



UM Surabaya

**ANALISIS SISTEM PERAWATAN
CATHODE STRIPPING MACHINE MENGGUNAKAN
METODE MEAN TIME BETWEEN FAILURE (MTBF)
DAN MEAN TIME TO REPAIR (MTTR)
DI PT AMMAN MINERAL INDUSTRY**

SKRIPSI

**Disusun Oleh:
REZGITO TRIO CAHYADI
NIM. 20251331051**

**Dosen Pembimbing
Solikin, ST. MT.
NIDN. 07.0506.7504**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026**

SKRIPSI
ANALISIS SISTEM PERAWATAN CATHODE STRIPPING
MACHINE MENGGUNAKAN METODE MEAN TIME
BETWEEN FAILURE (MTBF) DAN MEAN TIME TO REPAIR
(MTTR) DI PT AMMAN MINERAL INDUSTRY



Disusun Oleh:
Rezgito Trio Cahyadi
NIM: 20251331051

Dosen Pembimbing
Solikin, ST. MT
NIDN. 0705067504

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026

**ANALYSIS OF THE CATHODE STRIPPING MACHINE
MAINTENANCE SYSTEM USING MEAN TIME BETWEEN
FAILURE (MTBF) AND MEAN TIME TO REPAIR (MTTR)
METHODS AS PT AMMAN MINERAL INDUSTRY**



By:

Rezgito Trio Cahyadi
NIM. 20251331051

Academic Supervisor
Solikin, ST. MT.
NIDN. 0705067504

**MECHANICAL ENGINEERING STUDY
PROGRAM FACULTY OF ENGINEERING
MUHAMMADIYAH UNIVERSITY OF SURABAYA
2026**

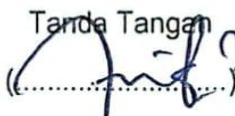
LEMBAR PENGESAHAN

Diajukan Kepada Fakultas Teknik
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Mesin
Fakultas Teknik

Dosen penguji:

1. Dr. Moh Arif Batutah, S.T., M.T.,
IPM

Tanda Tangan

()

2. Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, A.Eng

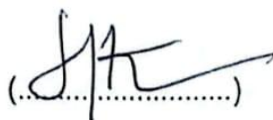
()

3. Hadi Kusnanto, ST, MT

()

Dosen Pembimbing

Solikin, ST.MT.
NIDN. 07.0506.7504

()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Menyetujui,
Kaprodi Teknik Mesin



()

Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars.
NIDN. 07.2509.6402

Dr. Moh. Arif Batutah, ST, MT, IPM
NIDN. 07.0706.7402

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Rezgito Trio Cahyadi

NIM : 20251331051

Jurusan : S1 Teknik Mesin

Judul : Analisis Sistem Perawatan *Cathode Stripping Machine*
Menggunakan Metode *Mean Time Between Failure*
(MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) di PT
Ammann Mineral Industry

No	Tanggal	Materi	Paraf Pembimbing	Paraf Mahasiswa
1.	22-02-26	Konsultasi Tema Skripsi		
2.	23-02-26	Konsultasi Latar Belakang		
3.	02-03-26	Progres BAB I		
4.	04-03-26	Konsultasi BAB I dan BAB II		
5.	14-03-26	Perbaikan BAB II dan dan III		
6.	15-03-26	Konsultasi BAB II dan III		
7.	30-03-26	Perbaikan BAB III		
8.	07-04-25	Perbaikan Tata Tulis		

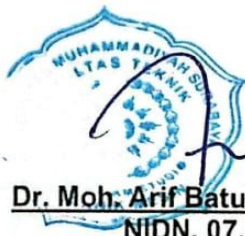
9.	01-05-26	Konsultasi BAB IV		
10	09-05-26	Perbaikan BAB IV		
11	01-06-26	Perbaikan BAB IV dan BAB V		
12	03-06-26	Perbaikan BAB IV dan BAB V		
13	10-06-26	Pembuatan PPT		

Mengetahui,
Dosen pembimbing

Menyetujui,
Kaprodi Teknik Mesin



Solikin, ST.MT.
NIDN. 07.0506.7504



Dr. Moh. Arif Batutah, S.T., M.T., IPM
NIDN. 07.0706.7402

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rezgito Trio Cahyadi

NIM : 20251331051

Jurusan : S1 Teknik Mesin

Judul : Analisis Sistem Perawatan *Cathode Stripping Machine*
Menggunakan Metode *Mean Time Between Failure*
(MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) di PT
Amman Mineral Industry

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari peneliti, pemikiran, dan pemaparan asli dari peneliti sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan penelitian yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini penelitian buat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Nusa Tenggara Barat, 20 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Rezgito Trio Cahyadi
NIM. 20251331051

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS SISTEM PERAWATAN CATHODE STRIPPING
MACHINE MENGGUNAKAN METODE MEAN TIME BETWEEN
FAILURE (MTBF) DAN MEAN TIME TO REPAIR (MTTR) DI PT
AMMAN MINERAL INDUSTRI

REZGITO TRIO CAHYADI
NIM. 20251331051

Telah disetujui dan dinyatakan sah sebagai karya ilmiah yang
berhak diujikan yang telah ditetapkan oleh fakultas.

Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Surabaya

Mengetahui,
Dosen pembimbing



Solikin, ST.MT.
NIDN. 07.0506.7504

Menyetujui,
Kaprodi Teknik Mesin



Dr. Moh. Arif Batutah, S.T., M.T., IPM
NIDN. 07.0706.7402

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT. Karena dengan nikmatnya, Allah masih memberikan kepada penulis yang dapat menyelesaikan skripsi ini dengan benar dan tepat waktu. Laporan skripsi ini berjudul “Analisis Sistem Perawatan *Cathode Stripping Machine* Menggunakan Metode *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTBF) di PT Amman Minera Industry. Skripsi ini diselesaikan sebagai persyaratan kelulusan dan memperoleh gelar sarjana pada program pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Dalam Kesepakatan ini penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Mundakir, S.Kep., Ns., M.Kep. FISQua. Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya.
2. Ir. Vippy Dharmawan. M.Ars, Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya.
3. Dr. Moh. Arif Batutah, ST., M.T., IPM. Selaku Kepala Program Stud Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya
4. Solikin, ST. MT. Selaku pembimbing skripsi yang mengawasi serta memberi pengarahan dalam penyusunan laporan ini
5. Seluruh Dosen yang ada di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.
6. Atasan penulis dan seluruh rekan kerja serta teman-teman yang ikut berkontribusi pada laporan ini.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik moral maupun materi.
8. Kedua orang tua serta keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta motivasi kepada penulis

9. Pihak PT Amman Mineral Industri yang telah memberikan izin penelitian, data, serta bantuan yang diperlukan selama proses penyusunan skripsi
10. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemudahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Di balik setiap halaman skripsi ini terdapat doa yang dipanjatkan, waktu yang dikorbankan, serta perjuangan yang tidak selalu mudah untuk dilalui. Skripsi ini bukan hanya sekedar syarat akademik, tetapi juga menjadi bukti bahwa setiap proses, sekecil apa pun, akan memberikan pelajaran yang berharga.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran dari seluruh pihak senantiasa penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat membawa pemahaman dan pengetahuan bagi kita semua.

Nusa Tenggara Barat, 20 Juni 2026
Yang membuat pernyataan,



Rezgito Trio Cahyadi
NIM. 20251331051

**ANALISIS SISTEM PERAWATAN CATHODE STRIPPING
MACHINE MENGGUNAKAN METODE MEAN TIME
BETWEEN FAILURE (MTBF) DAN MEAN TIME TO REPAIR
(MTTR) DI PT AMMAN MINERAL INDUSTRY**

Nama : Regito Trio Cahyadi
NIM : 20251331051
Program Studi : S1. Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Solikin, ST. MT.

ABSTRAK

Cathode Stripping Machine merupakan salah satu mesin utama pada Departemen Electro Refinery PT Amman Mineral Industry yang berfungsi memisahkan cathode copper secara otomatis. Kerusakan pada mesin dapat menyebabkan downtime yang berdampak pada terganggunya proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keandalan Cathode Stripping Machine menggunakan metode *Mean Time Between Failure (MTBF)* dan *Mean Time To Repair (MTTR)*, serta mengevaluasi *Availability* mesin. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan data downtime periode November 2025 sampai Februari 2026. Data yang dianalisis meliputi waktu operasi mesin, jumlah kerusakan, waktu perbaikan, dan frekuensi kerusakan. Selanjutnya dilakukan analisis Pareto, *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk mengidentifikasi kerusakan dominan, akar penyebab, dan menentukan prioritas tindakan perbaikan.

Hasil penelitian menunjukkan nilai MTBF meningkat dari 4,09 jam menjadi 19,97 jam, sedangkan MTTR tetap berada di bawah 1 jam selama periode penelitian. Nilai Availability meningkat dari 91,7% menjadi 97,4%. Analisis Pareto menunjukkan kerusakan dominan terjadi pada *Sensor Trouble*, *Strapping Unit Failure*,

Hydraulic Hose Leakage, Infeed Robot Spring Broken dan *Infeed Robot Gripper Stuck*. Hasil FTA mengidentifikasi akar penyebab kerusakan, sedangkan FMEA menunjukkan Sensor Trouble memiliki nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi sehingga menjadi prioritas utama dalam tindakan perbaikan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar untuk meningkatkan efektivitas sistem perawatan dan mengurangi downtime mesin.

Kata Kunci: Reliability, MTBF, MTTR, Availability, Pareto, FTA, FMEA

**ANALYSIS OF THE CATHODE STRIPPING MACHINE
MAINTENANCE SYSTEM USING MEAN TIME BETWEEN
FAILURE (MTBF) AND MEAN TIME TO REPAIR (MTTR)
METHODS AS PT AMMAN MINERAL INDUSTRY**

Name : Rezgito Trio Cahyadi
Student ID : 20251331051
Study Program : Bachelor Of Mechanical Engineering
Supervisor : Solikin, S.T., M.T.

ABSTRACT

The Cathode Stripping Machine is one of the main machines in the Electro Refinery Department at PT Amman Mineral Industry, functioning to separate copper cathodes automatically. Machine failures can cause downtime, which disrupts the production process. This study aims to analyze the reliability of the Cathode Stripping Machine using the Mean Time Between Failure (MTBF) and Mean Time to Repair (MTTR) methods, as well as to evaluate machine Availability.

This study employed a descriptive quantitative method using machine downtime data from November 2025 to February 2026. The analyzed data included operating time, number of failures, repair time, and failure frequency. Furthermore, Pareto Analysis, Fault Tree Analysis (FTA), and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) were conducted to identify dominant failures, determine their root causes, and prioritize corrective actions.

The results showed that the MTBF increased from 4.09 hours in November to 19.97 hours in January, while the MTTR remained below 1 hour throughout the study period. Machine Availability also increased from 91.7% to 97.4%. Pareto analysis indicated that the dominant failures were Sensor Trouble, Strapping Unit Failure, Hydraulic Hose Leakage, Infeed Robot Spring Broken,

and Infeed Robot Gripper Stuck. FTA identified the root causes of these failures, while FMEA indicated that Sensor Trouble had the highest Risk Priority Number (RPN), making it the highest priority for corrective action. The findings are expected to support the improvement of maintenance effectiveness and reduce machine downtime.

Keywords: *Reliability, MTBF, MTTR, Availability, Pareto, FTA, FMEA*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vii
LEMBAR PERSETUJUAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sistem Perawatan.....	6
2.2 Jenis - Jenis Perawatan	7
2.3 Cathode Stripping Machine.....	9
2.4 Prinsip Kerja Cathode Stripping Machine	10
2.4.1 Proses Pencucian (Wash Chamber).....	11
2.4.2 Prose Pemindahan Cathode Menggunakan Conveyor setelah di lakukan pencucian.....	11
2.4.3 Proses Pengupasan Tembaga (Deposit detachment unit) DDU 1 & DDU 2.....	12
2.4.4 Proses Pemisahan Tembaga (Stripping Unit 1 dan 2)	13
2.4.5 Proses Reorientasi Tembaga (Down Ender 1 dan 2)	13
2.4.6 Proses Pengeluaran Mother Blank	14
2.4.7 Cathode Transfer Process	15

2.4.8 Proses Pengumpulan Tembaga.....	15
2.4.9 Proses Penimbangan Plat Tembaga	16
2.4.10 Proses Pelabelan.....	17
2.4.11 Proses Pengikatan dan Penyediaan Strap.....	18
2.4.1 Proses Off-Loading Tembaga	18
2.5 Robot.....	19
2.5.1 In-feed Robot.....	19
2.5.2 Out-Feed Robot.....	20
2.5.3 Stacking Robot	20
2.6 Mean Time Between Failure (MTBF)	21
2.6.1 Langkah-langkah Meningkatkan <i>Mean Time Between Failure</i> (MTBF)	22
2.7 Mean Time To Repair (MTTR)	22
2.7.1 Langkah - langkah Menurunkan <i>Main Time To Repair</i> (MTTR)	23
2.8 Tingkat Keandalan mesin (Availability).....	24
2.9 Analisi Pareto.....	26
2.9.1 Rumus Analisis Pareto.....	26
2.10 Analisis <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	27
2.10.1 Tujuan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	27
2.10.2 Simbol-simbol <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	27
2.10.3 Manfaat Fault Tree Analysis (FTA).....	28
2.10.4 Kekurangan Fault Tree Analysis (FTA)	28
2.11 Failure Mode and Effects Analysis	29
2.11.1 Keuntungan menggunakan <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA).....	29
2.11.2 <i>Risk Priority Number</i> (RPN)	29
2.11.3 Severity (S).....	30
2.11.4 Occurrence (O)	31
2.11.5 Deteksi (D).....	32
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	33

3.2 Jenis Penelitian.....	33
3.3 Objek Penelitian.....	34
3.4 Variabel Penelitian	34
3.4.1 Variabel Bebas	34
3.4.2 Variabel Terikat	35
3.5 Jenis dan Sumber Data.....	35
3.5.1 Data Primer	35
3.5.2 Data Sekunder.....	36
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	37
3.6.1 Observasi	37
3.6.2 Wawancara.....	37
3.6.3 Dokumentasi.....	38
3.7 Metode Analisis Data	38
3.8 Prosedur Penelitian.....	39
3.8.1 Identifikasi Masalah	39
3.8.2 Studi Literatur	39
3.8.3 Pengumpulan Data	40
3.8.4 Pengolahan Data	40
3.8.5 Perhitungan MTBF dan MTTR.....	40
3.8.6 Perhitungan Availability	40
3.8.7 Analisa Pareto, FTA da FMEA	41
3.8.8 Analisis dan Pembahasan.....	41
3.8.9 Penarikan Kesimpulan	41
3.9 Diagram Alir Penelitian.....	42
BAB IV PEMBAHASAN.....	43
4.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	43
4.2 Gambaran Umum Data	43
4.3 Data Hasil Operai Mesin	44
4.4 Perhitungan Bulan November 2025	46
4.3.1 Perhitungan MTBF.....	46
4.3.2 Perhitungan MTTR	46
4.3.3 Perhitungan Availability	46

4.4 Perbandingan <i>Mean Time Between Failure</i> (MTBF) Setiap Bulan	47
4.5 Perbandingan <i>Mean Time to Repair</i> (MTTR) Setiap Bulan	50
4.6 Perbandingan <i>Availability</i> Setiap Bulan	53
4.7 Analisis dan Pembahasan	55
4.8 Analisis Pareto	56
4.8.1 Rekapitulasi Frekuensi Kerusakan <i>Cathode Stripping Machine</i>	57
4.8.2 Diagram Pareto	57
4.8.3 Pembahasan	58
4.9 Fault Tree Analysis (FTA)	58
4.9.1 Penentuan <i>Top Event</i>	58
4.9.2 Diagram <i>Fault Tree Analysis</i>	58
4.9.3 Daftar Minimal Cut Set	59
4.9.4 Pembahasan	59
4.10 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	60
4.11.1 Severty (S), Occurrence (O) dan Detection (D)	60
4.11.2 Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> (RPN)	60
4.11.3 Hasil Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	61
4.11.4 Pembahasan	61
BAB V PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses <i>Harvest Electro Refinery</i>	10
Gambar 2.2 Washing Chamber	11
Gambar 2.3 Transverse Conveyor 1 dan Transverse Conveyo	12
Gambar 2.4 <i>Deposit detachment unit</i> (DDU 1 & DDU 2)	12
Gambar 2.5 <i>Stripping Unit 1</i> dan <i>Stripping Unit 2</i>	13
Gambar 2.6 <i>Down Ender 1</i> dan 2	14
Gambar 2.7 <i>Discharge Conveyor</i>	15
Gambar 2.8 <i>Cathode Conveyor 1</i> dan 2	15
Gambar 2.9 <i>Cathode Collecting Table</i>	16
Gambar 2.10 <i>Weighing Unit</i>	17
Gambar 2.11 <i>Labelling Unit</i>	17
Gambar 2.12 Strapping Unit dan Jumbo Coil	18
Gambar 2.13 Off-Loading Tembaga	19
Gambar 2.14 <i>In-feed Robot</i> dan <i>In-feed robot Tool (Gripper)</i> ..	19
Gambar 2.15 <i>Out-feed Robot</i> dan <i>Out-feed robot Tool (Grippe</i>	20
Gambar 2.16 <i>Stacking Robot</i> dan <i>Stacking robot Tool (Grippe</i>	20
Gambar 2.17 Simbol-Simbol <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	28
Gambar 3.18 Diagram Alir	42
Gambar Grafik 4.19 Grafik Waktu Operasi <i>Cathode Stripping Machine</i> (November 2025 - Februari 2026)	44
Gambar Grafik 4.20 Hubungan Jumlah Kerusakan <i>Cathode Stripping Machine</i> Terhadap Waktu (November 2025 - Februari 2026)	45
Gambar Grafik 4.21 Waktu Perbaikan <i>Cathode Stripping Machine</i> (November 2025 - Februari 2026)	45
Gambar Grafik 4.22 <i>Main Time Between Failure Cathode Stripping Machine</i> (November 2025 - Februari 2026) .	50
Gambar Grafik 23 <i>Maen Time To Repair Cathode Stripping Machine</i> (November 2025 - Februari 2026)	52
Gambar Grafik 4. 24 <i>Availability Cathode Striipping Machine</i> (November 2025 - Februari 2026).....	55

Gambar 4. 25 Diagram Pareto Kerusakan <i>Cathode Stripping Machine</i> Periode November 2025-Februari 2026	57
Gambar4.26 Diagram <i>Fault Tree Analysis (FTA) Cathode Stripping Machine</i>	59

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Peringkat <i>Saverity</i> (S).....	31
Tabel 2.2 Ranking untk terjadinya kegagalan (O).....	31
Tabel 2.3 Ranking Deteksi Kegagalan (D).....	32
Tabel 4.2 Data Operasi Mesin.....	44
Tabel 4.10 Data Hasil MTBF, MTRR dan Availability Cathocde Strapping Machine Bulan November 2025 – Februari 2026 ...	47