

Disusun Oleh:

NAMA : SOFWAN SULTHONI

NIM : 211908

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANALISA KEGAGALAN DAN PERAWATAN MESIN ELECTRIC ARC FURNACE

METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PT X



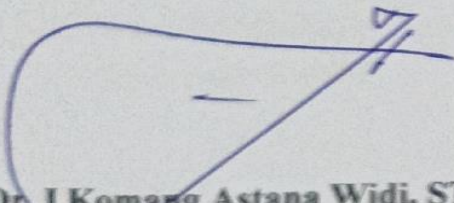
DISUSUN OLEH:

NAMA : SOFWAN SULTHONI

NIM : 211908

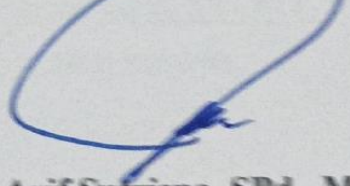
Diperiksa / Disetujui

Dosen Pembimbing I


Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y. 1030400405

Dosen Pembimbing II


Tito Arif Sultriso, SPd., MT.

NIP.P. 1032100598



Mengetahui,
Wakil Dekan I

Dr. Irine Budi Sulistiawati, ST., MT.

NIP. 197706152005012002



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Sofwan Sulthoni
NIM : 2111908
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Kegagalan dan Perawatan Mesin *Electric Arc Furnace* Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* di PT X.

Dipertahankan di hadapan tim penguji skripsi jenjang Strata 1 (S-1) pada:

Hari/Tanggal : Rabu / 31 Januari 2023

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 84,00

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y. 1030400405

Sekretaris

Febi Rahmadiano, ST., MT.

NIP. Y.1031500490

Anggota Penguji

Penguji I

Febi Rahmadiano, ST., MT.

NIP. Y.1031500490

Penguji II

Arif Kurniawan, ST., MT.

NIP. P.1031500491

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sofwan Sulthoni

NIM : 2111908

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 19 Desember 2022



Sofwan Sulthoni

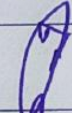
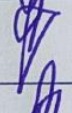
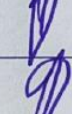


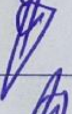
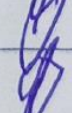
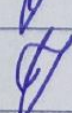
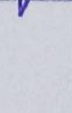
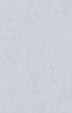
NIM. 2111908

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Sofwan Sulthoni
NIM : 2111908
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Analisa Kegagalan dan Perawatan Mesin *Electric Arc Furnace* Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT X.

Dosen Pembimbing 1 : Dr. I Komang astana Widi, ST., MT.

Dosen Pembimbing 2 : Tito Arif Sutrisno, S.Pd., MT.

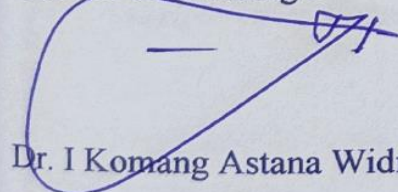
No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Penelitian	14 September 2022	
2.	Pengajuan Proposal Penelitian	15 September 2022	
3.	Seminar Proposal	19 September 2022	
4.	Konsultasi Bab I	3 NoreMBER 2022	
5.	Konsultasi Bab II	10 NoreMBER 2022	
6.	Konsultasi Bab III	17 NoreMBER 2022	
7.	Konsultasi Bab IV	19 NoreMBER 2022	
8.	Konsultasi Bab V	12 Desember 2022	
9.	Seminar Hasil	29 Januari 2023	
10.	ACC Laporan Skripsi	21 Maret 2024	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Sofwan Sulthoni
NIM : 2111908
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Analisa Kegagalan dan Perawatan Mesin *Electric Arc Furnace* Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* di PT X.
Dosen Pembimbing 1 : Dr. I Komang astana Widi, ST., MT.
Dosen Pembimbing 2 : Tito Arif Sutrisno, S.Pd., MT.
Tanggal Pengajuan Skripsi : 15 September 2022
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 31 Desember 2022
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 84,00

Diperiksa dan Disetujui

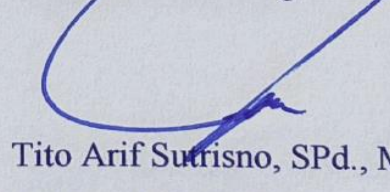
Dosen Pembimbing I



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y. 1030400405

Dosen Pembimbing II



Tito Arif Sutrisno, SPd., MT.

NIP.P. 1032100598

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala ridho, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi tepat pada waktunya. Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Ellysa Nursanti, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I Penyusunan Laporan ini.
4. Bapak Tito Arif Sutrisno, S.Pd., MT. Selaku Dosen Pembimbing II Penyusunan Laporan ini.
5. Bapak Ir. Nyoman Sugiarta, ST., CPHCM., CHCGM. Sebagai Direktur PT. X sekaligus sebagai mentor kegiatan penelitian
6. Bapak dan Ibu staff dan pegawai PT. JTS, yang telah memberikan banyak pelajaran.
7. Bapak, Ibu dan Adik-Adik tercinta yang selalu memberikan dukungan baik melalui doa maupun kebutuhan finansial.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi yang dibuat.

Malang, 19 Desember 2022

Sofwan Sulthoni

**ANALISA KEGAGALAN DAN PERAWATAN MESIN *ELECTRIC ARC FURNACE*
METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DI PT X**

Sofwan Sulthoni¹, Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.²,

Tito Arif Sutrisno, SPd., MT.³

Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Email : sofwansulthoni1@gmail.com

ABSTRAK

Dalam kegiatan produksi terdapat kerugian-kerugian yang dihindari yaitu *downtime*, *changeover*, perlambatan mesin, *idle*, *stoppage*, *startup*, *defect* (cacat) dan *rework* (pengerjaan ulang) Saat ini, yang menjadi kendala dalam produksi yang sering terjadi di PT. X adalah tidak berjalannya kegiatan produksi akibat adanya kerusakan mesin produksi. Data satu tahun terakhir yaitu bulan Januari 2021 - Maret 2022, frekuensi kegagalan dan juga menyebabkan stop produksi paling tinggi adalah pada Mesin *Electric Arc Furnace*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa jenis-jenis kegagalan penyebab *downtime* pada mesin EAF, faktor-faktor penyebab terjadinya kegagalan pada mesin *Electric Arc Furnace* dan cara mencegah kegagalan pada mesin *Electric Arc Furnace*. Dengan melakukan analisa terhadap kegiatan perawatan di PT X dengan metode *reliability centered maintenance* (RCM).

Dari hasil analisa data penelitian ini terdapat beragam jenis kegagalan di mesin EAF yang faktor kegagalannya disebabkan mulai dari faktor manusia, mesin, metode, lingkungan (*environment*) dan material. Cara pencegahan kegagalan mesin EAF adalah dengan melakukan perawatan berbasis pemilihan tindakan metode RCM yaitu terdapat 8 komponen yang termasuk pada perawatan berbasis kondisi (C.D), dan 2 komponen berbasis waktu (T.D).

Kata kunci : *Downtime*, Kegagalan, Perawatan, *Reliability Centered Maintenance*, *Electric Arc Furnace*

***FAILURE AND MAINTENANCE ANALYSIS OF ELECTRIC ARC FURNACE
MACHINE WITH RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)
METHOD AT PT X***

ABSTRACT

In production activities there are losses that can be avoided, namely downtime, changeover, machine slowdown, idle, stoppage, startup, defects and rework. Currently, the constraints in production that often occur at PT. X is the non-running of production activities due to damage to the production machine. Data for the last one year, namely January 2021 - March 2022, the highest frequency of failures and also causing production stoppages is in Electric Arc Furnace Machines.

This study aims to analyze the types of failures that cause downtime on EAF machines, the factors that cause failures on Electric Arc Furnace machines and how to prevent failures on Electric Arc Furnace machines. By analyzing the maintenance activities at PT X with the reliability centered maintenance (RCM) method.

From the results of this research data analysis, there are various types of failures in EAF machines whose failure factors are caused by human, machine, method, environmental and material factors. The way to prevent EAF engine failure is to carry out maintenance based on selecting the RCM method of action, namely there are 8 components included in condition-based maintenance (C.D), and 2 time-based components (T.D).

Keywords : Downtime, Failure, Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Electric Arc Furnace

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 <i>Electric Arc Furnace</i>	9
2.2.1 Komponen Utama <i>Electric Arc Furnace</i>	11
2.2.2 Komponen Pendukung <i>Electric Arc Furnace</i>	11
2.3 <i>Pengertian Dasar Perawatan</i>	12
2.3.1 Tujuan Perawatan.....	13

2.3.2 Klasifikasi Perawatan	14
2.4 <i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>	17
2.4.1 Langkah-Langkah Penerapan RCM	18
2.5 Pola Distribusi	27
2.5.1 Distribusi Weibull	27
2.5.2 Distribusi Lognormal.....	29
2.5.3 Distribusi Eksponensial	30
2.5.3 Distribusi Normal	31
2.6 Teknik-Teknik dalam Analisis Sistem Perawatan	31
2.6.1 Diagram Pareto	31
2.6.2 Lembar Pengecekan.....	32
2.6.3 <i>Cause and Effect Diagram (Fishbone Diagram)</i>	32
2.7 Istilah-istilah yang umum dalam perawatan	33

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Penelitian.....	34
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.3 Jenis Penelitian.....	35
3.4 Objek Penelitian	35
3.5 Variabel Penelitian	35
3.5.1 Variabel Independen	35
3.5.2 Variabel Dependen.....	35
3.6 Rancangan Penelitian.....	36
3.7 Metode Pengolahan Data	37
3.8 Metode Analisis Data.....	37

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Kegiatan Perawatan di PT. X.....	38
4.2 Pengumpulan Data	39
4.2.1 Data <i>Downtime</i> Produksi	39
4.2.2 Data Historis Penyebab <i>Downtime</i> Produksi	40

4.2.3 Macam Kegagalan Pada Mesin <i>Electric Arc Furnace</i>	40
4.3 Pengolahan Data	46
4.3.1 FMEA	47
4.3.2 Analisa Sebab Akibat (<i>Fishbone Diagram</i>)	51
4.3.3 <i>Logic Tree Analysis</i>	52
4.3.4 Pemilihan Tindakan	54
4.3.5 Prosedur Perawatan Berdasarkan Pemilihan Tindakan RCM	58
4.3.5.1 <i>Condition Directed</i>	58
4.3.5.2 <i>Time Directed</i>	60

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Electric Arc Furnace</i>	9
Gambar 2.2	Tipologi Pemeliharaan	14
Gambar 2.3	Contoh <i>System Work Breakdown Structur</i>	21
Gambar 2.4	<i>Logic Tree Analysis Structure</i>	26
Gambar 2.5	Pola Distribusi Weibull	29
Gambar 2.6	Pola Distribusi Lognormal	30
Gambar 2.7	Pola Distribusi Eksponensial.....	30
Gambar 2.8	Pola Distribusi Normal.....	31
Gambar 3.1	Diagram Penelitian.....	34
Gambar 3.2	Langkah-langkah Metode Reliability Centered Maintenance.....	37
Gambar 4.1	Kebocoran <i>shell</i> mengakibatkan cairan mengenai <i>tilting</i>	41
Gambar 4.2	Kebocoran <i>Water Jacket-Furnace shell</i>	41
Gambar 4.3	Kebocoran <i>Water Jacket-Furnace shell</i>	42
Gambar 4.4	Kebocoran <i>Water Jacket-Roof</i>	43
Gambar 4.5	<i>Holder Electrode</i>	43
Gambar 4.6	Kebocoran <i>Hose Water Jacket-Roof</i>	44
Gambar 4.7	<i>Tilting</i>	44
Gambar 4.8	Pintu Dapur (<i>slag door</i>)	45
Gambar 4.9	Inspeksi Refraktori EAF	46
Gambar 4.10	<i>Flowchart Logic Tree Analysis</i>	53
Gambar 4.11.	<i>Road Map</i> Pemilihan Tindakan Perawatan	56
Gambar 4.12	<i>Probability Plot Water Jacket</i> Mesin EAF	62
Gambar 4.13	<i>Probability Plot Water Jacket</i> Mesin EAF	63
Gambar 4.14	<i>Probability Plot Water Jacket</i> Mesin EAF	63
Gambar 4.15	<i>Survival Plot Water jacket Panel 1-4</i>	64
Gambar 4.16	<i>Survival Plot Water jacket Panel 5 dan 6</i>	64
Gambar 4.17	<i>Survival Plot Water jacket</i>	65
Gambar 4.18	<i>Cumulative Failure Plot Water jacket panel 1-4</i>	65

Gambar 4.19 <i>Cumulative Failure Plot jacket panel 5 dan 6</i>	66
Gambar 4.20 <i>Cumulative Failure Plot Water Jacket</i>	66
Gambar 4.21 <i>Hazard Plot Water jacket Panel 1-4</i>	67
Gambar 4.22 <i>Hazard Plot Water jacket Panel 5 dan 6</i>	67
Gambar 4.23 <i>Hazard Plot Water jacket</i>	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai <i>Severity</i>	24
Tabel 2.2 Nilai <i>Occurrence</i>	24
Tabel 2.3 Nilai <i>Detection</i>	25
Tabel 4.1 <i>Downtime</i> Mesin <i>Electric Arc Furnace</i> Tahun 2022.....	39
Tabel 4.2 Rekapitulasi Penyebab <i>Downtime Electric Arc Furnace</i>	40
Tabel 4.3 Tabel Analisa FMEA.....	47
Tabel 4.4 Hasil Identifikasi LTA pada mesin <i>electric arc furnace</i>	54
Tabel 4.5 Pemilihan Tindakan Perawatan Mesin EAF	57
Tabel 4.6 Tindakan perawatan C.D mesin EAF	58
Tabel 4.7 Data <i>Time to Failure</i> Mesin <i>Water Jacket</i> (Panel Pendingin) EAF	61
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Distribusi <i>Time to Failure Water Jacket</i>	62
Tabel 4.9 Data Analisa Parameter Weibull.....	68
Tabel 4.10 Rekomendasi Penggantian <i>Water Jacket</i> menurut Analisa RCM.....	70

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1.1 Jumlah Frekuensi Problem Mekanikal Menurut Lokasi	3
Grafik 4.2 Presentae Downtime menurut Bulan.....	39
Grafik 4.1 Grafik <i>risk priority number</i>	51