

LAPORAN KERJA PRAKTEK

PT. INDONESIA POWER PLTU PANGKALAN SUSU



DISUSUN OLEH :

AL RAFIQ ARIL PRADISTIA

NPM : 238150022

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2026

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)11/9/26

LEMBAR PENGESAHAN I
LAPORAN KERJA PRAKTEK
PT. PLN INDONESIA POWER PLTU
PANGKALAN SUSU

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Fakultas

Teknik Universitas Medan Area dengan ini :

Disusun Oleh :

AL RAFIQ ARIL PRADISTIA

NPM :238150022

Disetujui Oleh :

Koordinator Kerja Praktek

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Chalis Fajri Hasibuan S.T., M.Sc

NIDN : 0110068801

YUDI DAENG POLEWANGI

NIDN: 0112118503

LEMBAR PENGESAHAN II
LAPORAN KERJA PRAKTEK
PT. PLN INDONESIA POWER PLTU
PANGKALAN SUSU

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Fakultas
Teknik Universitas Medan Area dengan ini:

Disusun Oleh:

AL RAFIQ ARIL PRADISTIA

NPM: 238150022

Diketahui Oleh:

TEAM LEADER

TEKNISI SENIOR

AZIZ ROMANSYAH DEPARI

MUHARI

Disetujui Oleh:

Asisten Manager

HERI PRIMA GINTING

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Kerja Praktek ini dengan baik dan tepat waktu. Laporan Kerja Praktek ini disusun sebagai salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan program pendidikan pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Pelaksanaan Kerja Praktek ini memberikan pengalaman serta wawasan yang sangat berharga bagi penulis, khususnya dalam memahami penerapan ilmu teknik di dunia industri secara nyata. Selama proses pelaksanaan Kerja Praktek hingga penyusunan laporan ini, penulis banyak memperoleh bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral, motivasi, serta semangat yang tiada henti kepada penulis.
2. Bapak Dr. Eng Supriatno, ST., MT., selaku Dekan Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Ir. Chalis Fajri Hasibuan, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Universitas Medan Area
4. Bapak Yudi Daeng Polewangi ST. MT., selaku dosen pembimbing Kerja Praktek yang telah memberikan arahan, bimbingan, kritik, dan saran selama proses penyusunan laporan ini.
5. Bapak Heri Prima Ginting selaku pihak manajemen PT PLN Indonesia Power UBP Pangkalan Susu yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Kerja Praktek.

6. Bapak Aziz Romansyah Depari, selaku pembimbing lapangan di PT PLN Indonesia Power UBP Pangkalan Susu yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta bantuan selama pelaksanaan Kerja Praktek.
7. Seluruh staf dan karyawan PT PLN Indonesia Power UBP Pangkalan Susu yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta bantuan kepada penulis selama melaksanakan Kerja Praktek.
8. Teman-teman seperjuangan stambuk 2023 yang telah memberikan bantuan, semangat, dan kerja sama selama pelaksanaan Kerja Praktek maupun dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Kerja Praktek ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan Kerja Praktek ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, serta bagi pembaca pada umumnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	ii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II GAMBAR UMUM PERUSAHAAN	6
2.1 Sejarah Perusahaan.....	6
2.2 Visi Misi Perusahaan.....	7
2.2.1 Visi Perusahaan	7
2.2.2 Misi Perusahaan	8
2.3 Logo Perusahaan	8
2.3.1 Bentuk	8
2.3.2 Warna	8

2.4	Lokasi Perusahaan.....	9
2.5	Struktur Organisasi.....	9
BAB III PROSES PRODUKSI.....		13
3.1	Energi Primer di PLTU Pangkalan Susu	13
3.2	Sistem Coal Handling	19
3.2.1	Pengertian Coal Handling System	19
3.2.2	Alur Proses Coal Handling di PLTU Pangkalan Susu	20
3.2.3	Peralatan Utama pada Coal Handling System	21
3.3	Sistem Ash Handling.....	25
3.3.1	Pengertian Ash Handling System.....	25
3.3.2	Jenis Abu Hasil Pembakaran.....	26
3.3.3	Alur Proses Ash Handling di PLTU Pangkalan Susu.....	28
BAB IV TUGAS KHUSUS		30
4.1	Pendahuluan	30
4.2	Latar Belakang Masalah.....	30
4.3	Rumusan Masalah	31
4.4	Batasan Masalah.....	31
4.5	Asumsi	32
4.6	Tujuan Penelitian.....	33
4.7	Manfaat Tugas Khusus	33
4.8	Landasan Teori	34
4.8.1	Keandalan (Reability)	34
4.8.2	Pemeliharaan (Maintenance).....	34
4.8.3	Crusher Batubara.....	36
4.8.4	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	37
4.8.5	Severity, Occurrence, dan Detection.....	37

4.8.6	Risk Priority Number (RPN).....	38
4.9	Metodologi Penelitian	39
4.9.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	39
4.9.2	Objek Penelitian	40
4.9.3	Jenis dan Sumber Data	40
4.9.4	Teknik Pengumpulan Data	41
4.9.5	Diagram Alur Penelitian.....	42
4.10	Pengolahan Data.....	43
4.10.1	Penentuan Severity, Occurrence, dan Detection	44
4.10.2	Perhitungan Risk Priority Number (RPN)	44
BAB V PENUTUP.....		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN.....		49

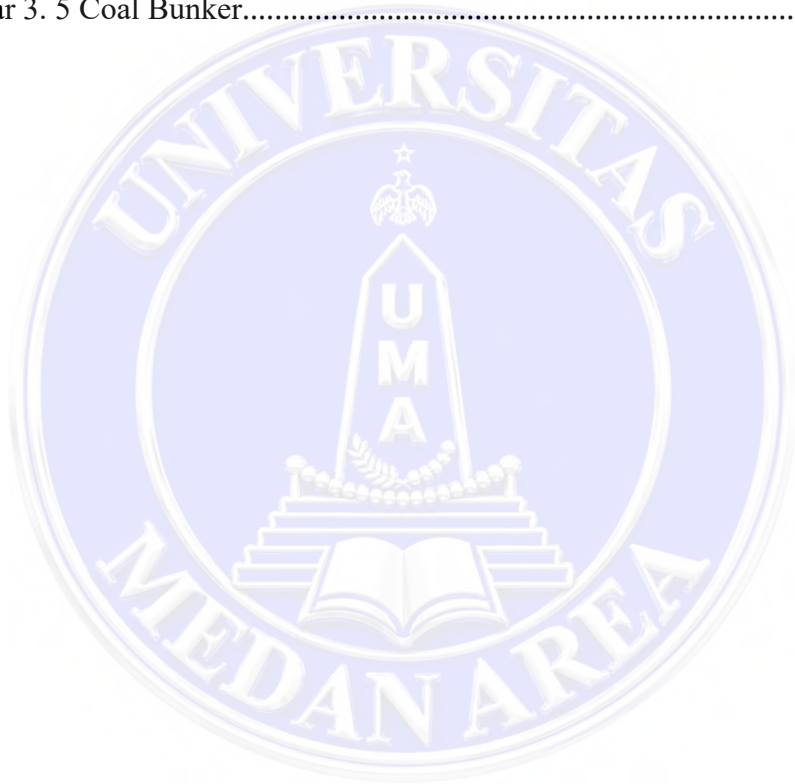
DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Karakteristik Fly ash dan Bottom ash	27
Tabel 4. 1 Failur Mode Crusher	43
Tabel 4. 2 Penilaian FMEA	44
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan RPN	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo Perusahaan	8
Gambar 2. 2 Struktur Organisasi.....	9
Gambar 3. 1 Flowchart PLTU	14
Gambar 3. 2 Belt Conveyor	21
Gambar 3. 3 Crusher	22
Gambar 3. 4 Stacker Reclaimer	23
Gambar 3. 5 Coal Bunker.....	24



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama dalam proses pembangkitannya. Ketersediaan dan kontinuitas pasokan batubara menjadi faktor penting dalam menjaga keandalan operasi PLTU. Oleh karena itu, sistem penanganan batubara (coal handling system) memegang peranan yang sangat vital dalam menunjang proses produksi energi listrik.

Salah satu peralatan utama dalam sistem coal handling adalah crusher batubara, yang berfungsi untuk memperkecil ukuran batubara agar sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada proses pembakaran. Kinerja crusher yang tidak optimal atau mengalami gangguan dapat menyebabkan terhambatnya aliran batubara, menurunnya efisiensi operasi, bahkan berpotensi menyebabkan terhentinya proses pembangkitan listrik.

Dalam praktiknya, peralatan crusher sering mengalami berbagai gangguan seperti keausan komponen, kerusakan mekanis, maupun permasalahan operasional yang dapat memengaruhi tingkat keandalannya. Oleh sebab itu, diperlukan suatu analisis keandalan untuk mengidentifikasi jenis gangguan yang sering terjadi, penyebab kerusakan, serta dampak yang ditimbulkan terhadap proses operasional PLTU.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan kerja praktek dengan mengambil judul “Analisis Keandalan Peralatan Crusher Batubara pada Unit Mekanik Energi Primer PLTU”. Diharapkan melalui analisis ini dapat

diperoleh gambaran kondisi keandalan crusher serta upaya yang dapat dilakukan untuk menunjang kelancaran operasional sistem penanganan batubara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam laporan kerja praktek ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana fungsi dan peran peralatan crusher batubara pada Unit Mekanik Energi Primer PLTU?
2. Apa saja jenis gangguan atau kerusakan yang sering terjadi pada peralatan crusher batubara?
3. Apa penyebab dan dampak gangguan peralatan crusher terhadap proses operasional PLTU?
4. Bagaimana upaya pemeliharaan yang dilakukan untuk menjaga keandalan peralatan crusher?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam laporan kerja praktek ini lebih terarah dan tidak terlalu luas, maka batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada peralatan crusher batubara di Unit Mekanik Energi Primer.
2. Analisis yang dilakukan terbatas pada aspek keandalan, gangguan, dan pemeliharaan peralatan.
3. Data yang digunakan diperoleh dari hasil observasi lapangan, wawancara dengan operator atau teknisi, serta dokumentasi yang tersedia.

4. Penelitian tidak membahas perhitungan desain ulang maupun modifikasi peralatan crusher.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari pelaksanaan kerja praktek ini adalah untuk memperoleh pemahaman mengenai tingkat keandalan peralatan crusher batubara pada Unit Mekanik Energi Primer PLTU serta peranannya dalam menunjang kelancaran proses operasional pembangkitan listrik.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari pelaksanaan kerja praktek ini adalah:

1. Mengidentifikasi jenis gangguan atau kerusakan yang sering terjadi pada peralatan crusher batubara.
2. Menganalisis penyebab serta dampak gangguan peralatan crusher terhadap proses operasional PLTU.
3. Mengetahui upaya pemeliharaan yang dilakukan untuk menjaga keandalan peralatan crusher Batubara.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan Kerja Praktik ini ditulis dengan Sistematika sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang pelaksanaan kerja praktek, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan laporan. Bab ini menjelaskan alasan dipilihnya peralatan crusher batubara sebagai objek kajian serta peranannya dalam sistem coal handling di PLTU Pangkalan Susu.

BAB II. GAMBAR UMUM PERUSAHAAN

Bab ini menyajikan gambaran umum mengenai PT PLN Indonesia Power UBP Pangkalan Susu, meliputi sejarah berdirinya perusahaan, visi dan misi, logo perusahaan, serta lokasi dan struktur organisasi. Informasi ini bertujuan memberikan pemahaman menyeluruh tentang lingkungan tempat kerja praktek dilaksanakan.

BAB III. PROSES PRODUKSI

Bab ini menguraikan proses produksi yang berlangsung di PLTU Pangkalan Susu, mencakup sistem energi primer, sistem coal handling beserta alur prosesnya dan peralatan utama yang digunakan, serta sistem ash handling yang meliputi jenis abu hasil pembakaran dan alur penanganannya.

BAB IV. TUGAS KHUSUS

Bab ini membahas tugas khusus yang dikerjakan selama pelaksanaan kerja praktek, yaitu analisis keandalan peralatan crusher batubara menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Pembahasan meliputi landasan teori, metodologi penelitian, serta pengolahan data berupa penentuan nilai Severity, Occurrence, Detection, dan perhitungan Risk Priority Number (RPN) untuk mengidentifikasi mode kegagalan kritis pada crusher.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan selama pelaksanaan kerja praktek, serta saran yang ditujukan kepada perusahaan maupun bagi pengembangan penelitian selanjutnya terkait keandalan peralatan crusher batubara di PLTU Pangkalan Susu.



BAB II

GAMBAR UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Perusahaan

PLTU Pangkalan Susu merupakan pembangkit listrik tenaga uap berbahan bakar batubara yang berlokasi di Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara. Pembangkit ini dibangun sebagai bagian dari upaya pemerintah dan PT PLN (Persero) untuk memenuhi kebutuhan listrik yang terus meningkat di wilayah Sumatera Bagian Utara serta meningkatkan keandalan sistem kelistrikan regional.

Pembangunan PLTU Pangkalan Susu dilaksanakan secara bertahap. Unit 1 dan Unit 2 masing-masing berkapasitas 200 MW mulai beroperasi pada tahun 2015 dan dikelola oleh PT Indonesia Power sebagai anak perusahaan PT PLN (Persero). Seiring meningkatnya kebutuhan energi listrik, kemudian dikembangkan Unit 3 dan Unit 4 dengan kapasitas masing-masing 210 MW yang mulai beroperasi secara komersial pada tahun 2019. Dengan beroperasinya keempat unit tersebut, PLTU Pangkalan Susu menjadi salah satu pembangkit utama penopang sistem kelistrikan di Sumatera Utara.

Selain berperan dalam penyediaan energi listrik, keberadaan PLTU Pangkalan Susu juga memberikan dampak sosial bagi masyarakat sekitar, antara lain melalui penyerapan tenaga kerja lokal, peningkatan aktivitas ekonomi, serta pelaksanaan program tanggung jawab sosial perusahaan (Corporate Social Responsibility/CSR) di bidang pendidikan, lingkungan, dan sosial kemasyarakatan. Dengan demikian, PLTU Pangkalan Susu tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas

pembangkit listrik, tetapi juga sebagai bagian dari pembangunan dan kesejahteraan masyarakat di wilayah sekitarnya.

Profil PT. PLN Indonesia Power UBP Pangkalan Susu Terletak di Desa Tanjung Pasir, Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara, PLTU Pangkalan Susu dibangun di atas lahan seluas 105 Ha. Salah satu Proyek Percepatan Diversifikasi Energi (PPDE) Tahap 1, PLTU Pangkalan Susu terletak sekitar 120 kilometer dari Medan. Dirancang khusus untuk wilayah Sumatera Utara. Energi listrik yang dihasilkan disalurkan melalui saluran transmisi 275 kV dari unit pembangkit ke Gardu Induk Binjai, yang kemudian dihubungkan dengan sistem 150 kV di Sumatera. Utara di gardu induk di Binjai.

PLTU Pangkalan Susu dengan daya terpasang 2 x 200 MW. Direncanakan COD PLTU Pangkalan Susu pada 15 Februari untuk unit 2 dan 15 April 2014 untuk unit 1. Peralatan utama PLTU Pangkalan Susu khususnya turbin dan generator dipasang oleh pabrikan Tiongkok, Beijing Beizhong dengan kontraktor Guandong Power Engineering Corporation (GPEC), spesifikasi Boiler untuk suplai batubaranya 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.

2.2 Visi Misi Perusahaan

2.2.1 Visi Perusahaan

“Menjadi Perusahaan Pembangkit Listrik Terkemuka dan Berkelanjutan di Asia Tenggara.”

2.2.2 Misi Perusahaan

“Menyelenggarakan Bisnis Solusi yang Andal, Efisien, Inovatif, dan Melampaui Harapan Pelanggan Menuju Eneegi Bersih yang Terjangkau.”

2.3 Logo Perusahaan



Gambar 2. 1 Logo Perusahaan

2.3.1 Bentuk

Adapun arti dari bentuk logo PLN Adalah sebagai berikut:

1. Bentuk kata PLN di atas dan Indonesia Power di bawah, memiliki arti bahwa Indonesia Power sudah menjadi sub-holding dari PLN.
2. Aplikasi kilatan petir dan garis 3 berwarna biru melambangkan "TENAGA LISTRIK YANG BESAR" berbahan baku dari air laut.

2.3.2 Warna

Adapun arti dari warna logo PLN Adalah sebagai berikut:

1. Merah

Diaplikasikan pada kata Indonesia, menunjukan identitas yang kuat dan kokoh sebagai pemilik seluruh sumberdaya untuk memproduksi tenaga listrik guna dimanfaatkan di Indonesiadan juga di luar negeri.

2. Biru

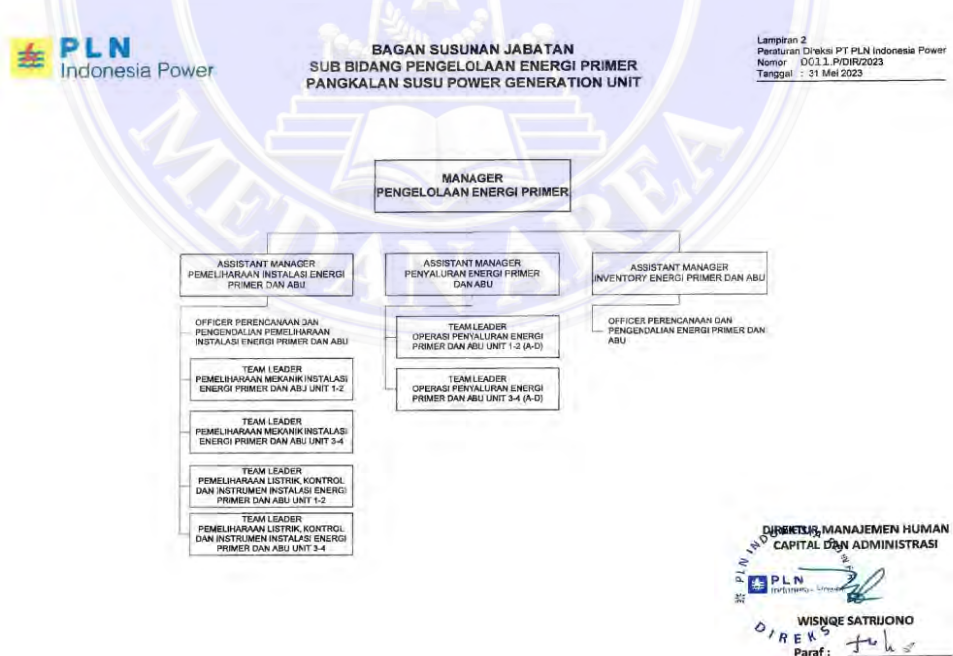
Diaplikasikan pada power, dasar warna biru menggambarkan sifat pintar dan bijaksana, dengan diaplikasikan pada kata power maka warna ini menunjukkan produk tenaga listrik yang dihasilkan perusahaan itu.

2.4 Lokasi Perusahaan

PT. PLN Indonesia Power UBP Pangkalan Susu Pembangkitan Sumatera Bagian Utara berlokasi di Desa Tanjung Pasir Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, Propinsi Sumatera Utara. Sekitar 120 km dari Medan (3½ jam dari bandara terdekat KNIA Medan).

2.5 Struktur Organisasi

Struktur Organisasi Sub Bidang Pengelolaan Energi Primer :



Gambar 2. 2 Struktur Organisasi

Berdasarkan bagan struktur organisasi Sub Bidang Pengelolaan Energi Primer Pangkalan Susu Power Generation Unit, susunan jabatan terdiri dari beberapa tingkatan yang saling terkoordinasi dalam mendukung kegiatan operasional, pemeliharaan, penyaluran, serta pengendalian energi primer dan abu.

Adapun susunan jabatan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Manager Pengelolaan Energi Primer

Manager Pengelolaan Energi Primer merupakan pimpinan tertinggi pada Sub Bidang Pengelolaan Energi Primer yang bertanggung jawab dalam mengoordinasikan seluruh kegiatan pengelolaan energi primer dan abu agar operasional pembangkit berjalan dengan baik.

2. Assistant Manager Pemeliharaan Instalasi Energi Primer dan Abu

Jabatan ini bertanggung jawab dalam mengoordinasikan kegiatan pemeliharaan peralatan dan instalasi yang berkaitan dengan sistem energi primer dan penanganan abu, agar seluruh peralatan dapat beroperasi secara andal dan efisien.

3. Assistant Manager Penyaluran Energi Primer dan Abu

Jabatan ini bertanggung jawab dalam mengawasi dan mengendalikan proses penyaluran energi primer, khususnya batubara, serta sistem penanganan abu agar kebutuhan operasional pembangkit tetap terpenuhi secara berkelanjutan.

4. Assistant Manager Inventory Energi Primer dan Abu

Jabatan ini bertanggung jawab dalam pengelolaan persediaan energi primer dan abu, termasuk pengawasan stok batubara serta pengendalian data inventori yang mendukung kelancaran proses operasional.

5. Officer Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan Instalasi Energi Primer dan Abu

Jabatan ini bertugas membantu proses perencanaan, pengawasan, dan pengendalian kegiatan pemeliharaan instalasi energi primer dan abu agar pelaksanaan pemeliharaan dapat berjalan sesuai kebutuhan operasional.

6. Team Leader Pemeliharaan Mekanik Instalasi Energi Primer dan Abu Unit 1–2

Jabatan ini bertanggung jawab memimpin kegiatan pemeliharaan mekanik pada instalasi energi primer dan abu untuk Unit 1–2.

7. Team Leader Pemeliharaan Mekanik Instalasi Energi Primer dan Abu Unit 3–4

Jabatan ini bertanggung jawab memimpin kegiatan pemeliharaan mekanik pada instalasi energi primer dan abu untuk Unit 3–4.

8. Team Leader Pemeliharaan Listrik, Kontrol, dan Instrumen Instalasi Energi Primer dan Abu Unit 1–2

Jabatan ini bertugas memimpin kegiatan pemeliharaan pada sistem listrik, kontrol, dan instrumen yang mendukung operasional instalasi energi primer dan abu untuk Unit 1–2.

9. Team Leader Pemeliharaan Listrik, Kontrol, dan Instrumen Instalasi Energi Primer dan Abu Unit 3–4

Jabatan ini bertugas memimpin kegiatan pemeliharaan pada sistem listrik, kontrol, dan instrumen yang mendukung operasional instalasi energi primer dan abu untuk Unit 3–4.

10. Officer Perencanaan dan Pengendalian Energi Primer dan Abu 11

Jabatan ini bertugas membantu kegiatan perencanaan, pengendalian, dan pengawasan operasional energi primer dan abu, khususnya dalam mendukung proses penyaluran dan pengelolaan inventori.

11. Team Leader Operasi Penyaluran Energi Primer dan Abu Unit 1–2 (A–D)

Jabatan ini bertanggung jawab memimpin pelaksanaan operasional penyaluran energi primer dan penanganan abu pada Unit 1–2 sesuai kebutuhan pembangkitan.

12. Team Leader Operasi Penyaluran Energi Primer dan Abu Unit 3–4 (A–D)

Jabatan ini bertanggung jawab memimpin pelaksanaan operasional penyaluran energi primer dan penanganan abu pada Unit 3–4 sesuai kebutuhan pembangkitan.

Struktur organisasi yang diterapkan menunjukkan adanya pembagian tugas dan tanggung jawab yang jelas pada setiap jabatan, sehingga setiap unit kerja dapat menjalankan fungsinya secara optimal. Pembagian ini bertujuan untuk menciptakan koordinasi yang baik antar bagian, sehingga seluruh aktivitas operasional, termasuk proses penyaluran batubara, dapat berjalan secara efektif dan terarah.

Selain itu, kejelasan struktur organisasi juga berperan penting dalam mendukung kelancaran komunikasi serta pengambilan keputusan di lingkungan perusahaan. Dengan adanya alur koordinasi yang sistematis, setiap permasalahan yang muncul dalam proses operasional dapat ditangani dengan cepat dan tepat, sehingga tidak mengganggu kinerja keseluruhan sistem pembangkitan listrik.

BAB III

PROSES PRODUKSI

3.1 Energi Primer di PLTU Pangkalan Susu

Energi primer merupakan sumber energi utama yang digunakan dalam operasional PLTU Pangkalan Susu, yaitu batubara. Keberlangsungan proses pembangkitan listrik sangat bergantung pada ketersediaan, kualitas, serta pengelolaan energi primer yang baik. Oleh karena itu, PLTU Pangkalan Susu dilengkapi dengan sistem khusus untuk menangani batubara sejak diterima hingga disalurkan ke unit pembakaran, sserta sistem untuk menangani sisa hasil pembakaran.

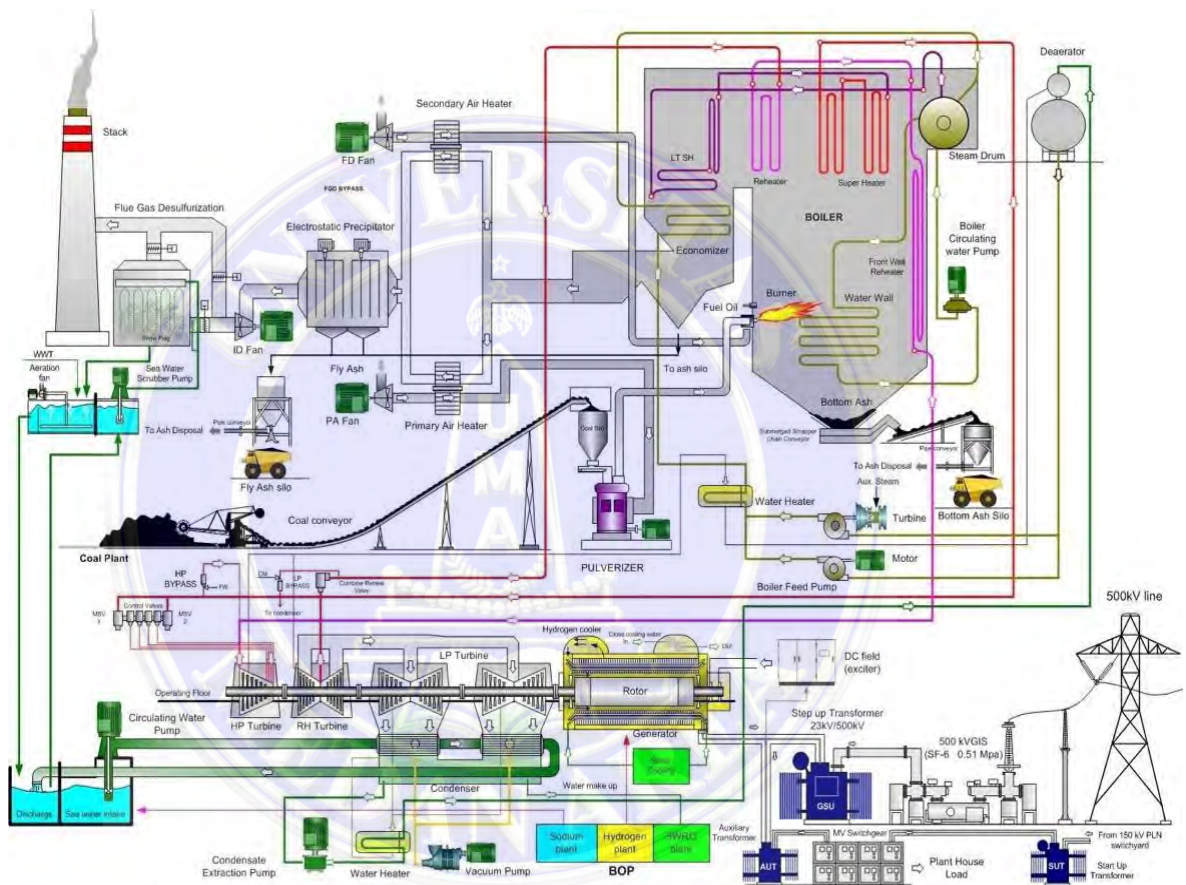
Sistem energi primer di PLTU Pangkalan Susu terdiri dari dua sistem utama, yaitu coal handling system dan ash handling system. Kedua sistem ini berperan penting dalam mendukung kelancaran operasional pembangkit serta menjaga aspek keselamatan dan lingkungan.

Menurut IEA (International Energy Agency) (2023), batubara masih menjadi salah satu sumber energi primer utama dalam sistem pembangkitan listrik global, khususnya di negara berkembang, karena ketersediaan cadangan yang besar dan biaya produksi yang relatif kompetitif. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan sistem energi primer, termasuk sistem penanganan batubara, merupakan aspek vital dalam operasional pembangkit.

Di PLTU Pangkalan Susu, pengelolaan energi primer dilakukan melalui sistem terintegrasi yang mencakup penerimaan, penyimpanan, pengolahan awal,

dan penyaluran batubara ke ruang pembakaran (boiler). Keandalan sistem ini secara langsung mempengaruhi stabilitas beban pembangkit dan efisiensi operasional.

Sistem pembangkit listrik tenaga uap terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu proses pembakaran bahan bakar, pembentukan uap, pemutaran turbin, hingga pembangkitan energi listrik melalui generator (Nag, 2014).



Gambar 3. 1 Flowchart PLTU

1. Ship Unloader

Ship unloader merupakan peralatan yang digunakan untuk membongkar batubara dari kapal tongkang yang bersandar di area jetty. Alat ini berfungsi memindahkan batubara dari ruang muat kapal menuju sistem penyaluran awal, sehingga batubara dapat masuk ke rangkaian coal handling system untuk proses berikutnya.

2. Belt Conveyor

Setelah dibongkar oleh ship unloader, batubara dialirkan melalui conveyor penerimaan. Conveyor berfungsi sebagai alat transportasi mekanis yang memindahkan batubara secara kontinu dari area bongkar menuju stockpile atau langsung ke jalur distribusi batubara sesuai kondisi operasional pembangkit.

3. Coal Yard

Coal yard merupakan area penumpukan batubara yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sebelum batubara digunakan dalam proses pembakaran. Keberadaan Coal yard sangat penting untuk menjaga ketersediaan bahan bakar agar operasional pembangkit tetap berlangsung meskipun terjadi keterlambatan pasokan dari kapal.

4. Stacker

Stacker adalah peralatan yang digunakan untuk menumpuk batubara di area Coal Yard. Alat ini menyebarkan batubara secara teratur ke area penyimpanan sehingga penumpukan dapat dilakukan secara efisien, merata, dan memudahkan pengelolaan persediaan batubara.

5. Reclaimer

Reclaimer merupakan alat yang digunakan untuk mengambil kembali batubara dari Coal Yard sesuai kebutuhan operasional. Batubara yang diambil oleh reclaimer kemudian disalurkan kembali ke conveyor utama untuk diteruskan ke tahap pengolahan berikutnya menuju Crusher.

6. Crusher

Crusher berfungsi untuk memperkecil ukuran batubara agar sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dalam proses pembakaran. Ukuran batubara yang seragam akan mempermudah proses penyaluran ke bunker, meningkatkan efisiensi penggilingan, serta mendukung pembakaran yang lebih optimal di boiler.

7. Coal Bunker

Coal bunker merupakan tempat penampungan sementara batubara sebelum masuk ke proses pembakaran. Bunker berfungsi sebagai buffer storage yang menjaga kontinuitas suplai batubara ke unit pembakaran, sehingga aliran bahan bakar tetap tersedia meskipun terjadi fluktuasi pada sistem penyaluran upstream.

8. Feeder

Feeder berfungsi untuk mengatur laju aliran batubara dari coal bunker menuju pulverizer. Pengaturan laju aliran ini penting agar jumlah batubara yang masuk ke proses penggilingan sesuai dengan kebutuhan pembakaran pada boiler.

9. Air Heater

Air heater berfungsi memanfaatkan panas dari gas buang untuk memanaskan udara pembakaran sebelum masuk ke boiler. Pemanasan udara ini bertujuan meningkatkan efisiensi pembakaran, karena udara yang lebih panas dapat membantu proses pembakaran batubara menjadi lebih efektif.

10. Boiler

Boiler merupakan komponen utama tempat terjadinya proses pembakaran batubara dan pembentukan uap. Panas hasil pembakaran digunakan untuk memanaskan air di dalam pipa-pipa boiler hingga berubah menjadi uap bertekanan dan bertemperatur tinggi. Uap inilah yang kemudian dimanfaatkan untuk memutar turbin.

11. Superheater

Superheater berfungsi memanaskan uap jenuh dari steam drum menjadi uap panas lanjut (superheated steam). Uap panas lanjut ini memiliki temperatur lebih tinggi dan kualitas yang lebih baik untuk memutar turbin dengan efisien. Setelah melewati turbin tekanan tinggi, sebagian uap dikembalikan ke boiler melalui reheater untuk dipanaskan kembali. Reheater bertujuan menaikkan kembali temperatur uap sebelum diteruskan ke turbin tekanan menengah dan rendah agar efisiensi siklus pembangkitan meningkat.

12. Turbin Uap

Turbin uap berfungsi mengubah energi termal dari uap bertekanan tinggi menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Pada flowchart terlihat adanya pembagian turbin menjadi HP Turbine, RH Turbine, dan LP Turbine yang bekerja secara bertahap sesuai tingkat tekanan uap.

13. Generator

Generator terhubung langsung dengan poros turbin dan berfungsi mengubah energi mekanik hasil putaran turbin menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan kemudian diteruskan ke sistem transformator untuk penyesuaian tegangan sebelum disalurkan ke jaringan. Setelah tegangan

dinaikkan, energi listrik dialirkan melalui switchyard dan peralatan proteksi sebelum diteruskan ke jaringan transmisi. Tahap ini memastikan energi listrik dapat disalurkan secara aman, stabil, dan sesuai standar operasi sistem tenaga listrik.

14. Electrostatic Precipitator (ESP)

Gas hasil pembakaran dari boiler dialirkan melalui jalur gas buang menuju beberapa peralatan pengendalian sebelum dilepas ke atmosfer. Pada flowchart terlihat gas buang melewati air heater, electrostatic precipitator, dan flue gas desulfurization sebelum akhirnya keluar melalui stack. ESP berfungsi menangkap partikel-partikel halus berupa fly ash yang terbawa bersama gas buang. Dengan alat ini, kandungan debu dalam gas buang dapat dikurangi sehingga emisi yang dilepas ke lingkungan menjadi lebih terkendali.

15. Flue Gas Desulfurization (FGD)

FGD berfungsi mengurangi kandungan sulfur dioksida (SO_2) dalam gas buang hasil pembakaran. Proses ini dilakukan untuk memenuhi standar lingkungan dan mengurangi dampak pencemaran udara dari operasional pembangkit.

16. Stack / Cerobong

Stack merupakan saluran akhir pelepasan gas buang ke atmosfer setelah melalui proses pengendalian emisi. Gas yang keluar melalui stack telah melewati tahap pemisahan partikel dan pengurangan kandungan gas pencemar.

Rangkaian proses tersebut menunjukkan alur pemanfaatan energi primer di PLTU, yang dimulai dari penerimaan batubara melalui ship unloader, penyaluran melalui sistem coal handling, proses pembakaran di boiler, hingga menghasilkan energi listrik melalui turbin dan generator. Selain itu, alur ini juga mencakup sistem pendukung seperti penanganan gas buang dan abu hasil pembakaran, sehingga keseluruhan proses pembangkitan dapat berlangsung secara berkesinambungan, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan operasional pembangkit.

3.2 Sistem Coal Handling

3.2.1 Pengertian Coal Handling System

Coal Handling System (CHS) adalah sistem mekanis dan operasional yang dirancang untuk menangani batubara sejak diterima dari sarana transportasi hingga disalurkan ke coal bunker sebagai suplai bahan bakar boiler. Sistem ini harus mampu bekerja secara kontinu, aman, dan efisien untuk menjamin pasokan bahan bakar sesuai kebutuhan pembangkit. Sistem penanganan material dalam suatu proses produksi memiliki peranan penting dalam menjamin kelancaran aliran bahan baku dari satu tahap ke tahap berikutnya (Assauri, 2016).

Dengan demikian, coal handling bukan sekadar proses pemindahan batubara, melainkan sistem pendukung utama keandalan pembangkit. Di sisi lain, efektivitas sistem coal handling juga berkaitan erat dengan kemampuan dalam menyesuaikan pasokan batubara terhadap kebutuhan operasional pembangkit. Sistem yang baik harus mampu mengatur aliran material secara stabil dan terkontrol, sehingga tidak terjadi kekurangan maupun kelebihan pasokan di coal bunker. Dengan demikian, coal handling system berperan penting dalam menjaga

keseimbangan antara ketersediaan bahan bakar dan kebutuhan pembakaran, yang secara langsung mempengaruhi kinerja dan efisiensi pembangkit listrik tenaga uap.

3.2.2 Alur Proses Coal Handling di PLTU Pangkalan Susu

Secara umum, alur proses coal handling di PLTU Pangkalan Susu terdiri dari tahapan berikut:

1. Ship Unloader

Batubara diterima dari kapal tongkang dan dipindahkan melalui sistem unloading menuju conveyor utama. Pada tahap ini dilakukan pengawasan kuantitas dan visual kualitas batubara.

2. Penimbunan (Stockpiling)

Batubara ditumpuk di area coal yard menggunakan stacker. Penimbunan ini berfungsi untuk menjaga kontinuitas suplai jika terjadi gangguan pengiriman.

3. Pengambilan (Reclaiming)

Batubara dari coal yard diambil kembali menggunakan reclaimers dan dialirkan menuju sistem conveyor.

4. Peremukan (Crushing)

Batubara yang berukuran besar diperkecil menggunakan crusher agar sesuai dengan spesifikasi pembakaran boiler.

5. Penyaluran ke Coal Bunker

Batubara yang telah diproses dialirkan melalui conveyor menuju coal bunker sebagai penampungan sementara sebelum masuk ke pulverizer dan ruang bakar.

3.2.3 Peralatan Utama pada Coal Handling System

Peralatan utama yang digunakan dalam sistem coal handling antara lain:

1. Belt Conveyor

Belt Conveyor merupakan tulang punggung sistem coal handling. Peralatan ini berfungsi untuk memindahkan batubara dari satu titik ke titik lainnya secara kontinu, mulai dari area penerimaan hingga menuju coal bunker. Sistem conveyor dirancang untuk menangani material curah dalam jumlah besar dengan kapasitas tertentu sesuai kebutuhan unit pembangkit. (Rachim, V., Yulhendra, D., 2022) menyatakan bahwa kinerja sistem conveyor sangat berpengaruh terhadap pencapaian target penyaluran Batubara

Kinerja conveyor ditentukan oleh beberapa parameter utama, antara lain kapasitas angkut (ton/jam), kecepatan belt (m/s), lebar belt, serta kemiringan lintasan. Kapasitas conveyor harus disesuaikan dengan kebutuhan konsumsi batubara unit agar tidak terjadi kekurangan pasokan maupun penumpukan material.

Selain itu, sistem conveyor dilengkapi dengan komponen pendukung seperti idler, pulley, motor penggerak, dan sistem tensioning. Apabila terjadi kerusakan seperti belt slip, misalignment, atau sobekan belt, maka suplai batubara dapat terganggu dan berdampak pada kestabilan pembakaran. Oleh karena itu, perawatan



Gambar 3. 2 Belt Conveyor

dan monitoring conveyor menjadi aspek penting dalam menjaga produktivitas sistem coal handling

2. Crusher

Crusher berfungsi untuk memperkecil ukuran batubara agar sesuai dengan spesifikasi pembakaran di boiler. Batubara yang diterima dari pemasok umumnya memiliki ukuran bervariasi, sehingga perlu dilakukan proses pengecilan ukuran agar distribusi partikel lebih seragam.

Ukuran partikel yang sesuai akan meningkatkan efisiensi pembakaran karena luas permukaan batubara menjadi lebih optimal saat proses pembakaran berlangsung. Jika ukuran terlalu besar, proses pembakaran menjadi tidak sempurna dan dapat menurunkan efisiensi termal pembangkit.

Kinerja crusher dipengaruhi oleh kapasitas desain alat, ukuran umpan, serta tingkat keausan komponen penghancur. Keausan yang tinggi dapat menyebabkan hasil penghancuran tidak sesuai spesifikasi. Oleh karena itu, inspeksi dan penggantian komponen secara berkala sangat diperlukan untuk menjaga kualitas output batubara sebelum masuk ke bunker.



Gambar 3.3 Crusher

3. Stacker dan reclaimer (STRE)

Stacker dan reclaimer merupakan peralatan utama yang digunakan pada area stockpile batubara. Stacker berfungsi untuk menimbun batubara ke area penyimpanan dengan pola tertentu, sedangkan reclaimer bertugas mengambil kembali batubara dari timbunan untuk disalurkan ke sistem conveyor menuju bunker.

Proses stacking yang baik bertujuan untuk menjaga kestabilan timbunan dan mengurangi segregasi material, yaitu pemisahan partikel berdasarkan ukuran atau karakteristik tertentu. Segregasi yang berlebihan dapat menyebabkan variasi kualitas batubara saat proses pembakaran.

Reclaimer bekerja dengan kapasitas tertentu sesuai kebutuhan suplai batubara harian. Apabila kapasitas reclaiming lebih rendah dari kebutuhan konsumsi unit, maka level bunker dapat menurun dan berpotensi mengganggu operasi pembangkit.

Oleh karena itu, proses Stacking dan Reclaiming sangat berperan penting dalam menjaga kontinuitas sistem energi primer. (Anshori, 2023) juga menyatakan bahwa sistem monitoring pada coal handling diperlukan untuk memastikan proses berjalan secara optimal.



Gambar 3. 4 Stacker Reclaimer

4. Coal bunker

Coal bunker merupakan tempat penampungan sementara batubara sebelum digunakan pada proses pembakaran. Bunker berfungsi sebagai buffer storage yang menjaga agar suplai batubara tetap tersedia meskipun terjadi fluktuasi pada sistem coal handling di bagian hulu. (Sapitri, 2025) menyatakan bahwa kapasitas sistem penanganan batubara harus disesuaikan dengan kebutuhan operasional untuk menjaga kontinuitas produksi.

Keberadaan bunker memungkinkan pembangkit tetap beroperasi dalam jangka waktu tertentu meskipun terjadi gangguan sesaat pada conveyor atau sistem penyaluran lainnya. Level bunker menjadi indikator penting dalam pengendalian operasional karena menunjukkan keseimbangan antara laju pengisian dan laju konsumsi batubara.

Desain bunker harus mampu memastikan aliran batubara berjalan lancar tanpa terjadi penyumbatan atau penggumpalan material. Apabila terjadi gangguan aliran pada bunker, maka distribusi batubara ke sistem pembakaran dapat terganggu dan mempengaruhi kestabilan daya keluaran pembangkit.



Gambar 3. 5 Coal Bunker

3.3 Sistem Ash Handling

Sistem ash handling merupakan bagian dari sistem energi primer yang berfungsi untuk menangani sisa hasil pembakaran batubara di dalam boiler. Pada PLTU berbahan bakar batubara, proses pembakaran menghasilkan residu berupa abu yang harus dikelola secara sistematis agar tidak mengganggu operasional pembangkit serta tetap memenuhi aspek keselamatan dan lingkungan.

Meskipun fokus kerja praktek ini berada pada coal handling, pemahaman terhadap sistem ash handling tetap diperlukan karena sistem ini merupakan satu kesatuan dalam siklus energi primer. Kinerja ash handling yang kurang optimal dapat menyebabkan gangguan operasional, peningkatan risiko keselamatan kerja, serta potensi pencemaran lingkungan.

3.3.1 Pengertian Ash Handling System

Ash handling merupakan sistem yang digunakan untuk menangani sisa hasil pembakaran batubara pada PLTU, yaitu fly ash dan bottom ash. Sistem ini mencakup proses pengumpulan, pemindahan, penyaluran, hingga penampungan abu hasil pembakaran dari area boiler menuju silo atau lokasi disposal. Keberadaan ash handling sangat penting karena limbah abu yang dihasilkan selama proses pembakaran harus dikelola secara terus-menerus agar tidak mengganggu operasional pembangkit.

Dalam operasionalnya, ash handling berfungsi menjaga kebersihan area kerja, mencegah penumpukan abu pada peralatan, serta mendukung keandalan sistem pembangkit secara keseluruhan. Selain itu, sistem ini juga berperan dalam memastikan bahwa fly ash dan bottom ash ditangani sesuai prosedur yang berlaku,

sehingga pengelolaan limbah hasil pembakaran dapat dilakukan secara aman, tertib, dan mendukung aspek lingkungan pada operasional PLTU.

Tujuan utama sistem ash handling adalah:

1. Menghindari penumpukan abu di dalam ruang bakar.
2. Menjaga efisiensi proses pembakaran.
3. Mencegah pencemaran lingkungan akibat penyebaran partikel abu.
4. Mendukung keberlanjutan operasional pembangkit secara aman dan stabil.
5. Sistem ini bekerja secara kontinu mengikuti proses pembakaran yang berlangsung 24 jam.

3.3.2 Jenis Abu Hasil Pembakaran

1. Fly Ash

Fly ash merupakan abu halus yang terbawa bersama gas hasil pembakaran menuju sistem gas buang. Partikel fly ash berukuran sangat kecil sehingga dapat terdispersi ke udara apabila tidak ditangani dengan baik.

Di dalam sistem pembangkit, fly ash biasanya ditangkap menggunakan peralatan pengendali debu sebelum gas buang dilepaskan melalui cerobong. Fly ash yang telah terkumpul kemudian dipindahkan ke sistem penampungan sementara sebelum dibuang atau dimanfaatkan lebih lanjut.

Penanganan fly ash yang tidak optimal dapat menyebabkan peningkatan emisi partikulat dan berdampak terhadap kualitas lingkungan sekitar pembangkit.

2. Bottom Ash

Bottom ash merupakan abu dengan ukuran partikel lebih kasar yang tidak terbawa aliran gas, melainkan tertinggal dan terkumpul di bagian bawah ruang

pembakaran. Abu ini biasanya memiliki bentuk lebih granular dan berat dibanding fly ash.

Bottom ash dikeluarkan dari dasar boiler melalui sistem khusus, kemudian dialirkan menuju tempat penampungan atau area pembuangan. Proses penanganannya memerlukan sistem mekanis maupun hidrolis tergantung pada desain pembangkit.

3. Karakteristik

Adapun Karakteristik kedua jenis abu diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Karakteristik Fly ash dan Bottom ash

Karakteristik	Fly Ash	Bottom Ash
Bentuk Partikel	Halus	Berat
Massa	Ringan	Berat
Jumlah	Lebih Dominan	Lebih Sedikit

Fly ash dan bottom ash merupakan residu hasil pembakaran batubara yang memiliki karakteristik berbeda. Fly ash merupakan abu halus yang terbawa bersama aliran gas buang selama proses pembakaran, kemudian ditangkap oleh peralatan pengendali emisi seperti electrostatic precipitator. Sementara itu, bottom ash merupakan abu yang berukuran lebih kasar dan berat sehingga jatuh ke bagian bawah boiler. Perbedaan karakteristik ini menyebabkan sistem penanganan fly ash dan bottom ash pada PLTU dilakukan dengan metode yang berbeda sesuai sifat fisik masing-masing material.

3.3.3 Alur Proses Ash Handling di PLTU Pangkalan Susu

Alur proses ash handling secara umum meliputi:

1. Pengumpulan Abu

Abu dikumpulkan dari titik keluaran pembakaran, baik dari sistem penangkap partikel (untuk fly ash) maupun dari bagian bawah boiler (untuk bottom ash).

2. Pemindahan Abu

Abu yang telah dikumpulkan kemudian dipindahkan melalui sistem penyaluran menuju silo atau tempat penampungan sementara. Sistem pemindahan dapat berupa sistem pneumatik, mekanis, atau kombinasi keduanya.

3. Penyimpanan Sementara

Abu disimpan dalam silo atau area penampungan sebelum dilakukan pengangkutan lanjutan. Tahap ini berfungsi sebagai buffer agar proses pembakaran tidak terganggu meskipun terjadi keterlambatan pengangkutan.

4. Pengangkutan ke Area Penanganan Lanjutan

Abu kemudian diangkut menuju lokasi pembuangan akhir atau dimanfaatkan untuk keperluan tertentu, sesuai dengan kebijakan pengelolaan limbah pembangkit.

Alur ini dirancang untuk memastikan bahwa sisa pembakaran tidak menumpuk dan tidak mengganggu proses produksi energi listrik. Proses ini bertujuan untuk mencegah gangguan operasional serta meminimalkan dampak lingkungan akibat limbah pembakaran. Secara operasional, system ash handling menjadi salah satu bagian pendukung yang penting dalam menjaga kontinuitas proses pembangkitan di PLTU.

Penanganan abu yang dilakukan secara teratur dan terintegrasi tidak hanya bertujuan untuk menghindari penumpukan residu pembakaran pada area boiler dan peralatan terkait, tetapi juga untuk memastikan bahwa proses pembakaran batubara dapat berlangsung secara stabil tanpa gangguan akibat akumulasi limbah. Dengan demikian, keberadaan sistem ash handling berkontribusi langsung terhadap keandalan operasional, keselamatan kerja, serta efektivitas pengelolaan limbah hasil pembakaran.

Alur ini dirancang untuk memastikan bahwa sisa pembakaran tidak menumpuk dan tidak mengganggu proses produksi energi listrik. Proses ini bertujuan untuk mencegah gangguan operasional serta meminimalkan dampak lingkungan akibat limbah pembakaran. Secara operasional, sistem ash handling menjadi salah satu bagian pendukung yang penting dalam menjaga kontinuitas proses pembangkitan di PLTU.

Penanganan abu yang dilakukan secara teratur dan terintegrasi tidak hanya bertujuan untuk menghindari penumpukan residu pembakaran pada area boiler dan peralatan terkait, tetapi juga untuk memastikan bahwa proses pembakaran batubara dapat berlangsung secara stabil tanpa gangguan akibat akumulasi limbah. Dengan demikian, keberadaan sistem ash handling berkontribusi langsung terhadap keandalan operasional, keselamatan kerja, serta efektivitas pengelolaan limbah hasil pembakaran.

BAB IV

TUGAS KHUSUS

4.1 Pendahuluan

Tugas khusus adalah komponen dari laporan kerja praktek yang memaparkan gambaran dasar mengenai tugas akhir yang akan dirancang oleh mahasiswa, dengan judul Analisis Keandalan Peralatan Crusher Batubara Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada Unit Mekanik Energi Primer PLTU Pangkalan Susu.

4.2 Latar Belakang Masalah

PLTU Pangkalan Susu merupakan salah satu pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama dalam proses pembangkitan energi listrik. Untuk mendukung kelancaran proses pembakaran pada boiler, diperlukan sistem penanganan batubara (*coal handling system*) yang mampu menjamin ketersediaan dan kontinuitas pasokan bahan bakar.

Salah satu peralatan penting dalam sistem *coal handling* adalah crusher. Crusher berfungsi untuk memperkecil ukuran batubara sehingga sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada proses pembakaran di boiler. Kinerja crusher yang baik akan mendukung kelancaran proses produksi energi listrik, sedangkan gangguan yang terjadi pada crusher dapat menyebabkan terganggunya pasokan batubara dan menurunkan efisiensi operasional pembangkit.

Berdasarkan hasil observasi selama pelaksanaan kerja praktek di Unit Mekanik Energi Primer PLTU Pangkalan Susu, ditemukan beberapa permasalahan yang sering terjadi pada peralatan crusher seperti keausan hammer, overheating

pada bearing, motor overload, dan penyumbatan material batubara. Gangguan-gangguan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya downtime peralatan yang berdampak terhadap kelancaran operasional sistem *coal handling*.

Untuk mengetahui tingkat risiko dari setiap gangguan yang terjadi, diperlukan suatu metode analisis yang dapat mengidentifikasi potensi kegagalan serta menentukan prioritas penanganannya. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Metode ini mampu mengidentifikasi jenis kegagalan, penyebab kegagalan, dampak kegagalan, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN).

4.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apa saja jenis kegagalan yang terjadi pada peralatan crusher?
2. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada peralatan crusher?
3. Apa dampak yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut terhadap operasional sistem coal handling?
4. Bagaimana tingkat risiko kegagalan berdasarkan metode FMEA?
5. Bagaimana usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko kegagalan pada crusher?

4.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian agar tidak menyimpang dari tujuan yang ingin dicapai, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada peralatan crusher batubara di Unit Mekanik Energi Primer PLTU Pangkalan Susu.
2. Analisis yang dilakukan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).
3. Data penelitian diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi selama pelaksanaan kerja praktek.
4. Penelitian tidak membahas perhitungan biaya perawatan maupun desain ulang peralatan.
5. Penelitian hanya berfokus pada identifikasi kegagalan yang berkaitan dengan operasional crusher

4.5 Asumsi

Dalam penelitian ini digunakan beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Peralatan crusher beroperasi dalam kondisi normal selama periode pengamatan.
2. Data yang diperoleh dari teknisi dan operator dianggap valid dan sesuai dengan kondisi aktual.
3. Sistem operasi *coal handling* berjalan sesuai prosedur perusahaan.
4. Penilaian Severity, Occurrence, dan Detection dilakukan berdasarkan hasil observasi dan wawancara.
5. Tidak terjadi perubahan besar pada sistem operasional selama penelitian berlangsung.

4.6 Tujuan Penelitian

Menganalisis tingkat keandalan peralatan crusher batubara menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada Unit Mekanik Energi Primer PLTU Pangkalan Susu.

Tujuan Khusus

1. Mengidentifikasi jenis kegagalan pada crusher.
2. Menentukan penyebab dan dampak kegagalan.
3. Menghitung nilai Risk Priority Number (RPN).
4. Menentukan kegagalan yang memiliki risiko tertinggi.
5. Memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan keandalan crusher.

4.7 Manfaat Tugas Khusus

Adapun manfaat yang di harapkan dari pelaksanaan tugas khusus ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan
Sebagai bahan masukan dalam meningkatkan sistem pemeliharaan dan keandalan peralatan crusher.
2. Bagi Mahasiswa
Menambah wawasan mengenai penerapan metode FMEA dalam dunia industri serta meningkatkan pemahaman terhadap sistem *coal handling* di PLTU. Bagi Institusi Akademik.
3. Bagi Universitas
Sebagai referensi akademik bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian serupa.

4.8 Landasan Teori

4.8.1 Keandalan (Reability)

Keandalan (*reliability*) merupakan kemampuan suatu peralatan atau sistem untuk menjalankan fungsi yang telah ditentukan dalam kondisi operasi tertentu selama periode waktu tertentu tanpa mengalami kegagalan. Dalam dunia industri, keandalan peralatan menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi kelancaran proses produksi maupun operasional.

Pada sistem pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), keandalan peralatan sangat diperlukan untuk menjaga kontinuitas proses pembangkitan listrik. Peralatan yang memiliki tingkat keandalan tinggi akan mampu beroperasi secara optimal dengan tingkat gangguan yang rendah. Sebaliknya, apabila tingkat keandalan peralatan rendah maka kemungkinan terjadinya kerusakan akan semakin besar dan dapat menyebabkan terganggunya proses operasional pembangkit.

Keandalan suatu peralatan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kondisi operasional, umur peralatan, kualitas perawatan, lingkungan kerja, serta beban kerja yang diterima selama proses operasi.

Dalam penelitian ini, analisis keandalan dilakukan terhadap peralatan crusher yang merupakan salah satu peralatan penting dalam sistem *coal handling* di PLTU Pangkalan Susu.

4.8.2 Pemeliharaan (Maintenance)

Pemeliharaan (*maintenance*) merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan atau mengembalikan kondisi suatu peralatan agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

Tujuan utama dari kegiatan pemeliharaan adalah:

1. Menjaga keandalan peralatan.
2. Mengurangi frekuensi kerusakan.
3. Meminimalkan waktu berhenti (*downtime*).
4. Memperpanjang umur pakai peralatan.
5. Menjamin keselamatan kerja.

Secara umum, kegiatan pemeliharaan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Preventive Maintenance

Preventive maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan secara terjadwal sebelum terjadinya kerusakan pada peralatan. Kegiatan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya gangguan yang dapat menghambat proses operasional.

Contoh kegiatan preventive maintenance pada crusher antara lain:

- a. Pemeriksaan kondisi bearing.
 - b. Pelumasan komponen yang bergerak.
 - c. Pemeriksaan kondisi hammer.
 - d. Pembersihan area kerja.
2. Corrective Maintenance

Corrective maintenance merupakan kegiatan perbaikan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada peralatan.

Contohnya:

- a. Penggantian bearing yang rusak.
- b. Penggantian hammer yang aus.
- c. Perbaikan motor penggerak yang mengalami gangguan.

4.8.3 Crusher Batubara

Crusher merupakan peralatan yang digunakan untuk memperkecil ukuran batubara agar sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada proses pembakaran di boiler.

Dalam sistem *coal handling*, crusher memiliki peranan penting karena berfungsi untuk memastikan ukuran batubara yang masuk ke boiler berada dalam kondisi yang sesuai sehingga proses pembakaran dapat berlangsung secara optimal. Proses kerja crusher dimulai ketika batubara dari conveyor masuk ke dalam ruang penghancur (*crushing chamber*). Selanjutnya material akan dihancurkan oleh hammer yang berputar hingga mencapai ukuran yang diinginkan. Setelah itu, batubara hasil penghancuran akan keluar melalui bagian outlet dan diteruskan ke conveyor berikutnya.

Komponen utama crusher terdiri dari:

1. Hammer
2. Rotor
3. Bearing
4. Motor penggerak
5. Gearbox
6. Housing crusher

Karena bekerja secara terus menerus, crusher memiliki potensi mengalami berbagai gangguan seperti keausan hammer, kerusakan bearing, penyumbatan material, serta gangguan pada motor penggerak.

4.8.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang dapat terjadi pada suatu sistem, mengetahui penyebab kegagalan, serta menganalisis dampak yang ditimbulkan akibat kegagalan tersebut.

Metode FMEA dikembangkan untuk membantu perusahaan dalam mengidentifikasi risiko kegagalan sebelum kegagalan tersebut menimbulkan dampak yang lebih besar terhadap sistem.

Melalui metode FMEA, setiap potensi kegagalan akan dianalisis berdasarkan:

1. Bentuk kegagalan (*failure mode*).
2. Penyebab kegagalan (*failure cause*).
3. Dampak kegagalan (*failure effect*).
4. Tingkat risiko kegagalan.

Metode ini banyak digunakan dalam bidang industri karena mampu membantu menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko yang dimiliki oleh setiap kegagalan.

4.8.5 Severity, Occurrence, dan Detection

Dalam metode FMEA terdapat tiga parameter utama yang digunakan untuk menentukan tingkat risiko kegagalan, yaitu:

1. Severity (S)

Severity merupakan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya suatu kegagalan. Nilai severity berkisar antara 1 sampai 10, dimana

semakin besar nilai yang diberikan maka semakin besar dampak kegagalan terhadap sistem.

2. Occurrence (O)

Occurrence merupakan tingkat frekuensi atau kemungkinan terjadinya suatu kegagalan. Semakin sering suatu kegagalan terjadi, maka semakin tinggi nilai occurrence yang diberikan.

3. Detection (D)

Detection merupakan kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum menyebabkan dampak yang lebih besar. Semakin sulit suatu kegagalan dideteksi, maka semakin tinggi nilai detection yang diberikan.

4.8.6 Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) merupakan nilai yang digunakan untuk menentukan tingkat prioritas penanganan terhadap suatu kegagalan.

Nilai RPN diperoleh dari hasil perkalian antara nilai Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) dengan rumus:

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan:

S = Severity

O = Occurrence

D = Detection

Semakin tinggi nilai RPN yang diperoleh, maka semakin tinggi pula tingkat risiko kegagalan tersebut sehingga perlu mendapatkan prioritas utama dalam tindakan perbaikan dan pemeliharaan.

Dalam penelitian ini, nilai RPN digunakan untuk menentukan kegagalan yang paling kritis pada peralatan crusher sehingga dapat diberikan rekomendasi perbaikan yang sesuai guna meningkatkan keandalan peralatan.

4.9 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian untuk memperoleh data yang dibutuhkan serta menghasilkan analisis yang sesuai dengan tujuan penelitian. Pada tugas khusus ini, penelitian dilakukan dengan menggunakan metode **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)** untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang terjadi pada peralatan crusher batubara serta menentukan tingkat risiko dari setiap kegagalan yang ditemukan.

Metode FMEA dipilih karena mampu memberikan pendekatan yang sistematis dalam menganalisis penyebab kegagalan, dampak yang ditimbulkan, dan prioritas penanganan berdasarkan tingkat risiko yang dihitung menggunakan nilai **Risk Priority Number (RPN)**.

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan mulai dari observasi lapangan, pengumpulan data, identifikasi kegagalan, penilaian risiko, hingga pemberian usulan perbaikan.

4.9.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT PLN Indonesia Power UBP Pangkalan Susu, khususnya pada Unit Mekanik Energi Primer yang bertanggung jawab terhadap sistem penanganan batubara (*coal handling system*).

Fokus penelitian dilakukan pada peralatan crusher yang digunakan untuk memperkecil ukuran batubara sebelum disalurkan ke boiler. Pemilihan objek penelitian dilakukan karena crusher merupakan salah satu peralatan penting yang berpengaruh terhadap kelancaran suplai batubara pada proses pembangkitan listrik.

4.9.2 Objek Penelitian

Objek penelitian pada tugas khusus ini adalah peralatan crusher batubara yang berada pada sistem *coal handling*. Crusher dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki tingkat utilisasi yang tinggi dan beroperasi secara terus menerus selama proses pembangkitan berlangsung. Kondisi tersebut menyebabkan crusher memiliki potensi mengalami berbagai gangguan yang dapat menghambat proses operasional.

Komponen crusher yang menjadi fokus pengamatan meliputi:

1. Hammer crusher
2. Bearing
3. Motor penggerak
4. Gearbox
5. Inlet dan outlet crusher
6. Belt conveyor pendukung

4.9.3 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lapangan melalui kegiatan observasi dan wawancara.

Data primer yang dikumpulkan meliputi:

- a. Jenis kerusakan yang sering terjadi pada crusher
- b. Penyebab kerusakan
- c. Dampak kerusakan terhadap operasional
- d. Frekuensi terjadinya kerusakan
- e. Sistem pemeliharaan yang diterapkan

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari dokumen perusahaan, buku referensi, jurnal ilmiah, dan literatur yang berkaitan dengan metode FMEA dan sistem crusher.

4.9.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Observasi Lapangan

Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap kondisi operasional crusher di lapangan. Melalui observasi ini, penulis memperoleh informasi mengenai:

- a. Cara kerja crusher
- b. Kondisi komponen crusher
- c. Proses pemeliharaan yang dilakukan
- d. Gangguan yang pernah terjadi selama operasional

2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan operator dan teknisi pada Unit Mekanik Energi Primer untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan:

- a. Komponen yang paling sering mengalami kerusakan
- b. Penyebab terjadinya kerusakan
- c. Frekuensi kerusakan
- d. Dampak yang ditimbulkan terhadap operasional
- e. Tindakan perbaikan yang dilakukan

3. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengambil foto peralatan crusher dan area kerja yang berkaitan dengan penelitian. Dokumentasi ini digunakan sebagai data pendukung dalam penyusunan laporan kerja praktek. Adapun dokumentasi yang diambil meliputi:

- a. Tampilan umum crusher
- b. Motor penggerak crusher
- c. Conveyor batubara
- d. Area inlet dan outlet crusher
- e. Komponen pendukung lainnya

4.9.5 Diagram Alur Penelitian

Tahapan penelitian pada tugas khusus ini dilakukan secara sistematis mulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan. Adapun diagram alur penelitian secara umum adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah
2. Studi lapangan dan observasi
3. Pengumpulan data
4. Identifikasi *failure mode*
5. Penentuan nilai Severity (S)
6. Penentuan nilai Occurrence (O)
7. Penentuan nilai Detection (D)
8. Perhitungan nilai RPN
9. Analisis hasil FMEA
10. Penyusunan usulan perbaikan
11. Kesimpulan

4.10 Pengolahan Data

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, diperoleh beberapa jenis kegagalan yang sering terjadi pada crusher.

Tabel 4.1. Failure Mode Crusher

No	Failure Mode	Penyebab	Dampak
1	Material Tersumbat	Batubara basah dan ukuran besar	Aliran batubara terhenti
2	Bearing Overheat	Kurang pelumasan	Crusher berhenti
3	Hammer Waer	Gesekan terus menerus	Ukuran batubara tidak sesuai
4	Motor Overload	Beban material tinggi	Crusher trip
5	Belt Conveyor Slip	Tegangan belt kurang	Pasokan terganggu

4.10.1 Penentuan Severity, Occurrence, dan Detection

Tabel 4. 2 Penilaian FMEA

Failure Mode	S	O	D
Material tersumbat	8	7	5
Bearing overhear	8	7	4
Hammer wear	6	6	3
Motor overload	9	6	4
Belt conveyor slip	5	5	4

4.10.2 Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Rumus:

$$RPN=S \times O \times D$$

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan RPN

Failure mode	RPN
Material tersumbat	280
Bearing overhear	224
Hammer wear	216
Motor overload	108
Belt conveyor slip	100

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Keandalan Peralatan Crusher Batubara Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada Unit Mekanik Energi Primer PLTU Pangkalan Susu, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil observasi dan analisis menggunakan metode FMEA, terdapat beberapa potensi kegagalan yang sering terjadi pada peralatan crusher, yaitu material tersumbat (*material blockage*), bearing mengalami overheating, hammer mengalami keausan (*wear*), motor mengalami overload, serta belt conveyor mengalami slip.
2. Faktor penyebab kegagalan pada crusher umumnya berasal dari kondisi operasional yang berlangsung secara terus-menerus, kurang optimalnya pemeliharaan komponen, tingginya kadar air pada batubara, ukuran batubara yang tidak seragam, serta pengaruh lingkungan kerja yang mengandung debu dan material batubara.
3. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa kegagalan dengan tingkat risiko tertinggi adalah material tersumbat pada inlet crusher dengan nilai Risk Priority Number (RPN) sebesar 280, sehingga menjadi prioritas utama dalam pelaksanaan tindakan perbaikan dan pencegahan.
4. Kegagalan lain yang memiliki tingkat risiko cukup tinggi adalah bearing overheat dengan nilai RPN sebesar 224 dan motor overload dengan nilai RPN sebesar 216. Kedua kegagalan tersebut berpotensi menyebabkan penghentian

operasi crusher yang berdampak pada terganggunya sistem penyaluran batubara menuju boiler.

5. Penerapan metode FMEA mampu membantu mengidentifikasi jenis kegagalan, penyebab kegagalan, dampak yang ditimbulkan, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko. Dengan demikian, metode FMEA dapat digunakan sebagai alat bantu dalam meningkatkan keandalan peralatan crusher dan mendukung kelancaran operasional sistem *coal handling*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan perlu meningkatkan kegiatan preventive maintenance pada peralatan crusher, terutama pada komponen yang memiliki tingkat risiko tinggi seperti bearing, hammer, dan motor penggerak.
2. Pemeriksaan kondisi material batubara sebelum memasuki crusher perlu dilakukan secara lebih optimal untuk mengurangi potensi terjadinya penyumbatan material yang dapat mengganggu proses operasional.
3. Pelaksanaan inspeksi rutin terhadap temperatur bearing, getaran peralatan, dan kondisi motor perlu dilakukan secara berkala untuk mendeteksi potensi kerusakan sejak dini.
4. Perusahaan dapat mempertimbangkan penerapan sistem pemantauan kondisi (*condition monitoring*) pada peralatan crusher untuk meningkatkan efektivitas pemeliharaan dan mengurangi risiko downtime.
5. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lain seperti Reliability Centered Maintenance (RCM) atau Fault Tree Analysis (FTA) sebagai

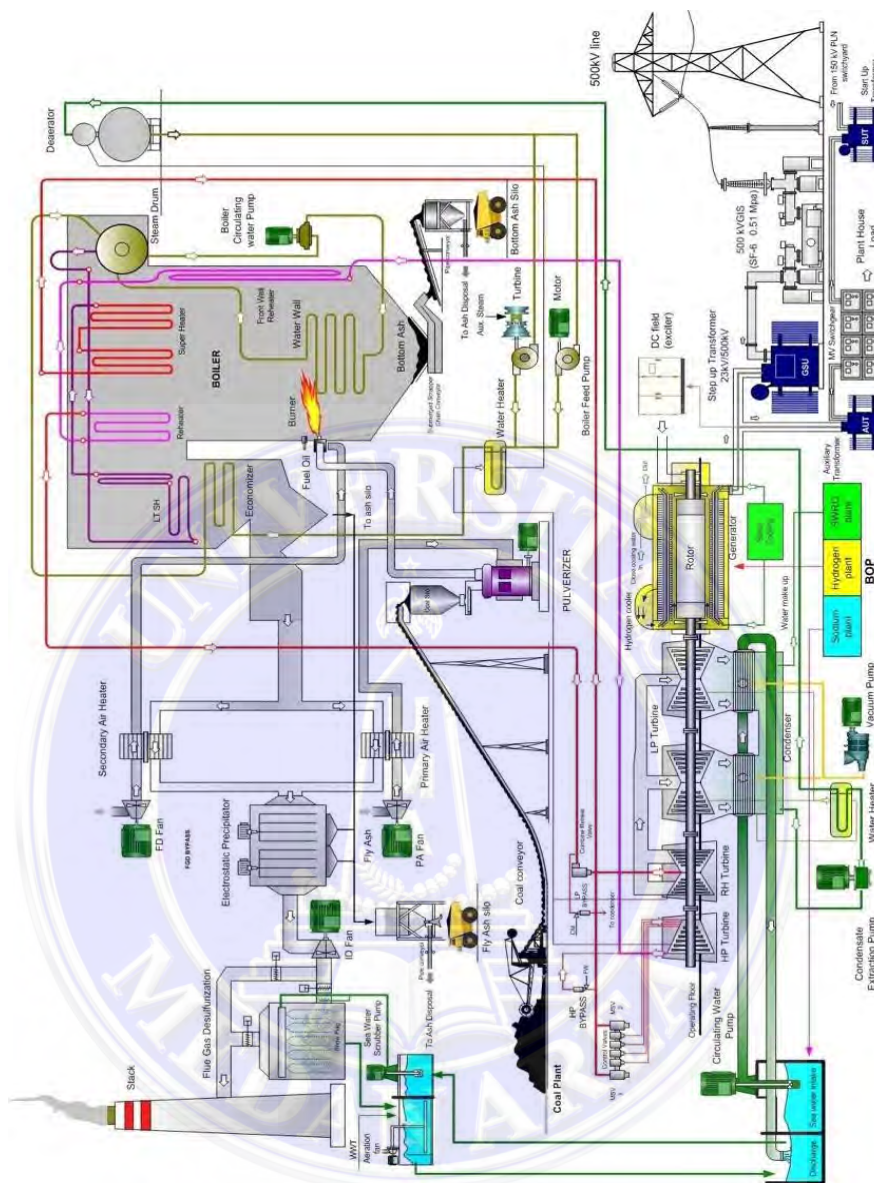
pengembangan dari penelitian ini sehingga diperoleh hasil analisis yang lebih komprehensif.



DAFTAR PUSTAKA

- Adillah, R., Jufrizel, J., Maria, P. S., & Zarory, H. (2024). Analisa Keandalan Instrumentasi Boiler Feed Pump Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT PLN Nusantara Power UP Tenayan. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 9(3).
- Daryanto, D. (2024). Application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method in the Maritime Industry to Identify Potential Failures in Main Engine Components. *Zona Laut: Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan*, 5(3).
- Qurnaini, K., Lamatinulu, & Rauf, N. (2026). Evaluasi Komponen Kritis dan Penentuan Strategi Pemeliharaan Berbasis Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) – Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk Mengurangi Downtime. *Jurnal Aplikasi dan Pengembangan Sistem Industri (JAPSI)*.
- Putra, R. F., Adiyanto, & Asbari, M. (2022). Penerapan Metode Fuzzy FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk Penjadwalan Maintenance Mesin Produksi Berbasis Web di PT Victory Ching Luh Indonesia. *IPSIKOM*, 10(2).
- Alamri, T. O., & Mo, J. P. T. (2023). Optimisation of Preventive Maintenance Regime Based on Failure Mode System Modelling Considering Reliability. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 48, 3455–3477.
- Häckel, B., Hänsch, S., Hertel, G., & Übelhör, J. (2021). Data-Driven Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to Enhance Maintenance Planning. *Computers in Industry*, 129, 103451.
- Soetadji, P., Sutikno, T., & Fadlil, A. (2024). Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for Periodic Maintenance Tasks of Medium Voltage Switchgear 20 kV. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 9(4).
- Yudi, d.dkk. (2021). Pengantar Teknik Industri UMA Press Medan.

LAMPIRAN



Flow Process Chart									
Ringkasan							Pekerjaan : Penyaluran Batubara ke Boiler		
Kegiatan	Sekarang		Usulan		Beda		No. Peta : 01		
	Jml	Wkt	Jml	Wkt	Jml	Wkt	Orang ☐ Bahan ☐		
○ Operasi	8	238					Sekarang ☐ Usulan ☐		
□ Inspeksi	1	10					Dipetakan oleh : M. Fachroza Fatria		
⇒ Transportasi	4	36					Tanggal Dipetakan : 28 Maret 2026		
D Delay	1	20							
▽ Storage	3	80							
Total	17	384							
Uraian Kegiatan	Lambang					Jarak (m)	Jml (Ton)	W (Menit)	Catatan
	○	□	⇒	D	▽				
Pembongkaran batubara dari kapal (Ship Unloader)	●						1.854	150	
Batubara di salurkan ke Hopper			●			20	1.854	5	
Penampungan di Hopper					●		1.854	15	
Batubara di salurkan ke Belt Conveyor	●						1.854	5	
Transportasi Belt Conveyor			●			100	1.854	10	
Inspeksi kondisi Batubara		●					1.854	10	
Batubara di salurkan ke Crusher	●						1.854	5	
Proses penghancuran Batubara		●					1.854	15	
Transportasi Belt Conveyor			●			80	1.854	12	
Penyaluran ke Stockpile	●						1.854	5	
Penyimpanan di Stockpile					●		675	45	
Pengambilan Batubara dari Stockpile	●						2.529	10	
Batubara di salurkan ke Bunker			●			90	2.529	9	
Delay (antrian material)				●			2.529	20	
Batubara di muat di Coal Bunker	●						2.529	13	
Penyimpanan di Coal Bunker					●		2.529	20	
Penyaluran ke Boiler	●						2.529	35	

