



**ANALISIS PERBAIKAN NILAI OEE *BELT CONVEYOR*
PLTU DENGAN METODE RCFA DAN FMEA**



TESIS

ERIK ODI WIJAYA

UNIVERSITAS

55319120019

MERCU BUANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2021



**ANALISIS PERBAIKAN NILAI OEE *BELT CONVEYOR*
PLTU DENGAN METODE RCFA DAN FMEA**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascadarjana pada Program Studi Magister Teknik Industri**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
ERIK ODI WIJAYA
55319120019

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

2021

PENGESAHAN TESIS

Judul : Analisis Perbaikan Nilai OEE *Belt Conveyor* PLTU Batubara
Dengan Metode RCFA Dan FMEA

Nama : Erik Odi Wijaya

NIM : 55319120019


Program Studi : Magister Teknik Industri

Tanggal : 26 Nopember 2021



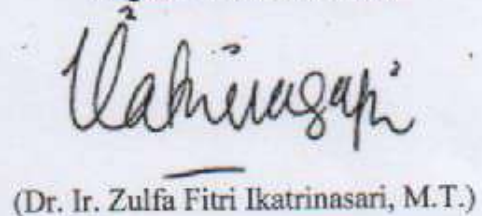
UNIVERSITAS
MERCU BUANA
(Dr. Erry Rimawan, MBA)

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Industri



(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

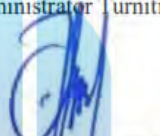
Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh :

Nama : Erik Odi Wijaya
NIM : 55319120019
Program Studi : Magister Teknik Industri

dengan judul

“Minimize Conveyor Belt Damage In Coal-Fired Power Plants Using SEM-PLS and FMEA Methods”, telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 19/07/2021, didapatkan nilai persentase sebesar 19 %.

Jakarta, 19 Juli 2021
Administrator Turnitin


Arje Pangudi, A.Md

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Analisis Perbaikan Nilai OEE *Belt Conveyor* PLTU Dengan Metode RCFA Dan FMEA
Nama : Erik Odi Wijaya, S.T
NIM : 55319120019
Program Studi : Magister Teknik Industri
Tanggal : 26 November 2021

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 26 November 2021



(Erik Odi Wijaya)

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Meruya dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wata'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian tesis yang berjudul " Analisis Perbaikan Nilai OEE Belt Conveyor PLTU Dengan Metode RCFA Dan FMEA". Tesis ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan laporan penelitian ini telah memperoleh bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini peneliti menyampaikan penghargaan yang setinggitingginya dan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Ngadino, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan, arahan, dan membagi ilmu yang bermanfaat dalam penyelesaian penelitian ini.
4. Dr. Erry Rimawan, MBA sebagai Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan memberi motivasi dalam penyusunan Tesis ini.
5. Para Guru Besar Universitas Mercu Buana selaku dosen yang telah memberikan kuliah dan tugas lain guna pendalaman materi kuliah; dan rekanrekan mahasiswa sebagai pendamping diskusi dalam belajar
6. Seluruh Rekan Magister Teknik Industri angkatan 26 yang telah menjadi teman, pembimbing dan pembina selama kuliah di Universitas Mercu Buana.
7. Rekan-rekan kerja (yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu) yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian laporan ini.

Penelitian ini sudah dibuat dengan sungguh-sungguh untuk mengikuti kaidah - kaidah penelitian ilmiah sebagaimana telah diatur dalam buku pedoman yang merupakan kebijakan Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana. Di sisi lain adanya keterbatasan kemampuan teknis maupun metodologis, tentu di dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan. Semoga semua pihak dapat membantu penyempurnaannya.

Jakarta, 26 November 2021

(Erik Odi Wijaya)



ABSTRAK

Batubara menjadi sumber daya terbesar di 38% dari pembangkit listrik tenaga batubara di dunia, di Indonesia pembangkit listrik tenaga batubara mendominasi dengan jumlah daya terpasang mencapai 20.750,50 MW atau 48.43%. *Belt conveyor* merupakan peralatan utama pengangkut batubara menuju boiler. Fenomena kerusakan *belt conveyor* seperti sobek, terkelupas, dan putus merupakan kejadian yang terjadi di banyak industri di dunia. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis akar masalah penyebab penurunan nilai OEE *belt conveyor* pada PLTU, memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengatasi penurunan nilai OEE *belt conveyor* pada PLTU. Hasil penelitian terdapat pengaruh yang signifikan antara *belt* rusak dengan OEE, OEE dengan produktivitas, dan *belt* rusak terhadap produktivitas melalui OEE, hasil analisis menggunakan metode RCFA didapat 2 penyebab utama menurunnya produktivitas yaitu akibat *belt* sobek sisi tepi dan *belt* terkelupas, kemudian didapatkan prioritas perbaikan kerusakan *belt conveyor* menggunakan metode FMEA berdasarkan nilai risk priority number (RPN) tertinggi.

Kata Kunci: *Belt conveyor*, FMEA, OEE, RCFA, SEM-PLS

MERCU BUANA

ABSTRACT

Coal is the largest resource for 38% of coal power plants in the world, in Indonesia electric power plants dominate with total installed power reaching 20,750.50 MW or 48.43%. Belt conveyor is the main equipment for transporting coal to the boiler. The phenomenon of conveyor belt damage such as tearing, peeling, and breaking is an event that occurs in many industries in the world. The purpose of this study is to analyze the root cause of the decline in the value of the OEE belt conveyor at the steam power plant, provide recommendations for improvement to overcome the decrease in the value of the OEE belt conveyor at the steam power plant. The results of the study showed that there was a significant effect between damaged belts with OEE, OEE with productivity, and damaged belts on productivity through OEE, the results of the analysis using the RCFA method obtained 2 main causes of productivity decline, namely due to torn side belts and peeling belts, then obtained an increase in damaged conveyor belt repairs using the FMEA method based on the highest risk priority number (RPN).

Keyword: Conveyor Belt, FMEA, OEE, RCFA, SEM-PLS

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	8
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	9
1.4. Asumsi dan Pembatasan Penelitian	9
BAB II	10
KAJIAN PUSTAKA	10
2.1 KAJIAN TEORI	10
2.1.1 TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>)	10
2.1.2 OEE (<i>Overall equipment effectiveness</i>)	11
2.1.3 <i>Structural Equation Modeling - Partial Least Square</i> (SEM - PLS)	13
2.1.4 <i>Root Cause Failure Analysis</i> (RCFA)	18
2.1.4.1 Melaporkan Insiden atau Masalah	18
2.1.4.2 Gejala dan Batasan	18
2.1.4.3 Persepsi Penyebab Masalah	19
2.1.4.4 Format Pelaporan Peristiwa	20

2.1.4.5	Klasifikasi Insiden	20
2.1.4.5	Kerusakan atau Kegagalan Peralatan	21
2.1.4.6	Mencari Akar Penyebab dengan <i>Fishbone</i>	22
2.1.4.7	Why - Why Analysis (5W1H)	23
2.1.4.8	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	23
2.2	PENELITIAN SEBELUMNYA	26
2.3	KERANGKA PEMIKIRAN	31
BAB III	32
METODE PENELITIAN	32
3.1	Jenis dan Desain Penelitian	32
3.2	Jenis dan Sumber Data	32
3.2.1	Data Primer	33
3.2.2	Data Sekunder	33
3.3	Teknik Pengumpulan Data	34
3.4	Populasi dan Sampel	34
3.5	Teknik Analisis Data	34
3.6	Langkah-Langkah Penelitian	37
BAB IV	38
DATA DAN ANALISIS	38
4.1	Data dan Analisis	38
4.1.1	Pengumpulan Data	38
4.1.2	<i>Flow Process Coal Handling System</i>	39
4.1.3	Rekapitulasi Data Kerusakan <i>Belt Conveyor</i>	39
4.1.4	Pengolahan Data Metode <i>Overall equipment evectivness</i>	42
4.1.4.1	Pengukuran Nilai <i>Availability Ratio</i>	42
4.1.4.2	Pengukuran Nilai <i>Performance Ratio</i>	43
4.1.4.3	Pengukuran Nilai <i>Quality Ratio</i>	43
4.1.4.4	Hasil Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	43
4.1.4.5	Hasil analisa data dengan metode statistik <i>Structural Equation Modeling - Partial Least Square</i> (SEM-PLS)	47
4.1.5.1	Data pengujian SEM-PLS	47
4.1.5.2	Pengujian Model Reflektif Tahap Awal	50
4.1.5.3	Pengujian Model Formatif Tahap Awal	52
4.1.5.4	Pengujian Model Reflektif Tahap akhir	54

4.1.5.5 Pengujian Model Formatif Tahap akhir	56
4.1.5.6 Pemeriksaan Model Struktural	56
4.1.6 Analisa <i>Root Cause Analysis</i>	60
4.1.6.1 Analisa <i>Fisbone Diagram</i>	62
4.1.6.2 <i>Why- Why Analysis</i>	66
4.1.7 Analisa <i>Failure Mode and Effcet Analysis</i>	69
4.2 Tindakan Perbaikan	74
4.2.1 Tindakan Perbaikan Belt Sobek Sisi Tepi	74
4.2.2 Tindakan Perbaikan Belt Terkelupas	78
4.2.3 Monitoring Hasil Perbaikan	81
BAB V	84
PEMBAHASAN	84
5.1 Temuan utama	84
5.1.1 Penyebab Dominan dan Pembahasan.....	84
5.2 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya	93
5.3 Implikasi Industri	94
5.3.1 Usulan pemecahan masalah dan tindakan perbaikan	94
5.3.2 Usulan untuk meningkatkan manajemen produktivitas	94
5.4 Keterbatasan Penelitian	95
BAB VI	97
KESIMPULAN DAN SARAN	97
6.1 Kesimpulan	97
6.2 Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Negara dengan konsumsi batubara tertinggi di dunia.....	1
Gambar 1. 2 Grafik Kapasitas Pembangkit Terpasang Menurut Jenisnya 2020.....	2
Gambar 1. 3 Grafik produksi energi berdasarkan jenis PLTU 2020	3
Gambar 1. 4 Isometric Layout Coal Handling System	4
Gambar 1. 5 3D Isometric Layout Coal Handling System	4
Gambar 1. 6 Komponen yang terdapat dalam sistem belt conveyor secara umum ...	5
Gambar 1. 7 belt conveyor Terkelupas	6
Gambar 1. 8 Belt conveyor Sobek	6
Gambar 1. 9 Belt conveyor Terkelupas	7
Gambar 1. 10 Belt conveyor Pecah	7
Gambar 2. 1 A Simple Path Model	16
Gambar 2. 2 Pohon logika analisis akar penyebab kegagalan	19
Gambar 2. 3 Formulir pelaporan insiden	20
Gambar 2. 4 Klasifikasi awal peristiwa	21
Gambar 2. 5 Fishbone diagram	22
Gambar 2. 6 Kerangka Pemikiran Penelitian	31
Gambar 3. 1 Model Konseptual SEM PLS	35
Gambar 3. 2 Diagram Fishbone Belt Sobek Sisi Tepi	36
Gambar 3. 3 Langkah – Langkah Penelitian	37
Gambar 4. 1 Flow proses penyaluran batubara	39
Gambar 4. 2 Pengujian model SEM-PLS tahap awal	50
Gambar 4. 3 Pengujian model SEM-PLS tahap akhir.....	54
Gambar 4. 4 Hasil Bootstrapping tahap akhir	57
Gambar 4. 5 Diagram Fishbone Belt sobek sisi tepi	63
Gambar 4. 6 Diagram Fishbone Belt terkelupas	65
Gambar 4. 7 Rancangan operasi belt conveyor manual	74
Gambar 4. 8 Return idler rekomendasi perbaikan	74
Gambar 4. 9 Caring idler rekomendasi perbaikan	75
Gambar 4. 10 Rubber lagging rekomendasi perbaikan	75
Gambar 4. 11 Belt sway rekomendasi perbaikan	76
Gambar 4. 12 Dinding chute pembersihan	76
Gambar 4. 13 deflector (hood dan spoon)	77

Gambar 4. 14 steering idler sesudah perbaikan	77
Gambar 4. 15 Clamp perbaikan pengunci rubber skirt	78
Gambar 4. 16 Blade martin rekomendasi perbaikan	78
Gambar 4. 17 adjustment rubber skirt rekomendasi perbaikan.....	79
Gambar 4. 18 Sirip limit switch rekomendasi perbaikan	79
Gambar 4. 19 Magnetic separator rekoemndasi perbaikan	80
Gambar 4. 20 Pelatihan SOP tim pengoperasian	80
Gambar 4. 21 schedule maintenance magnetic separator	81
Gambar 4. 22 Pelatihan magnetic separator	81
Gambar 4. 23 grafik Presentase perbandingan nilai OEE belt conveyer.....	83



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data kerusakan komponen conveyor system	8
Tabel 2. 1 Nilai standar OEE manufaktur kelas dunia	13
Tabel 2. 2 Organization of Multivariate Methods	14
Tabel 2. 3 Kriteria Severity	24
Tabel 2. 4 Kriteria Occurence	25
Tabel 2. 5 Kriteria Detection	26
Tabel 2. 6 Review penelitian sebelumnya	27
Tabel 2. 7 Matriks State Of The Art (SOTA)	30
Tabel 3. 1 Data Penelitian	32
Tabel 4. 1 Data breakdown conveyor system 2018 - 2020	38
Tabel 4. 2 Data produksi belt conveyor 33	40
Tabel 4. 3 Data produksi belt conveyor 35	40
Tabel 4. 4 Data produksi belt conveyor 37	41
Tabel 4. 5 Nilai OEE belt conveyor 33	44
Tabel 4. 6 Nilai OEE belt conveyor 35	45
Tabel 4. 7 Nilai OEE belt conveyor 37	46
Tabel 4. 8 Data indikator Belt rusak dan Profitabilitas	47
Tabel 4. 9 Data indikator Availability dan Performance	48
Tabel 4. 10 Data indikator Quality dan Produktivitas.....	49
Tabel 4. 11 Composite reliability	51
Tabel 4. 12 Outer Loading	51
Tabel 4. 13 Average Variance Extracted (AVE)	52
Tabel 4. 14 Discriminant Validty	52
Tabel 4. 15 R-square	53
Tabel 4. 16 VIP	53
Tabel 4. 17 Signifikansi Outer Weight & Outer Loading	53
Tabel 4. 18 Composite reliability tahap akhir	54
Tabel 4. 19 Outer loading tahap akhir	55
Tabel 4. 20 Average Variance Extracted (AVE)	55
Tabel 4. 21 Discriminant Validty	55
Tabel 4. 22 VIP	56
Tabel 4. 23 Signifikansi Outer Weight & Outer Loading	56

Tabel 4. 24 Tabel VIF Inner Model	56
Tabel 4. 25 Koefisien dan Pengujian Pengaruh Langsung Model Struktural	57
Tabel 4.26 Pengujian Pengaruh Tidak Langsung Model Struktural.....	58
Tabel 4. 27 R-square tahap akhir (R^2)	59
Tabel 4. 28 Effect Size (f^2)	59
Tabel 4. 29 Predictive Relevance (Q^2)	60
Tabel 4. 30 Anggota tim FGD.....	60
Tabel 4. 31 Rangkuman hasil FGD Belt sobek sisi tepi (edge)	61
Tabel 4. 32 Rangkuman hasil FGD Belt terkelupas	62
Tabel 4. 33 Why- why analysis penyebab dari metode	67
Tabel 4. 34 Why- why analysis penyebab dari mesin	67
Tabel 4. 35 Why- why analysis penyebab dari manusia	68
Tabel 4. 36 Why- why analysis penyebab dari material	68
Tabel 4. 37 Why- why analysis penyebab dari metode	68
Tabel 4. 38 Why- why analysis penyebab dari mesin	68
Tabel 4. 39 Why- why analysis penyebab dari manusia	69
Tabel 4. 40 Why- why analysis penyebab dari material	69
Tabel 4. 41 Penyebab dominan dan pembahasan belt sobek sisi tepi	70
Tabel 4. 42 Penyebab dominan dan pembahasan belt sobek sisi tepi	71
Tabel 4. 43 Penyebab dominan dan pembahasan belt terkelupas	72
Tabel 4. 44 Penyebab dominan dan pembahasan belt terkelupas	73
Tabel 4. 45 Data kerusakan belt conveyor 33 (Maret-Mei 2021) PLTU Suralaya 7 x 3500 MW – Banten	82
Tabel 4. 46 Data kerusakan belt conveyor 35 (Maret-Mei 2021) PLTU Suralaya 7 x 3500 MW – Banten	82
Tabel 4. 47 Data kerusakan belt conveyor 37 (Maret-Mei 2021) PLTU Suralaya 7 x 3500 MW – Banten	82
Tabel 5. 1 Penyebab dominan dan pembahasan belt sobek sisi tepi	85
Tabel 5. 2 Penyebab dominan dan pembahasan belt terkelupas	87
Tabel 5. 3 Standarisasi Hasil Improvement untuk Masalah Sobek Isi Tepi	89
Tabel 5. 4 Standarisasi hasil improvement untuk masalah Belt terkelupas	91
Tabel 5. 5 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya	93
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Pembahasan	96

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis SEM PLS dengan Smart PLS versi 3.2.9 tahap 1	103
Lampiran 2. Analisis SEM PLS dengan Smart PLS versi 3.2.9 tahap 2	104
Lampiran 3. Uji Hipotesis Analisis SEM PLS dengan Smart PLS versi 3.2.9 ...	106

