

**SKRIPSI**  
**PERANCANGAN SISTEM *PREVENTIVE MAINTENANCE***  
**BERDASARKAN ANALISIS *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE***  
**(RCM) DAN MODEL *AGE REPLACEMENT* DALAM MENJAGA**  
**KEANDALAN MESIN**

**(Studi Kasus: PT. XYZ)**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun Oleh:

Nama Lengkap : Fahmi Muharomi Dzikri

NIM : 22106060024

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2026**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-763/Un.02/DST/PP.00.9/05/2026

Tugas Akhir dengan judul : Perancangan Sistem Preventive Maintenance Berdasarkan Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Model Age Replacement dalam Menjaga Keandalan Mesin (Studi Kasus PT. XYZ)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FAHMI MUHAROMI DZIKRI  
Nomor Induk Mahasiswa : 22106060024  
Telah diujikan pada : Selasa, 07 April 2026  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Ir. Khusna Dwijayanti, ST., M.Eng., Ph.D, ASEAN Eng.  
SIGNED

Valid ID: 69f44be48fbd



Penguji I

Gunawan Budi Susilo, M.Eng.  
SIGNED

Valid ID: 69f49aabdc8



Penguji II

Muhammad Arief Rochman, S.T., M.T.  
SIGNED

Valid ID: 69f4807f94e48



Yogyakarta, 07 April 2026

UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 69f8262e9e65a

## SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga

Di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr wb*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Fahmi Muharomi Dzikri

NIM : 22106060024

Judul Skripsi : Perancangan Sistem *Preventive Maintenance* Berdasarkan Analisis *Reliability Centered Maintenance* dan Model *Age Replacement* Dalam Menjaga Keandalan Mesin.

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum wr wb*

Yogyakarta,  
Pembimbing,



Ir. Khusna Dwijayanti, S.T., M.Eng.

Ph.D, ASEAN Eng

NIP. 19851212 201903 2 018

## LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fahmi Muharomi Dzikri  
NIM : 22106060024  
Program Studi : Teknik Industri  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul: "Perancangan Sistem *Preventive Maintenance* Berdasarkan Analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan Model *Age Replacement* Dalam Menjaga Keandalan Mesin" adalah hasil karya pribadi dan sepanjang pengetahuan penyusun tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai acuan.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggungjawab penyusun.

Yogyakarta, 5 Maret 2026

Yang menyatakan,



Fahmi Muharomi Dzikri  
NIM: 22106060024



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## MOTTO

*“Enjoy the moment, believe in process”*

*“Innamal a'malu binniyat, wa innama likullimri`in ma nawa“*

*“Sesungguhnya setiap amal itu tergantung pada niatnya, dan setiap orang akan mendapatkan apa yang ia niatkan”*

(HR. Imam Bukhari dan Muslim)

*“Jalanmu 'kan sepanjang niatmu  
Simpan tegar dalam hati  
29 kau terus mencari“*

Perunggu 33x.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umat manusia dari masa kegelapan menuju era yang penuh cahaya. Berkat izin dan pertolongan Allah SWT, penulis dapat menyusun tugas akhir yang berjudul “*Perancangan Sistem Preventive Maintenance Berdasarkan Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Model Age Replacement dalam Menjaga Keandalan Mesin.*” Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat berbagai kekurangan, baik dari segi penulisan maupun analisis yang dilakukan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati memohon maaf serta mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi yang berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 5 Maret 2026

Penulis,



Fahmi Muharomi Dzikri

2210600024

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari banyak pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Mama, Papa, Rafa dan Banu yang selalu memberikan doa dan dukungannya kepada penulis selama perkuliahan dan penyusunan laporan tugas akhir.
2. Ibu Ir. Khusna Dwijayanti, ST., M.Eng., Ph.D., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta kesabaran yang luar biasa kepada penulis. Terima kasih karena selalu meluangkan waktu untuk membimbing, bahkan ketika penulis melakukan kesalahan dalam proses pengerjaan. Nasehat dan dukungan yang diberikan menjadi pelajaran berharga bagi penulis untuk terus memperbaiki diri dan menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Herninanjati Paramawardhani, M.SC. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri.
4. Bapak Gunawan Budi Susilo, M. Eng dan Ibu Dien F. Awaliyah, M.T. selaku dosen pengampu sekaligus pendamping asisten Sistem Manufaktur yang telah memberikan kesempatan sekaligus pengalaman berharga bagi peneliti.
5. Seluruh dosen dan staf kampus UIN Sunan Kalijaga khususnya Fakultas Sains dan Teknologi yang telah menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan peneliti.
6. Kakak tingkat Mas Teguh, Mas Fauzi, Mas Dwian, Mas Faisal, Mas Fajriyan, Mas Ibnu, Mas Restiawan, Mas Aldo, dan Mas Rahmat yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, serta pantikan semangat kepada penulis

selama proses penyusunan tugas akhir ini. Dukungan dan sharing pengalaman yang diberikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

7. Teman-teman asisten laboratorium Sistem Manufaktur seperjuangan, Sigit, Naufal, Rully, Nabil, Aura, Galang, Rahman, Rafi yang menemani diskusi selama penelitian berlangsung.
8. Keluarga seperjuangan kontrakan racink, Firman, Nabil, Tian, Fadhil, Evan, Raihan, Odys, Adi, Rijal yang telah menemani pengerjaan laporan tugas akhir.
9. Teman-teman seperjuangan RAJENDRA (Teknik Industri 2022) yang sudah berjuang bersama-sama dari awal perkuliahan, serta selalu ada dikala suasana suka dan duka.
10. Mahasiswa Teknik Industri angkatan 2022, Intan Ranni Kurnia Sari yang senantiasa berjuang bersama, memberikan dukungan, doa, semangat kepada penulis selama proses perkuliahan sampai tahap penyusunan tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan dengan baik.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

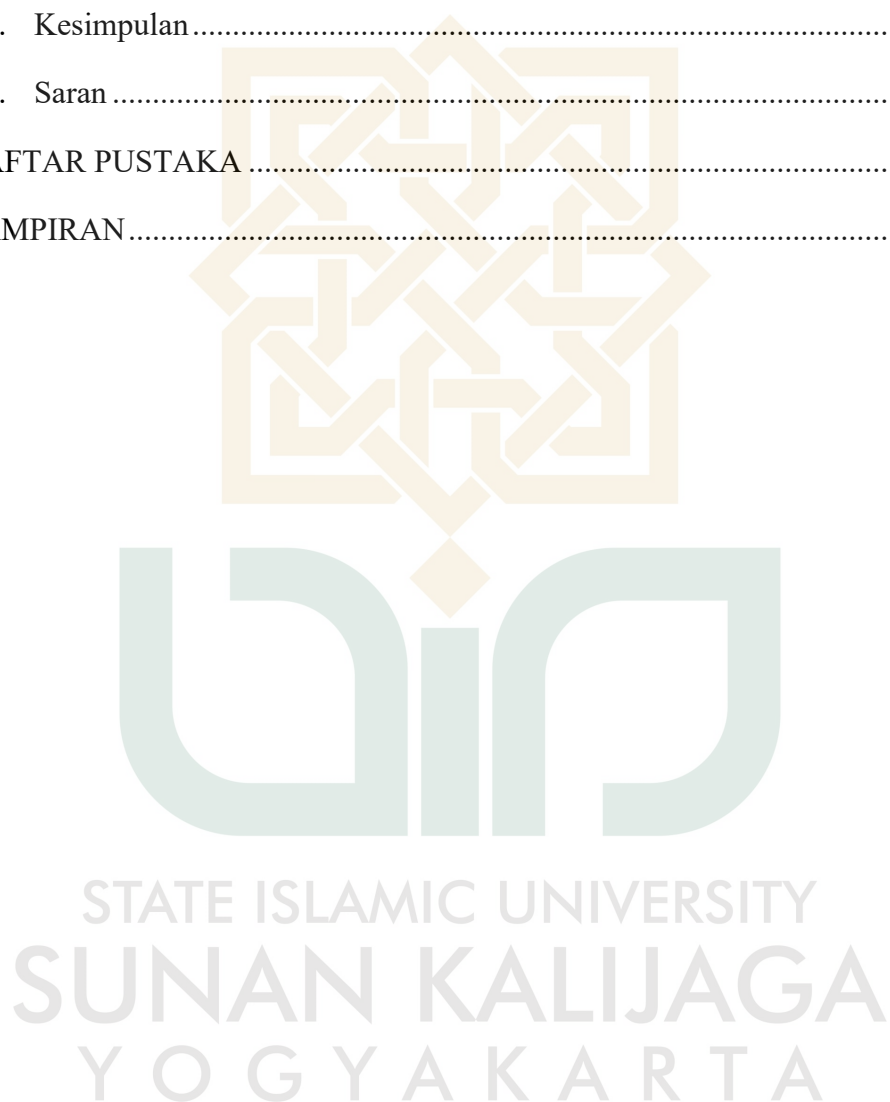
## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR .....	iii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
MOTTO .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
ABSTRAK .....	xx
ABSTRACT .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Pertanyaan Penelitian .....	8
1.3. Tujuan Penelitian .....	9
1.4. Manfaat Penelitian .....	9
1.5. Batasan Penelitian .....	10
1.6. Sistematika Penulisan .....	10
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	12
2.1. Penelitian Terdahulu .....	12
2.2. Landasan Teori .....	14
2.1. Pemeliharaan ( <i>Maintenance</i> ) .....	15
2.2. Total Productive Maintenance (TPM) .....	17
2.3. <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) .....	17

2.4. <i>ABC Analysis</i> .....	20
2.5. <i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i> .....	22
2.6. <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .....	24
2.7. <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	25
2.8. <i>Distribusi Kerusakan</i> .....	28
2.9. <i>Time to Failure (TTF)</i> .....	34
2.10. <i>Time to Repair (TTR)</i> .....	35
2.11. <i>Age Replacement (Interval Waktu Pergantian)</i> .....	36
2.12. <i>Interval Waktu Pemeriksaan</i> .....	37
2.13. <i>Biaya Preventive dan Corrective Maintenance</i> .....	39
2.14. <i>Decision Support System (DSS)</i> .....	42
2.15. <i>User Interface (UI)</i> .....	42
2.16. <i>Use Case</i> .....	43
2.17. <i>Context Diagram</i> .....	44
2.18. <i>Data Flow Diagram</i> .....	45
2.19. <i>Unit Testing</i> .....	46
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>50</b>
3.1. <i>Objek Penelitian</i> .....	50
3.2. <i>Metode Pengumpulan Data</i> .....	50
3.2.1. <i>Metode Pengumpulan Data</i> .....	50
3.2.2. <i>Jenis Pengumpulan Data</i> .....	51
3.3. <i>Validitas</i> .....	52
3.4. <i>Variabel Penelitian</i> .....	53
3.5. <i>Model Analisis</i> .....	55
3.6. <i>Diagram Alir Penelitian</i> .....	57
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>61</b>

4.1. Gambaran Umum Proses Produksi Perusahaan.....	61
4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan .....	61
4.1.2. Proses Produksi.....	62
4.2. Pengumpulan Data.....	64
4.2.1. Data Production Time.....	65
4.2.2. Data <i>Downtime</i> .....	65
4.2.3. Data <i>Production Output</i> .....	66
4.2.4. Data <i>Defect</i> .....	67
4.2.5. Data Biaya Komponen.....	68
4.2.6. Data Notifikasi Kerusakan.....	68
4.3. Hasil Analisis.....	70
4.3.1. Perhitungan <i>Availability</i> .....	70
4.3.2. Perhitungan <i>Performance</i> .....	72
4.3.3. Perhitungan <i>Quality</i> .....	73
4.3.4. Perhitungan OEE %.....	75
4.3.5. <i>ABC Analysis</i> .....	77
4.3.6. FTA.....	79
4.3.7. FMEA .....	82
4.3.8. RCM .....	83
4.3.9. Perhitungan TTF dan TTR.....	86
4.3.10. Identifikasi Pola Distribusi TTF.....	87
4.3.11. Identifikasi Pola Distribusi TTR.....	92
4.3.12. <i>Probability Density Function</i> .....	98
4.3.13. Penentuan Interval Pergantian Optimal ( <i>Age Replacement</i> ).....	101
4.3.14. Pemeriksaan Interval Pemeriksaan Optimal .....	107
4.3.15. Perhitungan Biaya Perawatan .....	110

4.3.16. Perancangan Sistem .....	115
4.3.17. <i>Unit Testing</i> .....	121
4.4. Pembahasan .....	134
4.5. Implikasi Manajerial.....	144
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	146
5.1. Kesimpulan.....	146
5.2. Saran .....	148
DAFTAR PUSTAKA.....	149
LAMPIRAN.....	1



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. <i>Breakdown</i> Mesin Raw Mill .....	5
Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu .....	12
Tabel 2.2. Nilai Ideal Standar OEE World Class.....	18
Tabel 2.3. Contoh <i>Abc Analysis</i> .....	21
Tabel 2.4. Ranking <i>Severity</i> .....	26
Tabel 2.5. Ranking <i>Occurrence</i> .....	27
Tabel 2.6. Ranking <i>Detection</i> .....	27
Tabel 2.7. Simbol <i>Context Diagram</i> .....	44
Tabel 4.1. Profil Perusahaan .....	61
Tabel 4.2. Data <i>Production Time</i> Mesin Raw Mill.....	65
Tabel 4.3. Data <i>Downtime</i> Mesin Raw Mill .....	66
Tabel 4.4. Data <i>Production Output</i> .....	67
Tabel 4.5. Data Biaya Pembelian Komponen .....	68
Tabel 4.6. Data Notifikasi Kerusakan Komponen .....	68
Tabel 4.7. Perhitungan <i>Availability</i> .....	70
Tabel 4.8. Perhitungan % <i>Performance</i> .....	72
Tabel 4.9. Perhitungan % <i>Quality</i> .....	74
Tabel 4.10. Perhitungan % OEE .....	76
Tabel 4.11. <i>ABC Analysis</i> Raw Mill Komponen.....	77
Tabel 4.12. FMEA Operasional Raw Mill.....	82
Tabel 4.13. RCM Operasional Raw Mill .....	84
Tabel 4.14. Data Riwayat kerusakan <i>Grinding Roller</i> .....	86
Tabel 4.15. Data Riwayat Kerusakan <i>Table Liner</i> .....	86

Tabel 4.16. Nilai MTTF <i>Grinding Rolle</i> .....	89
Tabel 4.17. Nilai MTTF <i>Table Liner</i> .....	92
Tabel 4.18. MTTR <i>grinding roller</i> .....	95
Tabel 4.19. Nilai MTTR <i>Table liner</i> .....	97
Tabel 4.20. <i>Probability Density Function Grinding Roller</i> .....	98
Tabel 4.21. <i>Probability Density Function Table Liner</i> .....	100
Tabel 4. 22. <i>Age replacement grinding roller</i> .....	103
Tabel 4.23. <i>Age Replacement Table Liner</i> .....	106
Tabel 4.24. <i>Summary Interval Pergantian</i> .....	107
Tabel 4.25. <i>Average working hours</i> .....	108
Tabel 4.26. <i>Total damage overtime</i> .....	108
Tabel 4. 27 <i>Interval Pemeriksaan</i> .....	110
Tabel 4.28. <i>Biaya Tenaga Kerja</i> .....	110
Tabel 4.29. <i>Biaya Komponen</i> .....	111
Tabel 4.30. <i>Biaya Kehilangan Produksi</i> .....	111
Tabel 4.31. <i>Perbandingan Biaya Perawatan</i> .....	115
Tabel 4.32. <i>Hasil Running Sistem PRIMA</i> .....	119
Tabel 4.33. <i>Test Case Logika Pengolahan OEE</i> .....	123
Tabel 4.34. <i>Test Case Logika Pengolahan Age Replacement</i> .....	125
Tabel 4.35. <i>Test Case Logika Pendataan FMEA &amp; RCM</i> .....	127
Tabel 4.36. <i>Test Case Logika Pendataan Biaya Perawatan</i> .....	128
Tabel 4.37. <i>Black Box Pengolahan OEE</i> .....	129
Tabel 4.38. <i>Bukti Pengujian Pengolahan OEE</i> .....	130
Tabel 4.39. <i>Black Box Pengolahan Age Replacement</i> .....	130

Tabel 4.40. Bukti Pengujian Pengolahan <i>Age Replacement</i> .....	131
Tabel 4.41. <i>Black Box</i> Pendataan FMEA dan RCM <i>Worksheet</i> .....	132
Tabel 4.42. Bukti Pengujian Pendataan FMEA dan RCM <i>Worksheet</i> .....	133
Tabel 4.43. <i>Blackbox</i> Pendataan Biaya Perawatan .....	133
Tabel 4.44. Bukti Pengujian Pendataan Biaya Perawatan .....	133



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Alur Produksi Bahan Baku.....	3
Gambar 1.2. Mesin Raw Mill.....	5
Gambar 1.3. Grafik <i>Breakdown</i> Komponen Raw Mill .....	7
Gambar 2.1. Contoh Penggunaan Metode OEE .....	20
Gambar 2.2. Contoh Grafik <i>ABC Analysis</i> .....	22
Gambar 2.3. Grafik Distribusi Normal .....	29
Gambar 2.4. Grafik Distribusi <i>Lognormal</i> .....	31
Gambar 2.5. Grafik Distribusi <i>Weibull</i> .....	32
Gambar 2.6. Grafik Distribusi Eksponensial .....	33
Gambar 2. 7 Grafik kurva biaya perawatan .....	40
Gambar 2.8. Contoh Penggunaan <i>Use Case</i> .....	43
Gambar 2.9. Contoh <i>Data Flow Diagram</i> (DFD).....	46
Gambar 3.1. Diagram Integrasi Metode.....	55
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian .....	58
Gambar 4.1. Logo Perusahaan .....	61
Gambar 4.2. Alur Proses Produksi.....	62
Gambar 4.3. Grafik % <i>Availability</i> Raw Mill .....	71
Gambar 4.4. Grafik % <i>Performance</i> Raw Mill.....	73
Gambar 4.5. Grafik % <i>Quality</i> Raw Mill.....	75
Gambar 4.6. Grafik <i>ABC Analysis</i> .....	78
Gambar 4.7. FTA Aliran Material Terhambat .....	80
Gambar 4.8. FTA Penggilingan material .....	81
Gambar 4.9. Plot TTF <i>Grinding Roller</i> .....	87

Gambar 4.10. <i>Goodnes of fit Grinding Roller</i> .....	88
Gambar 4.11. <i>Plot TTF Table Liner</i> .....	90
Gambar 4.12. <i>Goodness of Fit Table Liner</i> .....	91
Gambar 4.13. <i>Plot TTR Grinding Roller</i> .....	93
Gambar 4.14. <i>Goodness of fit TTR Grinding Roller</i> .....	94
Gambar 4.15. <i>Plot TTR table liner</i> .....	96
Gambar 4.16. <i>Goodnes of Fit Table Liner</i> .....	97
Gambar 4.17. <i>Plot PDF Grinding Roller</i> .....	99
Gambar 4.18. <i>Plot PDF Table Liner</i> .....	101
Gambar 4.19. <i>Survival Plot komponen Grinding Roller</i> .....	102
Gambar 4.20. <i>Survival probabilities Grinding Roller</i> .....	104
Gambar 4.21. <i>Survival Plot Table Liner</i> .....	105
Gambar 4.22. <i>Survival Probabilities Table Liner</i> .....	107
Gambar 4.23. <i>Grafik Perbandingan Biaya Perawatan</i> .....	114
Gambar 4.24. <i>Pengolahan Use Case</i> .....	116
Gambar 4.25. <i>Pengolahan Context Diagram</i> .....	117
Gambar 4.26. <i>Pengolahan DFD</i> .....	118
Gambar 4.27 <i>White box Uji Logika Pengolahan OEE</i> .....	122
Gambar 4.28. <i>Flowgraph Logika Pengolahan OEE</i> .....	122
Gambar 4.29. <i>White box Uji Logika Age Replacement</i> .....	124
Gambar 4.30. <i>Flowgraph Logika Pengolahan Age Replacement</i> .....	124
Gambar 4.31. <i>White box Pendataan FMEA &amp; RCM</i> .....	126
Gambar 4.32. <i>Flowgraph logika Pendataan FMEA &amp; RCM</i> .....	126
Gambar 4.33. <i>White box Pendataan Biaya Perawatan</i> .....	127



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1. Profil Perusahaan .....	L-1
Lampiran 1.3. Struktur Departement .....	L-5
Lampiran 1.4. Produk Perusahaan .....	L-7
Lampiran 1.5. Proses Produksi .....	L-11
Lampiran 2.1. Pengumpulan Data OEE .....	L-14
Lampiran 2.2. Data Notifikasi Kerusakan Komponen.....	L-14
Lampiran 2.3. Pengolahan OEE.....	L-15
Lampiran 2.4. Pengolahan TTF dan TTR .....	L-20
Lampiran 2.5. Identifikasi Distribusi (TTF) Menggunakan <i>Software</i> Minitab..	L-20
Lampiran 2.6. Identifikasi Distribusi (TTR) Menggunakan <i>Software</i> Minitab .	L-22
Lampiran 2.7. Fungsi Kepadatan Peluang .....	L-25
Lampiran 2.8. Age Replacement.....	L-27
Lampiran 2.9. Perhitungan Waktu Pemeriksaan Optimal.....	L-31
Lampiran 3.1. Dokumentasi Penelitian.....	L-37
Lampiran 4.1. Pertanyaan Wawancara.....	L-39

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## ABSTRAK

Industri semen merupakan sektor yang sangat bergantung pada keandalan mesin produksi, khususnya mesin Raw Mill yang berperan penting dalam proses penggilingan bahan baku. PT XYZ sebagai salah satu produsen semen terbesar di Indonesia, dihadapkan pada tantangan untuk menjaga serta meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam proses produksinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektifitas mesin menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), mengidentifikasi komponen kritis dan strategi perawatan menggunakan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), menentukan interval penggantian komponen optimal dengan model *Age Replacement*, serta merancang sistem pendukung keputusan *maintenance*. Berdasarkan hasil penelitian, nilai rata-rata OEE mesin Raw Mill sebesar 66,5%, masih di bawah standar *world class* 85%, dengan *availability* 79,57%, *performance* 78,52%, dan *quality* 100%. Strategi perawatan optimal berdasarkan RCM adalah *scheduled discard task* pada komponen *grinding roller* dan *table liner*, serta *scheduled restoration task* pada sistem *conveyor* seperti *belt conveyor*, *lagging snub pulley*, *primary belt cleaner*, *return roller*, dan *impact roller*. Interval penggantian optimal diperoleh pada 5.792 jam atay dalam 241 hari untuk *grinding roller* dan 5.832 jam atau dalam 243 hari untuk *table liner*, dengan penghematan biaya masing-masing sebesar 41,80% dan 37,03%. Perancangan sistem *Preventive Reliability Management* (PRIMA) yang dirancang mampu mengintegrasikan analisis OEE, RCM, dan *Age Replacement* serta menghasilkan output berupa nilai OEE, distribusi kerusakan, interval penggantian, dan analisis biaya, serta telah teruji berjalan dengan baik melalui pengujian *white box* dan *black box*.

**Kata Kunci:** *Maintenance*, OEE, RCM, *Age Replacement*, *White Box*, *Black Box*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## ABSTRACT

*The cement industry is a sector that heavily relies on the reliability of production machinery, particularly the Raw Mill machine, which plays a crucial role in the raw material grinding process. PT XYZ as one of the largest cement manufacturers in Indonesia, faces the challenge of maintaining and improving the effectiveness and efficiency of its production processes. This study aims to measure machine effectiveness using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method, identify critical components and maintenance strategies using Reliability Centered Maintenance (RCM), determine optimal component replacement intervals using the Age Replacement model, and design a maintenance decision support system. The results show that the average OEE value of the Raw Mill machine is 66.5%, which is still below the world-class standard of 85%, with an availability of 79.57%, performance of 78.52%, and quality of 100%. The optimal maintenance strategy based on RCM is a scheduled discard task for the grinding roller and table liner components, as well as a scheduled restoration task for conveyor system components such as the belt conveyor, lagging snub pulley, primary belt cleaner, return roller, and impact roller. The optimal replacement intervals obtained are 5,792 hours or 241 days for the grinding roller and 5,832 hours or 243 days for the table liner, resulting in cost savings of 41.80% and 37.03%, respectively. The design of the Preventive Reliability Management (PRIMA) system is capable of integrating OEE, RCM, and Age Replacement analyses, producing outputs such as OEE values, failure distribution, replacement intervals, and cost analysis. The system has been successfully tested through white-box and black-box testing.*

**Kata Kunci:** Maintenance, OEE, RCM, Age Replacement, White Box, Black Box

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Di era globalisasi saat ini, perkembangan industri yang semakin kompetitif secara tidak langsung menuntut setiap perusahaan untuk meningkatkan produktivitas sekaligus memastikan kualitas yang tinggi dalam setiap produk atau layanan yang dihasilkan (Hidayat *et al.*, 2020). Untuk tetap dapat bersaing perusahaan industri perlu meningkatkan kualitas produk, memastikan ketepatan waktu dalam pemenuhan permintaan, serta melakukan evaluasi rutin untuk mencegah kehilangan pesanan (Mutaqiem *et al.*, 2022). Perusahaan terus berupaya mencari solusi alternatif untuk meningkatkan produktivitas di dalam operasionalnya. Peningkatan tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan berbagai teori yang mendukung efektivitas mesin dan peralatan yang digunakan.

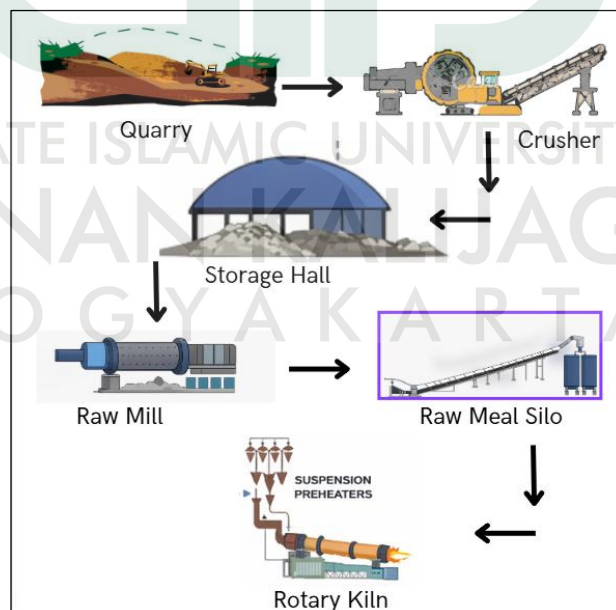
Dalam menjaga produktivitas operasional, perusahaan perlu memperhatikan sistem *maintenance* mesin secara efektif. Kegagalan mesin yang terjadi secara tiba-tiba dapat menyebabkan *downtime* tidak terencana, meningkatnya biaya perbaikan, serta terganggunya alur produksi secara keseluruhan (Al *et al.*, 2023). Oleh karena itu, perawatan mesin atau *maintenance* menjadi salah satu fungsi krusial dalam manajemen operasi untuk memastikan aset peralatan dapat beroperasi secara andal dan berkelanjutan. Fadhli *et al.* (2025) menjelaskan perawatan mesin atau *maintenance* merupakan salah satu fungsi krusial dalam manajemen operasi yang memastikan aset peralatan beroperasi secara handal dan berkelanjutan. Seiring dengan meningkatnya kompleksitas mesin dan tuntutan keberlanjutan produksi yang tinggi perawatan setelah terjadi kerusakan belum mampu mengantisipasi

berbagai jenis kegagalan yang bisa terjadi selama operasi produksi (Gholipour *et al.*, 2025). Hal ini membuat pendekatan tersebut kurang efektif dalam mencegah *downtime* serta mengurangi risiko kegagalan yang berulang.

Pendekatan manajemen yang mampu mengidentifikasi akar masalah, mengoptimalkan penggunaan fasilitas produksi, dan mengurangi waktu tidak produktif adalah *Total Productive Maintenance* (TPM) (Wahid, 2020). Konsep TPM sering diukur menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur tingkat produktivitas dan kinerja mesin atau peralatan, pengukuran ini sangat penting untuk mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan baik dari segi produktivitas maupun efisiensi (Hidayat *et al.*, 2020). OEE memiliki tiga komponen utama yaitu, *Availability* (ketersediaan), *Performance* (kinerja), dan *Quality* (Kualitas). Kemudian menurut Setiawan *et al.* (2025) pendekatan yang dirancang untuk menentukan strategi pemeliharaan yang paling efektif dengan mempertimbangkan fungsi peralatan, berbagai kegagalan yang terjadi, serta konsekuensi dari setiap kegagalan tersebut dalam konteks operasi produksi berkelanjutan adalah metode *Reliability-Centered Maintenance* (RCM). Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa aktivitas perawatan yang dilakukan benar-benar relevan dengan kondisi operasional mesin, sehingga sumber daya perawatan dapat digunakan secara efektif dan efisien. Melalui RCM, perusahaan dapat mengidentifikasi komponen-komponen kritis yang memiliki pengaruh besar terhadap keandalan sistem produksi dan menentukan strategi perawatan yang paling tepat untuk setiap komponen tersebut.

Industri semen adalah salah satu sektor manufaktur yang padat modal dan energi, di mana mesin-mesin seperti harus beroperasi terus-menerus untuk memenuhi permintaan pasar yang tinggi. PT XYZ, sebagai salah satu produsen semen terbesar di Indonesia, dihadapkan pada tantangan untuk menjaga serta meningkatkan efisiensi dalam proses produksinya. Kompleksitas kegiatan operasional yang meliputi pembuatan semen dan beton siap pakai (*ready-mix concrete/RMC*) menuntut perusahaan untuk menerapkan strategi manajemen produksi efektif dalam meminimalisir *downtime*. Tingginya *downtime* pada mesin atau fasilitas produksi pada perusahaan menjadi tantangan terbesar dalam sebagian semen. Setiap kali mesin berhenti proses produksi akan berhenti, dan akan memerlukan waktu dan biaya untuk proses perbaikan.

Mesin Raw Mill merupakan salah satu mesin kritis dalam produksi bahan baku semen, karena setiap kali mesin ini mengalami penghentian mendadak, dampaknya sangat signifikan terhadap kelancaran produksi, digambarkan secara singkat pada gambar 1.1. berikut.



Gambar 1. 1. Alur Produksi Bahan Baku

Gambar 1.1. merupakan alur produksi bahan baku di mana mesin Raw Mill berfungsi sebagai unit utama dalam proses penggilingan bahan baku, sehingga ketika mesin ini berhenti, rantai produksi berikutnya seperti pembakaran pada kiln yang merupakan proses utama dalam produksi semen juga ikut terganggu. Kondisi ini tidak hanya menyebabkan terhentinya suplai material ke proses berikutnya, tetapi juga menimbulkan waktu pemulihan (*restart*) yang cukup lama serta biaya tambahan yang besar.

Pada pelaksanaan operasionalnya, perusahaan menerapkan sistem *maintenance* yang terstruktur dengan melakukan inspeksi harian pada keseluruhan fasilitas produksi. Kegiatan ini dilakukan untuk mengidentifikasi indikasi awal kerusakan seperti keausan atau terdapat ketidakwajaran pada komponen yang bisa diamati secara visual. Apabila ditemukan adanya kejanggalan, informasi tersebut dicatat oleh *inspector* kemudiandimasukkan sebagai *work order* dalam sistem. Kemudian akan diolah lebih lanjut untuk menjadi *work order* kepada teknisi *maintenance* agar dilakukan tindakan perbaikan. Namun demikian, pendekatan inspeksi visual memiliki keterbatasan ketika diterapkan pada komponen yang berada di dalam mesin atau tidak dapat diamati secara langsung selama mesin beroperasi seperti gambar berikut.



Gambar 1.2. Mesin Raw Mill

Gambar 1.2 menunjukkan tampilan mesin Raw Mill yang merupakan peralatan berukuran besar dengan struktur tertutup dan susunan komponen yang sebagian besar berada di dalam *casing* mesin. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa hanya bagian-bagian tertentu saja yang dapat diamati secara langsung selama mesin beroperasi, sementara bagian dalam yang berperan penting dalam proses penggilingan tidak dapat dilakukan inspeksi harian secara visual. Kondisi ini menyebabkan potensi penurunan kinerja atau kerusakan komponen internal sulit terdeteksi pada tahap awal. Tabel 1.1 berikut menunjukkan data *breakdown* mesin Raw Mill pada periode tahun 2021-2025.

Tabel 1.1. *Breakdown* Mesin Raw Mill

<b>Komponen</b>	<b>Duration</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Waktu</b>	<b>Selesai Kerusakan</b>
<i>Bearing Bend Pulley</i>	06.12	15/03/2023	07.37.00	13.49.00
<i>Bearing Tail Pulley</i>	06.48	15/03/2023	07.37.00	14.25.00
<i>Belt Conveyor</i>	04.18	09/10/2022	14.19.00	04.36.00
<i>Belt Conveyor</i>	06.25	20/02/2023	08.24.00	20.57.00
<i>Belt Conveyor</i>	04.42	22/05/2024	06.41.00	01.01.00
<i>Belt Conveyor</i>	03.48	02/03/2025	07.15.00	00.23.00
<i>Belt Conveyor</i>	15.35	18/07/2025	02.47.00	19.04.00
<i>Bend Pulley</i>	04.24	25/04/2022	17.10.00	21.34.00
<i>Bend Pulley</i>	05.00	05/08/2025	00.00.00	05.00.00
<i>Carrier Roller</i>	03.06	07/06/2024	18.23.00	21.29.00
<i>Carrier Roller</i>	02.24	02/07/2025	00.00.00	02.24.00
<i>Coupling</i>	06.00	16/08/2025	00.00.00	06.00.00
<i>Impact Roller</i>	04.24	07/02/2023	17.31.00	21.55.00

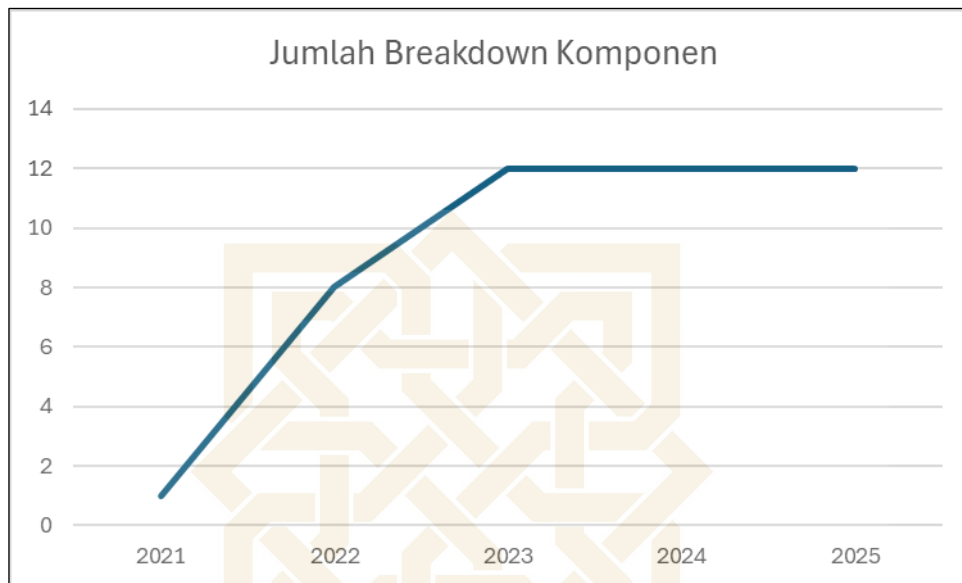
Tabel 1.1. Lanjutan

<b>Komponen</b>	<b>Duration</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Waktu</b>	<b>Selesai Kerusakan</b>
<i>Impact Roller</i>	04.18	27/04/2023	18.32.00	22.50.00
<i>Impact Roller</i>	05.42	26/09/2023	17.09.00	22.51.00
<i>Lagging bend pulley</i>	12.36	19/07/2022	19.16.00	07.52.00
<i>Lagging snub pulley</i>	12.48	15/07/2022	14.09.00	02.57.00
<i>Lagging snub pulley</i>	11.30	27/07/2023	15.57.00	03.27.00
<i>Lagging snub pulley</i>	14.00	04/01/2024	08.27.00	22.27.00
<i>Lagging Tail Pulley</i>	10.00	04/04/2024	08.30.00	18.30.00
<i>Primary Belt Cleaner</i>	06.00	24/10/2023	11.34.00	17.34.00
<i>Primary Belt Cleaner</i>	04.18	12/11/2024	23.48.00	04.06.00
<i>Primary Belt Cleaner</i>	05.06	17/06/2025	00.00.00	05.06.00
<i>Primary Belt Cleaner</i>	03.00	06/05/2025	00.00.00	03.00.00
<i>Return Roller</i>	04.48	29/02/2024	08.27.00	13.15.00
<i>Return Roller</i>	04.18	31/07/2024	09.14.00	13.32.00
<i>Return Roller</i>	06.06	21/03/2025	00.00.00	06.06.00
<i>Sambungan Belt Conveyor</i>	04.30	08/08/2025	00.00.00	04.30.00
<i>Sambungan Belt Conveyor</i>	06.48	08/08/2025	00.00.00	06.48.00
<i>Skirt Plate</i>	07.24	14/06/2022	15.23.00	22.47.00
<i>Skirt Plate</i>	04.54	31/08/2024	18.37.00	23.31.00
<i>Skirt Rubber</i>	04.18	19/10/2023	19.09.00	23.27.00
<i>Skirt Rubber</i>	04.36	03/04/2024	11.11.00	15.47.00
<i>Tail Pulley</i>	06.36	15/03/2023	07.37.00	14.13.00
<i>Grinding Roller</i>	14.17	25/09/2021	14.19.00	04.36.00
<i>Grinding Roller</i>	12.33	07/04/2022	08.24.00	20.57.00
<i>Grinding Roller</i>	18.20	18/11/2022	06.41.00	01.01.00
<i>Grinding Roller</i>	17.08	10/06/2023	07.15.00	00.23.00
<i>Grinding Roller</i>	16.17	18/05/2024	02.47.00	19.04.00
<i>Grinding Roller</i>	20.11	02/08/2025	07.31.00	03.42.00
<i>Table Liner</i>	12.25	10/07/2022	09.18.00	21.43.00
<i>Table Liner</i>	20.10	15/08/2023	08.46.00	04.56.00
<i>Table Liner</i>	18.03	21/03/2024	07.19.00	01.22.00
<i>Table Liner</i>	16.23	30/09/2024	10.31.00	02.54.00
<i>Table Liner</i>	22.08	02/08/2025	06.12.00	04.20.00
<b>Duration Total</b>	428.4			

Sumber: PT XYZ. (2025)

Tabel 1.1. menampilkan data *breakdown* yang dilakukan pada mesin Raw Mill dengan komponen yang bermacam-macam. Dalam kurun waktu 4 tahun terakhir total durasi *downtime* yang terjadi sebesar 428.4 jam menunjukkan tingginya kegagalan yang bisa menyebabkan mesin berhenti, sehingga diperlukan

sistem *preventive maintenance* untuk menentukan metode dan interval waktu perawatan yang sesuai dengan kebutuhan komponen.



Gambar 1. 3 Grafik *Breakdown* Komponen Raw Mill  
Sumber: Analisis (2026)

Gambar 1.3 Merupakan trend *breakcdown* komponen. Berdasarkan data menunjukkan peningkatan jumlah kerusakan dari 1 kejadian pada tahun 2021 menjadi 12 kejadian per tahun pada periode 2021–2025, yang mengindikasikan adanya kestabilan kerusakan komponen pada mesin Raw Mill di setiap tahunnya. Total downtime mesin mencapai 428.4 jam dengan rata-rata *downtime* sebesar 85,68jam per tahun.komponen *Grinding Roller* merupakan komponen dengan frekuensi kerusakan tertinggi yaitu sebanyak 6 kali, serta memiliki total *downtime* terbesar mencapai 98,77 jam.

Berdasarkan pemaparan masalah yang telah diuraikan, frekuensi kerusakan yang tinggi pada suatu mesin akan berdampak pada meningkatnya nilai *downtime*, yang selanjutnya mempengaruhi produktivitas dan keberlanjutan produksi perusahaan (Al *et al.*, 2023). Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk

mengukur produktivitas kinerja mesin adalah OEE, yang menggambarkan tingkat ketersediaan, kinerja, dan kualitas mesin secara keseluruhan (Raflidi *et al.*, 2024). Namun, pengukuran kinerja mesin melalui OEE saja belum cukup untuk menentukan strategi *maintenance* yang tepat. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan RCM untuk menganalisis fungsi mesin, mengidentifikasi mode kegagalan, serta mengevaluasi konsekuensi kegagalan yang berpotensi terjadi, sehingga dapat ditentukan kebutuhan *maintenance* yang paling sesuai dengan karakteristik komponen, pada penelitian ini akan menggunakan *age replacement* dalam menentukan jadwal penggantian waktu yang optimal sehingga dapat meminimalisir nilai kerusakan dan akan adanya penghematan biaya terhadap perawatan suatu mesin (Nidaru & Widjajati, 2020). Seluruh proses analisis ini diintegrasikan ke dalam sebuah sistem yang berfungsi untuk membantu pengambilan keputusan *maintenance* secara sistematis, dengan tujuan meminimalkan *downtime*, menekan potensi kerusakan mendadak dengan melihat interval penjadwalan perawatan, serta meningkatkan efisiensi biaya perawatan mesin. Sistem yang dirancang dalam penelitian ini diberi nama *Preventive Reliability Management (PRIMA)* yang mengintegrasikan analisis OEE, RCM, dan *age replacement* serta perhitungan biaya perawatan dalam satu *platform* sebagai alat bantu pengambilan keputusan perawatan yang lebih optimal.

## **1.2. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan pemaparan latar belakang diatas, berikut merupakan pertanyaan penelitian yang timbul pada penelitian kali ini.

1. Berapa nilai efektifitas pada mesin Raw Mill di PT XYZ menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness*?

2. Seperti apa strategi perawatan yang diperlukan pada mesin Raw Mill agar dapat melakukan produksi dengan baik dan standar kinerjanya menggunakan metode *RCM Decision Worksheet*?
3. Berapa interval waktu perawatan mesin Raw Mill yang tepat dengan model *Age Replacement* agar dapat menghemat biaya perawatan?
4. Seperti apa desain sistem perawatan optimal berdasarkan analisis RCM dan *Age Replacement* dalam menjaga keandalan mesin Raw Mill?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berikut merupakan tujuan penelitian kali ini.

1. Menghitung nilai efektifitas dan efisiensi pada mesin Raw Mill di PT. XYZ menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness*.
2. Menentukan strategi perawatan optimal terhadap mesin Raw Mill sesuai *RCM Decision Worksheet*
3. Menghitung interval waktu perawatan komponen kritis pada mesin Raw Mill yang tepat dengan model *Age Replacement* agar dapat menghemat biaya perawatan.
4. Merancang desain sistem perawatan optimal berdasarkan analisis RCM dan *Age Replacement* dalam menjaga keandalan mesin Raw Mill.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Peneliti  
Dengan dilakukan penelitian ini semoga akan bermanfaat dan dapat mengaplikasikan ilmu-ilmu yang didapat selama dilakukannya penelitian ini.
2. Bagi Perusahaan

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi kinerja mesin Raw Mill melalui pengukuran efektivitas dan efisiensi menggunakan metode OEE. Hasil analisis RCM membantu menentukan jenis dan kegiatan perawatan yang sesuai dengan karakteristik kegagalan mesin, sedangkan penerapan model *Age Replacement* digunakan untuk menetapkan interval perawatan komponen kritis guna menurunkan *downtime* tidak terencana dan biaya perawatan.

### **1.5. Batasan Penelitian**

Adapun batasan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Objek penelitian pada kali ini terbatas pada mesin Raw Mill P10 pada PT XYZ.
2. Produk-produk semen pada objek penelitian dianggap sama.
3. Data yang digunakan pada pengolahan (OEE) adalah data historis 12 Bulan terakhir yaitu pada bulan Agustus 2024-Agustus2025.
4. Data yang digunakan pada pengolahan *age replacement* adalah data notifikasi komponen rusak hingga selesai diperbaiki pada mesin Raw Mill pada tahun 2021 s/d 2025.
5. Penelitian ini dilakukan di divisi *maintenance control center* (MCC).
6. Ruang lingkup sistem yang akan dibuat pada penelitian ini sebatas analisis OEE, RCM, dan *age replacement* serta perhitungan biaya perawatan.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Penelitian ini terbagi menjadi tiga bab, pada bab satu dijelaskan latar belakang permasalahan yang menjadi dasar penelitian, perumusan masalah yang dilakukan melalui kajian literatur dan kegiatan observasi langsung pada PT XYZ kemudian

membuat tujuan yang ingin dicapai, batasan penelitian, serta sistematika penulisan sebagai gambaran alur pembahasan. Bab dua memuat tinjauan penelitian terdahulu terkait OEE, RCM, dan *age replacement* dan landasan teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas sebagai dasar pendukung dalam pelaksanaan penelitian. Selanjutnya, Bab tiga menguraikan objek penelitian, metode pengumpulan data, penentuan dan pengelompokan variabel penelitian, serta model analisis dan diagram alir penelitian yang diterapkan.

Bab keempat merupakan pengumpulan dan pengolahan data yang diperoleh dari perusahaan. Setelah tahap analisis dilakukan perancangan sistem mengacu dari mekanisme pengolahan yang sudah dilakukan dan kemudian dilakukan analisis dari hasil pengolahan untuk menyelesaikan masalah dan menjawab pertanyaan penelitian. Bab lima berisi tentang kesimpulan yang ditemukan dan untuk menjawab tujuan penelitian, kemudian terdapat saran yang berkaitan dengan penelitian baik itu mengenai proses, objek dan juga metode.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis pengolahan metode OEE, diperoleh nilai efektivitas mesin Raw Mill selama periode Agustus 2024 hingga Juli 2025. Hasil perhitungan menunjukkan nilai rata-rata OEE masih berada di bawah standar *world class* ( $\geq 85\%$ ) yaitu sebesar 66,5% yang dipengaruhi oleh nilai *availability* sebesar 79,57%, nilai *performance* sebesar 78,52%, serta nilai *quality* konsisten 100% karena tidak terdapat produk cacat pada proses penggilingan bahan baku.
2. Berdasarkan hasil analisis penentuan strategi perawatan menggunakan metode RCM, komponen kritis seperti *grinding Roller* dan *table liner* memerlukan strategi *scheduled discard task*, yaitu penggantian komponen secara terjadwal sebelum mencapai batas umur pakainya. Kemudian untuk komponen pada sistem *conveyor* seperti *belt conveyor*, *lagging snub pulley*, *primary belt cleaner*, *return roller*, dan *impact roller* menggunakan strategi *scheduled restoration task* berupa tindakan perawatan seperti perbaikan, pelapisan ulang, atau penyetelan tanpa harus melakukan pergantian komponen baru.
3. Berdasarkan analisis menggunakan model *Age Replacement*, diperoleh bahwa interval perawatan optimal pada komponen yang memerlukan strategi *scheduled discard task* pada mesin Raw Mill yaitu *grinding roller*, *table liner*.

Hasil ini menunjukkan bahwa pada komponen *grinding roller* titik kerusakan tertinggi yaitu pada interval waktu ke-5800 jam sehingga dilakukan pencegahan kerusakan sebelum komponen mencapai titik kritis kerusakan, yaitu sekitar pada interval waktu ke-5.792 jam atau sekitar setiap 241 hari produksi. Pada komponen *table liner* titik kerusakan yaitu pada interval waktu 5900 jam sehingga dilakukan pencegahan kerusakan sebelum komponen mencapai titik kritis kerusakan, yaitu sekitar pada interval waktu ke-5.832 jam atau sekitar setiap 243 hari produksi. Penghematan biaya perawatan yang dilakukan sebesar 41,80% untuk *grinding roller* dan 37,03% untuk *table liner*.

4. Berdasarkan model analisis keseluruhan, sistem perawatan optimal yang diberi nama PRIMA (*Preventive Reliability Management*). Sistem ini dirancang dengan *interface user* yang bisa menginput data produksi, data kerusakan, data *failure mode and effect* serta data biaya perawatan. *Output* dari sistem nantinya bisa menampilkan nilai OEE, distribusi kerusakan terpilih, PDF, interval pergantian komponen dan perbandingan biaya *corrective maintenance* dan *preventive maintenance*. Hasil pengujian *white box* dan *black box* membuktikan sistem berjalan sesuai dengan logika yang dirancang dan mampu menangani kondisi normal atau kesalahan input yang dilakukan oleh *user*.

## 5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya dijelaskan sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas objek penelitian tidak hanya terbatas pada mesin Raw Mill, tetapi juga mencakup mesin-mesin kritis lainnya dalam lini produksi semen, seperti Kiln, Cement Mill, dan Packer. Hal ini penting dilakukan karena proses produksi semen merupakan rangkaian sistem yang terintegrasi, sehingga keandalan setiap mesin saling mempengaruhi satu sama lain.
2. Pengembangan sistem yang terintegrasi dengan *database* sistem *maintenance* perusahaan agar data perawatan dapat tersinkronisasi dengan data produksi, persediaan suku cadang, dan biaya secara otomatis.
3. Penelitian selanjutnya direkomendasikan menggunakan *machine learning* untuk memprediksi kegagalan komponen berdasarkan *realtime condition* untuk pengembangan yang lebih menarik sehingga sistem perawatan tidak hanya berbasis waktu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afiva, W. H., Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2019). Usulan interval preventive maintenance dan estimasi biaya pemeliharaan menggunakan metode reliability centered maintenance dan FMECA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(2), 213–223. <https://doi.org/10.23917/jiti.v18i2.8551>
- Al, M., Fitri, M., Farid, M., Rafki, I., & Nofriadiman. (2023). Perawatan mesin sterilizer menggunakan metode Age Replacement. *Jurnal Teknik Dan Teknologi Tepat Guna*, 2(3), 132–139. <https://rcf-indonesia.org/jurnal/index.php/jtech>
- Al-Ayyubi, M., & Maulana, B. (2023). Designing a web-based information system for scholarship management: Supporting access and rapid dissemination of information. *ITEJ*, 8, 14–33. <https://syekhnujati.ac.id/jurnal/index.php/itej>
- Alwi, M., Yunus, K., & Haslinda. (2024). Analisis perawatan mesin bubut menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada CV. Sumber Jaya Makassar. *Journal Of Natural Science And Technology Adpertisi (JNSTA)*, 4(1). <http://jurnal.adpertisi.or.id/index.php/JNSTA>
- Aprilian, Y., & Afriansyah, D. (2024). Rancang bangun aplikasi learning management system berbasis moodle untuk mendukung pembelajaran blended learning menggunakan platform cloud vps linux ubuntu. 5(2), 2745–8911.
- Aulia, N., Nurul Maulidia, M., Wulandari, B., & Juni, D. (2025). Rancangan sistem informasi akuntansi penerimaan kas jasa servis laptop dalam meningkatkan efisiensi operasional di sercom center. *Jurnal Sistem Informasi Akuntansi*, 6(2), 103–111. <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/justian>
- Bastari, A. S., & Varayesi, F. (2022). Analisis performance maintenance pada blowout preventer menggunakan metode reabilty MTBF MTTR dan Degradation Test Rubber Packing Element.
- Diniaty, D., & Susanto, R. (2017). Analisis total produktive maintenance (tpm) pada stasiun kernel dengan menggunakan metode overall equipment effectiveness (oe) di pt. surya agrolika reksa. In *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 3, Number 2).
- Duer, S., Woźniak, M., Paś, J., Zajkowski, K., Bernatowicz, D., Ostrowski, A., & Budniak, Z. (2023). Reliability testing of wind farm Devices Based on the Mean Time between Failures (MTBF). *Energies*, 16(4). <https://doi.org/10.3390/en16041659>
- Efilda, Khairil Ahsyar, T., & Lutfhi Hamzah, M. (2023). Evaluasi Usability Sistem Informasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Menggunakan Heuristic Evaluation dan Human-Centered Design. *Media Online*, 3(6), 728–736. <https://doi.org/10.30865/klik.v3i6.874>
- Fadhli, M., Saifudin, A. J., & Winursito, Y. C. (2025). Engineering journals analysis of machine maintenance system using preventive maintenance method ABC classification and modular design. *Information Technology Engineering Journals*, 10, 54–64.

- Fatma, F. N., Ponda, H., & Rizky, aditya. (2020). Analisis preventive maintenance dengan metode menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) Studi Kasus PT. Gajah Tunggal TBK. *Jurnal Heuristic*, 17, 87–94.
- Fitriani, E., & Safirin, M. T. (2021). Usulan penentuan interval waktu pergantian komponen menggunakan Metode Age Replacement Di PT. XYZ. *Juminten : Jurnal Manajemen Industri Dan Teknologi*, 02(02), 72–83.
- García, F. J. Á., & Salgado, D. R. (2022). An approach for predictive maintenance decisions for components of an industrial multistage machine that fail before their MTTF: A Case Study. *Systems*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/systems10050175>
- Gholipour, Y., Zare, M., & Vaziri Sereshk, M. (2025). A comprehensive review of maintenance strategies: from reactive to proactive approaches. *CENTRALASIA AND THE CAUCASUS*, 26.
- Hidayah, S. N., & Widjajati, E. P. (2023). Penentuan interval perawatan mesin wood pallet secara preventif dengan metode modularity design dan age repalcement pada pt yale woodpallet indonesia. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 2(2), 93–107. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i2.1666>
- Hidayat, D. F., Hardono, J., & Wijaya, W. A. (2020). Analisa Total Productive Maintenance (TPM) menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin CNC Milling Total Productive Maintenance Analysis to Measure the Overall Equipment Effectiveness (OEE) on a CNC Milling Machine. 9(2), 2020. <http://jurnal.umt.ac.id/index.php/jt/index>
- Imarah, T. S., & Jaelani, R. (2020). ABV analysis, forecasting and economic frder quantity(eoq) implementation to improve smooth operation process. 1(3). <https://doi.org/10.31933/DIJEMSS>
- Kartika, W. Y., Harsono, A., & Permata, G. (2016). Usulan perbaikan produk cacat menggunakan metode Fault Mode And Effect Analysis dan Fault Tree Analysis Pada PT. Sygma Examedia Arkanleema. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Januari*, 4.
- Klakattawi, H. S. (2022). Survival analysis of cancer patients using a new extended Weibull distribution. *PLoS ONE*, 17(2 February). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264229>
- Kusuma, T. Y., Assegaf, K. M., & Amijata, F. D. T. (2021). Planning activities and maintenance time intervals of induction machines using the Reliability Centered Maintenance (RCM) ii and Age Replacement method case study: CV. Sumber Baja Perkasa.
- Moubray, J. (1991). *Reliability Centered Miantenance 2nd Edition. Industrial*.
- Mufid, F. H., & Nugroho, H. S. (2019). Comparison of economic cost and effectiveness between existing salt industry maintenance program, Reliability Maintenance Program and Age-Replacement Maintenance Program on salt

- crusher machine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 494(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/494/1/012079>
- Mustaqbal, M. S., Firdaus, R. F., & Rahmadi, H. (2015). Pengujian aplikasi menggunakan black box testing boundary value analysis. In *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan: I* (Number 3).
- Mutaqiem, A., Soediantono, D., & Staf Dan Komando Angkatan Laut, S. (2022). Literature review of Total Productive Maintenance (TPM) and recommendations for application in the defense industries. In *Journal of Industrial Engineering & Management Research* (Vol. 3, Number 2). <http://www.jiemar.org>
- Nabilla, Z. H., Eko Setiawan, A., Ardhy, F., & Rizki, F. (2024). Evaluasi dan perancangan User Interface (UI) untuk meningkatkan User Experience (UX) menggunakan Metode Human Centered Design (HCD) pada aplikasi sitabsis di SMPN 03 Gading Rejo. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 5(2). <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction To TPM. Total Productive Maintenance*.
- Ngoy, K. R., & Israel, K. (2021). The strategy of successful Total Productive Maintenance (TPM): Implementation and benefits of TPM (Literature Review). In *IJIRMPS* (Vol. 9, Number 6). [www.ijirmps.org](http://www.ijirmps.org)
- Nidaru, A. F., & Widjajati, P. W. (2020). Penentuan interval perawatan mesin air separationplant secara preventive downtime maintenance dengan menggunakan metode age replacement pada PT. XYZ. <https://doi.org/https://doi.org/10.33005/juminten.v1i3.114>
- Nugraha, W. A. (2022). Pengujian white box berbasis path pada form autentikasi berbasis mobile. *Jurnal Siliwangi*, 8(2), 2022.
- Nurdiansyah, D., & Hariadi, A. H. (2024). Analysis of Maintenance Management at PT.XYZ Power Plant (With MTTR, MTTF, and Availability Factors) and Development of Performance Improvement Program. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 3(9), 3363–3376. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v3i9.11137>
- Nurdina, W., & Retno Andani, S. (2020). Perancangan sistem informasi pelayanan masyarakat pada kantor camat tapian dolok. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains*.
- Nursanti, I., & Susanto, Y. (n.d.). Analisis perhitungan overall equipment effectiveness (oee) pada mesin packing untuk meningkatkan nilai availability mesin.
- Odeyar, P., Apel, D. B., Hall, R., Zon, B., & Skrzykowski, K. (2022). A review of reliability and fault analysis methods for heavy equipment and their components used in mining. in *energies* (Vol. 15, Number 17). MDPI. <https://doi.org/10.3390/en15176263>
- Prahmawati, E., Pertiwi, S., & Hermawan, W. (2018). Optimization of Decision Support System for maintenance of machineries production. *Jurnal*

- Keteknikan Pertanian*, 6(2), 115–122. <https://doi.org/10.19028/jtep.06.2.115-122>
- Praniffa, A. C., Syahri, A., Sandes, F., Fariha, U., Giansyah, Q. A., & Hamzah, M. L. (2023). Pengujian black box dan white box sistem informasi parkir berbasis web. *Jurnal Testing Dan Implementasi Sistem Informasi*, 1(1), 1–16.
- Priya, P., Mohan Kumar, N., Professor, A., & Final Semester, M. (2024a). *Malicious URL Detection using Machine Learning* (Vol. 11). [www.jetir.org](http://www.jetir.org)
- Priya, P., Mohan Kumar, N., Professor, A., & Final Semester, M. (2024b). *Malicious URL Detection using Machine Learning* (Vol. 11). [www.jetir.org](http://www.jetir.org)
- Putra, R. R., Putri, N. A., & Handayani, S. (2023). Perancangan sistem informasi kelompok tani menggunakan design User Interface Dan User Experience dengan metode User Centered Design. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 6(1).
- Rafliadi, M. N., Ramadhan, B. B., Danar, A., Ariya, R., & Prastyo, Y. (2024). Analisis produktivitas kerja menggunakan metode Total Productive Maintenance (TPM) dan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada mesin moulding.
- Ramadani, L., & Silfia, A. (2025). Analisis risiko rantai pasok telur ayam ras menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di Parent Stock Aira & Syifa. *Jurnal Ilmu Bersama*, 3(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.56211/factory.v3i3.794>
- Ramadhan, A. D., Siti, R., & Fibi, E. P. (2025). Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk mereduksi downtime Mesin Cement Mill di PT XYZ. *Jurnal KaLIBRASI: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 8(2), 94–103. <https://doi.org/10.37721/kalibrasi.v8i2.1660>
- Rizki, M., Wiyatno, T. N., & Astuti, R. F. (2024). Quality control of ceramic wall products six sigma method with DMAIC Tools and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, 1027–1040. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24jun1035>
- Salsabila, N., & Setiafindari, W. (2024). Analisis efektivitas mesin air jet loom menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness dan Age Replacement Pada Departemen Weaving PT Primissima. *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*.
- Setiawan, A., Kinley Aritonang, Y. M., & Iskandar, C. (2025). Penerapan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk menentukan strategi perawatan fasilitas produksi kain. *Jurnal Telematika*, 8(1).
- Simatupang, A., & Nafisah, S. (2020). Analisis proses pada senayan Library Information Management System (SLIMS) cendana berbasis Data Flow Diagram (DFD) Di Perpustakaan Universitas Kristen Duta Wicana Yogyakarta Syifaun Nafisah. *Jurnal Ilmu Perpustakaan Dan Informasi*, 5(1).

- Sukarno, S. A. (2024). Rancang bangun graphical user interface pada sistem kendali suhu nirkabel pemanas tangki berpengaduk kontinyu. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3953>
- Tantawy, E. M., Badran, E. A., & Abdel-Rahman, M. H. (2022). Techno-Economic Assessment of voltage sags mitigation in distribution system connected to DGs. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8795100>
- Taufik, & Septyani, S. (2015). Penentuan interval waktu perawatan komponen kritis pada mesin turbin di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 14(2), 238–258.
- Yaqin, R. I., Zamri, Z. Z., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, M. S., & Umar, M. L. (2020). Pendekatan FMEA dalam analisa risiko perawatan sistem bahan bakar mesin induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3). <https://doi.org/10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200>
- Zeng, X., Wu, J., & Wang, D. (2015). Evaluating the three methods of Goodness of Fit test for frequency analysis. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 5(3), 178. <https://doi.org/10.2991/jrarc.2015.5.3.5>
- Zulfatri, M. M., Alhilman, J., & Atmaji, F. T. D. (2020). Pengukuran efektivitas mesin dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Overall Resource Effectiveness (ORE) pada mesin PL1250 DI PT XZY. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(2), 123. <https://doi.org/10.24853/jisi.7.2.123-131>