



universitas
MALIKUSSALEH

LAPORAN KERJA PRAKTIK

**ANALISIS EFEKTIVITAS *BELT CONVEYOR* PENGANGKUT
BATUBARA MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVENESS (OEE)* DAN *FAILURE MODE AND EFFECT
ANALYSIS (FMEA)* DI PT. INDONESIA POWER PLTU
PANGKALAN SUSU OMU**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Kelulusan Jurusan
Teknik Industri**

Disusun Oleh :

Atikah Azmi Siregar
NIM. 180130092

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MALIKUSSALEH

LHOKSEUMAWE

2021

**LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN
LAPORAN KERJA PRAKTIK**

PT. INDONESIA POWER PLTU PANGKALAN SUSU (PNS) OMU
LANGKAT - SUMATERA UTARA
Pada tanggal 01 Juli – 01 Agustus 2021

**“ANALISIS EFEKTIVITAS BELT CONVEYOR PENGANGKUT
BATUBARA MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVENESS (OEE) & FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS
(FMEA) DI PT. INDONESIA POWER PLTU PANGKALAN SUSU OMU”**

Disetujui dan Disahkan oleh :
Supervisor Senior RCB/Mentor

Mahendra Adhi Kuncoro
NIP. 861121023I

Manager Administrasi

Manager Engineering

Evendi Saragi
NIP. 6889025K3

Handoyo Widhy Wasisto
NIP. 810921063I

Mengetahui,
General Manager
PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU

Rizqi Priatna
NIP. 76032115

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya,

Nama : Atikah Azmi Siregar

Nim : 180130092

Menyatakan bahwa laporan kerja praktik saya,

1. Disusun oleh saya sendiri (bukan karya orang lain)
2. Tidak memuat karya/pendapat yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar disuatu perguruan tinggi, serta tidak terdapat karya/pendapat yang pernah ditulis/diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam laporan kerja praktik ini dan disebutkan dalam daftar referensi,

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa tekanan dari siapapun. Jika kemudian hari terbukti adanya pelanggaran atas pernyataan tersebut di atas, maka saya bersedia dikenakan sanksi berupa pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.

Bukit Indah, 30 Agustus 2021

Atikah Azmi Siregar
NIM. 180130092

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT. atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kerja praktik dan dapat menyusun laporan pelaksanaan kerja praktik dengan judul **“Analisis Efektivitas *Belt Conveyor* Pengangkut Batubara Menggunakan Meode *Overall Equipment Efectiveness (OEE) & Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*”** di PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU. Laporan ini disusun sebagai hasil akhir kerja praktik yang dilaksanakan mulai tanggal 01 Juli 2021 sampai dengan 01 Agustus 2021.

Laporan Kerja Praktik ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan Program Studi S1 pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Melalui kerja praktik ini penulis mendapatkan beberapa pengalaman menarik yang belum pernah dirasakan sebelumnya dan mendapat sedikit gambaran mengenai dunia kerja.

Selama proses pelaksanaan Kerja Praktik, penulis banyak mendapatkan berbagai bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada yang telah membantu pelaksanaan dan penyusunan Laporan Kerja Praktik ini, khususnya kepada :

1. Ibunda Sugiyati dan Ayahanda M. Azmi H. Siregar tercinta yang senantiasa mendoakan saya dan selalu mendukung serta memberikan semangat;
2. Bapak Ir. Amri, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Malikussaleh;
3. Bapak Syarifuddin, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Malikussaleh;
4. Bapak Prof. Dr. M. Sayuti, ST., M.Sc, IPM selaku Dosen Pembimbing Laporan yang telah memberikan bimbingan serta saran masukan dalam penyusunan laporan ini;

- Teknik Industri
5. Bapak Rizqi Priatna selaku General Manajer PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU;
 6. Bapak Evendi Saragi selaku Manajer Administrasi PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU;
 7. Bapak Handoyo Widhy Wasisto selaku Manager Engineering PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU;
 8. Bapak Mahendra Adhi Kuncoro selaku Supervisor Senior RCB Engineering sekaligus Pembimbing/Mentor Kerja Praktik di PT Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU;
 9. Pelaksana-pelaksana Senior RCB Engineering di PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU yang telah memberikan banyak ilmu yang bermanfaat dan selalu menemani penulis dengan suasana sehari-hari penuh canda tawa selama kerja praktik ini.
 10. Seluruh karyawan PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU.
 11. Rekan seperjuangan yaitu Arief Budianto Atmaja, Budi Pranata S., Khairul Yahya dan Yoga Trisyiam yang saling membantu, menemani dengan penuh canda tawa selama kerja praktik.

Tidak lupa saya berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penyusunan laporan ini dan saya memohon maaf atas segala kesalahan yang pernah saya lakukan selama mengikuti Kerja Praktik ini baik disadari maupun yang tidak saya sadari.

Untuk menyempurnakan laporan, saya mengharapkan saran dan kritik pembaca yang bersifat membangun. Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberi manfaat bagi penulis serta pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bukit Indah, 30 Agustus 2021

Atikah Azmi Siregar

Nim. 180130092

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN	
LEMBAR PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR RUMUS	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Kerja Praktik	1
1.2 Tujuan Kerja Praktik	2
1.3 Manfaat Kerja Praktik	3
1.4 Ruang Lingkup Kerja Praktik	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	5
2.1 Sejarah PT. Indonesia Power	5
2.2 Profil PT. Indonesia Power Pangkalan Susu (PNS) OMU	5
2.3 Visi, Misi, Kompetensi Inti dan Budaya Indonesia Power	6
2.4 Makna Bentuk dan Warna Logo	7
2.4.1 Bentuk	7
2.4.2 Warna	8
2.5 Lokasi Perusahaan	8
2.6 Struktur Organisasi Perusahaan	9
2.7 Tugas Pokok Organisasi	11
2.8 Uraian Singkat PLTU Pangkalan Susu OMU	15
2.8.1 Sistem Pembangkit Listrik di PLTU Pangkalan Susu OMU	15
2.8.2 Sistem Kelistrikan PLTU Pangkalan Susu OMU	15

BAB III TUGAS KHUSUS..... 26

3.1	Pendahuluan.....	26
3.1.1	Latar Belakang.....	26
3.1.2	Rumusan Masalah	28
3.1.3	Tujuan Penelitian.....	28
3.1.4	Manfaat Penelitian.....	28
3.1.5	Batasan Masalah dan Asumsi	29
3.1.5.1	Batasan Masalah	29
3.1.5.2	Asumsi	29
3.2	Landasan Teori.....	30
3.2.1	Pengertian <i>Maintenance</i>	30
3.2.2	Pengertian <i>Total Productive Maintenance</i>	30
3.2.3	Pengertian <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	32
3.2.4	Pengertian <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA)	35
3.2.5	Diagram <i>Fishbone</i>	39
3.2.6	Hubungan antara Metode OEE dan FMEA.....	40
3.2.7	Dasar Teori <i>Belt Conveyor</i>	41
3.3	Metodelogi Penelitian	43
3.3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	43
3.3.2	Langkah-langkah Penelitian	43
3.3.3	Teknik Pengumpulan Data	45
3.4	Definisi Variabel Operasional.....	45
3.5	Pengumpulan Data	46
3.6	Pengolahan Data.....	49
3.6.1	Perhitungan <i>Availability Ratio</i>	49
3.6.2	Perhitungan <i>Performance Efficiency Ratio</i>	55
3.6.3	Perhitungan <i>Rate of Quality Product</i>	57
3.6.4	Perhitungan Nilai OEE pada <i>Belt Conveyor</i> 1A.....	59
3.6.5	Perbandingan Nilai OEE <i>Belt Conveyor</i> 1A PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU dengan Nilai OEE Standar Internasional	60

3.6.6 Analisis Akar Permasalahan.....	61
3.6.7 <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA).....	63
3.7 Analisis Dan Evaluasi Data.....	68
3.7.1 Analisis Data	68
3.7.2 Evaluasi Data.....	69
BAB IV PENUTUP	70
4.1 Kesimpulan.....	70
4.2 Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Informasi PLTU Pangkalan Susu OMU Unit 1&2	6
3.1 Nilai Ideal Perhitungan OEE.....	34
3.2 Kriteria <i>Severity</i>	36
3.3 Kriteria <i>Occurance</i>	37
3.4 Kriteria <i>Detection</i>	38
3.5 FMEA <i>Worksheet</i>	39
3.6 Data Kinerja <i>Belt Conveyor 1A</i>	47
3.7 Data Target <i>Conveying Batubara</i>	48
3.8 Rekapitulasi <i>Loading Time Belt Conveyor 1A</i>	49
3.9 Rekapitulasi <i>Operation Time Belt Conveyor 1A</i>	51
3.10 Rekapitulasi <i>Availability Ratio Belt Conveyor 1A</i>	53
3.11 Perhitungan <i>Performance Efficiency Ratio Belt Conveyor 1A</i>	55
3.12 Perhitungan <i>Rate of Quality Product Belt Conveyor 1A</i>	57
3.13 Perhitungan Nilai OEE Berdasarkan <i>Availability, Performance dan Quality Rate Pada Belt Conveyor 1A</i>	59
3.14 Perbandingan Nilai OEE Standar <i>Benchmark World Class</i> Dengan Nilai OEE Belt Conveyor 1A di PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU.....	60
3.15 FMEA <i>Worksheet</i> pada <i>Belt Conveyor 1A</i>	65
3.16 Daftar Resiko Kritis	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Gedung Utama PLTU Pangkalan Susu	5
2.2 Simbol PT. Indonesia Power	8
2.3 Lokasi PLTU Pangkalan Susu OMU Unit 1&2	9
2.4 <i>Layout</i> PLTU Pangkalan Susu OMU Unit 1&2	9
2.5 Struktur Organisasi PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU	10
2.6 <i>Flow Diagram</i> PLTU Pangkalan Susu	15
2.7 (a) <i>Sip Unloader</i> ; (b) <i>Stacker</i> ; (c) <i>Coal Bunker</i> ; (d) <i>Coal Feeder</i>	17
2.8 Susunan <i>Burner</i> pada PLTU Pangkalan Susu OMU	18
2.9 (a) <i>Pulverizer</i> ; (b) <i>PA Fan</i> ; (c) <i>FD Fan</i> ; (d) <i>ESP</i> ; (e) <i>ID Fan</i> ; (f) <i>Stack</i> ; (g) <i>Storage Tank</i> ; (h) <i>Discharge Pump</i>	20
2.10 (a) <i>Boiler</i> ; (b) <i>Kondensor</i> ; (c) <i>Turbin</i> ; (d) <i>Demin Plant</i> ; (e) <i>Deaerator</i> ; (f) <i>Steam Drum</i>	22
2.11 Sistem Kontrol Sinkronisasi Generator Unit 1&2	23
2.12 Generator Unit 1 Menghasilkan Tegangan 15,75 KV	24
2.13 Generator Transformer (GT)	24
2.14 (a) <i>SST</i> ; (b) <i>UAT</i>	25
3.1 Parameter <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	34
3.2 Diagram <i>Fishbone</i>	40
3.3 <i>Belt Conveyor</i> PLTU PNS OMU	41
3.4 Pengangkutan Beban Secara Kontinu	42
3.5 Pengangkutan Secara Terputus-putus	43
3.6 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	44
3.7 Diagram Identifikasi Kegagalan pada <i>Conveying Coal</i>	63

DAFTAR RUMUS

Persamaan	Halaman
3.1 Menghitung OEE.....	33
3.2 <i>Availability Rate</i>	33
3.3 <i>Performance Rate</i>	33
3.4 <i>Quality Rate</i>	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kerja Praktik

Sebagai mahasiswa yang akan terjun ke dunia kerja dibutuhkan keahlian, pengalaman dan kepekaan dalam menganalisa, mengatasi dan menghadapi berbagai permasalahan dan tantangan yang ada di dalam dunia kerja. Untuk dapat memiliki kemampuan tersebut, setiap mahasiswa harus siap untuk profesional pekerjaan yang sesuai dengan bidang yang dipelajarinya. Kondisi nyata yang ada di lapangan dalam sebuah industri bukanlah sesuatu yang hanya dapat kita pahami dengan mempelajari literatur dan duduk belajar di perkuliahan.

Kemajuan teknologi di Indonesia sebagai negara berkembang semakin pesat. Permintaan energi listrik terus bertambah seiring perkembangan ekonomi. Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam kegiatan sehari-hari. Hampir seluruh peralatan yang digunakan memerlukan listrik.

Maka dari itu didirikanlah pembangkit listrik sebagai pemasok energi listrik. Ada beberapa macam pembangkit listrik misalnya PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas), PLTD (Pembangkit listrik Tenaga Diesel), PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), dan lain-lain.

Di Indonesia, pembangkit listrik yang banyak digunakan ialah PLTU dikarenakan memiliki kelebihan yaitu bisa beroperasi dengan berbagai macam bahan bakar, bisa berdiri menggunakan kapasitas yang bervariasi, mampu beroperasi dengan berbagai pembebanan, serta kontinuitas operasi dan usia penggunaan yang relatif cukup lama.

PLTU batubara memiliki beberapa komponen utama dalam pengangkutan dan penyimpanan batubara, salah satunya adalah *belt conveyor*. *Belt conveyor* ialah alat yang digunakan sebagai pengangkut batubara dari tongkang ke *coal yard* maupun mengangkut batubara dari *ship unloader* ke *transfer tower* hingga ke *bunker* (penyimpanan) agar nantinya bisa langsung diolah dalam proses pembakaran hingga menjadi uap.

Kerja Praktik merupakan suatu bentuk kegiatan yang dilaksanakan dalam rangka merelevankan antara kurikulum perkuliahan dengan penerapannya di dunia kerja, dimana mahasiswa/mahasiswi dapat terjun langsung melihat lapangan, mempelajari, mengidentifikasi, dan menangani masalah-masalah yang dihadapi dengan menerapkan teori dan konsep ilmu yang telah dipelajari di bangku perkuliahan. Kegiatan kerja praktik ini nantinya diharapkan dapat membuka dan menambah wawasan berfikir tentang permasalahan-permasalahan yang timbul di industri dan cara menanganinya. Kerja praktik ini dilakukan di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU dimulai dari tanggal 01 Juli sampai dengan 01 Agustus 2021.

1.2 Tujuan Kerja Praktik

Tujuan yang ingin diraih setelah kerja praktik antara lain:

1. Mengetahui, mempelajari dan mengaplikasikan ilmu-ilmu proses yang diperoleh saat perkuliahan dengan keadaan langsung di lapangan.
2. Menerapkan ilmu pengetahuan berdasarkan bidang ilmu Teknik Industri, serta memperluas wawasan mahasiswa di bidang teknologi, terutama di bidang pengolahan batubara dan air, siklus PLTU dan proses *manufacturing*.
3. Memperluas pemahaman mahasiswa mengenai proses pengolahan batubara dan air menjadi bahan utama pembangkit listrik yang dilakukan PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU beserta sistem-sistem utilitas dan sistem-sistem lain yang digunakan.
4. Membekali mahasiswa dengan pengalaman langsung dan aplikatif mengenai unit-unit dalam proses pengolahan batubara dan air oleh PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU.
5. Membekali mahasiswa terkait pengaruh spesifikasi alat dan parameter-parameter terhadap kualitas listrik yang dihasilkan.
6. Memenuhi satu mata kuliah wajib yang menjadi syarat kelulusan bagi mahasiswa Teknik Industri untuk mendapatkan gelar sarjana (S1).

1.3 Manfaat Kerja Praktik

Adapun manfaat yang dapat dirasakan dengan adanya pelaksanaan Kerja Praktik yaitu:

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Untuk memperoleh pengetahuan yang berguna untuk di dunia kerja yang akan dihadapi kelak setelah menyelesaikan perkuliahan dan mengetahui informasi kebutuhan industri seperti apa yang dibutuhkan oleh perusahaan di dalam dunia kerja.
 - b. Memenuhi persyaratan akademik untuk memperoleh sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
2. Bagi Perusahaan/instansi
 - a. Untuk merealisasikan partisipasi dunia usaha terhadap pengembangan dunia pendidikan.
 - b. Untuk melihat keadaan perusahaan dari sudut pandang pendidikan khususnya mahasiswa.
3. Bagi Institusi Pendidikan
 - a. Untuk mempererat kerjasama antara perusahaan dengan fakultas teknik khususnya jurusan teknik industri universitas malikussaleh.
 - b. Untuk memperoleh masukan guna pembangunan kurikulum yang sesuai/sepadan dengan kebutuhan lapangan kerja.

1.4 Ruang Lingkup Kerja Praktik

Tempat pelaksanaan kerja praktik yaitu di PLTU PNS dibawah PT. Indonesia Power OMU yang bertempat di Desa Tanjung Pasir Kec. Pangkalan Susu, Kab. Langkat, Provinsi Sumatera Utara. Pelaksanaan Kerja praktik dalam waktu 1 bulan dan dimulai pada tanggal 01 Juli 2021 sampai dengan 01 Agustus 2021.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dari penulisan laporan Kerja Praktik ini yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis menjabarkan tentang pengertian kerja praktik, tujuan serta manfaat dari kerja praktik, tempat dan waktu kerja praktik dan tata letak (sistematika) penulisan laporan kerja praktik.

BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Pada bab ini penulis akan menjabarkan mengenai sejarah singkat perusahaan, organisasi perusahaan serta tugas dari setiap organisasi dan tanggung jawab manajemen.

BAB III TUGAS KHUSUS

Bab ini berisikan penguraian ruang lingkup, jenis dan teknik pengumpulan data, metode analisis, langkah-langkah penelitian, dan menguraikan tugas khusus pada kerja praktik yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian, batasan masalah dan asumsi, landasan teori, metodologi penelitian serta hasil penelitian dan pembahasan.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan serta saran dari hasil penelitian yang dilakukan pada kerja praktik.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah PT. Indonesia Power

PT. Indonesia Power ialah perusahaan yang bergerak pada bidang pembangkitan tenaga listrik dan pada bidang operasi serta pemeliharaan pembangkit, yang memiliki peran utama dalam dunia kelistrikan di Indonesia sejak didirikan pada tanggal 03 Oktober 1995.

Bermula pada pembangkit listrik Jawa Bali, PT. Indonesia Power sudah melakukan beberapa pengembangan bisnis yaitu melalui jasa operasi dan pemeliharaan pembangkit di seluruh Indonesia dengan pengelolaan sendiri, anak perusahaan, maupun dengan usaha patungan. PT. Indonesia Power sudah mengelola 5 Unit Pembangkitan (UP), 6 Unit Jasa Pembangkitan (UJP), serta 3 Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan (UPJP), salah satunya yaitu PLTU PNS OMU.

Indonesia Power juga mempunyai anak perusahaan yang bergerak di bidang trading batubara yaitu PT Artha Daya Coalindo, sedangkan PT Cogindo Daya Bersama adalah anak perusahaan IP yang bergerak di bidang *cogeneration* dan *energy outsourcing*.

2.2 Profil PT. Indonesia Power Pangkalan Susu (PNS) OMU

Adapun gedung utama PT. Indonesia Power Pangkalan Susu OMU dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Gedung Utama PLTU Pangkalan Susu

PLTU PNS OMU Unit 1&2 berdiri di area sebesar 105 Ha yang berlokasi di Desa Tanjung Pasir Kec. Pangkalan Susu Kab. Langkat Provinsi Sumatera Utara. Kurang lebih berkisar 120 km dari Kota Medan. PLTU PNS OMU merupakan sebuah Proyek Percepatan Diversifikasi Energi (PPDE) tahap 1 khususnya di wilayah Sumatera Utara, dimana produksi energi listrik disalurkan melalui transmisi 275 KV dari unit pembangkit menuju gardu induk yang berada di Binjai dan interkoneksi dengan sistem 150 KV Sumatera Utara di Gardu induk Binjai.

PLTU PNS OMU ini memiliki daya 2x200 MW. Direncanakan COD PLTU PNS OMU pada tanggal 15 Februari untuk unit 2 dan tanggal 15 April 2014 untuk unit 1.

Adapun peralatan utama PLTU PNS OMU yaitu boiler dan turbin dipasang oleh pabrikan Tiongkok, Beijing Beizhong dengan kontraktor Guandong Power Engineering Corporation (GPEC). Untuk boiler memiliki kemampuan suplai batubara 4200 kcal/kg, temperatur uap 540°C & tekanannya 13,43 Mpa, sedangkan turbin bekerja pada temperatur uap 535°C dan tekanannya 12.75 Mpa beroperasi pada netto 200 MW. Adapun informasi mengenai PLTU Pangkalan Susu OMU dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1. Informasi PLTU Pangkalan Susu OMU Unit 1&2

Capacity	2 x 200 MW	
Transmission	275 KV (Pangkalan Susu-Binjai) ± 70KM	
Contractor	Guangdong Power Engineering Corp.	(Mechanical & Electrical)
	PT Nincec multi Dimensi.	(Civil - Taken Over)
	PT Bagus Karya.	(Supporting)
Consultant	PLN Enjiniring.	Design Review & Approval
	KSO PT. Jaya CM. PT. Power Plant Services- PT. Pemetar Argeo Consultant Engineering	Construction Supervision
Contract	242PJ/041/DIR/2007 of October 30. 2007	
Completion Date	Unit#1 15 Februari 2015; Unit #2: 15 Desember 2014	
Effective Date	12 February 2008	
Contract Price (Exclude VAT)	252.289.550 USD + Rp 1.049.102.410.392 (include A.02.2010&A.05.2013)	
Funds	APLN	: 15% Original Contract + Additional Amandement
	Bank Mega	: 85% IDR Portion Original Contract
	BNI-BRI-Mandiri	: 85% USD Portio Original Contract
Boiler Type	Pulverizel Coal; Sub Critical Pressure; Drum Type	
Coal Consumption	1.944.000 Tonyr Or 0.524 kg/kwh	

2.3 Visi, Misi, Kompetisi Inti, dan Motto Indonesia Power

1. Visi: “Menjadi Perusahaan Energi Terpercaya yang Tumbuh Berkelanjutan”.

PERUSAHAAN ENERGI: merupakan perusahaan penyedia solusi energi. **TERBAIK:** Diakui sebagai Perusahaan yang memiliki kinerja terbaik, meliputi: a. Kinerja operasional kelas dunia berdasarkan data pembandingan NERC, b. Tata kelola Perusahaan atau *Governance, Risk and Compliance* (GRC), c. Kinerja ekselen berdasarkan *Balridge Excellence Framework*. **TUMBUH BERKELANJUTAN:** Memiliki pertumbuhan yang meliputi: a. Penambahan portofolio bisnis non-PLN Group, b. Peningkatan jumlah *green and clean power plant*, c. Peningkatan pendapatan IP Group di luar penjualan tenaga listrik.

2. Misi: “Menyediakan Solusi Energi yang Andal, Inovatif, Ramah Lingkungan dan Melampaui Harapan Pelanggan”.

SOLUSI ENERGI: Perusahaan menyelenggarakan bisnis penyedia solusi energi, baik di bidang pembangkit, maupun non-pembangkit. **ANDAL:** Menjalankan bisnis solusi energi yang selalu tersedia dengan baik pada saat dibutuhkan oleh pelanggan. **INOVATIF:** Menjalankan bisnis solusi energi berupa produk yang dikembangkan dari peluang-peluang baru, **RAMAH LINGKUNGAN:** Perusahaan menjalankan bisnis solusi energi yang ramah lingkungan sebagai bagian dari *Sustainability Development Goals* (SDGs). **MELAMPAUI HARAPAN PELANGGAN:** Perusahaan menjalankan bisnis solusi energi yang mampu melampaui dan mengikuti tren kebutuhan, perilaku dan harapan pelanggan.

3. Kompetisi Inti: “Operasi dan Pemeliharaan Pembangkit, serta Pengembangan Bisnis Solusi Energi”.
4. Motto: “Energy of Thing”

2.4 Makna Warna dan Bentuk Simbol

Adapun simbol dari PT. Indonesia Power dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Simbol PT Indonesia Power

2.4.1. Bentuk

Adapun makna dari bentuk simbol PT. Indonesia Power adalah sebagai berikut:

- a. Indonesia digambarkan menggunakan jenis huruf yang tegas serta kuat, FUTURA BOOK/REGULER dan FUTURA BOLD.
- b. Penggunaan simbol kilatan petir pada huruf 'O' menjelaskan **"TENAGA LISTRIK"** yaitu lingkup usaha utama perusahaan.
- c. Titik merah (*Red Dot*) pada ujung kilatan petir ialah simbol perusahaan yang sudah digunakan saat masih bernama PLN PJB, titik ini ialah simbol yang dipakai oleh sebagian besar materi komunikasi perusahaan dengan simbol ini dimohon agar identitas perusahaan bisa langsung terwakili.

2.4.2 Warna

Adapun makna dari warna simbol PT. Indonesia Power adalah sebagai berikut:

a. Merah

Digunakan pada kata Indonesia, yaitu untuk menggambarkan identitas yang kuat juga kokoh sebagai pemilik seluruh sumber daya guna memproduksi tenaga listrik untuk digunakan dan dimanfaatkan khususnya di Indonesia serta di luar negeri.

b. Biru

Warna biru ini melukiskan sifat pintar dan bijaksana, digunakan di kata power maka warna ini menggambarkan produk tenaga listrik yang

dihasilkan perusahaan memiliki ciri perteknologian tinggi, efisiensi, aman serta ramah lingkungan.

2.5 Lokasi Perusahaan

PT Indonesia Power PNS OMU Pembangkitan Sumatera Utara berlokasi di Desa Tanjung Pasir Kec. Pangkalan Susu Kab. Langkat, Provinsi Sumatera Utara. Berkisar 120 km dari Kota Medan. Adapun lokasi perusahaan pada peta dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Lokasi PLTU Pangkalan Susu OMU Unit 1&2

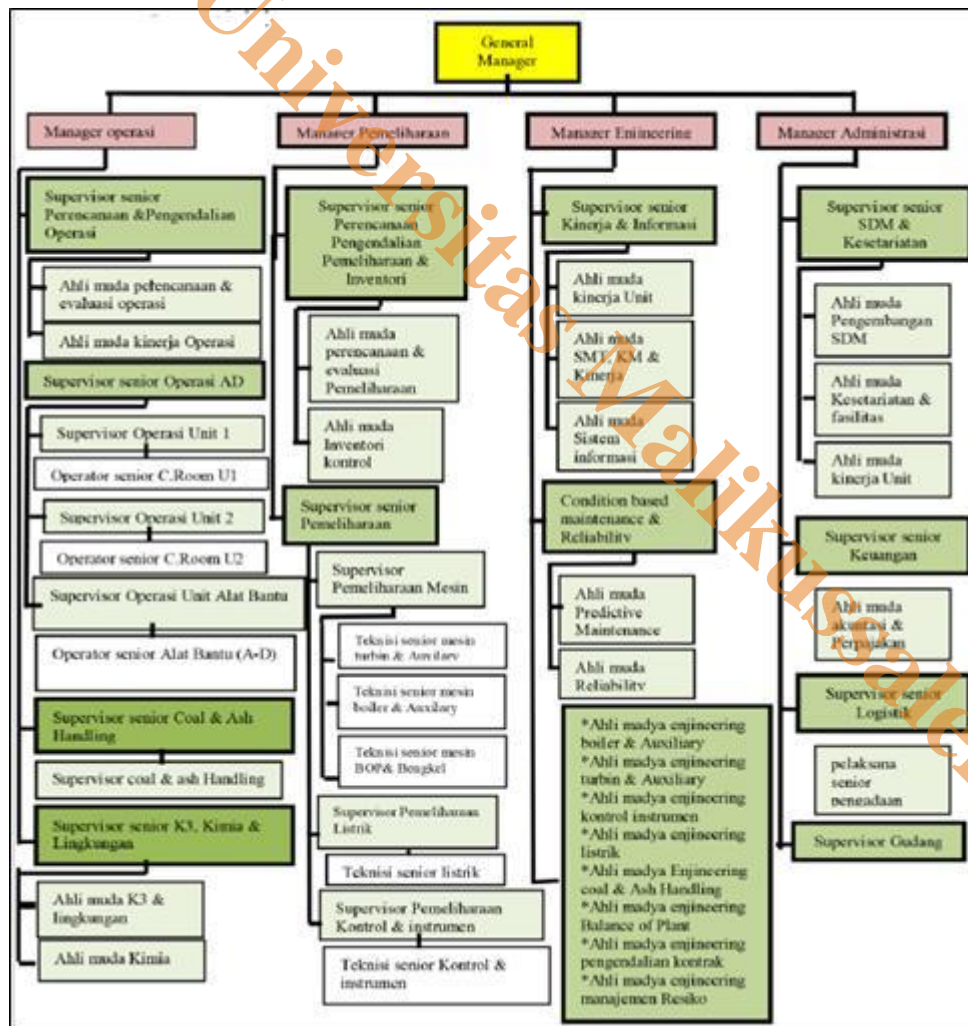
PLTU Pangkalan Susu OMU Unit 1&2 didirikan di tanah sebesar 105 Ha dengan yang mampu menghasilkan daya listrik sebesar 2x220 MW. Adapun *layout* PLTU Pangkalan Susu Unit 1&2 dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Layout PLTU Pangkalan Susu OMU Unit 1&2

2.6 Struktur Organisasi Perusahaan

PT Indonesia Power PNS OMU, secara struktural pemimpin tertinggi dijabat oleh seorang General Manager serta didukung oleh Manajer Operasi, Manajer Pengelolaan Energi Primer, Manajer Pemeliharaan, Manajer Engineering, serta Manajer Administrasi. Adapun struktur organisasi PT. Indonesia Power PNS OMU dapat dilihat pada Gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2.5 Struktur Organisasi PT Indonesia Power Pangkalan Susu OMU

2.7 Tugas Pokok Organisasi

1. Tugas utama divisi Operasi yaitu:
 - a. Mendesain, mengawasi dan mengarahkan agenda kerja dan biaya divisi operasi tahunan dan jangka panjang;

- b. Menata dan menguraikan sistem prosedur tata kelola manajemen aset, *basic communication*, aset *owner*, aset manajer serta aset operator mengenai pelaksanaan pembangkit, instalasi pelabuhan, instalasi bahan bakar, instalasi abu, instalasi alat berat, laboratorium PLTU, K3 dan lingkungan;
- c. Mengatur sumber daya dan biaya operasi untuk divisi operasi dengan efektif dan efisien;
- d. Merangkai kebutuhan dan mengatur inventori (kualitas dan kuantitas) dari divisi energi primer;
- e. Mengatur, membuat jadwal dan mengelola kegiatan operasi pembangkit, instalasi bahan bakar, instalasi abu, instalasi pelabuhan, instalasi alat berat dan laboratorium di PLTU untuk menjamin pencapaian standar, peningkatan keandalan serta efisiensi divisi operasi;
- f. Mengatur, mengawasi dan mengarahkan pelaksanaan operasi pembangkit, instalasi bahan bakar dan instalasi abu (*coal* dan *ash handling*);
- g. Mengatur, memahami, mengawasi serta mengarahkan kegiatan K3 dan lingkungan di unit bisnis;
- h. Mengatur, mengawasi dan mengarahkan kegiatan analisis kimia, pemantauan, pengelolaan kualitas lingkungan serta laboratorium unit pembangkit;
- i. Membimbing kompetensi operasi pembangkit, instalasi bahan bakar, instalasi abu, instalasi pelabuhan, alat berat serta laboratorium PLTU;
- j. Mengendalikan resiko dan K3 divisi operasi;
- k. Memberikan rekomendasi kegiatan *task execution (continuous improvement)* divisi operasi;
- l. Tugas-tugas lainnya disusun di perjanjian induk PT. PLN (persero) dengan Perusahaan termasuk addendum.

2. Tugas pokok divisi Pemeliharaan yaitu:

- a. Mendesain, mengawasi dan mengarahkan agenda kerja dan biaya divisi pemeliharaan tahunan dan jangka panjang;
- b. Menata dan menguraikan sistem prosedur tata kelola manajemen aset, *basic communication*, aset *owner*, aset manajer serta aset operator mengenai pelaksanaan pemeliharaan alat-alat pembangkit, instalasi pelabuhan, instalasi bahan bakar, instalasi abu, instalasi alat berat, bengkel dan sipil.
- c. Mengatur sumber daya dan biaya pada divisi pemeliharaan dengan efektif dan efisien;
- d. Mengatur jadwal, memperhatikan kebutuhan dan mengelola kegiatan pemeliharaan mesin-mesin pembangkit, instalasi bahan bakar, instalasi abu (*coal* dan *ash handling*), instalasi pelabuhan, alat berat, bengkel serta sipil untuk memaksimalkan standar pencapaian serta meningkatkan kemampuan dan efisiensi divisi pemeliharaan;
- e. Mengatur dan mengarahkan persiapan kebutuhan pemeliharaan *outage* secara optimal;
- f. Menguraikan data persediaan dasar, kumpulan kejadian dan pelaksanaan pemeliharaan unit pembangkit;
- g. Mengatur dan mengawasi agenda stok atau material cadang, kebutuhan pengadaan material yang ekonomis dengan menggunakan *system inventory control* serta manajemen material yang baik;
- h. Mengatur laporan tentang hasil pemeriksaan unit pembangkit, pelaksanaan program fisik pemeliharaan, pengaplikasian pemakaian dana serta investasi untuk digunakan sebagai bahan evaluasi untuk peningkatan kualitas dan optimalisasi biaya pemeliharaan pada periode mendatang;
- i. Membimbing kompetensi SDM divisi pemeliharaan,
- j. Mengendalikan resiko dan K3L divisi pemeliharaan;
- k. Memberikan rekomendasi kegiatan *task execution (continuous improvement)* divisi pemeliharaan;

3. Tugas pokok divisi engineering adalah sebagai berikut:
- a. Mendesain, memantau dan mengontrol agenda kerja dan biaya unit bisnis divisi engineering;
 - b. Menata dan menguraikan sistem prosedur tata kelola manajemen aset dan dasar komunikasi antara pemilik aset, manajer aset, dan operator aset tentang pelaksanaan engineering pembangkit;
 - c. Mengolah pelaksanaan realibilitas dan efisiensi manajemen;
 - d. Mengolah sumber daya untuk pelaksanaan realibilitas yang meliputi: audit prioritas pemeliharaan peralatan unit pembangkit (MPI dan SERP), analisis menggunakan FMEA, RCFA, FDT dan Task Execution;
 - e. Menyarankan pelaksanaan *task execution* dan KPI-nya juga melakukan evaluasi dalam pengaplikasiannya yang meliputi: perbaikan baik langsung atau berkelanjutan pada sistem prosedur serta arahan kerja pengendalian jasa O&M, perubahan bentuk dari peralatan dan proses produksi, perubahan *task preventive*, *predictive* dan *proactive maintenance*, perbaikan kualitas dan kuantitas ketersediaan material pelaksanaan O&M, *overhaul cycle extension* peralatan pembangkit, *life extension* peralatan pembangkit, analisis biaya dan keuntungan;
 - f. Mengendalikan pelaksanaan pembaruan data pemeliharaan peralatan pembangkitan guna analisa keandalan peralatan lebih lanjut;
 - g. Mengolah pelaksanaan perawatan kondisi dasar peralatan utama, mengevaluasi dan membuat daftar kerja program pemeliharaan serta memberikan rekomendasi;
 - h. Melakukan tealaah dan pelayanan teknis engineering solusi untuk masalah pembangkit;
 - i. Mendesain, mengamati dan evaluasi persiapan kebutuhan sistem informasi untuk memenuhi kebutuhan sistem informasi manajemen yang tepat, akurat dan sesuai dengan waktu sesungguhnya agar mendukung kebutuhan informasi untuk pengambilan keputusan serta pemantauan kinerja unit pembangkitan;

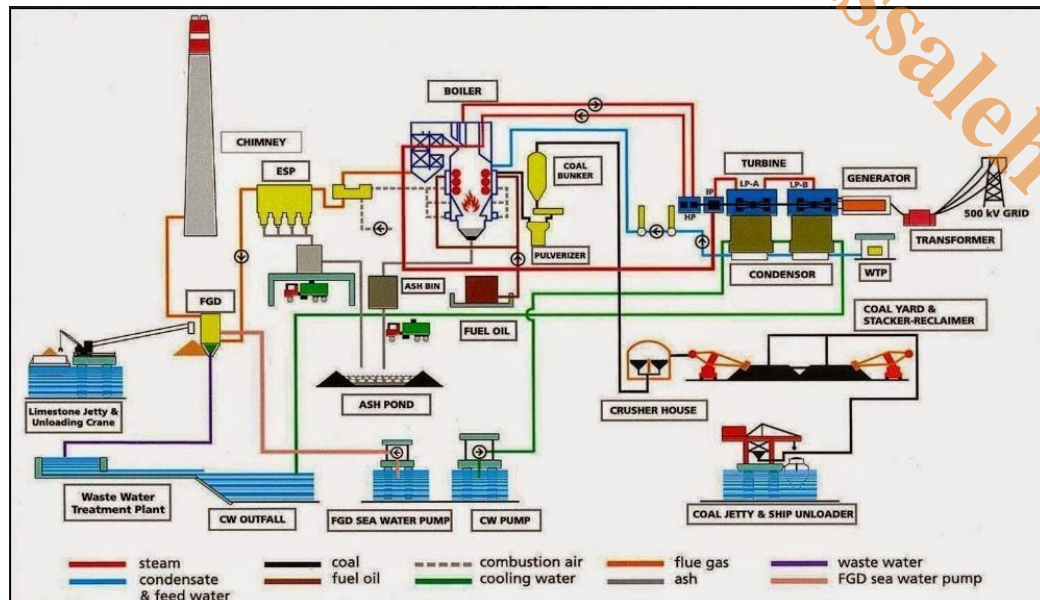
- j. Mengolah kontrak bisnis jasa O&M;
 - k. Memantau mutu barang dan jasa unit bisnis;
 - l. Mengolah kegiatan pemantauan, evaluasi, pelaporan kinerja serta kondisi pembangkit;
 - m. Mengendalikan sistem manajemen terpadu unit bisnis;
 - n. Membimbing dan mengendalikan manajemen pengetahuan dan inovasi di unit bisnis;
 - o. Mengendalikan tinjauan pelaksanaan dan pengendalian resiko unit bisnis;
 - p. Membimbing kompetensi divisi enjiniring;
 - q. Mengendalikan resiko dan K3L divisi Enjiniring;
 - r. Tugas-tugas lainnya disusun di perjanjian induk PT. PLN (persero) dengan Perusahaan termasuk addendum.
4. Tugas pokok bagian administrasi adalah sebagai berikut:
- a. Mendesain, memantau dan mengontrol agenda kerja dan biaya divisi administrasi;
 - b. Melakukan telaah organisasi dan penjadwalan SDM tahunan dan penyediaan pegawai;
 - c. Mengatur dan menguraikan antara sistem prosedur tata kelola manajemen aset, *basic communication*, aset *owner*, aset manajer serta aset operator terkait kegiatan bagian administrasi;
 - d. Mengatur dan mengolah urutan agenda dan pengembangan kompetensi karyawan;
 - e. Mengolah administrasi, anggaran karyawan, dan anggaran administrasi untuk unit bisnis;
 - f. Mengolah pemahaman budaya perusahaan dan patuh terhadap kode etik dan *code of conduct* GCG perusahaan;
 - g. Mengolah pelaksanaan hubungan industrial, kesekretariatan, fasilitas dan perijinan di unit bisnis;
 - h. Penyesuaian penataan, pemantauan dan evaluasi pencapaian target kinerja (*key performance indicators*) karyawan;

- i. Mengolah dan menguraikan biaya, keuangan dan perpajakan unit bisnis;
- j. Mengendalikan transaksi keuangan dan menyusun laporan keuangan;
- k. Mengatur rancangan kegiatan pengadaan barang dan jasa unit bisnis serta pengembangan *database* pengadaan;
- l. Mengadakan kegiatan pergudangan serta material handlingnya untuk semua material milik unit bisnis;
- m. Melakukan koordinasi dengan manajer aset dalam mengatur kegiatan administrasi unit bisnis;
- n. Mengatur resiko dan kegiatan K3L divisi administrasi;
- o. Tugas-tugas lainnya disusun di perjanjian induk PT. PLN (persero) dengan Perusahaan termasuk addendum.

2.8 Uraian Singkat PLTU Pangkalan Susu OMU

2.8.1 Sistem Pembangkit Listrik di PLTU Pangkalan Susu OMU

Adapun sistem operasi pada PLTU Pangkalan Susu OMU dapat dilihat pada Gambar 2.6 sebagai berikut:



Gambar 2.6 Flow Diagram PLTU Pangkalan Susu

Dalam pengoperasian pembangkit listrik pad PLTU Pangkalan Susu OMU dilakukan 3 siklus utama yaitu sebagai berikut:

1. Siklus Batu Bara

Pada PLTU Pangkalan Susu ini memiliki proses pengangkutan batubara memiliki tiga proses utama, yaitu *loading*, *direct unloading* dan *unloading*.

a. Proses Unloading

Dalam proses *unloading* batubara dari kapal tongkang dibongkar oleh ship unloader dan diangkut melalui *belt conveyor* menuju ke *coal yard*. Dalam pengisian ke *coal yard* dapat dilakukan dengan dua alat yaitu *telescopic chute* atau *stacker reclaim*.

b. Proses Loading

Proses *loading* ini merupakan proses pengisian batu bara ke *coal bunker*. Proses ini juga memiliki dua cara, yaitu melalui *stacker reclaim* atau *reclaim hooper* kemudian diangkut oleh *belt conveyor* ke *coal bunker*.

c. Proses Direct Unloading

Proses *direct unloading* juga dapat disebut proses *loading*, hal ini dikarenakan proses ini adalah proses pengisian batu bara ke *coal bunker*. Pengisian langsung ini berasal dari tongkang yang dibongkar oleh ship unloader dan langsung dibawa ke *coal bunker* melalui *belt conveyor*. Proses ini dilakukan saat batubara pada *coal bunker* kritis.

Dalam pengangkutan batubara dalam PLTU terdapat beberapa alat yang digunakan, mulai dari proses muat (*load*), pengangkutan atau transportasi, dan pembongkaran. Adapun mesin-mesin yang digunakan dalam siklus batubara dapat dilihat pada Gambar 2.7 sebagai berikut:

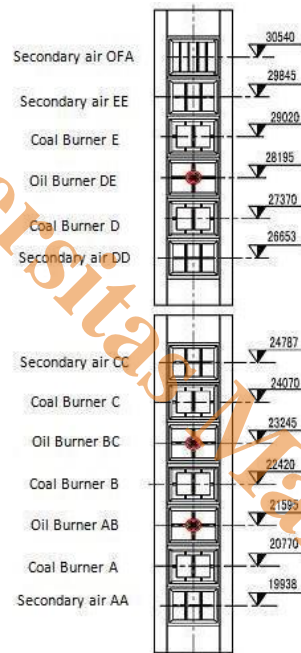


Gambar 2.7 (a) Ship Unloader; (b) Stracker; (c) Coal Bunker; (d) Coal Feeder

2. Siklus Pembakaran dan *Flue Gas System*

Siklus pembakaran dan *flue gas system* dimulai batu bara keluar dari coal pulverizer sampai sisa debu pembakaran keluar dari stack menuju udara atmosfer. Pertama batubara yang ditampung pada coal bunker keluar menuju *coal feeder*. *Coal feeder* berfungsi mengatur laju pemakaian batubara sebelum digerus oleh *pulvurizer*. Setelah digerus oleh *pulvurizer*, batubara yang berupa serbuk halus tersebut dibawa ke *burner* oleh *primary air fan* (PA) *fan* melalui pipa-pipa *primary air heater*. Saat awal proses pembakaran, batubara tidak langsung menjadi bahan bakar utama tetapi

dipatikan terlebih dahulu menggunakan *high speed disel* (HSD) yang dikeluarkan melalui *oil gun*. *High speed disel* (HSD) yang disimpan di *storage tank* dan dipompakan oleh discharge pump ke ruang bakar (*burner*). Adapun susunan pada *burner* PLTU Pangkalan Susu dapat dilihat pada Gambar 2.8 sebagai berikut:



Gambar 2.8 Susunan Burner pada PLTU Pangkalan Susu OMU

Pada pembakaran juga dibutuhkan udara pembakaran (*secondary air*) yang berasal dari *force draft fan* (FDF) dan ditampung sementara pada *wind box*. Setelah proses pembakaran diatas 30% atau memiliki *load* 100 MW, maka HSD akan dimatikan mulai dari *layer* paling atas (*layer E*). Tiap proses pematian *oil gun* HSD tiap *layer*, dilakukan penyalaan *burner* batubara secara bersamaan dari *layer* yang paling bawah (*layer A*). Pada proses pembakaran tersebut burner diarahkan pada sudut tertentu sehingga dapat membentuk bola api (*fire ball*).

Sisa pembakaran batubara ada yang turun kebawah dinamakan *bottom ash*, dan ada yang terbang mengikuti udara pembakaran disebut *fly ash*. *Fly ash* memiliki kandungan yang dapat membahayakan kesehatan, maka dari itu digunakan *electrostatic precipitator* untuk menangkap *fly ash*. Setelah *fly ash* berkurang sekitar 98%, *flue gas* tersebut dibuang ke udara atmosfer melalui *stack* atau

chimney. Sedangkan untuk *bottom ash* yang turun ke bawah diangkut menggunakan *Submerger Scraper Conveyor* dan ditampung dalam *bottom ash cylo*. Begitu juga dengan *fly ash* yang telah disaring atau ditangkap menggunakan *electrostatic precipitator* akan ditampung pada *fly ash cylo* dengan transfer menggunakan udara kompressor. Adapun mesin-mesin yang digunakan pada siklus pembakaran dan *flue gas system* dapat dilihat pada Gambar 2.9 sebagai berikut:





(e)

(f)

Gambar 2.9 (a) *Pulverizer*; (b) *PA Fan*; (c) *FD Fan*; (d) *ESP*; (e) *ID Fan*; (f) *Stack*; (g) *Storage Tank*; (h) *Discharge Pump*

3. Siklus Air dan Uap

Siklus air dimulai pemompaan air laut oleh *Sea Water Pump* dan dimasukkan ke *Desalt Evaporation* yang berfungsi untuk mengubah menjadi air tawar dan ditampung dalam *Feed Water Tank*. Kemudian dialirkan menuju *Demin Plant* untuk dijadikan air murni dan menghilangkan kandungan mineral dan ditampung di *Cool Condensate Storage Tank*, dan kemudian air murni tersebut bersatu dengan air kondensat dalam *hotwell*. Setelah itu air mengalir dari *Hotwell* menuju *Condensate Pump* untuk dipompakan menuju *LP heater (Low Pressure Heater)* yang berfungsi untuk meningkatkan temperatur air.

Dari *LP heater*, air memasuki *Deaerator* untuk diproses menghilangkan ion-ion oksigen dan lainnya. Dapat pula dikatakan *deaerator* memiliki fungsi untuk menghilangkan *bubble* atau balon yang biasa terdapat pada permukaan air. Agar proses pelepasan ini berlangsung sempurna, temperatur air harus memenuhi suhu yang disyaratkan. Setelah pada *kondensor*, air dipompakan oleh *boiler feed pump (BFP)* menuju *boiler*. Air yang dipompakan harus memiliki tekanan tinggi sehingga dapat menghasilkan uap yang bertekanan tinggi pula. Sebelum memasuki boiler air mengalami beberapa proses pemanasan dengan alat *high pressure*

heater (HP *heater*).

Setelah memasuki boiler dan terjadi proses pemanasan, maka air akan berubah menjadi uap. Uap yang dihasilkan pada proses awal ini memiliki kualitas yang rendah yaitu berupa uap jenuh yang masih mengandung kadar air. Kadar air ini berbahaya bagi turbin karena dapat menyebabkan sudut-sudut turbin terkikis. Untuk menghilangkan kadar air pada uap jenuh dan merubahnya menjadi uap kering agar dapat digunakan memutar turbin maka digunakan alat bernama *superheater*. Uap yang dipanaskan di *superheater* digunakan untuk memutar turbin HP (*High Pressure*), uap dari turbin HP dipanaskan di *reheater*. Selanjutnya uap tersebut digunakan untuk memutar turbin IP (*Intermediet Pressure*). Uap yang telah digunakan untuk memutar turbin IP digunakan kembali untuk memutar turbin LP (*Low Pressure*). Uap yang keluar turbin LP didinginkan dengan *kondensor* sehingga terjadi perubahan fase dari uap menjadi air dan ditampung pada *hot well*. Turbin HP, IP, dan LP di kopel seporos dengan generator.

Adapun mesin-mesin yang digunakan pada siklus air dan uap dapat dilihat pada Gambar 2.10 sebagai berikut:



(a)

(b)



Gambar 2.10 (a) Boiler; (b) Kondensor; (c) Turbin; (d) Demin Plant; (e) Deaerator; (f) Steam Drum

2.8.2 Sistem Kelistrikan PLTU Pangkalan Susu OMU

Generator pada PLTU Pangkalan Susu OMU ini menghasilkan tegangan listrik 15.75 kV. Listrik ini kemudian akan didistribusikan melalui interkoneksi Sumatera Bagian Utara dengan beberapa pemrosesan terlebih dahulu yaitu :

1. Menyamakan sudut fasa antar jaringan
2. Menyamakan nilai tegangan antar jaringan
3. Menyamakan frekuensi antar jaringan
4. Menyamakan urutan fasa antar jaringan
5. Menyamakan bentuk gelombang listrik

Adapun sistem kontrol kelistrikan pada PLTU Pangkalan Susu OMU dapat dilihat pada Gambar 2.11 sebagai berikut:



Gambar 2.11 Sistem Kontrol Sinkronisasi Generator Unit 1&2

Selain didistribusikan ke sistem interkoneksi, listrik ini juga di distribusikan ke PLTU Pangkalan Susu itu sendiri. Berikut merupakan sistem kelistrikan di PLTU Pangkalan Susu yaitu sebagai berikut:

1. Sistem 15,75 KV

Sistem 15.75 KV dihasilkan dari keluaran generator 3 fasa dengan frekuensi 50 Hz dan putaran 3000 rpm. Sistem ini terdiri dari beberapa pelatan antara lain generator, penghantar masip terisolasi (IPB), dan *generator neutral grounding cibide* (NGR). Generator ini merupakan generator sinkron yang dihubungkan dengan poros turbin dengan kapasitas maksimum 15.75 KV dan faktor daya 0.85.

Sistem penguat medan yang digunakan adalah membangkitkan arus bolakbalik dari keluaran generator dan menurunkannya melalui *Excitation Transformer* (ET) menjadi 850 V dan disearahkan arusnya melalui *rectifier thyristor* (SCR/ *Silicon Controlled Rectifier*). Untuk pengaturan tegangan dilakukan secara otomatis menggunakan AVR (*Automatic Voltage Regulator*) dan beberapa peralatan lainnya yang dipasang pada panel penguatan (*Excitation Cubicle*) yang berada di ruang eksitasi (*Excitation Room*). Sedangkan AVR *Setting Load Limit*,

Speed Setting, dan pemantauan besaran arus dan tegangan penguat, keseluruhannya berada pada CCR (*Central Control Room*).



Gambar 2.12 Generator Unit 1 Menghasilkan Tegangan 15.75 KV

2. Sistem 275 KV

Sistem 275 KV merupakan sistem transmisi yang digunakan untuk melayani kebutuhan wilayah Sumatera Bagian Utara. Pada fase ini, peralatan yang dipakai adalah *Generator Transformer* (GT). Trafo pada unit 1 dan 2 berfungsi untuk menaikkan tegangan keluaran generator yaitu 15.75 KV menjadi 275 KV. Adapun generator transformer dapat dilihat pada Gambar 2.13 sebagai berikut:



Gambar 2.13 Generator Transformer (GT)

3. Sistem 6 KV

Untuk mendapatkan tegangan sebesar 6 KV dipasang transformator yaitu UAT (*Unit Auxilliary Transformer*) yang menyediakan tegangan listrik 6 kV dari tegangan primer 15.75 KV yang berasal dari output tegangan generator. Atau dapat juga dari transformator SST (*Station Service Transformer*) yang menyediakan tegangan listrik 6 KV dari tegangan primer 275 KV yang berasal dari PT. PLN Persero. Fungsi dari tegangan 6 KV adalah mensuplai tegangan listrik untuk unit melalui *High Voltage Board* (UHB) yaitu motor pompa air pendingin utama (motor CWP), motor *Include Draft Fan* (ID Fan), motor *Forced Draft Fan* (FD Fan), dan motor-motor lainnya yang menggunakan tegangan 6 KV. Adapun SST dan UAT dapat dilihat pada Gambar 2.14 sebagai berikut:



Gambar 2.14 (a) SST; (b) UAT

BAB III

TUGAS KHUSUS

ANALISIS EFEKTIVITAS *BELT CONVEYOR* PENGANGKUT BATUBARA MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* DI PT. INDONESIA POWER PLTU PANGKALAN SUSU OMU

3.1 Pendahuluan

3.1.1 Latar Belakang

Perubahan sains dan teknologi sekarang ini terjadi sangat cepat. Perubahan itu bukan hanya pada bidang ilmu pengetahuan saja bahkan juga teknologi permesinan yang nyaris dikatakan dapat menggantikan pekerjaan manusia seutuhnya. Namun tetap saja manusia sebagai pembuat mesin tersebut akan tetap menjadi pengawas pada setiap operasional mesin yang dilakukan.

PT. Indonesia Power PNS OMU adalah perusahaan yang bergerak pada bidang pembangkitan tenaga listrik dan pada bidang operasi serta pemeliharaan pembangkit, yang memiliki peran utama dalam dunia kelistrikan di Indonesia sejak didirikan pada tanggal 03 Oktober 1995. PLTU Pangkalan Susu dirancang menggunakan bahan bakar utama batubara berkalori rendah dengan bantuan *High Speed Diesel (HSD)* sebagai bahan bakar *start up* bersamaan dengan udara panas bertekanan. Panas akibat pembakaran batubara di dalam mesin pendidih dipakai sebagai pemanas air untuk mendidihkan dan membuahkan uap (*steam*). Uap (*steam*) yang diperoleh akan dipakai untuk mengoperasikan turbin uap. Turbin yang bekerja digabungkan dengan generator agar bisa menghasilkan tenaga listrik. Untuk membawa batubara dari tongkang ke *coal yard* maupun mengangkut batubara dari *ship unloader* ke *transfer tower* hingga ke *bunker* (penyimpanan) agar nantinya bisa langsung diolah dalam proses pembakaran hingga menjadi uap, memerlukan *belt conveyor*, mesin ini merupakan salah satu mesin yang sangat penting dimana mesin ini bersifat redanden, sebab di PLTU

Pangkalan Susu memiliki 12 *belt conveyor* yang memiliki fungsi yang sama, apabila mesin rusak dapat digantikan dengan *belt conveyor* lainnya, tetapi rusaknya mesin juga mengurangi efektivitas produksi perusahaan. Efek dari kurang efektifnya proses produksi ini adalah terjadinya kerugian secara ekonomi dan target hasil produksi yang tidak tercapai.

Untuk menjaga kondisi dan efektivitas mesin tersebut agar tidak mengalami kerusakan ataupun setidaknya untuk mengurangi waktu kerusakannya, agar proses produksi terhenti tidak begitu lama, maka diperlukan penyediaan sistem perawatan dan pemeliharaan yang baik dan sesuai dengan mesin agar nantinya dapat meningkatkan efektivitas mesin/peralatan dan bisa menghindari kerugian akibat kerusakan mesin. Dengan adanya pengukuran tingkat efektifnya kinerja mesin dan *maintenance* yang terstruktur terhadap mesin yang ada, akan meningkatkan kinerja *belt conveyor* sehingga operasionalnya menjadi efektif dan optimal.

Salah satu alat pengukuran kinerja yang banyak digunakan oleh perusahaan adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Dalam menghitung OEE nantinya diperoleh sebuah nilai yang akan dianalisis menggunakan tiga faktor yakni *availability*, *performance* dan *quality* agar memperoleh asal masalah dan rangkaian tindakan untuk memperbaikinya. Pada perusahaan juga memiliki kemungkinan untuk terjadinya beberapa kegagalan, maka perusahaan perlu mengidentifikasi kegagalan dan mengetahui tindakan-tindakan yang harus dilakukan untuk memperkecil terjadinya kegagalan. Salah satu alat untuk mengidentifikasi kegagalan adalah *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA).

Studi ini bermaksud menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Risk Priority Number* (RPN) pada *belt conveyor* yang ada di PT. Indonesia Power PNS OMU. Serta mengetahui faktor-faktor penyebab turunnya efektivitas mesin berdasarkan nilai-nilai OEE guna mengatasi permasalahan tersebut penulis menggunakan pendekatan OEE dengan memperhatikan faktor dominan penyebab masalah dan mengidentifikasi tindakan untuk mengurangi kegagalan menggunakan metode FMEA di *belt conveyor* dengan mengidentifikasi komponen prioritas yaitu mengetahui data awal dari mesin seperti *failure mode*,

causes dan *failure effect*. Dengan adanya analisis OEE dan FMEA terhadap *belt conveyor* mampu membantu untuk memperbaiki sistem dan mencegah terjadinya kerusakan mesin sehingga produktivitas mesin dan perusahaan dapat berjalan dengan sangat efektif. Terhadap permasalahan yang terjadi diatas, maka penulis mengangkat judul **“ANALISIS EFEKTIVITAS *BELT CONVEYOR* PENGANGKUT BATUBARA DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) & *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI PT. INDONESIA POWER PLTU PANGKALAN SUSU OMU”**.

3.1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah hasil OEE *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU apakah sudah sesuai dengan standar?.
2. Bagaimanakah nilai *Risk Priority Number* dari analisis FMEA untuk rencana perbaikan proses *conveying coal* pada *belt conveyor* 1A?.
3. Apa yang menyebabkan efektivitas *belt conveyor* 1A menurun berdasarkan nilai OEE?.

3.1.3 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan diatas, maka tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui hasil OEE *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PNS OMU, sudah sesuai dengan standar atau belum.
2. Untuk mengetahui hasil analisis FMEA yang didapat dari *belt conveyor*.
3. Untuk mengetahui hal yang menyebabkan efektivitas *belt conveyor* menurun berdasarkan nilai OEE.

3.1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat melatih kemampuan dan memberikan pengalaman pada peneliti untuk dapat menyelesaikan suatu permasalahan, khususnya terhadap pengukuran ektivitas peralatan dan mesin.
2. Dapat dijadikan masukan untuk dipertimbangkan perusahaan sebagai solusi perbaikan atau evaluasi tentang efektivitas suatu peralatan dan mesin, khususnya pada *belt conveyor*, sehingga produktivitas dari perusahaan tersebut dapat terus ditingkatkan.
3. Memperoleh pengalaman untuk dapat memecahkan permasalahan mengenai *maintenace* yang ada di perusahaan dengan menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama menjalani perkuliahan.

3.1.5 Batasan Masalah dan Asumsi

3.1.5.1 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian terhadap mesin produksi, dilakukan pembatasan masalah yaitu:

1. Objek penelitian dilaksanakan pada departemen *engineering* PT. Indonesia Power PNS OMU.
2. Mesin yang menjadi objek penelitian adalah *belt conveyor* 1A.
3. Data yang diambil adalah data kemungkinan komponen mesin rusak, penyebab kerusakan, *availability time*, *down time*, *defect product*, hasil produksi, *over time*, dan waktu siklus.

3.1.5.2 Asumsi

Dalam pemasalahan ini ada beberapa asumsi yang digunakan antara lain:

1. *Belt conveyor* dianggap berjalan dengan normal seluruhnya.
2. Kondisi perusahaan tidak berubah selama masa penelitian.
3. Proses produksi energi listrik tidak berubah selama masa penelitian.

3.2 Landasan Teori

3.2.1 Pengertian *Maintenance*

Pemeliharaan merupakan ujung tombak untuk menurunkan biaya, menurunkan kerusakan mesin dan meningkatkan efisiensi. Mereka selalu dibutuhkan untuk mendukung sistem manufaktur yang populer saat ini seperti *Just in Time*, MRP, TQM dan lean manufaktur (Almaenazel, 2010).

Tidak hanya berbentuk *preventive maintenance*, walaupun hal tersebut sangat penting. *Maintenance* tidak hanya pelumasan minyak, walaupun pelumasan ialah salah satu aktivitas yang utama. Peranan perawatan baru akan terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat dioperasikan lagi.

Pemeliharaan dapat dikategorikan menjadi: *emergency maintenance* dan *preventive maintenance*. *Emergency maintenance* ialah pemeliharaan yang mengharuskan segera dilakukan, sedangkan *preventive maintenance* ialah pemeliharaan yang dilaksanakan berlandaskan waktu yang sudah direncanakan (Hadad, 2012).

3.2.2 Pengertian *Total Productive Maintenance*

Pengertian TPM adalah pendekatan yang dilakukan negara Jepang untuk memaksimalkan efektivitas mesin yang digunakan dalam bisnis mereka. Hal ini tidak hanya melibatkan pemeliharaan, tetapi semua aspek dari operasi dan instalasi mesin-mesin, dan motivasi untuk orang yang bekerja dalam perusahaan (David, 1995).

Total Productive Maintenance (TPM) ialah sebuah sistem pemeliharaan serta perbaikan di mesin atau peralatan mengaitkan seluruh departemen dan karyawan mulai dari operator hingga manajemen puncak berdasarkan tanggung jawab yang sudah diputuskan bersama. Rancangan TPM mulanya diaplikasikan di Jepang tahun 1971. Awalnya, Jepang mempelajari perawatan produktivitas dari Amerika, selanjutnya disatukan bersama kultur Jepang (kerja sama tim). TPM ialah pendapatan efisiensi perawatan mandiri melalui sebuah sistem lengkap berlandaskan partisipasi seluruh karyawan. Selain itu, TPM juga gabungan

beberapa ilmu tingkah laku (manusia dan mesin), rekayasa sistem, ekologi (perubahan mesin) serta pemasokan.

TPM dipersiapkan guna menghindari terjadinya kerugian disebabkan terhentinya aktivitas produksi, yang diakibatkan adanya kesalahan fungsi dari suatu peralatan (mesin), hilangnya kecepatan mesin memproduksi serta kerugian produksi akibat suatu komponen tertentu dari suatu mesin produksi. Sehingga bisa disimpulkan secara sederhana bahwa tujuannya diaplikasikannya TPM adalah untuk mengoptimalkan efisiensi sistem produksi secara keseluruhan melalui aktivitas pemeliharaan dan perbaikan secara terorganisir (Blanchard, 1997).

Sebenarnya, perawatan dan perbaikan telah ada saat penentuan peralatan. Hal ini dikarenakan sebuah sistem perawatan dan perbaikan hanya bisa dilakukan dengan baik, minimal sudah memahami prinsip kerja dan karakteristik dari peralatan, komposisi dan ide perancangannya, energi dan bahan yang dipakai serta total dan kemampuan operator juga mekanik yang membenahi. Dimana metode perawatan dan perbaikan melibatkan seluruh usaha guna menjamin agar peralatan tetap mampu berfungsi dengan baik, efisien dan ekonomis serta cocok dengan spesifikasi dan kemampuannya. Di sisi lain hal yang harus dipertimbangkan ialah biaya perawatan dan perbaikan bisa ditekan seminimal mungkin (David, 1995).

Berikut ini adalah beberapa poin dari objek, tujuan dan sasaran dari *total productive maintenance* menurut Nakajima (1988), yaitu sebagai berikut:

1. Objek TPM

Adapun tujuan dari Objek TPM yaitu:

- a. Memaksimalkan fungsi instalasi kerja dengan benar dan efektif.
- b. Mendesain metode perawatan agar seluruh alat senantiasa siap digunakan.
- c. Mengimbau semua divisi berpartisipasi langsung dalam mendesain, mengaplikasikan serta memelihara semua instalasi kerja.
- d. Mengimbau manajemen dan karyawan berpartisipasi aktif untuk menjayakan aktivitas ini.

2. Tujuan TPM

Adapun tujuan dari TPM yaitu:

- a. Meminimalkan waktu menunggu saat operasi.
- b. Memaksimalkan ketersediaan alat untuk mengoptimalkan waktu produktif.
- c. Memperpanjang umur pakai.
- d. Mengikutsertakan pemakai dalam sistem pemeliharaan.
- e. Melaksanakan program *prevention maintenance* dan pengoptimalan kemampuan pemeliharaan.

3. Sasaran TPM

Adapun sasaran dari TPM yaitu:

- a. Meningkatkan produktivitas dengan cara mengurangi masukan dan menaikkan keluaran.
- b. Memaksimalkan efektivitas peralatan dengan cara sebagai berikut:
 - 1) Kuantitatif yaitu meningkatkan total ketersediaan peralatan, dan produktivitas pada periode operasi tertentu.
 - 2) Kualitatif yaitu mengurangi banyaknya produk cacat, menstabiliskan dan peningkatan kualitas.

Seichi Nakajima (1988) mengungkapkan bahwa tujuan awal dari TPM yaitu terus memperbaiki semua kondisi operasional dalam sistem produksi dengan menstimulasi kesadaran sehari-hari semua karyawan. Hal ini mendeskripsikan bahwa fokus TPM tidak hanya di perilaku terhadap mesin, tetapi juga operator dan kondisi kerja.

3.2.3 Pengertian *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan sebuah metode yang mengukur efektivitas penggunaan suatu alat. OEE diketahui merupakan pengaplikasian sistem *Total Productive Maintenance* (TPM). Keahlian identifikasi akar masalah serta faktor penyebabnya hingga menciptakan usaha untuk memperbaiki yang fokus itulah faktor utama penggunaan metode ini secara menyeluruh di banyak perusahaan di seluruh dunia (Hansen, 2001).

OEE juga dideskripsikan sebagai metode yang dipakai menjadi alat ukur (*metric*) dalam penerapan program TPM untuk mengurus peralatan saat kondisi ideal yaitu menghilangkan *six big losses* peralatan (Nakajima, 1988). Perhitungan OEE ini dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance\ rate \times Quality\ Rate \times 100\% \dots\dots\dots Pers\ (3.1)$$

Tiga rasio utama tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

1. *Availability rate*

Ialah sebuah rasio yang mendeskripsikan penggunaan waktu yang ada untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Availability ialah rasio dari *operation time*, yaitu mengeliminasi *downtime* peralatan dan *loading time* (Nakajima, 1988).

Availability sangat berkaitan dengan *breakdown* dan *adjustment/setup* pada suatu mesin. *Breakdown* yaitu kerusakan mesin yang terjadi lebih dari 10 menit. Waktu *downtime* ialah waktu mesin berhenti hingga mesin dapat beroperasi kembali. Sedangkan *setup/adjustment* adalah ketidaksediaan mesin akibat pertukaran model atau produk. Waktu yang dihitung ialah waktu unit terakhir pada produk sebelumnya hingga unit pertama pada produk berikutnya. Adapun rumus untuk menghitung nilai *availability* yaitu:

$$Availability = \frac{Operating\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots Pers\ (3.2)$$

2. *Performance rate*

Performance rate ialah rasio yang mendeskripsikan keahlian peralatan guna menghasilkan produk. Rasio ini merupakan hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate*. *Operating speed rate* berfokus terhadap perbedaan kecepatan ideal (berdasarkan desain peralatan) dan kecepatan operasi aktual, sedangkan *net operating rate* mengukur perawatan dari kecepatan selama periode tertentu. Adapun rumus untuk menghitung nilai *performance* yaitu:

$$Performance\ Rate = OSR \times NOS \times 100\% \dots\dots\dots Pers\ (3.3)$$

Keterangan:

OSR = *Operating Speed Rate*

NOS = *Net Operating Speed*

3. *Quality rate*

Quality rate ialah rasio yang mendeskripsikan keahlian peralatan guna menghasilkan produk yang sesuai standar yang sudah ditetapkan oleh perusahaan atau peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah. *Quality* juga disebut sebagai *Yield Rate* dalam rumus OEE (Hansen, 2001). Adapun rumus untuk menghitung nilai *quality* yaitu:

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Kapasitas Produksi} - \text{Deffect}}{\text{Kapasitas Produksi}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Pers (3.4)}$$

Adapun definisi rasio dari *Overall Equipment Effectiveness* dapat dilihat pada Gambar 3.1:

Peralatan Produksi		Six Big Loss	Perhitungan OEE
Loading Time			
Operating Time	Downtime Losses	1 Breakdown Loss	$\text{Availability} = \frac{\text{Loading Time}}{\text{Downtime Losses}} \times 100\%$
		2 Setup & Adjustment Loss	
Net Operating Time	Speed Losses	3 Chokotei Loss	$\text{Performance rate} = \frac{\text{Teoritical cycle time} \times \text{Process amount}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$
		4 Cycle Time Loss	
Valuable Operating Time	Quality Losses	5 Defect Loss	$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Process amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processes amount}} \times 100\%$
		6 Startup Loss	
OEE = Availability x Performance Rate x Quality Rate			

Gambar 3.1 Parameter *Overall Equipment Effectiveness*

Perusahaan ingin mesin/peralatan beroperasi dengan optimal, hingga tidak ada waktu yang terbuang, namun hal itu tidaklah mudah. Maka pengukuran terhadap *Overall Equipment Effectiveness* sangat dibutuhkan, batasan penentuan nilai-nilai OEE yang ideal untuk perusahaan manufaktur yang diikuti secara global dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Nilai Ideal Perhitungan OEE

Deskripsi	Nilai
<i>Availability</i>	>90%
<i>Performance</i>	>95%
<i>Quality</i>	>99%
OEE	>85%

Sumber: Benchmark World Class

Nilai diatas ialah nilai untuk industri manufaktur menurut standar *benchmark world class* yang disarankan oleh JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*). OEE ialah *metric* yang berpusat terhadap efektivitas sebuah operasi produksi dilaksanakan. Hasil disampaikan dalam bentuk umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda.

Penjabaran nilai-nilai standar *benchmark world class* yang disarankan oleh JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) yaitu:

1. Apabila OEE = 100%, produksi dipersepsikan sempurna: memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam *performance* yang cepat serta tidak ada *downtime*.
2. Apabila OEE = 85%, produksi dipersepsikan kelas dunia. skor ini digunakan banyak perusahaan sebagai skor yang sesuai untuk dijadikan *goal* jangka panjang.
3. Apabila OEE = 60%, produksi dipersepsikan wajar, namun menginformasikan adanya ruang besar untuk *improvement*.
4. Apabila OEE = 40%, produksi dipersepsikan memiliki skor yang rendah, namun kebanyakan kasus bisa di-*improve* melalui pengukuran langsung (misalnya menelusuri alasan *downtime* dan menangani akar penyebab *downtime* satu per satu).

3.2.4 Pengertian *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

FMEA merupakan jenis desain dan cara untuk menganalisis pencegahan yang menunjang formula sistematis dan terstruktur agar modulus kerusakan potensial yang ada pada sistem dapat teridentifikasi. Langkah selanjutnya yaitu mempelajari pengaruh kerusakan pada sistem, mengambil langkah koreksi dan sebagai metode pencegahan sistem keandalan pada masalah (Effendi, 2015).

Pendekatan FMEA untuk memperbaiki kebijakan paling diprioritaskan menurut urutan dari nilai terbesar *Risk Priority Number* (RPN) ke yang lebih kecil. Oleh karena itu, pengembangan FMEA diubah menjadi tingkat resiko dan metode matriks. Pada mulanya, semua FMEA bersifat subjektif kemudian

berubah dari kualitatif menjadi kuantitatif yang nantinya dapat meningkatkan urutan prioritas. Terminologi yang berhubungan dengan FMEA menurut (Effendi, 2015) adalah sebagai berikut:

1. Komponen-komponen atau subsistem dari sistem atau alat yang dianalisa.
2. Potensi *failure mode* merupakan kegagalan yang berpotensi pada sebuah komponen atau proses untuk melaksanakan fungsi awalnya.
3. *Failure effect* merupakan dampak atau akibat dari komponen (subsistem) mengalami kegagalan yang disebutkan dalam potensial *failure mode*.
4. *Severity* adalah dampak seberapa serius kondisi akibat kegagalan terjadi menurut *failure effect*. Nilai yang digunakan adalah skala 1 (kondisi terbaik) sampai dengan 10 (kondisi terburuk). Adapun kriteria *severity* dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Kriteria Severity

Efek	Kriteria Severity of Effect	Peringkat
<i>Failure to meet safety and/or regulatory requirement</i>	Kegagalan <i>mode effect</i> berpotensi terhadap keselamatan dalam operasi, tanpa tanda peringatan	10
	Kegagalan <i>mode effect</i> berpotensi terhadap keselamatan dalam operasi, dengan tanda peringatan	9
<i>Loss or degradation of primary function</i>	Kehilangan atau degradasi fungsi utama <i>belt conveyor</i> yang tidak berdampak keselamatan	8
	Kehilangan atau degradasi fungsi utama <i>belt conveyor</i> yang tidak berdampak keselamatan serta penurunan performa <i>belt conveyor</i>	7
<i>Loss or degradation of secondary function</i>	<i>Belt conveyor</i> dapat dioperasikan, ada alat yang tidak berfungsi atau rusak	6
	<i>Belt conveyor</i> dapat beroperasi, tetapi terdapat penurunan performansi	5

Tabel 3.2 Kriteria Severity (Lanjutan)

Efek	Kriteria Severity of Effect	Peringkat
<i>Annoyance</i>	<i>Belt conveyor</i> dapat beroperasi dengan normal, namun <i>settingan</i> mengalami perubahan	4
	<i>Belt conveyor</i> dapat beroperasi dengan normal, tetapi terdapat gangguan kecil dan operator menyadarinya	3
	<i>Belt conveyor</i> dapat beroperasi normal, efek dari gangguan tidak mengganggu operasi	2
Tidak ada efek	Tidak ada efek yang dapat dilihat	1

Sumber: McDermott, 2009

5. *Causes* merupakan sebab terjadinya kegagalan pada komponen.
6. *Occurance* adalah tingkat terjadinya kegagalan yang ditunjukkan dengan skala 1 (permasalahan yang jarang terjadi) sampai 10 (permasalahan yang sering terjadi). Adapun kriteria *occurance* dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Kriteria Occurance

Peluang Kegiatan	Kriteria Occurance of Causes per Days	Peringkat
Sangat Tinggi	10 hari	10
Tinggi	20 hari	9
	30 hari	8
	50 hari	7
Sedang	100 hari	6
	180 hari	5
	360 hari	4

Tabel 3.3 Kriteria Occurance (Lanjutan)

Peluang Kegiatan	Kriteria Occurance of Causes per Days	Peringkat
Rendah	720 hari	3
	1080 hari	2
Sangat rendah	Kegagalan dapat teratasi pencegahan	1

Sumber: McDermott, 2009.

7. *Detection* adalah kemungkinan untuk mendeteksi suatu kesalahan yang akan terjadi atau sebelum dampak kesalahan tersebut terjadi. Nilai yang digunakan adalah skala 1 (*current control* dengan akurat dan cepat bisa menunjukkan kegagalan yang terjadi) sampai 10 (tidak ada alat kontrol yang bisa mendeteksi kegagalan). Adapun kriteria *detection* dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Kriteria Detection

Deteksi	Kriteria Detection	Peringkat
Tidak terdeteksi	Tidak bisa terdeteksi dengan sistem yang ada	10
<i>Not likely to detect at any stage</i>	Deteksi sedikit karena kontrol susah untuk mendeteksi gangguan	9
<i>Post design freeze or prior to launch</i>	Deteksi sangat kecil <i>belt conveyor</i> tidak dapat bekerja	8
	Deteksi sangat kecil	7
	Deteksi sangat kecil, terdapat <i>part</i> yang tidak berfungsi/rusak, dilakukan penggantian alat	6
<i>Prior to design freeze</i>	Deteksi sedang dikarenakan ada alat yang mengalami gangguan, dilakukan tindakan pengecekan	5
	Deteksi cukup tinggi, komponen mengalami perubahan settingan	4
	Deteksi tinggi, karena tanda seperti alarm berbunyi	3
Sangat Tinggi	Deteksi sangat tinggi	2
Pasti	Pasti terdeteksi	1

Sumber: McDermott, 2009

8. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang didapat merupakan hasil dari perkalian bobot *severity*, *occurance* dan *detection*, dimana ketiga bobot

tersebut dinilai dengan skala 1 sampai 10. Adapun tabel FMEA dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.5 FMEA Worksheet

FMEA Worksheet			Sistem:							
			Subsistem:							
No	Komponen	Function	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	S	O	D	RPN	

Sumber: Sari, 2016

Setelah nilai RPN diperoleh maka dapat terlihat urutan prioritas perawatan terhadap komponen yang harus difokuskan untuk dilakukan perawatan. Dari hasil RPN juga digunakan untuk *decition Realibility Centered Maintenance* (RCM) untuk menentukan tindakan perawatan terhadap mesin untuk menentukan tindakan perawatan terhadap mesin.

3.2.5 Diagram Fishbone

Diagram tulang ikan ialah sebuah metode untuk meningkatkan kualitas. Nama lainnya adalah diagram sebab-akibat. Penemunya merupakan seorang ilmuwan jepang tahun 1960-an, yaitu Dr. Kaoru Ishikawa, ia lahir pada tahun 1915 di Tokyo, Jepang. Beliau merupakan alumni Teknik Kimia Universitas Tokyo. Karena itu diagram ini juga disebut diagram ishikawa. Metode ini mulanya digunakan untuk manajemen kualitas dengan menggunakan data verbal (*non-numerical*) atau data kualitatif.

Diagram ini disebut diagram tulang ikan sebab bentuknya yang mirip dengan tulang ikan dan kepalanya menghadap ke kanan. Diagram ini berfungsi untuk menunjukkan akibat atau efek dari sebuah permasalahan serta macam-macam penyebabnya. Efek atau akibat digambarkan sebagai kepala, sedangkan tulang ikan digambarkan dengan sebab-sebab yang sesuai pendekatan

permasalahannya. Terkait pengendalian proses statistik, diagram ini dipakai untuk menunjukkan faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat). Dalam analisis *fishbone*, ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan yaitu:

1. Mempersiapkan analisa tulang ikan.
2. Identifikasi masalah.
3. Identifikasi bermacam kategori penyebab utama.
4. Menemukan sebab-sebab yang mungkin terjadi dengan saran.
5. Memeriksa ulang setiap kategori penyebab utama.
6. Memperoleh kesepakatan atas sebab-sebab yang sangat potensial.

Adapun gambaran dari analisis *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Diagram *Fishbone*

3.2.6 Hubungan antara Metode OEE dan FMEA

Hubungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* memiliki hubungan yang saling terkait mengenai efektivitas sistem produksi. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berfungsi untuk menghitung efektivitas sistem produksi perusahaan yang terdiri dari produk yang dihasilkan, mesin/peralatan, manusia, kerugian produktivitas dan lainnya dengan menggunakan 3 rasio utama yaitu *availability rate*, *performance efficiency rate* dan *quality rate* serta tujuan utama dari OEE adalah untuk menilai kinerja sistem

perusahaan. *Failure Mode and Effect Analysis* adalah suatu analisis yang dilakukan untuk bisa menemukan efek atau dampak yang kemungkinan akan membuat kesalahan pada suatu produk ataupun pada proses produksi. FMEA sering dipakai untuk mengidentifikasi kerusakan mesin. Dimana mesin merupakan salah satu bagian utama dalam sebuah sistem. Sehingga kedua metode ini memiliki hubungan saling terkait dalam meningkatkan efektivitas produksi perusahaan.

3.2.7 Dasar Teori *Belt Conveyor*

Belt conveyor ialah mesin/alat sederhana yang dipakai mengangkut bag atau curah berkapasitas besar. Alat ini terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan dibuat dari berbagai jenis bahan, seperti dari karet, plastik, kulit atau logam tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Adapun *belt conveyor* dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 *Belt Conveyor* PLTU PNS OMU

Kecepatan dan kapasitas *belt conveyor* tergantung dari jenis material yang akan dipindahkan serta dimensi sabuk yang dipakai. Bahan-bahan yang tidak mudah rusak dan memiliki berat jenis yang relatif besar dapat diangkut dengan kecepatan tinggi. Untuk kapasitas pengangkutan tertentu dipilih kecepatan dan lebar sabuk yang tepat. Pada perencanaan *conveyor*, biasanya dipilih kecepatan rendah serta lebar sabuk yang besar, dimana faktor dinamis yang timbul pada

kecepatan tinggi bisa menimbulkan *impact* dan gaya inersia terhadap beban sehingga bisa merusak bahan. *Belt conveyor* bisa mengangkut beban dengan arah *horizontal* maupun *vertical*, kemiringan pengangkutan pada sudut *vertical* tergantung gaya gesek *belt* (sabuk) dan bebannya, semakin besar gaya gesek maka sudut kemiringan semakin tinggi (Setiawan, 2013).

Proses pengangkutan pada *belt conveyor* dapat dibagi menjadi 2 proses pengangkutan sesuai dengan jenis barang yang dimuat, yaitu proses pengangkutan beban secara kontinu dan proses pengangkutan beban secara terputus-putus.

1. Proses pengangkutan beban secara kontinu

Proses pengangkutan yang biasanya dilakukan untuk mengangkut material curah dimana kecepatan dan kapasitasnya tetap, sehingga alokasi beban terjadi secara merata. Adapun proses pengangkutan beban secara kontinu dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 Pengangkutan Beban Secara Kontinu

2. Proses pengangkutan beban secara terputus-putus

Proses pengangkutan yang biasanya dilakukan untuk membawa beban yang berupa unit, contohnya seperti karung pakam, balok, barang kemasan dan sebagainya. Pengangkutan dilakukan secara terputus-putus sehingga distribusi muatan tidak merata. Adapun proses pengangkutan beban secara terputus-putus dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut:



Gambar 3.5 Pengangkutan Secara Terputus-Putus

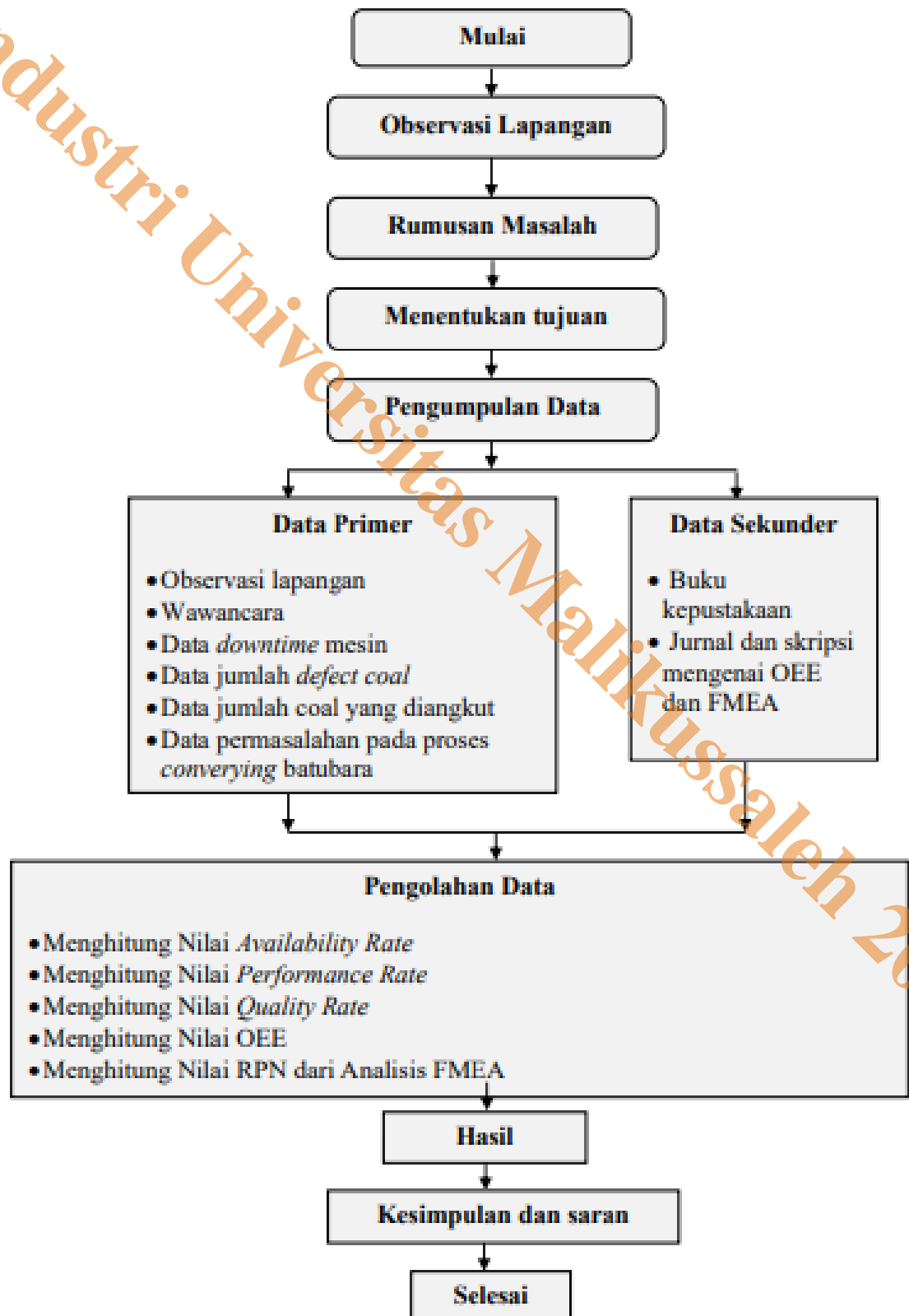
3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PLTU Pangkalan Susu dibawah PT. Indonesia Power PNS OMU yang bertempat di Desa Tanjung Pasir Kec. Pangkalan Susu, Kab. Langkat, Provinsi Sumatera Utara. Waktu penelitian dalam waktu 1 bulan dan dimulai pada tanggal 01 Juli 2021 sampai dengan 01 Agustus 2021..

3.3.2 Langkah-langkah Penelitian

Metodologi penelitian berisi mengenai langkah yang akan ditempuh selama penelitian dan berguna sebagai acuan agar berlangsung sistematis. Adapun metodologi penelitian secara *flowchart* dapat dilihat pada Gambar 3.6 sebagai berikut:



Gambar 3.6 *Flowchart* Metodologi Penelitian

3.3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu:

1. Data primer

Data primer ialah data yang didapat melalui pengamatan dan wawancara langsung dengan bagian berkepentingan di PT. Indonesia Power PNS OMU.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari sumber-sumber lain (data yang telah diperoleh dan dicatat oleh pihak lain) yaitu data dari buku maupun jurnal yang berhubungan dengan OEE dan FMEA, digunakan untuk mendukung kerja praktek dalam memecahkan masalah. Selain itu data sekunder yang diambil juga mencakup data yang dikumpulkan dari PT. Indonesia Power PNS OMU yaitu data *downtime*, data *defect*, data jam kerja produksi, data permasalahan proses produksi. Data tersebut diperoleh dari perusahaan untuk periode Juli 2021.

3.4 Definisi Variabel Operasional

Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan RPN dengan metode FMEA pada *Belt conveyor 1A* di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU adalah sebagai berikut:

1. *Downtime*

Downtime ialah berhentinya proses operasi dilakukan oleh perusahaan. Ada saatnya proses produksi tiba-tiba terhenti untuk perawatan karena kerusakan *hardware* atau *software*, kesalahan pengoperasian mesin dan berbagai hal tidak terduga. *Downtime* juga dilakukan sengaja guna pengecekan terhadap mesin-mesin, memberikan pelumas, memeriksa sambungan pipa serta berbagai tindakan preventif lainnya.

2. *Actual Cycle Time*

Actual Cycle Time ialah waktu yang diperlukan mesin guna memproduksi satu unit produk mulai dari awal proses hingga proses paling akhir.

3. *Available Time*

Available Time yaitu waktu kerja bersih yang tersedia dan benar-benar digunakan untuk kegiatan operasi. Jika suatu perusahaan menerapkan 8 jam kerja sehari (480 menit), maka jam kerja tersebut harus dikurangi waktu istirahat dan waktu-waktu non-produktif lainnya. Jam produksi batubara yang tersedia pada PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU yaitu 24 jam sehari.

4. *Defect Amount*

Defect Amount merupakan jumlah produk cacat yang dihasilkan dari proses *conveying* setiap hari.

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian baik data sekunder yang dimiliki PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU maupun data primer berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara dengan karyawan bagian produksi.

Pada perhitungan data dengan menggunakan metode OEE, data yang dibutuhkan yaitu data *downtime Belt Conveyor 1A*. *Downtime* ialah waktu yang semestinya dipakai untuk melakukan proses *conveying* namun karena daadanya kerusakan atau gangguan pada mesin yang menyebabkan mesin tidak dapat melaksanakan tugas sebagaimana mestinya. Gangguan terhadap mesin atau peralatan terjadi tiba-tiba. *Downtime* menyebabkan kerugian yang bisa dilihat jelas karena berkurangnya atau tidak ada *output* yang dihasilkan karena mesin tidak beroperasi. Data kinerja *Belt Conveyor* selama 30 hari operasi PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut:

Tabel 3.6 Data Kinerja Belt Conveyor 1A

Tanggal Conveying Coal	Availability Time (Jam)	Downtime (Jam)	Product Amount (Ton)	Defect Amount (Ton)	Actual Cycle Time (Jam)
01/07/2021	24	0	201	0	2,87
02/07/2021	24	0	6538	0	19,64
03/07/2021	24	0	393	0	4,74
04/07/2021	24	0	4667	0	18,89
05/07/2021	24	0	6668	0	18,55
06/07/2021	24	0	388	0	8,74
07/07/2021	24	0	0	0	0
08/07/2021	24	0	916	0	5,89
09/07/2021	24	0	5182	0	12,55
10/07/2021	24	0	3768	0	19,49
11/07/2021	24	0	3901	0	19,40
12/07/2021	24	0	1985	0	20,68
13/07/2021	24	0	1519	0	5,98
14/07/2021	24	0	150	0	0,9
15/07/2021	24	0	0	0	0
16/07/2021	24	0	0	0	0
17/07/2021	24	0	0	0	0
18/07/2021	24	0	6167	0	15,89
19/07/2021	24	0	2840	0	6,11
20/07/2021	24	0	287	0	13,81

Tabel 3.6 Data Kinerja Belt Conveyor 1A (Lanjutan)

Tanggal Conveying Coal	Availability Time (Jam)	Downtime (Jam)	Product Amount (Ton)	Defect Amount (Ton)	Actual Cycle Time (Jam)
21/07/2021	24	0	0	0	17
22/07/2021	24	0	0	0	0
23/07/2021	24	0	0	0	0
24/07/2021	24	0	0	0	0
25/07/2021	24	0	1418	0	20,05
26/07/2021	24	0	5971	0	17,02
27/07/2021	24	0	6912	0	12,39
28/07/2021	24	0	394	0	14,74
29/07/2021	24	0	3077	0	12,95
30/07/2021	24	0	4137	0	20,24
Total	720	0	67.479	0	308,52

Sumber: Data PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU

Adapun data ideal kinerja belt conveyor 1A yang diharapkan perusahaan dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut:

Tabel 3.7 Data Target Conveying Batubara

Mesin	Target conveying coal per hari (Ton)	Available Time (Jam)
<i>Belt Conveyor 1A</i>	6000	24

Sumber: Data PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU

3.6 Pengolahan Data

3.6.1 Perhitungan *Availability Ratio*

Availability Ratio merupakan sebuah rasio yang menjelaskan penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Maka, rumus yang digunakan untuk mengukur *Availability Ratio Belt Conveyor 1A* yaitu:

$$\text{Availability Ratio} = \frac{\text{Loading Time-Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

1. Perhitungan *Loading Time*

Loading time merupakan selisih antara *Available time* (waktu yang tersedia) dengan *Planned downtime* (waktu *downtime* mesin yang direncanakan).

Hasil perhitungan *Loading Time* untuk bulan Juli 2021 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Loading time} &= \text{availability time} - \text{planned downtime} \\ &= 24 - 21 \\ &= 3 \text{ jam} \end{aligned}$$

Berikut rekapitulasi perhitungan *Loading time* pada *belt conveyor 1A* dapat dilihat pada Tabel 3.8 sebagai berikut:

Tabel 3.8 Rekapitulasi *Loading Time Belt Conveyor 1A*

Tanggal Conveying Coal	<i>Availability Time (Jam)</i>	<i>Planned Downtime (Jam)</i>	<i>Loading Time (Jam)</i>
01/07/2021	24	21	3
02/07/2021	24	0	24
03/07/2021	24	19	5
04/07/2021	24	2	22
05/07/2021	24	2	22
06/07/2021	24	15	9
07/07/2021	24	24	0

Tabel 3.8 Rekapitulasi Loading Time Belt Conveyor 1A (Lanjutan)

Tanggal Conveying Coal	Availability Time (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Loading Time (Jam)
08/07/2021	24	12	12
09/07/2021	24	8	16
10/07/2021	24	2	22
11/07/2021	24	2	22
12/07/2021	24	2	22
13/07/2021	24	7	17
14/07/2021	24	23	1
15/07/2021	24	24	0
16/07/2021	24	24	0
17/07/2021	24	24	0
18/07/2021	24	4	20
19/07/2021	24	16	8
20/07/2021	24	10	14
21/07/2021	24	7	17
22/07/2021	24	24	0
23/07/2021	24	24	0
24/07/2021	24	24	0
25/07/2021	24	21	3
26/07/2021	24	3	21
27/07/2021	24	7	17
28/07/2021	24	15	9

Tabel 3.8 Rekapitulasi Loading Time Belt Conveyor 1A (Lanjutan)

Tanggal Conveying Coal	Availability Time (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Loading Time (Jam)
29/07/2021	24	9	15
30/07/2021	24	1	23
Total	720	376	344

Sumber: Pengolahan Data

2. Perhitungan Operation Time

Operation time merupakan selisih antara waktu *loading time* dan *total downtime*. Maksudnya, *operation time* ialah waktu operasi yang tersedia sesudah *downtime* mesin dikeluarkan dari *total available time* yang direncanakan.

Perhitungan *operation time* pada *belt conveyor 1A* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Operation time} &= \text{loading time} - \text{downtime} \\
 &= 3 - 0 \\
 &= 3 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Berikut rekapitulasi perhitungan *operation time* pada *belt conveyor 1A* dapat dilihat pada Tabel 3.9 sebagai berikut:

Tabel 3.9 Rekapitulasi Operation Time Belt Conveyor 1A

Tanggal	Loading Time (Jam)	Downtime (Jam)	Operation Time (Jam)
01/07/2021	3	0	3
02/07/2021	24	0	24
03/07/2021	5	0	5
04/07/2021	22	0	22
05/07/2021	22	0	22
06/07/2021	9	0	9

Tabel 3.9 Rekapitulasi *Operation Time Belt Conveyor 1A* (Lanjutan)

Tanggal	<i>Loading Time</i> (Jam)	<i>Downtime</i> (Jam)	<i>Operation Time</i> (Jam)
07/07/2021	0	0	0
08/07/2021	12	0	12
09/07/2021	16	0	16
10/07/2021	22	0	22
11/07/2021	22	0	22
12/07/2021	22	0	22
13/07/2021	17	0	17
14/07/2021	1	0	1
15/07/2021	0	0	0
16/07/2021	0	0	0
17/07/2021	0	0	0
18/07/2021	20	0	20
19/07/2021	8	0	8
20/07/2021	14	0	14
21/07/2021	17	0	17
22/07/2021	0	0	0
23/07/2021	0	0	0
24/07/2021	0	0	0
25/07/2021	3	0	3
26/07/2021	21	0	21
27/07/2021	17	0	17

Tabel 3.9 Rekapitulasi Operation Time Belt Conveyor 1A (Lanjutan)

Tanggal	Loading Time (Jam)	Downtime (Jam)	Operation Time (Jam)
28/07/2021	9	0	9
29/07/2021	15	0	15
30/07/2021	23	0	23
Total	344	0	344

Sumber: Pengolahan Data

3. Perhitungan Available Ratio

Adapun perhitungan *Availability ratio* untuk *belt conveyor* 1A berdasarkan data yang telah dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut:

Tabel 3.10 Rekapitulasi Availability Ratio Belt Conveyor 1A

Tanggal	Loading Time (Jam)	Downtime (Jam)
01/07/2021	3	0
02/07/2021	24	0
03/07/2021	5	0
04/07/2021	22	0
05/07/2021	22	0
06/07/2021	9	0
07/07/2021	0	0
08/07/2021	12	0
09/07/2021	16	0
10/07/2021	22	0
11/07/2021	22	0
12/07/2021	22	0

Tabel 3.10 Rekapitulasi Availability Ratio Belt Conveyor 1A (Lanjutan)

Tanggal	Loading Time (Jam)	Downtime (Jam)
13/07/2021	17	0
14/07/2021	1	0
15/07/2021	0	0
16/07/2021	0	0
17/07/2021	0	0
18/07/2021	20	0
19/07/2021	8	0
20/07/2021	14	0
21/07/2021	17	0
22/07/2021	0	0
23/07/2021	0	0
24/07/2021	0	0
25/07/2021	3	0
26/07/2021	21	0
27/07/2021	17	0
28/07/2021	9	0
29/07/2021	15	0
30/07/2021	23	0
Total	344	0

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Availability Ratio} = \frac{\text{Loading Time} - \text{Down Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$= \frac{344 - 0}{344} \times 100 \%$$

$$= 100 \%$$

Availability time dipengaruhi oleh waktu kerja produktif dan *total downtime (non productive time)*. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya nilai *availability* adalah nilai *downtime* yang sangat sedikit pada saat waktu proses produksi berjalan setiap bulannya. Berdasarkan hasil pengolahan, diketahui bahwa persentase *Availability Ratio* pada *belt conveyor 1A* selama 30 hari beroperasi sangat baik.

3.6.2 Perhitungan *Performance Efficiency Ratio*

Performance Efficiency Ratio ialah sebuah rasio yang menjelaskan keahlian mesin guna menghasilkan produk. Perhitungan *Performance Efficiency Ratio* dimulai dengan perhitungan *ideal cycle time* dari suatu mesin. Untuk menghitung *ideal cycle time*, membutuhkan fokus ke persentase kerja terhadap *delay time*. Persentase jam kerja selama setahun didapat dari jam kerja satu tahun. Adapun data persentase jam kerja mesin *packing* pada setiap mesin dapat dilihat pada Tabel 3.11 sebagai berikut:

Tabel 3.11 Rekapitulasi *Performance Efficiency Ratio Belt Conveyor 1A*

Tanggal	Production Amount (Ton)	Waktu Siklus Ideal (Jam)	Operation Time (Jam)
01/07/2021	201	0,004	21
02/07/2021	6538	0,004	0
03/07/2021	393	0,004	19
04/07/2021	4667	0,004	2
05/07/2021	6668	0,004	2
06/07/2021	388	0,004	15
07/07/2021	0	0,004	24

Tabel 3.11 Rekapitulasi *Performance Efficiency Ratio* Belt Conveyor 1A (Lanjutan)

Tanggal	<i>Production Amount</i> (Ton)	Waktu Siklus Ideal (Jam)	<i>Operation Time</i> (Jam)
08/07/2021	916	0,004	12
09/07/2021	5182	0,004	8
10/07/2021	3768	0,004	2
11/07/2021	3901	0,004	2
12/07/2021	1985	0,004	2
13/07/2021	1519	0,004	7
14/07/2021	150	0,004	23
15/07/2021	0	0,004	24
16/07/2021	0	0,004	24
17/07/2021	0	0,004	24
18/07/2021	6167	0,004	4
19/07/2021	2840	0,004	16
20/07/2021	287	0,004	10
21/07/2021	0	0,004	7
22/07/2021	0	0,004	24
23/07/2021	0	0,004	24
24/07/2021	0	0,004	24
25/07/2021	1418	0,004	21
26/07/2021	5971	0,004	3
27/07/2021	6912	0,004	7
28/07/2021	394	0,004	15

Tabel 3.11 Rekapitulasi Performance Efficiency Ratio Belt Conveyor 1A (Lanjutan)

Tanggal	Production Amount (Ton)	Waktu Siklus Ideal (Jam)	Operation Time (Jam)
29/07/2021	3077	0,004	9
30/07/2021	4137	0,004	1
Total	67.479		344

Sumber: Pengolahan Data

Performance Efficiency Ratio dari belt conveyor 1A selama 30 hari beroperasi menggunakan rumus yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Efficiency Ratio} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{67.479 \times 0,004}{344} \times 100\% \\
 &= 78,46\%
 \end{aligned}$$

3.6.3 Perhitungan Rate of Quality Product

Rate Of Quality Product ialah rasio yang menjelaskan keahlian peralatan guna menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Perhitungan nilai Quality Ratio menggunakan rumus berikut:

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

Adapun hasil perhitungan rate of quality product pada belt conveyor 1A dapat dilihat pada Tabel 3.12 sebagai berikut:

Tabel 3.12 Perhitungan Rate of Quality Product Belt Conveyor 1A

Tanggal	Processed Amount (Ton)	Defect Amount (Ton)
01/07/2021	201	0
02/07/2021	6538	0

Tabel 3.12 Perhitungan *Rate of Quality Product Belt Conveyor 1A* (Lanjutan)

Tanggal	<i>Processed Amount</i> (Ton)	<i>Defect Amount</i> (Ton)
03/07/2021	393	0
04/07/2021	4667	0
05/07/2021	6668	0
06/07/2021	388	0
07/07/2021	0	0
08/07/2021	916	0
09/07/2021	5182	0
10/07/2021	3768	0
11/07/2021	3901	0
12/07/2021	1985	0
13/07/2021	1519	0
14/07/2021	150	0
15/07/2021	0	0
16/07/2021	0	0
17/07/2021	0	0
18/07/2021	6167	0
19/07/2021	2840	0
20/07/2021	287	0
21/07/2021	0	0
22/07/2021	0	0
23/07/2021	0	0

Tabel 3.12 Perhitungan *Rate of Quality Product Belt Conveyor 1A* (Lanjutan)

Tanggal	Processed Amount (Ton)	Defect Amount (Ton)
24/07/2021	0	0
25/07/2021	1418	0
26/07/2021	5971	0
27/07/2021	6912	0
28/07/2021	394	0
29/07/2021	3077	0
30/07/2021	4137	0
Total	67.479	0

Sumber: Pengolahan Data

$$\begin{aligned} \text{Rate of Quality Product} &= \frac{67.479 - 0}{67.479} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

3.6.4 Perhitungan Nilai OEE Pada *Belt Conveyor 1A*

Adapun nilai rata – rata OEE yang diperoleh selama 30 hari pada *Belt Conveyor 1A* dapat dilihat pada Tabel 3.13 sebagai berikut:

Tabel 3.13 Perhitungan Nilai OEE Berdasarkan *Availability, Performance* dan *Quality Rate* Pada *Belt Conveyor 1A*

Mesin	<i>Belt Conveyor 1A</i>
OEE (%)	78,46
<i>Availability Ratio (%)</i>	100
<i>Performance Efficiency Ratio (%)</i>	78,46
<i>Quality Rate (%)</i>	100

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 3.13 diketahui bahwa nilai OEE didapat hasil perkalian dari nilai ketiga faktor rasio yaitu *Availability ratio*, *Performance Efficiency Ratio* dan *Rate of Quality Product*. Berdasarkan hasil perhitungan, pada Tabel 3.13 diketahui bahwa nilai OEE tidak memenuhi standart *Benchmark World Class*.

3.6.5 Perbandingan Nilai OEE *Belt Conveyor* 1A PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU dengan Nilai OEE Standar Internasional

Nilai OEE yang telah didapatkan dibandingkan dengan nilai OEE standar *Benchmark World Class* yang merupakan nilai standar dari masing-masing faktor yang mempengaruhi nilai OEE, dengan begitu dapat diketahui apakah *Availability ratio*, *Performance Efficiency Ratio* dan *Rate of Quality Product* pada *Belt Conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU selama 30 hari beroperasi sudah sesuai standar *Benchmark World Class* atau belum. Berikut nilai perbandingan OEE perusahaan terhadap OEE standar *Benchmark World Class* pada Tabel 3.14 sebagai berikut:

Tabel 3.14 Perbandingan Nilai OEE Standar *Benchmark World Class* Dengan Nilai OEE pada *Belt Conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU Pangkalan Susu OMU

OEE Factor	Nilai OEE Standar <i>Benchmark World Class</i> (%)	Nilai OEE <i>Belt Conveyor</i> 1A (%)
<i>Availability Ratio</i>	>90	100%
<i>Performance Efficiency Ratio</i>	>95	78,46%
<i>Rate of Quality Product</i>	>99	100%
OEE	>85	78,46%

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 3.14 dapat diketahui bahwa nilai perhitungan rata-rata dari *Availability Ratio* dan *Rate of Quality Product* untuk *Belt Conveyor* 1A telah mencapai standar *Benchmark World Class*, sedangkan nilai *Performance Efficiency* dari *Belt Conveyor* 1A belum mencapai standar *Benchmark World Class*. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk *Belt Conveyor* 1A pada PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU belum memenuhi standar *Benchmark World Class* yang ada. Dimana pada nilai 85% produksi dianggap kelas dunia.

Bagi banyak perusahaan skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan *goal* jangka panjang.

3.6.6 Analisis Akar Permasalahan

Dari hasil nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang didapat selanjutnya dilakukan analisis menggunakan Diagram Sebab Akibat (*fishbone*) untuk mengetahui penyebab rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Adapun identifikasi penyebab rendahnya nilai OEE didasarkan 4 kategori yaitu manusia, mesin/peralatan, metode dan material yang diuraikan sebagai berikut:

1. Manusia

Setiap pekerjaan dalam proses membutuhkan pengawasan untuk melihat seberapa besar kemampuan kerja karyawan dan ketaatan peraturan karyawan, agar pekerjaan yang dilakukan bisa terkoordinasi dengan baik. Dari hasil pengamatan belum terlihat adanya pengawasan yang ketat dari pihak perusahaan sehingga karyawan atau misalnya operator mesin yang seharusnya berada untuk melihat atau mengkoordinasi mesin selama dalam proses produksi berlangsung.

Operator yang bertugas mengoperasikan mesin, secara umum berlatar belakang pendidikan yang berbeda, tentunya ini sangat mempengaruhi tingkat kemampuan dan keterampilan dari operator tersebut. Dari hasil pengamatan belum adanya penyetaraan pendidikan dalam pemilihan atau memperkerjakan operator mesin yang ada. Pelatihan sangat dibutuhkan untuk menambah ilmu dan keterampilan karyawan, misalnya memberi pelatihan bagaimana cara melihat atau mendeteksi kondisi mesin dalam keadaan baik atau tidak dan melakukan tindakan awal kerusakan mesin terhadap operator mesin yang ada.

2. Mesin

Preventive Maintenance adalah salah satu usaha dalam menjaga umur mesin, agar mempunyai kerja yang optimal. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, *preventive maintenance* yang dilakukan tidak efektif, ini dapat

dilihat dari jadwal *maintenance* dan saat dilakukan *maintenance* sering didapatkan masalah yaitu spare part yang rusak tidak didapatkan.

Setiap mesin mempunyai nilai umur, semakin tua umur mesin tersebut maka tingkat kinerja mesin yang dihasilkan akan semakin menurun. Dari hasil pengamatan belum adanya pengawasan yang ketat terhadap pembelian *spare part* ketika memesan dan menerima alat dan lambatnya proses penggantian serta sering alat tersebut tetap digunakan walaupun harus diganti.

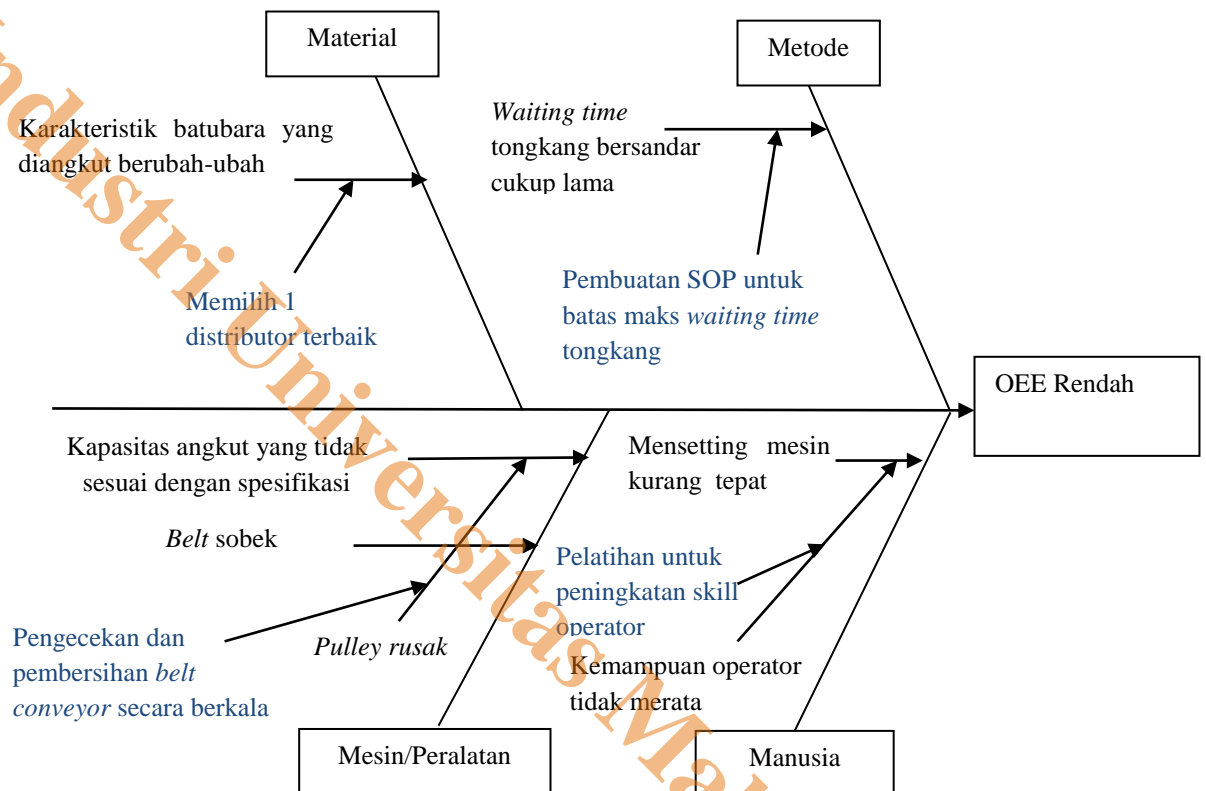
3. Metode

Standar proses waktu dalam menunggu tongkang batubara bersandar masih terlalu lama, dengan adanya standar waktu pengerjaan kita bisa mencapai target yang diinginkan sesuai waktu yang telah ditentukan. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan bahwa tidak adanya standar waktu dalam menunggu tongkang batubara bersandar.

4. Material

Memilih 1 distributor terbaik untuk penyedia batubara agar karakteristik pada material sama atau sedikit perbedaan agar batubara tersebut tidak membutuhkan waktu yang lama untuk diangkut.

Dari uraian permasalahan di atas dapat digambarkan ke dalam bentuk diagram sebab akibat (*fishbone*) yang dapat dilihat pada Gambar 3.7 sebagai berikut:



Gambar 3.7 Diagram Identifikasi Kegagalan Conveying Coal

3.6.7 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Adapun langkah langkah dalam analisis kerusakan menggunakan metode FMEA yaitu:

1. Langkah pertama adalah menentukan moda kegagalan dari suatu proses, berikut adalah jenis-jenis kegagalan (*failure mode*), penyebab kegagalan (*failure cause*) dan efek yang ditimbulkan (*failure effect*) dari nilai OEE yang rendah pada *belt conveyor* 1A PT. Indonesia Power PNS OMU.
2. Setelah diketahui moda kegagalan dari nilai OEE rendah pada *belt conveyor* PT. Indonesia Power PNS OMU, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *severity* (S), *rating occurance* (O) dan *rating detection* (D) pada setiap moda kegagalan dengan kriteria skor dinilai dengan *rating* skor 1-10 dengan masing-masing kriteria berdasarkan *rating severity*, *rating occurance* dan *rating detection*.

3. Nilai *severity*, *occurance* dan *detection* didapat dari data perusahaan dan hasil wawancara yang sudah dilakukan. Perhitungan nilai *risk priority number* (RPN) merupakan bagian paling penting dalam FMEA karena dari nilai *risk priority number* (RPN) akan diketahui prioritas resiko yang termasuk kritis yang menjadi fokus utama dalam melakukan *preventive maintenance*.

Nilai *risk priority number* (RPN) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = \textit{severity} \times \textit{occurance} \times \textit{detection}$$

4. Melakukan *pe-ranking* pada komponen mesin
Adapun *ranking* pada masing-masing komponen *belt conveyor* 1A PT. Indonesia Power PNS OMU menggunakan tabel FMEA dapat dilihat pada Tabel 3.15 sebagai berikut:

Tabel 3.15 FMEA Worksheet pada Belt Conveyor 1A

FMEA Worksheet			Sistem: Belt Conveyor 1A						
			Subsistem: -						
No	Komponen	Function	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	S	O	D	RPN
1.	Belt	Mengangkut batubara	Sobek	Penuaan	Terganggunya efektivitas mesin	7	5	1	35
				Gesekan dengan rubber skirt		7	4	1	28
				Material tidak sesuai dengan spek		7	2	1	14
				Pulley aus	Rusaknya mesin	7	5	1	35
				Pullchord tersentuh swing BC		8	4	1	32

Tabel 3.15 FMEA Worksheet pada Belt Conveyor 1A pada Belt Conveyor 1A (Lanjutan)

FMEA Worksheet			Sistem: Belt Conveyor 1A						
			Subsistem: -						
No	Komponen	Function	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	S	O	D	RPN
1.	Belt	Mengangkut batubara	Sobek	Terganjil batu	Terjadinya kecelakaan kerja	8	3	1	24
				Kendor		7	5	1	35
2	Pulley	Tail pulley, drive pulley, pulley wheel, tension pulley	Kerusakan bearing	Getaran tinggi	Mesin BC tidak dapat berfungsi	8	4	1	32
				Kesalahan pelumas	Mesin mudah panas dan rusak	8	3	2	48
3	Gallery	BC mainsupport	Patah/ Roboh	Alur gigi penyok	Terjadinya kecelakaan kerja	8	4	2	64
				Pelumas kurang	Mesin mudah panas dan rusak	8	4	2	64
4	Chute	Pengarah	Terblokir/ Terhambat	Tidak sejajar	Terjadinya kerusakan yang fatal pada mesin	7	4	1	28
				Baut longgar		7	2	1	14

Tabel 3.15 FMEA Worksheet pada Belt Conveyor 1A pada Belt Conveyor 1A (Lanjutan)

FMEA Worksheet			Sistem: Belt Conveyor 1A						
			Subsistem: -						
No	Komponen	Function	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	S	O	D	RPN
5.	Idler	Penahan dan pengarah belt	Idler aus	Mesin aus	Terjadinya kerusakan idler	4	3	4	48
Total RPN									501

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan resiko yang telah terdaftar dan diketahui nilai RPN masing-masing maka dapat ditentukan resiko kritis. Resiko kritis tersebut yang akan dianalisa lebih lanjut sebagai langkah awal dan tindakan penanganan resiko untuk mempertahankan kinerja *belt conveyor* 1A PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU.

Suatu resiko dikatakan sebagai resiko kritis apabila memiliki nilai RPN diatas nilai kritis. Adapun nilai kritis RPN ditentukan dari rata-rata nilai RPN dari seluruh resiko dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kritis RPN} = \frac{\text{Jumlah RPN}}{\text{Jumlah Resiko}} = \frac{501}{14} = 35,78 \text{ dibulatkan menjadi } 36.$$

Berdasarkan perhitungan resiko yang dilakukan dengan Metode FMEA diperoleh 4 resiko kritis. Nilai RPN dari keempat resiko tersebut berada diatas 36 yang merupakan resiko kritis. Adapun daftar resiko kritis pada *belt conveyor* dapat dilihat pada Tabel 3.16 sebagai berikut:

Tabel 3.16 Daftar Resiko Kritis

No	Failure Mode	Severity	Occurance	Detection	Risk Priority Number
1	Kerusakan bearing karena kesalahan pelumas	8	3	2	48
2	Gallery patah/roboh karena alur gigi penyok	8	4	2	64
3	Gallery patah/roboh karena kurang pelumas	8	4	2	64
4	Idler aus	4	3	4	48

Sumber: Pengolahan Data

3.7 Analisis dan Evaluasi Data

3.7.1 Analisis Data

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan maka dapat dilakukan analisis hasil sebagai berikut:

1. Pada perhitungan nilai OEE pada *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU adalah 78,46%. Berdasarkan Benchmark World

Class nilai efektivitas *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU masih dalam keadaan yang cukup baik dimana nilai OEE yang di dapat >60% namun masih perlu improvisasi untuk mendapatkan nilai OEE yang sempurna berdasarkan yang diharapkan perusahaan.

2. Adapun perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) yang memiliki resiko kritis pada *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU adalah kerusakan bearing karena kesalahan pelumas yaitu dengan nilai RPN 48, gallery patah/robok karena alur gigi penyok dengan RPN 64, gallery patah/robok karena kurang pelumas dengan RPN 64 dan idler aus dengan RPN 48.

3.7.2 Evaluasi Data

Berdasarkan evaluasi nilai efektivitas yang telah didapatkan dari pengolahan data pada *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU didapat nilai OEE yaitu 78,46%. Berdasarkan nilai diatas dapat dibandingkan dengan nilai standart dari *Benchmark World Class*, maka nilai efektivitas untuk *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU belum mencapai tingkat kesempurnaan yang baik yaitu sebesar 85%, jadi nilai efektivitas *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU masuk kedalam kategori wajar atau cukup baik.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, nilai OEE pada *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power Pangkalan Susu OMU adalah 78,46%, jika dibandingkan dengan standar *Benchmark World Class* maka nilai efektivitas *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power Pangkalan Susu OMU belum mencapai tingkat kesempurnaan yang baik yaitu sebesar 85%, namun nilai OEE 78,46% masih dalam kategori wajar atau cukup baik karena >60% tetapi masih perlu improvisasi untuk mendapatkan nilai OEE yg sempurna.
2. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari nilai analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada *Belt Conveyor* 1A di PT. Indonesia Power Pangkalan Susu OMU adalah 501 dimana yang menjadi risiko kritis kegagalan pada *Belt Conveyor* 1A ini adalah kerusakan bearing karena kesalahan pelumas yaitu dengan nilai RPN 48, *gallery* patah/robok karena alur gigi penyok dengan RPN 64, *gallery* patah/robok karena kurang pelumas dengan RPN 64 dan *idler* aus dengan RPN 48. Adapun langkah – langkah perbaikan yang dapat dilakukan *belt conveyor* 1A adalah sebagai berikut:
 - Manusia, melakukan pengawasan pada operator saat bekerja dan memberikan pelatihan pada operator serta operator harus lebih memahami pengoperasian mesin yang baik dan benar, mematuhi SOP (Standar Operasional Perusahaan) yang telah dibuat.
 - Mesin, melakukan *Preventive Maintenance* dan memperhatikan setiap *spare part* yang digunakan.

- Metode, menetapkan waktu standard untuk menunggu tongkang bersandar agar dapat mengoptimalkan proses *conveying coal*.
 - Material, memilih distributor terbaik untuk penyedia batubara *low calor* dengan kualitas baik (tidak terlalu basah).
3. Berdasarkan nilai OEE yang didapat penurunan efektivitas *belt conveyor* 1A di PT. Indonesia Power PLTU PNS OMU, dikarenakan nilai *Performace Efficiency Ratio*. Dimana hal ini didasari karena *operation time* pada *belt conveyor* 1A yang tidak maksimal menyebabkan efektivitas mesin menurun.

4.2 Saran

Penelitian yang dilakukan terhadap kebijakan perawatan mesin yang telah dilaksanakan oleh perusahaan memberikan beberapa masukan yang dapat dikembangkan dan ditindaklanjuti, diantaranya:

1. Perusahaan dapat membuat standarisasi waktu dalam menunggu tongkang agar dapat meingkatkan efisiensi proses *conveying coal*.
2. Operator harus lebih memahami pengoperasian mesin yang baik dan benar, mematuhi SOP (standar operasional perusahaan) yang telah dibuat serta memiliki kemampuan yang baik untuk mendeteksi sebuah kerusakan sebelum kerusakan tersebut terjadi.
3. Perusahaan harus melaksanakan program manajemen *training* yang salah satunya yaitu untuk memberikan pelatihan kepada operator agar setiap operator dapat memahami mesin yang rusak dan bagaimana cara yang cepat dan tepat untuk menangani kerusakan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Almaenazel, Osama Taaisir R. (2010). *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*, Jordan Journal Of Mechanical and Industrial Engineering, Vol. 4.
- David, Roy, K. (1995). *Productivity Improvement Throught TPM. The Manufacturing Practitioner Series*, Prentice Hall, New York.
- Effendi, M. Syafwansyah dan M. Khafizd Arifin. (2015). *Perbedaan Risk Priority Number dalam Failure Mode and Effect Analysis FMEA Sistem Alat Berat Heavy Duty Truck HD 785-7*. Spektrum Industri, Vol. XII.
- Hansen, R. C. (2001). *Overall Equipment Effectiveness A Powerfull Production/Maintenance Tool For In Creased Profit*, Industrial Press Inc, New York.
- McDermott, Robin, Mikulak, R., Beauregard, M. (2009). *The Basic of FMEA 2nd edition*. CRC Press Taylor & Francis Group, New York.
- Nakajima, Seiichi. (1998). *Introduction to Total Productive Maintenance*, Productivity Inc, Cambridge.
- Sari, Diana Puspita dan Mukhammad Faizal Ridho. (2016). *Evaluasi Manajemen Perawatan dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Mesin Blowing di Plant PT. Pisma Putra Textile*. Jurnal Teknik Industri Universitas Diponegoro, Vol. XI(2).
- Setiawan, Bambang. (2013). *Perencanaan Belt Conveyor dengan Kapasitas 30 Ton perjam*. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA, Palembang.

LAMPIRAN 1

Spesifikasi *Belt Conveyor* 1A

No	Description	<i>Belt Conveyor</i> 1A	Penjelasan
1	Tipe	SJ 1200 St 1250 6+6	Merupakan nomor seri <i>belt conveyor</i> dari pabrik
2	Tipe Motor	YKK 4004-4	Merupakan nomor seri motor <i>belt conveyor</i> dari pabrik
3	Manufaktur	32,6 Ampere	Maksimum arus listrik yang dibutuhkan <i>belt conveyor</i> adalah 32,6 Ampere
4	Frekuensi	0 Hz	Frekuensi yang dihasilkan <i>belt conveyor</i> adalah 0 Hz
5	Putaran	1484 Rpm	Kecepatan putaran rotor <i>belt conveyor</i> adalah 1484 per menit
6	Daya	280 KW	Maksimum daya yang dibutuhkan <i>belt conveyor</i> adalah 280 KW
7	Tegangan	6000 Volt	Maksimum daya yang dibutuhkan <i>belt conveyor</i> adalah 6000 Volt
8	Electrical Heater	2420 Kg	
9	Rated Output	1500 Ton/jam	Maksimum batubara yang dapat diangkut oleh <i>belt conveyor</i>
10	Panjang	1359,2942 M	Ukuran panjang <i>belt conveyor</i> 1A adalah 1359,2942 M

LAMPIRAN 2



Gambar Belt Conveyor 1A



Gambar Batubara yang Diangkut



Gambar Ship Unloader



Gambar Tongkang Batubara

LAMPIRAN 3



Dokumentasi Bersama Supervisor Senior RCB/Mentor



Dokumentasi Bersama Karyawan HAR



Dokumentasi Bersama Karyawan Predictive Maintenance



Pengamatan Belt Conveyor



Perbaikan Soot Blower Unit 2



Pemeriksaan Fibrasi dan Inframerah pada Generator