

**ANALISIS BAHAYA DAN RISIKO KESELAMATAN DAN
KESEHATAN KERJA (K3) AREA DEPARTEMEN POWER
BOILER DENGAN METODE HIRARC DI PT TEL PP**

SKRIPSI



**SISKA ANDINI
2022320002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

ANALISIS BAHAYA DAN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) AREA DEPARTEMEN POWER BOILER DENGAN METODE HIRARC DI PT TEL PP

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Prabumulih



SISKA ANDINI
2022320002

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS BAHAYA DAN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) AREA DEPARTEMEN POWER BOILER DENGAN METODE HIRARC DI PT TEL PP

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih

Oleh:

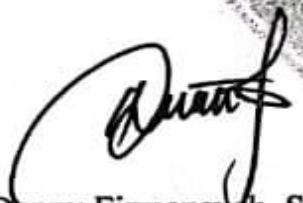
Siska Andini

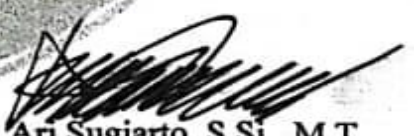
2022320002

Prabumulih, 27/07/2026

Pembimbing I

Pembimbing II


Denny Firmansyah, S.K.M., M.Ling
NUPTK. 6552769670130283


Ari Sugiarto, S.Si., M.T
NUPTK.1345774675130183


**Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan**

Ari Sugiarto, S.Si., M.T
2^o NUPTK.1345774675130183

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul “Analisis Bahaya dan Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Area Departemen Power Boiler Dengan Metode HIRARC di PT TEL PP” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada tanggal 27 Juli 2026.

Prabumulih, 27 Juli 2026

Tim Penguji Skripsi

Ketua:

1. Denny Firmansyah, S.K.M., M.Ling
NUPTK.6552769670130283

Anggota:

2. Ari Sugiarto, S.Si., M.T
NUPTK.1345774675130183
3. Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si.
NUPTK.4938769670230452

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng
NUPTK.9944755656130172

Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan



Ari Sugiarto, S.Si., M.T
NUPTK.1345774675130183

PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Siska Andini

NIM : 2022320002

Program Studi : Teknik Lingkungan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa, skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya dan tidak terdapat karya orang lain, apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku atas perbuatan tersebut.



Prabumulih, 27 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,

Siska Andini

NIM. 2022230033

ABSTRAK

ANALISIS BAHAYA DAN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) AREA DEPARTEMEN POWER BOILER DENGAN METODE HIRARC DI PT TEL PP

Siska Andini, 2022320002, 2026

Departemen Power Boiler memiliki potensi bahaya akibat penggunaan peralatan bertekanan tinggi, suhu panas, sistem kelistrikan, dan aktivitas operasional yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bahaya dan risiko, menilai tingkat risiko, serta menentukan upaya pengendalian pada aktivitas kerja di Departemen Power Boiler PT TEL PP. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Penilaian risiko menggunakan parameter kemungkinan dan dampak, sedangkan pengendalian mengacu pada hierarki pengendalian. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 20 potensi bahaya dan 41 potensi risiko pada lima aktivitas kerja, yaitu pengoperasian *boiler*, *ash handling*, pengangkutan material, *maintenance*, serta inspeksi dan *cleaning*. Tingkat risiko terdiri dari kategori *high* sebesar 53,66%, *medium* sebesar 26,83%, dan *low* sebesar 19,51%. Pengendalian risiko dominan berupa eliminasi sebesar 42,86%, diikuti rekayasa teknik dan substitusi masing-masing 19,05%, APD 14,29%, dan administratif 4,76%. Risiko *high* menjadi kategori dominan sehingga diperlukan pengendalian berkelanjutan.

Kata kunci: HIRARC, Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, Pengendalian Risiko, Power Boiler, Keselamatan Dan Kesehatan Kerja.

ABSTRACT

ANALYSIS OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (OSH) HAZARDS AND RISKS IN THE POWER BOILER DEPARTMENT AREA USING THE HIRARC METHOD AT PT TEL PP

Siska Andini, 2022320002, 2026

The Power Boiler Department has potential hazards arising from the use of high-pressure equipment, high temperatures, electrical systems, and operational activities that may cause occupational accidents. This study aims to identify hazards and risks, assess risk levels, and determine control measures for work activities in the Power Boiler Department of PT TEL PP. The study used a descriptive method with a qualitative approach and the Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) method. Data were obtained through observation, interviews, and documentation. Risk assessment used likelihood and impact parameters, while controls referred to the hierarchy of controls. The results showed 20 potential hazards and 41 potential risks across five work activities, namely boiler operation, ash handling, material transportation, maintenance, and inspection and cleaning. Risk levels consisted of the high category at 53,66%, medium at 26,83%, and low at 19,51%. The dominant risk control was elimination at 42,86%, followed by engineering controls and substitution at 19,05% each, PPE at 14,29%, and administrative controls at 4,76%. High risks were the dominant category, indicating the need for continuous control measures.

Keywords: HIRARC, Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control, Power Boiler, Occupational Safety And Health.

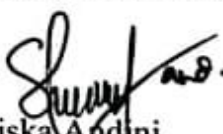
KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Analisis Bahaya dan Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Area Departemen Power Boiler dengan Metode HIRARC di PT TEL PP. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si selaku Rektor Universitas Prabumulih sekaligus Penguji Sidang Skripsi
2. Bapak Dr. Ir. Aris Susilo, ST., M.T, IPM., ASEAN Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih
3. Bapak Ari Sugiarto, S.Si.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan sekaligus Pembimbing II
4. Bapak Denny Firmansyah, S.K.M., M.Ling sebagai Pembimbing I
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staf Administrasi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih
6. Pemimpin Perusahaan dan Staf Departemen Safety PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper*
7. Kedua orang tua tercinta, ayah Ali Karmanto dan ibu Asnaini atas segala dukungan baik material dan spiritual yang tak pernah putus mengiringi langkah penulis dalam menyusun skripsi ini.

Penulis menyadari Skripsi ini masih terdapat kekurangan sehingga membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Skripsi.

Prabumulih, 27 Juli 2026


Siska Andini
2022320002

DAFTAR ISI

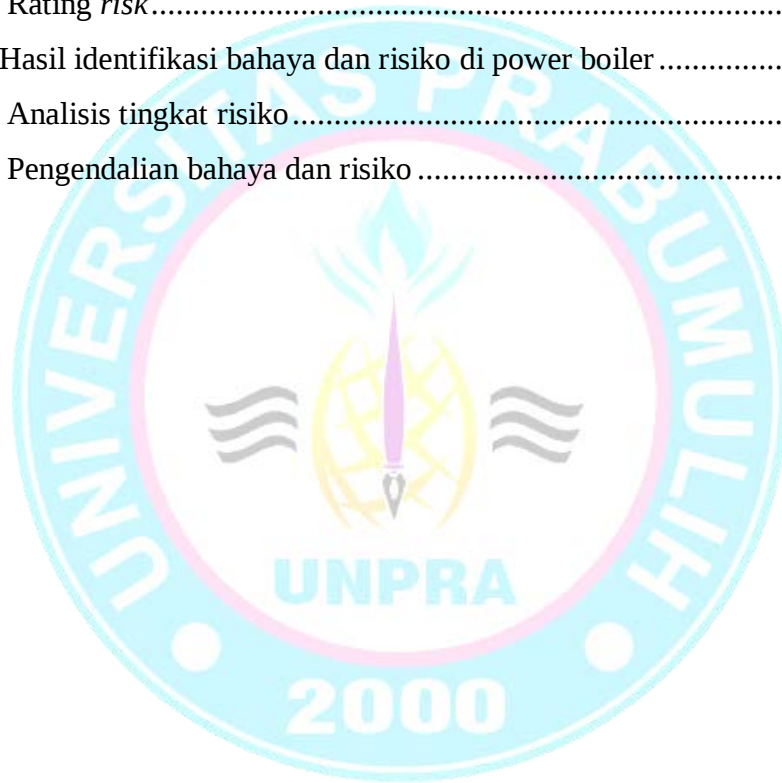
	halaman
HALAMAN JUDUL DALAM.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN INTEGRITAS	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sejarah Profil Perusahaan	5
2.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).....	7
2.3 K3 dalam Tata Hukum Indonesia	10
2.4 Industri <i>Pulp and Paper</i>	12
2.5 Departemen Power Boiler	14
2.6 Metode HIRARC	16
2.7 Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	23

	halaman
3.2 Data Penelitian	23
3.3 Pengumpulan Data.....	24
3.4 Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Identifikasi Bahaya dan Risiko di Area Departemen Power Boiler	29
4.2 Penilaian Tingkat Risiko di Area Departemen Power Boiler	34
4.3 Pengendalian Bahaya dan Risiko di Area Departemen Power Boiler	37
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN	46



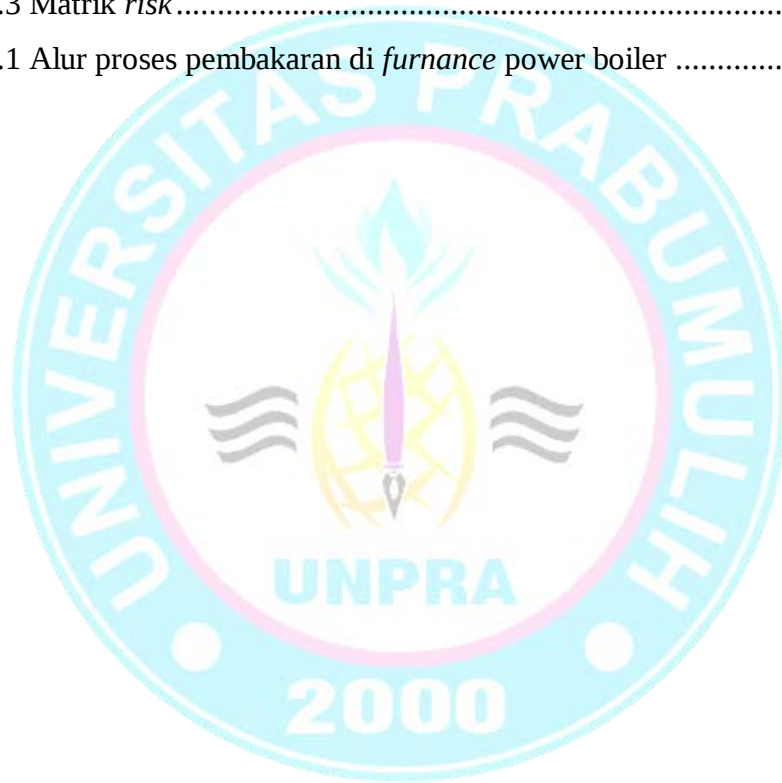
DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Bagian prinsip dasar K3	9
Tabel 2.2 Penelitian terdahulu	20
Tabel 3.1 Skala ukur kemungkinan	26
Tabel 3.2 Skala ukur dampak (K3).....	26
Tabel 3.3 Skala ukur operasional.....	27
Tabel 3.4 Rating <i>risk</i>	28
Tabel 4.1 Hasil identifikasi bahaya dan risiko di power boiler	32
Tabel 4.2 Analisis tingkat risiko.....	34
Tabel 4.3 Pengendalian bahaya dan risiko	36



DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Struktur instansi pemimpin perusahaan	7
Gambar 2.2 Struktur instansi pengelola perusahaan.....	7
Gambar 2.3 Hierarki pengendalian risiko	17
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian di PT TEL PP.....	23
Gambar 3.2 Bagan alir penelitian	25
Gambar 3.3 Matrik <i>risk</i>	27
Gambar 4.1 Alur proses pembakaran di <i>furnance</i> power boiler	29



DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1 Hasil wawancara	46
Lampiran 2 Area produksi (power boiler)	50



DAFTAR NOTASI

Singkatan	Kepanjangan
Adt	: <i>Air Dry Ton</i>
APD	: <i>Alat Pelindung Diri</i>
AS	: <i>Amerika Serikat</i>
ASME	: <i>American Society of Mechanical Engineers</i>
AS/NZS	: <i>Australian Standards/New Zealand Standards</i>
AS	: <i>Amerika Serikat</i>
BFB	: <i>Bubling Fluidized Bed</i>
C	: <i>Consequence</i>
CLO ₂	: <i>Klorin Dioksida</i>
ESP	: <i>Electrostatic Precipitator</i>
FD Fan	: <i>Forced Draft Fan</i>
FMEA	: <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
HIRARC	: <i>Hazard Identification, Risk Assesement and Risk Control</i>
HTI	: <i>Hutan Tanaman Industri</i>
ID Fan	: <i>Induced Draft Fan</i>
ILO	: <i>International Labour Organization</i>
ISO	: <i>Internasional Organization for Standardization</i>
K3	: <i>Keselamatan dan Kesehatan Kerja</i>
kPa	: <i>Kilopascal</i>
Kg/s	: <i>Kilogram/detik</i>
L	: <i>Likelihood</i>
LOTO	: <i>Lock Out Tag Out</i>
NAB	: <i>Nilai Ambang Batas</i>
NaOH	: <i>Natrium Hidroksida</i>
Na ₂ S	: <i>Natrium Sulfida</i>
NO _x	: <i>Nitrogen Oksida</i>
OECD	: <i>Overseas Economic Cooperation Fund</i>
OHSAS	: <i>Occupational Health and Safety Assesment Series</i>

Permenaker	: Peraturan Menteri Keteagakerjaan
PHL	: Pekerja Harian Lepas
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
Psi	: <i>Pound/Square Inch</i>
PT TEL PP	: PT Tanjungenim Lestari <i>Pulp and Paper</i>
S	: <i>Severity</i>
SMK3	: Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja
SO ₂	: <i>Sulfida Dioksida</i>
SOP	: Standar Operasional Prosedur



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era industrialisasi yang semakin maju seperti saat ini sangat diperlukan sumber daya manusia yang memiliki pemahaman dalam mengoperasikan suatu mesin yang memiliki potensi bahaya dan risiko tinggi guna tercapainya target produksi sebuah industri. Salah satu komponen yang wajib dipatuhi dalam kegiatan industri yaitu aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3). K3 memainkan peran penting dalam menjaga produktivitas, keberlanjutan, dan reputasi sebuah industri (Saragih & Fitriani, 2024). Perusahaan atau industri memiliki tanggung jawab untuk memberikan jaminan keselamatan dengan cara menyediakan pemahaman mengenai risiko kerja serta alat pelindung diri (APD) yang diperlukan (Alega et al., 2025).

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia tahun 1970 tentang K3, setiap tempat kerja wajib menerapkan langkah-langkah pencegahan terhadap kecelakaan dan penyakit akibat kerja melalui penerapan sistem manajemen keselamatan yang memadai. Peraturan ini ditetapkan sebagai acuan dasar untuk melindungi pekerja, dan mengurangi masalah kecelakaan kerja yang kemungkinan terjadi di dalam industri. Adanya ketetapan dari regulasi atau peraturan perundang-undangan tersebut dapat menjadikan sebuah industri maupun tenaga kerja di dalamnya memiliki panduan atau tata tertib yang melindungi, yang wajib dipatuhi, dan menjadi arahan untuk melakukan tindakan penanganan apabila terjadi kecelakaan dalam beraktivitas selama proses operasional.

Sektor industri khususnya industri berat mengandung potensi bahaya dan risiko sangat tinggi yang dapat mengganggu rutinitas suatu pekerjaan dan pada akhirnya dapat menimbulkan insiden serta kerugian (Mansur, 2019). Insiden kerja terjadi akibat tindakan manusia yang tidak mematuhi aturan keselamatan, salah satunya seperti tidak memakai APD, pekerja tidak mengikuti prosedur dengan benar, pekerja bercanda gurau, menaruh barang atau alat kerja di sembarang tempat, sikap kerja yang buruk, pekerja terlalu dekat dengan alat yang bergerak atau

berputar, terlalu lelah, bosan, dan lain-lain. Kecelakaan kerja dari keadaan lingkungan yang seperti itu sama halnya seperti mesin yang digunakan tanpa pengaman dan tidak sempurna (Siboro et al., 2024).

Menurut berita dari channelinfo.com salah satu insiden kecelakaan pada industri berat yang pernah terjadi yaitu di area cerobong atau katup uap industri *pulp and paper*, pada hari kamis sore tanggal 01 juni 2023 seorang pekerja harian lepas (PHL) asal Kota Prabumulih meninggal dunia akibat terkena cairan kimia jenis *black liquor* atau cairan kimia hitam yang digunakan untuk merebus kulit kayu pada katup uap, insiden kecelakaan tersebut terjadi ketika korban sedang melakukan perbaikan pada salah satu mesin proyek *shut down* di PT Tanjungenim Lestari *Pulp and paper* (TEL PP). Sehingga korban tersebut mengalami luka bakar hingga 90% yang menyebabkan sekujur tubuhnya menjadi melepuh dan menghitam.

Menganalisis dari insiden kecelakaan yang terjadi, maka diperlukan suatu metode untuk menentukan tindakan terhadap potensi bahaya dan risiko yang sistematis dan terukur seperti metode *Hazard Identification, Risk Assessment dan Risk Control* (HIRARC). Metode ini berperan dalam mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan langkah pengendalian risiko yang efektif. Oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan agar industri dapat mengetahui risiko pada saat proses kerja dan menetapkan prioritas tindakan pengendalian sesuai dengan tingkat keparahan risiko sehingga dapat mencegah terjadinya insiden kecelakaan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari latar belakang diatas sebagai berikut :

1. Bentuk bahaya apa saja yang terdapat pada aktivitas kerja di area departemen power boiler?
2. Seberapa besar tingkat risiko dari setiap potensi bahaya yang teridentifikasi pada area departemen power boiler?
3. Bagaimana upaya-upaya pengendalian risiko yang dapat diterapkan untuk meminimalkan atau mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada area departemen power boiler?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko yang terdapat pada aktivitas kerja di area power boiler di PT TEL PP;
2. Menilai tingkat risiko dari setiap potensi bahaya yang terdeteksi adanya kemungkinan terjadi dan tingkat keparahan dampaknya dengan menggunakan metode HIRARC; dan
3. Menentukan bentuk pengendalian bahaya dan risiko yang tepat dan efektif guna meminimalkan potensi kecelakaan kerja serta gangguan kesehatan di area power boiler.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

a. Bagi Perusahaan

1. Memberikan gambaran mengenai potensi bahaya dan tingkat risiko yang terdapat di area power boiler;
2. Menjadi bahan evaluasi dan pertimbangan dalam upaya peningkatan sistem manajemen K3 di lingkungan perusahaan; dan
3. Mendukung perusahaan dalam membangun budaya kerja yang aman, sehat, dan berkelanjutan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional serta kepercayaan karyawan terhadap sistem K3 perusahaan.

b. Bagi Mahasiswa

1. Menambah pengetahuan dan pengalaman praktis dalam penerapan metode HIRARC untuk analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan industri;
2. Menjadi referensi dan dasar pembelajaran bagi mahasiswa dalam memahami penerapan sistem K3 secara nyata di lapangan; dan
3. Melatih kemampuan mahasiswa dalam melakukan penelitian ilmiah yang aplikatif, mulai dari identifikasi bahaya hingga perumusan pengendalian risiko di dunia industri.

- c. Bagi Akademisi atau Peneliti selanjutnya
1. Menjadi sumber referensi ilmiah dan tambahan literatur bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penerapan metode HIRARC dan analisis risiko K3 di industri;
 2. Memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang K3, khususnya terkait penerapan metode identifikasi dan penilaian risiko; dan
 3. Dapat dijadikan bahan ajar atau studi kasus dalam kegiatan perkuliahan maupun penelitian lanjutan di bidang teknik industri dan lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini di fokuskan hanya pada area departemen power boiler di PT Tanjungenim Lestari *Pulp and paper* dan tidak mencakup area kerja atau unit kerja lainnya yang ada di lingkungan industri. Observasi dan wawancara langsung ke lapangan dilakukan untuk menganalisis bahaya dan risiko menggunakan metode HIRARC, untuk penilaian risiko dalam penelitian ini difokuskan pada aspek operasional dan K3, sedangkan dampak risiko finansial dan risiko reputasi perusahaan tidak diukur. Metode ini digunakan sebagai pendekatan utama untuk memperoleh sumber data yang dibutuhkan untuk memenuhi topik bahasan serta masalah dalam penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Profil Perusahaan

PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* (PT TEL PP) awal mulanya merupakan hasil kerjasama antara salah satu perusahaan Indonesia yakni PT. Barito Pasific Timber dengan salah satu perusahaan yang berada di Jepang yakni *Overseas Economic Corporation Fund* (OECF) *Papper*. Proyek pembangunan kontruksi ini dimulai pertama kali pada bulan September tahun 1997 dengan status Penanaman Modal Asing (PMA). PT Barito Pasific Timber merupakan perusahaan yang merencanakan untuk membangun pabrik *pulp* dengan kapasitas sekitar 1430 ton *pulp* perhari atau 450.000 ton *pulp* pertahun. Tapi pada tahun sebelumnya PT TEL PP merupakan perusahaan dengan status *join venture* antara Indonesia dan Jepang, namun untuk saat ini PT TEL PP sudah dimiliki oleh Marubeni *Corporation* Jepang, sehingga komposisi saham sekarang 100% dimiliki oleh investor dari Jepang termasuk pendanaan operasional (PT TEL PP, 1999). Adapun komposisi saham pada perusahaan saat itu mencakup:

- a. PT Barito Pasific Timber
- b. Marubeni *Corporation* Jepang
- c. PT Sumatera *Pulp Corporation* (Marubeni *Corporation*, Japan Bank for International Corporation/JBIC, Nippon *Papper Industry* / NPI)

2.1.1 Gambaran Umum Lokasi PT TEL PP

PT TEL PP merupakan perusahaan yang bergerak di bidang sektor *pulp and paper*. Luas area perusahaan sekitar 1.250 hektar, dengan kapasitas produksi bisa mencapai 490.000 *air dry ton* (Adt) setiap tahunnya. Di dalam industri ini terdapat berbagai macam bidang yang memiliki fungsi dan pekerjaan masing-masing. PT. TEL PP berdiri pada tanggal 18 Juni 1990, memulai pembangunan kontruksi pada tahun 1997, dan beroperasi pertama kali secara komersial pada bulan Mei tahun 2000. Lokasi objek vital nasional PT TEL PP berada di Desa Banuayu, Kecamatan Empat Petulai Dangku, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia.

PT TEL PP memproduksi *pulp* dari bahan berkualitas tinggi, bahan baku *pulp* yang digunakan ialah kayu *eucalyptus pellita* dan *accasia mangium* yang di dapatkan melalui kerjasama antara PT TEL PP dengan PT Musi Hutan Persada (MHP) didasari dengan bukti adanya nota kesepahaman (MoU) yang di tandatangani oleh kedua PT tersebut pada tanggal 14 Mei 1997. Bahan baku alternatif PT TEL yaitu serat kayu *eucalyptus pellita*, karena dipercaya bahwa bahan serat tersebut memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap hama dan memiliki kandungan serat yang tinggi. Bahan baku tersebut dibudidayakan dikawasan Hutan Tanaman Industri (HTI).

Proses pengiriman kayu dari HTI ke lokasi pabrik dilakukan setiap hari sepanjang tahun menggunakan truk melewati jalur jalan khusus yang telah disiapkan oleh PT MHP. Selain area *mill site*, PT TEL memiliki area *town site* yang didalamnya terdapat berbagai macam fasilitas milik perusahaan yang di khususkan untuk karyawan PT TEL yang tinggal di area tidak jauh dari lokasi pabrik selama masa kerja berlaku. Adanya *town site* merupakan salah satu bukti bahwa PT TEL tidak hanya memprioritaskan produksi tapi juga mengutamakan kesejahteraan tenaga kerja. Demi kelancaran dan kesejahteraan karyawan, maka PT TEL PP menyediakan fasilitas untuk karyawan, antara lain perumahan, transportasi dan kendaraan bisnis, pakaian kerja, sarana ibadah, asuransi kesehatan seperti jaminan kecelakaan kerja, jaminan kematian & jaminan hari tua, koperasi karyawan mitra sejahtera lestari, klinik pratama dan sarana olahraga, serta sarana pendidikan dari TK sampai SMP (PT TEL PP, 2004).

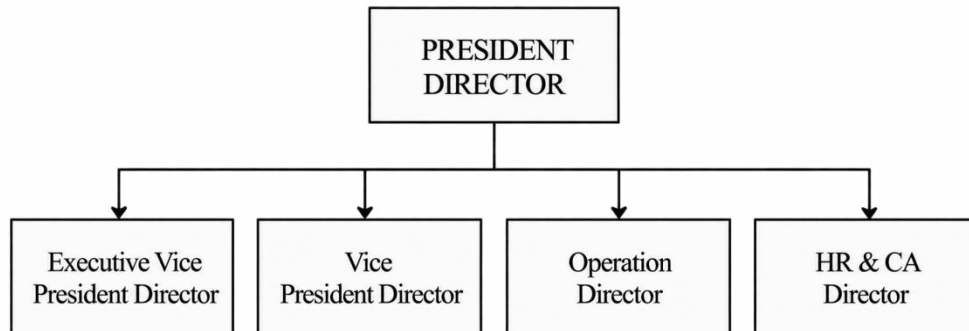
Untuk menjaga ritme kerja agar teratur selama 24 jam beroperasi, ada pembagian jam kerja karyawan berdasarkan jenisnya, untuk pekerja *non-shift* dari senin sampai jum'at mulai jam 08.00 selesai jam 17.00 WIB dengan waktu istirahat makan siang dari jam 12.00 – 13.00 WIB. Bagi pekerja *shift* mulai dari *shift* pagi jam 08.00 – 16.00 WIB dilanjut *shift* sore jam 06.00 – 24.00 WIB dan *shift* malam dari jam 24.00 – 08.00 WIB (PT TEL PP, 2022).

2.1.2 Struktur Organisasi PT TEL PP

Setiap perusahaan pasti memiliki pimpinan atau penanggung jawab atas kegiatan usaha yang dilakukan, serta memiliki bagian pengelola yang

berbeda-beda berdasarkan proses produksi dan operasional pabrik. Berikut susunan instansi PT TEL PP :

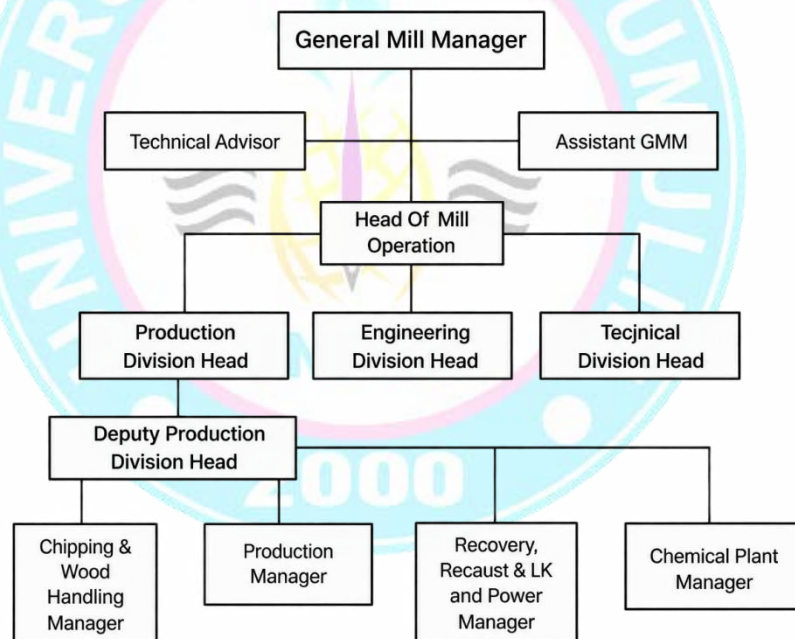
a. Struktur Instansi Pemimpin Perusahaan



Sumber : PT Tanggung Lestari *Pulp and Paper*, 2025.

Gambar 2.1 Struktur instansi pemimpin perusahaan.

b. Struktur Instansi Pengelola Perusahaan



Sumber : PT Tanggung Lestari *Pulp and Paper*, 2026.

Gambar 2.2 Struktur instansi pengelola perusahaan.

2.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

2.2.1 Pengertian K3 Industri

Menurut Undang-undang Pasal 106 Nomor 17 Tahun 2023, K3 merupakan upaya yang ditujukan untuk menciptakan kesehatan lingkungan yang sehat secara fisik, kimia, biologi, maupun sosial yang bertujuan supaya

setiap individu mencapai tingkat kesehatan yang setinggi-tingginya. Pasal 105 menegaskan bahwa lingkungan sehat mencakup berbagai aspek seperti tempat kerja, sarana rekreasi, lingkungan permukiman, serta sarana dan fasilitas umum. Secara internasional K3 dikenal sebagai *Occupational Safety and Health* (OSH) tentang praktik manajerial dan disiplin ilmu yang bertujuan melindungi pekerja dari kecelakaan kerja yang dapat menurunkan kesejahteraan fisik, mental, dan sosial.

Penerapan K3 ditempat kerja merupakan upaya dan tindakan utama untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, nyaman dan sehat, serta melindungi dan memberdayakan pekerja yang sehat, selamat dan efektif (Ardiningrum et al., 2023). K3 bukan hanya kewajiban hukum tetapi juga strategi bisnis jangka panjang yang berkelanjutan. K3 merupakan investasi untuk menjaga keberlangsungan usaha dan mencegah kerugian yang lebih besar. Sistem kerja yang aman membuat perusahaan akan lebih siap menghadapi tantangan global dan persaingan pasar. Hal ini tentu berkontribusi pada pembangunan ekonomi nasional secara menyeluruh (Daeli et al., 2025).

2.2.2 Tujuan K3 Industri

Tujuan dari dibuatnya program K3 adalah untuk mengurangi biaya perusahaan apabila timbul kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Perusahaan yang baik adalah perusahaan yang benar-benar menjaga keselamatan dan kesehatan karyawannya dengan membuat kebijakan atau aturan tentang keselamatan dan kesehatan kerja yang dilaksanakan oleh seluruh karyawan dan pimpinan perusahaan (Fardiansyah & Herlambang, 2022). Selain itu, menurut Sutrisno (2009) tujuan dari K3 terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut:

a. Tujuan K3 bagi perusahaan :

1. Meningkatkan kinerja dan profit usaha;
2. Tahap pencegahan akan terjadinya kerugian di masa depan; dan
3. Bentuk dari pemeliharaan sarana dan prasarana yang dimiliki.

b. Tujuan K3 bagi karyawan yang bekerja :

1. Upaya untuk mewujudkan kesejahteraan fisik dan psikis;

2. Meningkatkan hasil kerja; dan
3. Menciptakan kinerja baik yang berkelanjutan.

Komitmen dari tujuan K3 adalah terwujudnya keinginan untuk membangun lingkungan kerja yang memperhatikan tingkat keselamatan karyawan selama melakukan pekerjaannya sampai dengan menyelesaikan pekerjaannya. Hal ini diharapkan berdampak positif pada perusahaan yang menerapkannya (Angesti & Chaniago, 2021).

2.2.3 Prinsip Dasar K3 Industri

Prinsip K3 bersifat universal dan berlaku untuk semua bentuk industri, terutama yang memiliki tingkat risiko tinggi (Friansa et al., 2010). Berikut penjelasan komprehensif tentang prinsip-prinsip dasar K3 industri ada di Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Bagian prinsip dasar K3

No	Prinsip Dasar K3	Penjelasan
1	Pencegahan (<i>Prevention</i>)	Mencegah kecelakaan dan penyakit akibat kerja sejak awal melalui identifikasi bahaya, pengendalian risiko, dan perencanaan yang aman.
2	Identifikasi Bahaya & Penilaian Risiko (HIRARC)	Mengetahui potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan prioritas pengendalian sebelum pekerjaan dilakukan
3	Hierarki Pengendalian Risiko	Pengendalian risiko berdasarkan urutan efektivitas: eliminasi, substitusi, engineering, administratif, dan APD.
4	Kepatuhan terhadap Regulasi & Standar	Mematuhi UU, Permenaker, SMK3, ISO 45001, dan standar teknis lainnya.
5	Tanggung Jawab Bersama	pihak baik manajemen, supervisor, operator, dan tim K3.

6	Partisipasi Pekerja	Pekerja terlibat aktif dalam pelaporan bahaya, rapat K3, pelatihan, dan evaluasi risiko.
7	Pelatihan & Kompetensi	Setiap pekerja harus memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk bekerja dengan aman.
8	Inspeksi & Pemeliharaan	Pemeriksaan rutin untuk memastikan peralatan aman, berfungsi baik, dan tidak menimbulkan bahaya.
9	Komunikasi Informasi K3	Informasi bahaya, SOP, hasil inspeksi, dan instruksi kerja harus jelas dan mudah dipahami.
10	Dokumentasi & Pelaporan	Semua aktivitas K3 terdokumentasi agar dapat diaudit dan dievaluasi.
11	Tanggap Darurat (<i>Emergency Preparedness</i>)	Perusahaan harus siap menghadapi kondisi darurat seperti kebakaran, ledakan, atau paparan bahan kimia.
12	Perbaikan Berkelanjutan (<i>Continuous Improvement</i>)	Sistem K3 harus ditingkatkan secara terus-menerus melalui audit, evaluasi risiko, dan pembaruan SOP.

Sumber : Friansa et al., 2010.

2.3 K3 dalam Tata Hukum Indonesia

Menurut Peraturan Pemerintah nomor 28 tahun 2021, beroperasinya sebuah perusahaan atau industri tidak terlepas dari adanya izin dan peraturan yang mendasarinya. K3 termasuk aspek yang wajib terpenuhi segala komponennya mulai dari tenaga kerja, prosedur kerja, alat pelindung dan juga harus memperhatikan lingkungan di sekitarnya. Berikut regulasi yang mendasari pentingnya penerapan K3 terhadap keberlangsungan proses operasional :

1. Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970

Undang-undang nomor 1 tahun 1970 memastikan setiap pekerja memperoleh perlindungan keselamatan, mencegah kecelakaan maupun penyakit akibat kerja, serta menjaga keberlangsungan sumber produksi agar tetap aman dan efisien digunakan. Regulasi ini menegaskan bahwa pemberi kerja harus menyediakan fasilitas keselamatan, peralatan kerja yang sesuai standar, APD, sistem pencegahan kebakaran, ventilasi yang memadai, serta prosedur keadaan darurat. serta pekerja diwajibkan mematuhi seluruh aturan keselamatan, melindungi diri, dan tidak melakukan tindakan yang dapat membahayakan orang lain.

2. Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012

Peraturan pemerintah nomor 50 tahun 2012 memberikan ketentuan yang lebih efektif dan terstruktur mengenai penerapan K3 melalui pendekatan manajemen. Regulasi ini mengatur bahwa perusahaan berkewajiban mengembangkan SMK3 melalui kebijakan K3, perencanaan berbasis identifikasi bahaya dan penilaian risiko, serta pelaksanaan operasional yang mencakup penggunaan APD, SOP, izin kerja, inspeksi, dan pemeliharaan. Selain itu, perusahaan diwajibkan melakukan pemeriksaan dan evaluasi kinerja K3 untuk memastikan perbaikan berkelanjutan.

3. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018

Peraturan ini menjadi acuan utama dalam menentukan kondisi lingkungan kerja yang aman. Regulasi ini menetapkan nilai ambang batas (NAB) untuk faktor fisika, kimia, biologi, dan ergonomi, seperti kebisingan, radiasi, panas, bahan kimia berbahaya, uap, gas, partikel, dan pencahayaan, karena hal ini tidak hanya berdampak ke lingkungan namun juga berdampak ke pekerja yang ada di industri tersebut. Permenaker ini mewajibkan perusahaan melakukan pemantauan kebisingan pada saat mesin beroperasi, pencegahan paparan bahaya kimia, dan melakukan pemeriksaan kesehatan karyawan yang terpapar risiko tertentu.

4. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 38 Tahun 2016

Peraturan ini mengatur standar teknis peralatan bertekanan seperti *boiler*, *pressure vessel*, *heat exchanger*, dan sistem perpipaan. Dalam regulasi ini ditetapkan kewajiban perusahaan untuk melakukan pemasangan, inspeksi, pengujian berkala, dan sertifikasi peralatan bertekanan. Selain itu, operator yang mengoperasikan pesawat uap wajib memiliki kompetensi khusus melalui pelatihan dan sertifikasi. Aturan ini sangat penting untuk mencegah ledakan dan kecelakaan serius akibat tekanan tinggi pada industri yang menggunakan steam, termasuk industri *pulp and paper*.

2.4 Industri *Pulp and Paper*

2.4.1 Pengertian Industri *Pulp and Paper*

Industri *pulp and paper* merupakan salah satu sektor industri yang berperan dalam mengelola sumber daya alam berbasis serat, karena sumber utama bahan baku pembuatan *pulp* adalah selulosa yang berasal dari tanaman kayu maupun bukan kayu maupun *pulp* yang dihasilkan diproses lebih lanjut melalui tahapan produksi tertentu hingga menjadi beragam produk kertas dan produk turunan lainnya. Keberadaan industri *pulp and paper* sangat penting dalam menunjang kehidupan modern khususnya dalam memenuhi kebutuhan di bidang komunikasi, pendidikan, percetakan, pengemasan, serta penyediaan produk sanitasi seperti tisu dan kertas (Putri et al., 2019).

Industri *pulp and paper* tidak mengalami ketergantungan impor untuk bahan baku, karena bahan baku dalam bentuk akasia dan *eucalyptus* tersedia dalam jumlah yang banyak untuk jangka waktu yang panjang. Dengan demikian membuat sektor industri ini memiliki keunggulan komparatif, dibandingkan industri dari negara pesaing seperti Amerika Serikat (AS) maupun Eropa. Negara AS atau Eropa untuk mengadakan bahan baku produksi *pulp and paper* membutuhkan waktu 40 sampai 80 tahun, sedangkan di Indonesia hanya membutuhkan waktu enam tahun, dari kekuatan inilah yang membuat penetrasi pasar industri kertas Indonesia ke pasar ekspor (Wulandari, 2007).

2.4.2 Bahan baku Industri *Pulp and Paper*

Pulp and paper diproduksi dari 60 % selulosa fiber yang berupa bahan baku *nonwood* seperti ampas tebu, jerami, bambu, alang-alang. Pabrik *pulp and paper* dapat berdiri secara terpisah atau sebagai satu kesatuan operasi terpadu. Pabrik terpadu melakukan pembuatan bubur kertas (*pulp*) di tempat. Sedangkan pabrik yang tidak terintegrasi tidak memiliki kapasitas untuk *pulping* tetapi harus membawa *pulp* dari sumber luar (Ginting, 2016).

Selain bahan baku utama, proses produksi *pulp and paper* juga memerlukan bahan pendukung untuk menjamin kelancaran proses dan kualitas produk akhir. Bahan kimia seperti natrium hidroksida (NaOH) dan natrium sulfida (Na₂S) digunakan dalam proses pemasakan kimia untuk

melarutkan lignin dan memisahkan serat selulosa. Bahan pemutih seperti klorin dioksida (ClO_2) tahap pemutihan *pulp* guna meningkatkan derajat putih kertas sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan. Di samping bahan kimia, industri *pulp and paper* membutuhkan air dalam jumlah besar sebagai media proses, mulai dari pemasakan, pencucian *pulp*, hingga pembentukan lembaran kertas. Kebutuhan energi dalam industri juga tergolong sangat tinggi, baik dalam bentuk energi panas maupun energi listrik (Meilinda et al., 2023).

Energi panas dari aktivitas tersebut dimanfaatkan untuk proses pemasakan, pengeringan *pulp*, dan pengeringan kertas, sedangkan untuk energi listrik biasanya dimanfaatkan untuk mengoperasikan berbagai peralatan produksi yang pengerjaannya perlu dialiri tegangan arus listrik dengan kapasitas tertentu. Sebagian besar kebutuhan energi tersebut dipenuhi melalui sistem power boiler yang memanfaatkan bahan bakar seperti biomassa atau residu proses produksi (Paminto et al., 2020).

2.4.3 Produk Industri *Pulp and paper*

Kertas merupakan produk media tulis cetak yang berasal dari pemanfaatan serat alami berupa selulosa yang sudah melalui proses pengolahan khusus. Kertas memiliki peran penting dalam memajukan peradaban dunia, dan juga kertas sebagai tanda revolusi baru dalam dunia tulis-menulis. Berikut macam-macam hasil produksi industri *pulp and paper* (Nurfaridza, 2020):

1. Kertas cetak dan tulis yang digunakan sebagai media tulis yang dapat memuat informasi berisi pengetahuan dari zaman ke zaman. Kertas cetak dan tulis sampai saat ini masih terus digunakan bahkan penggunaannya meningkat pesat karena semakin maju dan modern kehidupan masyarakat maka semakin berkembang penggunaan produk-produk industri termasuk kertas.
2. Kertas kemasan, ada berbagai jenis kertas kemasan, salah satu diantaranya adalah kertas *baking* atau yang biasa disebut dengan *baking paper*. Kertas *baking* merupakan jenis kertas dapur dengan lapisan silikon ultra tipis, yang membuatnya anti-lengket, tidak lembab dan

tahan panas. Ini biasa digunakan dalam memasak dan memanggang karena menciptakan permukaan anti lengket antara makanan dan peralatan masak dan memudahkan pembersihan.

Keberadaan produk-produk ini secara tidak langsung membantu perekonomian industri karena penggunaannya berasal dari berbagai bidang industri lain terutama industri makanan, hal ini tidak hanya membantu kinerja dalam industri itu sendiri tetapi juga memudahkan kinerja industri lainnya.

2.5 Departemen Power Boiler

2.5.1 Pengertian Power Boiler

Boiler adalah alat berupa bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan uap. Uap dihasilkan dari pembakaran bahan bakar seperti batu bara (Ardiningrum, 2023). Menurut ASME *boiler and pressure vessel code*, power boiler merupakan jenis perangkat, katup atau bejana yang menghasilkan uap dan beroperasi dengan kapasitas tekanan lebih tinggi dari 15 Psi. penggunaan *boiler* pada industri *pulp and paper* berfungsi untuk menghasilkan *steam* yang pada tahap selanjutnya digunakan untuk pembangkit atau sumber energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk menjalankan mesin-mesin produksi (Marlina et al., 2022).

Power Boiler berbeda dari industri *boiler* biasa karena kapasitas dan tekanan operasinya lebih tinggi, dilengkapi dengan sistem keselamatan yang lebih kompleks, serta digunakan secara terus menerus dalam skala besar *boiler* bekerja melalui sistem pembakaran biomassa dan proses pertukaran panas yang menghasilkan uap bertekanan tinggi. Meskipun sangat penting power boiler memiliki potensi bahaya tinggi sehingga penerapan K3 wajib dilakukan secara ketat melalui HIRARC, SOP, inspeksi, *interlock*, dan program keselamatan lainnya (Prasetyo et al., 2024).

2.5.2 Boiler Utility

Power Boiler merupakan salah satu *plant* utilitas yang memanfaatkan limbah bahan baku pembuatan *pulp* berupa kulit kayu sebagai bahan bakar di power boiler. Jenis *boiler* yang digunakan pada unit power boiler adalah *bubling fluidized bed* (BFB) dengan menggunakan pasir sebagai media

pemanas. *Steam* yang dihasilkan di power boiler mempunyai tekanan 6.300 kPa dan laju *steam* 98 kg/s pada unit (Barayuda, 2023). Berikut ini adalah cara kerja dan karakteristik dari jenis *boiler* yang digunakan antara lain terdiri dari :

1. *Fire Tube Boiler*

Proses pengapian terjadi di dalam pipa, kemudian panas yang dihasilkan dihantarkan langsung ke dalam *boiler* yang berisi air. Besar dan konstruksi *boiler* mempengaruhi kapasitas dan tekanan yang dihasilkan *boiler* tersebut. Biasanya digunakan untuk kapasitas *steam* yang relatif kecil (12.000 kg/jam) dengan tekanan rendah sampai sedang (18 kg/cm²).

2. *Water Tube Boiler*

Proses pengapian terjadi diluar pipa, panas yang dihasilkan digunakan untuk memanaskan pipa yang berisi air. Setelah melalui tahap *secondary superheater* dan *primary superheater*, baru *steam* dilepaskan ke pipa distribusi. Sedangkan untuk karakteristiknya, Tingkat efisiensi panas yang dihasilkan cukup tinggi. *Boiler* ini digunakan untuk kebutuhan tekanan *steam* yang sangat tinggi seperti pada pembangkit tenaga. Kapasitas *steam* antara 4.500-12.000 kg/jam dengan tekanan sangat tinggi. Menggunakan bahan bakar minyak dan gas untuk *water tube boiler* yang dirakit dari pabrik (Barayuda, 2023).

Pemahaman yang baik mengenai cara kerja *boiler* memungkinkan pekerja dan manajemen menerapkan SOP, APD, inspeksi, serta kontrol teknis secara tepat sehingga risiko kecelakaan dan gangguan kesehatan dapat ditekan. Penerapan K3 pada *power boiler* tidak hanya bertujuan melindungi pekerja, tetapi juga memastikan keandalan operasi, efisiensi energi, serta keberlanjutan proses produksi di industri *pulp dan papper* (Sugiharto, 2016).

2.5.3 Fungsi Power Boiler

Power Boiler biasa disebut area operasional yang berpotensi bahaya tinggi. Selain itu, secara umum power boiler memiliki peranan penting dalam mendukung keberhasilan produksi industri (Nugroho et al., 2025). Faktor pendukung tersebut sebagai berikut :

1. Penyedia uap proses

Uap digunakan dalam proses produksi *pulp*, pemasakan *chip* kayu, pengeringan lembar kertas, dan operasi mesin lainnya.

2. Pembangkit energi listrik

Uap panas lanjut (*superheated steam*) digunakan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan listrik bagi kebutuhan internal pabrik.

3. Pengelolaan limbah energi

Pemanfaatan biomassa dan sisa produksi menjadi bahan bakar *boiler*, sehingga menekan ketergantungan bahan bakar fosil.

4. Pengendalian efisiensi produksi

Stabilitas suplai uap mempengaruhi kualitas dan kapasitas output pabrik.

2.6 Metode HIRARC

2.6.1 Pengertian HIRARC

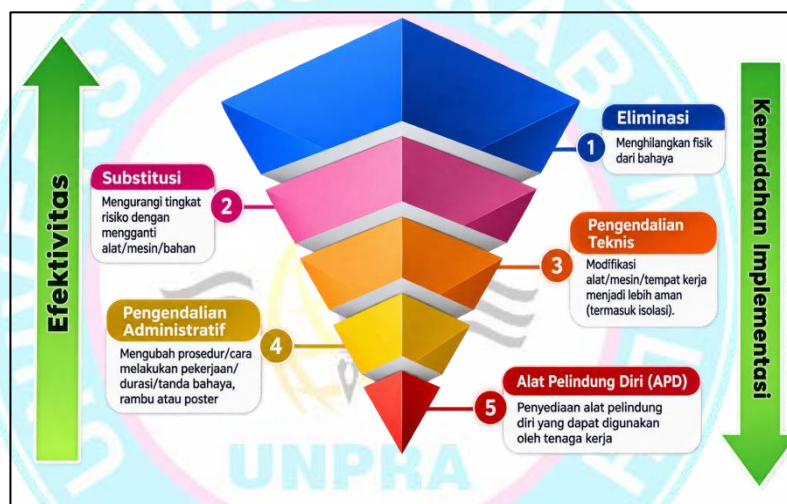
Metode pendekatan HIRARC, merupakan serangkaian proses identifikasi bahaya dilanjut penilaian resiko kemudian mengendalikan bahaya agar dapat meminimalisir risikonya. Kemudian dipilih penyebab risiko dengan nilai terbesar hingga dilakukan pengendalian risiko (Giananta et al., 2020). Penilaian risiko menggunakan HIRARC memberikan gambaran berdasarkan kemungkinan dan keparahan, serta merancang langkah pengendalian untuk menurunkan risiko ke tingkat yang dapat diterima sesuai dengan besar risiko yang harus dikendalikan secara prioritas (Prayogi et al., 2022).

Bahaya merupakan sumber potensi kerusakan atau keadaan yang memiliki potensi merugikan manusia karena mengandung bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan ataupun mengganggu keselamatan dan kesehatan seseorang (Nando & Yuamita, 2021) dan risiko adalah ketidakpastian suatu faktor yang dapat mempengaruhi perubahan dalam pencapaian tujuan, sehingga timbulnya konsekuensi yang tidak diinginkan yang dampaknya dapat mempengaruhi produktifitas, reputasi, kualitas dan administrasi perusahaan (Hamonangan et al., 2022).

Identifikasi bahaya merupakan proses awal untuk mencari, mengamati dan mencatat potensi atau kejanggalan yang dapat menimbulkan kecelakaan

kerja. Penilaian risiko adalah proses yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat terjadi dengan cara memastikan kontrol risiko dari proses operasional atau aktifitas yang dilakukan berada pada tingkat yang dapat diterima (Albar et al., 2022).

Pengendalian risiko adalah kegiatan bagaimana suatu organisasi atau perusahaan menerapkan ukuran dan standar dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yang terjadi menggunakan pendekatan manajemen secara komprehensif dan sistematis untuk menyelamatkan perusahaan dari kerugian (Hiza et al., 2019). Berdasarkan metode HIRARC pengendalian risiko ini meliputi 5 tingkatan atau level berupa eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif dan APD seperti pada Gambar 2.3.



Sumber : Mauludi, 2025.

Gambar 2.3 Hierarki pengendalian risiko

2.6.2 Tujuan Penerapan HIRARC

Tujuan utama yang mendasari penerapan metode HIRARC untuk insiden kecelakaan kerja dan potensi bahaya dan risiko dalam industri antara lain sebagai berikut (Dhaifullah, 2022) :

1. Mengidentifikasi seluruh bahaya yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja;
2. Menentukan tingkat risiko berdasarkan kemungkinan (*likelihood*) dan keparahan (*severity*);
3. Menetapkan prioritas penanganan risiko, sehingga sumber daya dapat difokuskan pada risiko dengan tingkat bahaya tertinggi;

4. Merumuskan pengendalian yang efektif sehingga risiko dapat dieliminasi atau diminimalkan;
5. Meningkatkan standar keselamatan kerja secara berkelanjutan melalui proses evaluasi risiko yang teratur; dan
6. Memenuhi kepatuhan terhadap peraturan K3 serta standar nasional maupun internasional.

2.6.3 Manfaat Metode HIRARC

Penerapan metode HIRARC memberikan berbagai manfaat signifikan bagi perusahaan, khususnya dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan efisien. Manfaat tersebut tidak hanya dirasakan oleh pekerja, tetapi juga berdampak langsung pada kelancaran operasional serta keberlanjutan perusahaan atau industri (Ramadanita & Rusmiati, 2020). berikut manfaat penerapan metode HIRARC dalam pengendalian bahaya dan risiko kerja :

1. Mengurangi angka kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja
HIRARC membantu perusahaan mengenali seluruh potensi bahaya yang mungkin menimbulkan kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Melalui identifikasi yang sistematis, setiap aktivitas kerja, peralatan, bahan, maupun kondisi lingkungan dinilai tingkat risikonya, sehingga dapat ditentukan prioritas pengendalian.
2. Menurunkan kerusakan alat, *downtime* produksi, dan kerugian biaya
Penilaian risiko yang tepat, potensi penyebab kerusakan seperti *overheat* mesin, tekanan berlebih, atau salah prosedur operasi dapat diantisipasi lebih awal. Pengendalian risiko yang baik akan mengurangi peluang terjadinya *shutdown* tidak terencana (*unplanned downtime*), memperpanjang usia peralatan, serta menghemat biaya perbaikan dan produksi yang hilang.
3. Meningkatkan kesadaran pekerja terhadap bahaya dan risiko
Ketika pekerja mengetahui risiko apa yang harus dihindari, tindakan apa yang aman, serta pengendalian apa yang harus diterapkan, mereka akan lebih berhati-hati dalam bertindak. Selain itu, pelatihan dan *briefing* HIRARC memperkuat budaya keselamatan sehingga

kesadaran K3 menjadi kebiasaan sehari-hari. Hal ini sangat penting untuk membangun budaya kerja yang proaktif.

4. Meningkatkan efektivitas manajemen K3 secara keseluruhan

Adanya analisis bahaya dan penilaian risiko yang terdokumentasi, perusahaan memiliki dasar yang jelas untuk menyusun SOP, instruksi kerja, program inspeksi, hingga evaluasi kinerja K3. Informasi risiko yang terstruktur membantu manajemen mengambil keputusan berbasis data (*risk-based decision making*).

5. Memenuhi tuntutan audit,sertifikasi, dan kepatuhan regulasi K3

Penerapan HIRARC merupakan salah satu persyaratan penting dalam memenuhi standar K3 seperti ISO 45001, SMK3 Permenaker No. 26 Tahun 2014, dan berbagai audit internal maupun eksternal. Dokumentasi identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian yang baik menjadi bukti bahwa perusahaan telah mengelola risiko secara sistematis.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang terkait analisis bahaya dan risiko dengan metode HIRARC dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Author &Tahun	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Giananta et al., 2020	Analisa Potensi Bahaya dan Perbaikan Sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRARC	PT Boma Indra – Pasuruan Jatim	Potensi risiko tertinggi berasal dari kurangnya kedisiplinan dalam memakai APD sehingga terkena percikan api, terbentur, terjepit dan tertimpa benda jatuh.	Penelitian ini menganalisis bahaya dan risiko K3 dengan metode HIRARC pada proses operasional mesin dan produksi industri	Penelitian ini dilakukan pada industri manufaktur alat berat sedangkan penelitian yang akan dilakukan pada industri <i>pulp and paper</i> .
2	Siboro et al., 2024	Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko di Stasiun <i>Boiler</i> Menggunakan Metode HIRARC	PT Sawit Nagan Raya – Aceh	Bahaya dan risiko tinggi mulai dari adanya semburan api, terkena luka sayatan, terpapar abu <i>boiler</i> , lantai licin, terhirup debu/asap dan kebisingan	Menganalisis potensi bahaya pada unit <i>boiler</i> , stasiun <i>boiler</i> dan proses produksi industri dengan metode HIRARC	Penelitian ini dilakukan pada unit <i>boiler</i> dan produksi PT Sawit, sedangkan penelitian yang akan dilakukan pada area <i>boiler</i> produksi <i>pulp</i> .
3	Ramadhani, 2022	Analisis Potensi Bahaya Pada Bagian <i>Boiler</i>	PT Indonesia Power-	Risiko utama meliputi ledakan <i>boiler</i> , kebisingan,	Menilai tingkat risiko K3 <i>boiler</i> mulai dari tahap	Penelitian di PT Indonesia Power menganalisis

			Pembangkit Listrik Tenaga Uap Menggunakan metode HIRARC	Kabupaten Barru	terpeleset tumpahan oli, kebocoran pipa, dan suhu ekstrem.	awal operasional sampai akhir proses operasional.	bahaya tekanan uap berlebih pada unit pembangkit sedangkan penelitian di PT TEL menganalisis bahaya uap panas pada proses produksi <i>pulp</i>
4	Arminas al., 2022	et	Identifikasi Potensi Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerja <i>Boiler</i>	PT Sinergi Gula Nusantara-PG Camming Bone	Risiko tertinggi terjatuh dari ketinggian, terjepit fiber, suara mesin keras, dan dapur <i>boiler</i> meledak	Menggunakan HIRARC untuk mengetahui potensi-kecelakan kerja dan mengendalikan risiko kecelakaan kerja pada stasiun kerja <i>boiler</i>	Penelitian ini berlokasi di Pabrik Gula Bone Sulawesi Selatan sedangkan penelitian yang akan dilakukan berlokasi di PT TEL PP Sumatera Selatan
5	Turmudzi, 2022		Analisis Potensi Bahaya Pada area Produksi Menggunakan Metode HIRARC	PT Papertech Indonesia Unit II-Magelang	Potensi bahaya dan risiko berasal dari terjepit <i>conveyor</i> , tertimpa <i>spool roll</i> , <i>steam boiler</i> meledak, terjatuh.	Mengidentifikasi dan menentukan tindakan pencegahan atau pengendalian terhadap insiden di <i>boiler</i> menggunakan metode HIRARC	Penelitian ini dilakukan di area kerja unit produksi PT Papertech Indonesia sedangkan penelitian yang akan dilakukan di area <i>power boiler</i> PT TEL PP

Sumber : Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel 2.2 data penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini dipilih karena memiliki kesamaan konsep metode dan keterkaitan dengan analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3), khususnya yang menggunakan metode HIRARC pada berbagai sektor industri. Penelitian-penelitian tersebut menjadi rujukan utama dalam menentukan suatu metode, membuat tahapan analisis, serta memilih konsep pendekatan untuk menentukan cara pengendalian risiko yang tepat.

Penelitian Giananta et. al., (2020) membahas tentang potensi bahaya dan perbaikan sistem K3 pada industri manufaktur alat berat di daerah Jawa Timur. Penelitian tersebut memberikan gambaran analisis bahaya dan risiko K3 dengan metode HIRARC pada proses operasional mesin dan produksi industri secara menyeluruh mulai dari *start up* sampai *shut down*. Perbedaannya penelitian tersebut

menilai bahaya dan risiko yang terjadi pada saat proses produksi sebuah alat industri yang berpotensi bisa menimbulkan insiden. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan lebih menekankan untuk menganalisis potensi bahaya dan risiko pada proses produksi *pulp* di power boiler.

Penelitian Siboro et. al., (2024) mengidentifikasi bahaya dan penilaian risiko pada pekerjaan *boiler* di agroindustri. Unit *boiler* pada agroindustri ini memiliki risiko bahaya seperti semburan api, percikan bara api, debu, asap, lantai licin, dan terkena sayatan mesin sehingga peneliti menggunakan metode HIRARC untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Perbedaan penelitian ini dilakukan pada unit *boiler* dan produksi PT Sawit, sementara penelitian yang akan dilakukan pada area *boiler* produksi *pulp*.

Penelitian Ramadhani (2022) melakukan penelitian mengenai analisis potensi bahaya pada bagian *boiler* pembangkit listrik tenaga uap di PT Indonesia Power menggunakan metode HIRARC yang meliputi segala aktivitas disekitar unit *boiler*. Hasil menunjukkan bahwa pada *boiler* PLTU terdapat potensi bahaya dan risiko yang tinggi seperti panas dari pipa *boiler*, suhu ekstrem dan terjatuh. Perbedaan penelitian di PT Indonesia Power menganalisis bahaya tekanan uap berlebih pada unit pembangkit sedangkan penelitian di PT TEL menganalisis bahaya uap panas pada proses produksi *pulp*.

Penelitian Arminas et. al., (2022) mengidentifikasi potensi risiko kecelakaan kerja pada pekerja *boiler* di agroindustri komoditas gula. Utilitas penelitian di PT ini meliputi *powerhouse*, *water treatment*, dan *boiler*. Utilitas tersebut masing-masing memiliki titik bahaya yang tidak boleh dikunjungi tanpa mengenakan APD dan SOP tertentu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di PT tersebut pernah terjadi insiden sehingga memerlukan tindakan yang tepat dan cepat untuk menekan angka kecelakaan kerja. Perbedaan penelitian ini berlokasi di Pabrik Gula Bone, Sulawesi Selatan sedangkan penelitian yang akan dilakukan berlokasi di PT TEL PP Sumatera Selatan.

Penelitian Turmudzi (2022) melakukan analisis bahaya pada area produksi menggunakan metode HIRARC pada sektor industri kertas. Penelitian ini menunjukkan bahwa dalam melakukan proses produksi, industri tersebut menggunakan mesin-mesin yang dimana sebagian besar mesin tersebut melibatkan

manusia dalam mengontrol dan mengoperasikannya sehingga kegiatan-kegiatan di produksi memiliki risiko bahaya bagi operator ataupun pekerja. Perbedaannya penelitian ini dilakukan di area kerja unit produksi PT Papertech Indonesia sementara penelitian yang akan dilakukan di area power boiler PT TEL PP.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Mei 2026 di area Departemen Power Boiler PT TEL PP yang terletak di Desa Banuayu, Kecamatan Empat Petulai Dangku, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia seperti pada Gambar 3.1. Lokasi tersebut dipilih karena aktivitas operasional pada Departemen Power Boiler memiliki tingkat potensi bahaya yang tinggi, sehingga sesuai untuk dilakukan kajian analisis bahaya dan risiko menggunakan metode HIRARC.



Sumber: Google earth, 2026.

Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian di PT TEL PP

3.2 Data Penelitian

Data merupakan komponen penting dalam penelitian, karena digunakan sebagai dasar analisis dan kesimpulan (Sujarweni, 2020). Data penelitian yang disajikan adalah data kualitatif, yang didapatkan melalui dua cara yaitu :

1. Data Primer

Data primer sering disebut data hasil analisis dan pengamatan dari peneliti itu sendiri karena data yang diperoleh dari hasil observasi dan

wawancara berupa data potensi bahaya dan risiko, data penilaian risiko dan data pengendalian risiko.

2. Data Sekunder

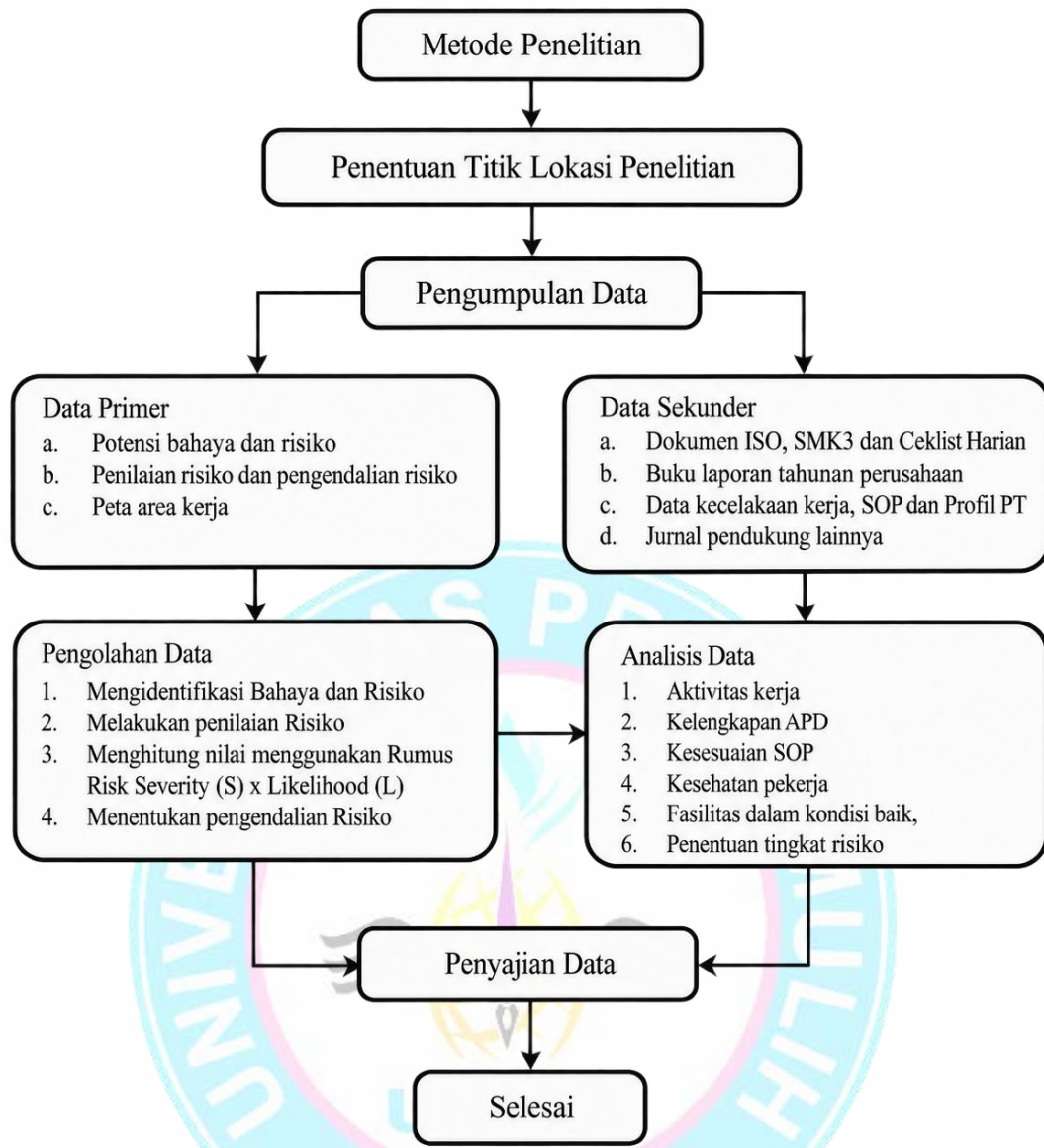
Data sekunder berisi tentang profil perusahaan, dokumen atau arsip perusahaan, struktur organisasi, serta kebijakan-kebijakan maupun regulasi K3 yang berlaku di perusahaan.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai kondisi kerja, potensi bahaya, dan pengendalian risiko di area power boiler. Setelah data dikumpulkan baik data primer maupun sekunder, data tersebut akan dianalisis sesuai dengan fakta yang ada di lapangan. Dari analisis data inilah peneliti dapat menyimpulkan secara rinci tentang pokok permasalahan beserta jawaban yang didapatkan dari pengamatan dan wawancara. Adapun bagan alir penelitian yang akan dilakukan pada Gambar 3.2.

Tahap pertama untuk mengidentifikasi bahaya dilakukan dengan cara observasi langsung ke lapangan untuk melihat kondisi dan aktivitas kerja yang sedang beroperasi sekaligus melakukan kegiatan wawancara kepada pihak yang terlibat di area tersebut berdasarkan daftar pertanyaan pada (Lampiran 1). Kemudian setelah diperoleh data identifikasi bahaya, tahap selanjutnya yaitu menilai tingkat risiko di setiap potensi bahaya yang teridentifikasi. Penilaian tingkat risiko ini dilakukan untuk melihat seberapa besar kemungkinan terjadinya kecelakaan dan seberapa tinggi tingkat keparahan yang ditimbulkan dari potensi bahaya dan risiko yang terdeteksi.

Data identifikasi bahaya dan data penilaian tingkat risiko dianalisis sesuai dengan penerapan K3 serta regulasi yang berlaku didalam perusahaan guna mendapatkan hasil akhir yaitu pengendalian risiko. Pada tahap ini segala informasi dan jawaban yang didapatkan dari lapangan akan dianalisis lebih mendalam menggunakan metode untuk memperoleh nilai dan solusi penanganan atau pengoptimalan tindakan pengendalian dari adanya potensi bahaya dan risiko yang kemungkinan terjadi sesuai dengan format pengamatan pada (Lampiran 2).



Sumber : Penulis, 2026.

Gambar 3.2 Bagan alir penelitian

3.4 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif analitis dengan menerapkan metode HIRARC. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi potensi bahaya pada setiap aktivitas kerja serta menentukan tingkat risiko secara sistematis dan terukur (Dhaifullah, 2022). Tahapan analisis meliputi :

1. Identifikasi Bahaya

Mengidentifikasi seluruh potensi bahaya berdasarkan observasi, wawancara, dan dokumen perusahaan. Bahaya diklasifikasikan menjadi bahaya fisik, kimia, mekanik, ergonomi, dan operasional.

2. Penilaian Risiko

Penilaian risiko merupakan bagian dari manajemen risiko, untuk menilai besarnya risiko dan tingkat keparahan dapat dianalisis menggunakan rumus kemungkinan dan dampak atau konsekuensi menunjukkan tentang tingkat keparahan dampak dari kecelakaan tersebut. Nilai dari kemungkinan dan dampak akan digunakan untuk menentukan *risk level* atau *risk rating* (Hansabila, 2023).

Tabel 3.1 Skala ukur kemungkinan

Peringkat	Kriteria	Penjelasan
1	Rendah	Sangat kecil kemungkinan terjadi, kemungkinan kejadian kurang dari setiap semester sekali
2	Sedang	Mungkin bisa terjadi, kemungkinan kejadian antara setiap semester hingga setiap bulan sekali
3	Tinggi	Sangat besar kemungkinan terjadi, kemungkinan kejadian lebih dari setiap bulan sekali

Sumber : SNI ISO 31000 : 2018.

Selain kemungkinan parameter yang digunakan dalam penilaian risiko yaitu dampak yang ditimbulkan meliputi aspek operasional dan K3 terdiri dari 3 tingkatan yang menjelaskan tingkat keparahan dari hasil berdasarkan risiko yang dihasilkan oleh potensi bahaya pada lingkungan kerja (Hansabila, 2023).

Tabel 3.2 Skala ukur dampak (K3)

Peringkat	Kriteria	Penjelasan
1	Kecil	Celaka ringan, dapat ditangani dengan pertolongan pertama
2	Sedang	Celaka medium, dapat ditangani dengan pertolongan rumah sakit (rawat jalan)
3	Besar	Celaka berat, dapat ditangani dengan pertolongan rumah sakit (rawat inap)

Sumber : SNI ISO 31000 : 2018.

Tabel 3.4 Skala ukur operasional

Peringkat	Kriteria	Operasional
1	Kecil	Gangguan pada 1 area
2	Sedang	Gangguan lebih dari 1 area sampai divisi
3	Besar	Lebih dari 1 divisi

Sumber : SNI ISO 31000 : 2018.

Potensi bahaya yang telah teridentifikasi akan diletakkan berdasarkan level yang sesuai dengan bahaya yang dihasilkan. Untuk melihat bagaimana tingkat risiko tersebut, akan dijelaskan berdasarkan *risk matrik* pada Gambar 3.3 sebagai berikut :

KEMUNGKINAN	Tinggi 3	Medium 3	High 6	High 9
	Sedang 2	Low 2	Medium 4	High 6
	Rendah 1	Low 1	Low 2	Medium 3
		1 Kecil	2 Sedang	3 Besar
		DAMPAK		

Sumber : SNI ISO 31000 : 2018.

Gambar 3.3 Matrik *risk*

Setiap level tersebut memiliki cara tersendiri untuk mengurangi potensi bahaya yang terdapat pada lingkungan kerja. Berikut Tabel 3.5 yang menjelaskan rating *risk*.

Tabel 3.5 Rating *risk*

Peringkat	Tindakan
Rendah	Risiko sanga kecil kemungkinannya untuk terjadi dalam 1 tahun kedepan
Sedang	Risiko bisa saja terjadi dalam waktu 1 tahun kedepan
Tinggi	Risiko sangat besar kemungkinannya untuk terjadi dalam waktu 1 tahun kedepan

Sumber : SNI ISO 31000 : 2018.

3. Pengendalian / Perlakuan Risiko

Pengendalian atau perlakuan risiko mengacu pada hierarki kontrol yang terdiri dari 5 level atau tingkatan yang terdiri dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif dan APD. Sedangkan perlakuan risiko terdiri dari 5 eksposur risiko yaitu tolak, turunkan, transfer (berbagi eksposur risiko dengan pihak lain) dan terima. Seluruh hasil analisis disajikan untuk menunjukkan tingkat risiko serta rekomendasi prioritas tindakan perbaikan.



BAB IV

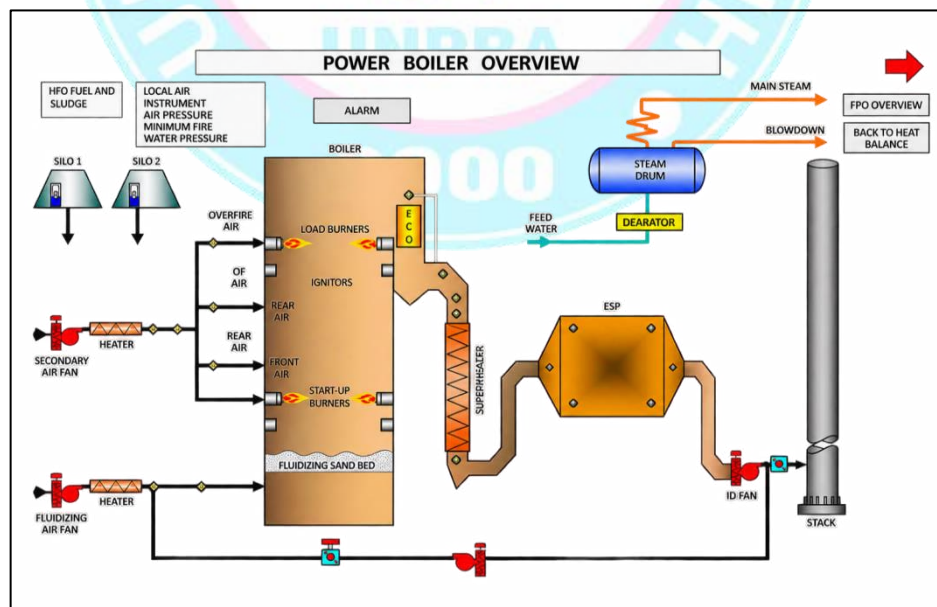
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Bahaya dan Risiko di area Departemen Power Boiler

Berdasarkan buku panduan K3 karyawan dan kontraktor PT TEL PP, yang diterbitkan pada tahun 2009, PT TEL PP berkomitmen sepenuhnya melaksanakan K3 di seluruh area pabrik oleh setiap karyawan, kontraktor dan pemasok, karena perusahaan berkeyakinan bahwa seluruh karyawan adalah aset yang sangat berharga bagi perusahaan. Selain itu didalam buku tersebut juga menyatakan bahwa setiap aktivitas kerja memiliki potensi bahaya dan risiko yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, gangguan kesehatan, maupun kerusakan peralatan, oleh karena itu identifikasi bahaya dan risiko dilakukan sebagai upaya pencegahan serta dasar dalam menentukan pengendalian yang sesuai.

4.1.1 Proses kerja Power Boiler

Operasional power boiler berlangsung melalui beberapa tahapan yang tersusun, mulai dari persiapan awal hingga pengelolaan hasil pembakaran. Gambaran alur proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Sumber : PT TEL PP, 2026.

Gambar 4.1 Alur proses pembakaran di *furnance* power boiler

Menurut hasil peninjauan langsung ke lapangan, prinsip kerja power boiler diawali dengan proses *start up*, yaitu memanaskan mesin serta mengisi bahan bakar berupa *fuel oil* dan *bark* yang disalurkan melalui *conveyor* menuju *furnace* untuk proses pembakaran. Setelah kondisi pembakaran di *furnace* stabil, operator mengoperasikan komponen utama seperti *valve*, pompa, sistem kelistrikan, dan peralatan pendukung lainnya. Selama proses berlangsung, operator melakukan pemantauan terhadap parameter suhu dan kondisi ruang bakar melalui area khusus (Lampiran 3). Selain itu, sistem boiler juga dilengkapi dengan *soot blower* yang berfungsi membersihkan kerak pada pipa *boiler* agar perpindahan panas tetap optimal dan efisiensi proses pembakaran dapat dipertahankan.

Proses pembakaran di *furnace* menghasilkan uap (*steam*) yang dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk menunjang operasional departemen lain, serta menghasilkan abu (*ash*) sebagai sisa pembakaran. Abu tersebut selanjutnya dikelola melalui proses *ash handling* menggunakan sistem yang terhubung dengan ruang kontrol. Selain menghasilkan uap dan abu, proses pembakaran juga menghasilkan gas buang yang dialirkan ke *electrostatic precipitator* (ESP) untuk memisahkan partikel debu sebelum emisi dilepaskan ke atmosfer. Seluruh rangkaian proses operasional di departemen power boiler dipantau secara berkala setiap jam guna memastikan kelancaran dan keamanan proses produksi.

4.1.2 Aktivitas di Area Departemen Power Boiler

Keberlangsungan proses operasional tentunya tidak terlepas dari bahaya dan risiko yang mengancam didalamnya, dari hasil observasi lapangan terdapat 5 aktivitas utama pekerja di area power boiler sebagai berikut :

1. Pengoperasian boiler

Kegiatan ini dikerjakan dan dipertanggung jawabkan oleh operator power boiler sesuai dengan bidang keahliannya. Proses pengoperasian ini diawali dengan penyaluran bahan bakar seperti *fuel oil*, *bark*, atau gas ke dalam *furnace*, kemudian proses pembakaran didukung oleh suplai udara. Selanjutnya operator *boiler* ditugaskan untuk menyalakan saluran air umpan

yang dipompa menuju *boiler drum* menggunakan *feed water pump*. Air tersebut dipanaskan hingga berubah menjadi uap bertekanan tinggi. Uap yang dihasilkan kemudian dialirkan melalui sistem distribusi menuju *steam header*. Uap dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan proses industri, selama operasi berlangsung operator melakukan pemantauan meliputi tekanan, suhu, dan level air.

2. *Ash handling (Fly Ash dan Bottom Ash)*

Aktivitas *ash handling* berlangsung atas bantuan mesin namun dipantau oleh operator bagian *control room* melalui panel *control (DCS)*. *Ash handling* merupakan proses penanganan sisa pembakaran berupa *fly ash* dan *bottom ash*. *Fly ash* merupakan partikel halus yang terbawa gas buang dan ditangkap oleh ESP. Sedangkan *bottom ash* merupakan residu yang mengendap di bagian bawah *furnance*. Abu yang terkumpul kemudian dialirkan ke dalam *hopper*. *Hopper* berfungsi sebagai tempat penampungan sementara. Selanjutnya, abu dipindahkan menggunakan *conveyor*. Material diarahkan ke area penyimpanan atau pengangkutan, seluruh pergerakan alat tersebut dipantau dan terdata otomatis di ruang kontrol.

3. Pengangkutan material ke truk

Kegiatan ini dikerjakan oleh operator alat berat, karena material berupa *fly ash* dan *bottom ash* dipindahkan dari *hopper* ke truk menggunakan alat berat jenis *loader* sehingga memang perlu pekerja yang menguasai bidang alat berat, mengingat kegiatan ini melibatkan interaksi antara pekerja dan alat berat maka material yang akan diangkut ke dalam bak truk harus sesuai kapasitas serta keseimbangan muatan juga menjadi perhatian penting jika muatan terlalu *over* bisa berpotensi menyebabkan insiden kerja.

4. *Maintenance*

Kegiatan ini dilakukan oleh teknisi *maintenance* karena lebih paham dalam menangani permasalahan pada peralatan operasional. Aktivitas ini meliputi pemeriksaan, perbaikan, dan penggantian komponen. Peralatan yang dirawat antara lain pipa, *valve*, pompa, dan sistem listrik. *Maintenance* dapat dilakukan saat unit beroperasi maupun saat *shutdown*. Setiap kegiatan harus

mengikuti prosedur kerja yang aman. Penerapan *lock out tag out* (LOTO) menjadi langkah penting.

5. Inspeksi dan *cleaning*

Inspeksi merupakan kegiatan pemeriksaan visual pada komponen utama seperti boiler, pipa, dan *valve*. Aktivitas ini dikerjakan oleh seluruh operator yang ada di departemen power boiler dan diawasi oleh *supervisor* atau *shift leader*. Aktivitas ini bertujuan untuk mendeteksi kerusakan atau kebocoran. Selain itu, dilakukan juga kegiatan pembersihan peralatan, *cleaning* bertujuan menghilangkan debu dan kerak yang menempel, proses ini dapat dilakukan secara manual maupun menggunakan alat bantu.

Berdasarkan aktivitas yang dilakukan setiap pekerja memiliki peran yang saling berkaitan dalam menjalankan operasional departemen power boiler. Operator *boiler*, operator *control room*, operator alat berat, *supervisor*, dan teknisi *maintenance* bekerja sesuai dengan tanggung jawabnya. Masing-masing operator ditugaskan untuk memastikan proses pembakaran, pembangkitan uap, pengendalian emisi, serta pemeliharaan peralatan dapat berjalan dengan aman dan efisien.

4.1.3 Potensi Bahaya dan Risiko Area Departemen Power Boiler

Berdasarkan hasil identifikasi diperoleh sebanyak 20 potensi bahaya dan 20 potensi risiko yang tersebar pada 5 aktivitas kerja di area departemen power boiler (Tabel 4.1). Apabila di salah satu aktivitas terdapat potensi bahaya yang sama adanya di aktivitas lain dihitung jadi 1 bahaya.

Tabel 4.1 Hasil identifikasi bahaya dan risiko di Power Boiler

No	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Potensi Risiko
1	Pengoperasian boiler 	• Suhu tinggi • Tekanan uap • Kebocoran • Kebisingan • Ledakan bahan bakar	• Luka bakar ringan hingga berat • Cedera berat akibat tekanan uap • Keracunan • Gangguan pendengaran • Cedera fatal
2	Ash handling 	• Debu • Suhu material masih panas • Kebocoran sistem conveyor • Coveyor tersumbat material	• Gangguan pernafasan/ISPA • Infeksi/gangguan pada mata • Cedera ringan • Kerusakan alat

No	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Potensi Risiko
3	Pengangkutan material 	• Permukaan licin • Tumpahan material • Pergerakan alat berat • Posisi kerja tidak ergonomis	• Terpeleset dan jatuh • Tersandung dan luka ringan • Terlindas alat berat • Cedera fisik
4	Maintenance 	• Mesin bergerak • Tegangan listrik • Ruang terbatas • Kabel terkelupas • Sistem eror	• Terjepit/tersangkut alat atau mesin • Tersengat listrik • Kekurangan oksigen • Korsleting listrik • Kegagalan operasi
5	Inspeksi dan <i>cleaning</i> 	• Area kerja ketinggian • Permukaan licin • Kebocoran uap/bahan kimia	• Jatuh dari ketinggian • Terbentur atau terpeleset • Semburan fluida panas

Sumber : Penulis, 2026

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa potensi bahaya pada aktivitas di area power boiler berasal dari faktor fisik, mekanik, kelistrikan, lingkungan kerja (ergonomi), serta kondisi operasional peralatan. Berbagai potensi bahaya tersebut dapat menimbulkan risiko berupa cedera ringan, gangguan kesehatan, kerusakan peralatan dan cedera berat hingga yang berpotensi menyebabkan kematian. Aktivitas pengoperasian *boiler* dan *maintenance* merupakan pekerjaan dengan tingkat bahaya tertinggi karena melibatkan suhu tinggi, tekanan uap, mesin bergerak, tegangan listrik, serta pekerjaan di ruang terbatas.

Risiko yang ditimbulkan dari kedua aktivitas tersebut meliputi luka bakar, tersengat listrik, kekurangan oksigen, gangguan pendengaran, kerusakan fasilitas, hingga kematian pekerja. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Siboro et al. (2024) yang menyatakan bahwa kecelakaan di area *boiler* dapat dipicu oleh ledakan *boiler*, semburan uap bertekanan tinggi, paparan bahan kimia, kebisingan, maupun kontak dengan tegangan listrik. Oleh karena itu, aktivitas pengoperasian *boiler* dan *maintenance* perlu menjadi prioritas utama dalam penerapan pengendalian risiko karena memiliki tingkat bahaya dan dampak yang lebih besar dibandingkan aktivitas *ash handling*, pengangkutan material, serta inspeksi dan *cleaning*.

4.2 Penilaian Tingkat Risiko di Area Departement Power Boiler

Berdasarkan hasil temuan di lapangan, setiap potensi bahaya dan risiko yang telah diidentifikasi dan dianalisis didapatkan rata-rata risiko di area power boiler terkategori tinggi (Tabel 4.2). Kategori *medium* (sedang) pada aktivitas *maintenance* sedangkan aktivitas yang memiliki risiko *high* (tinggi) ada di pengoperasian *boiler*, inspeksi dan *cleaning* serta tingkat *low* (rendah) ada di aktivitas *ash handling* dan pengangkutan material.

Tabel 4.2 Analisis tingkat risiko

No	Aktivitas	Bahaya	PK*	Risiko	PD*	Kategori
Dampak Operasional						
1	Pengoperasian boiler	• Suhu tinggi	3	• Penurunan efisiensi kerja	2	High (Tinggi)
		• Tekanan uap	3	• Gangguan proses pembakaran	1	Medium (Sedang)
		• Kebocoran	2	• Gangguan operasi boiler	2	Medium (Sedang)
		• Ledakan bahan bakar	2	• Downtime	3	High (Tinggi)
2	Ash Handling	• Debu	2	• Mengganggu kelancaran aktivitas	3	High (Tinggi)
		• Suhu material masih panas	3	• Terhambatnya penanganan material	1	Medium (Sedang)
		• Kebocoran sistem conveyor	2	• Gangguan operasional	1	Low (Rendah)
		• Conveyor tersumbat material	2	• Pasokan bahan bakar terganggu	1	Low (Rendah)
3	Pengangkutan material	• Permukaan licin	1	• Aktivitas kerja terhambat	2	Low (Rendah)
		• Tumpahan material	2	• Terganggunya jalur kerja	2	Medium (Sedang)
		• Pergerakan alat berat	3	• Gangguan pada sistem lalu lintas	2	High (Tinggi)
		• Posisi kerja tidak ergonomis	3	• Produktivitas pekerja menurun	1	Medium (Sedang)

No	Aktivitas	Bahaya	PK*	• Risiko	PD*	Kategori
4	Maintenance	• Mesin bergerak	3	• Downtime	2	High (Tinggi)
		• Tegangan listrik	2	• Gangguan pada aktivitas produksi	3	High (Tinggi)
		• Ruang terbatas	2	• Efisiensi operasional menurun	1	Low (Rendah)
		• Kabel terkelupas	1	• Peralatan tidak berfungsi	2	Low (Rendah)
		• Sistem eror	2	• Kegagalan produksi	3	High (Tinggi)
5	Inspeksi dan cleaning	• Area kerja berada di ketinggian	2	• Penundaan aktivitas kerja	1	Low (Rendah)
		• Permukaan licin	2	• Terhalangnya jalur aktivitas	2	Medium (Sedang)
		• Kebocoran uap/bahan kimia	3	• Downtime	3	High (Tinggi)
Dampak K3						
1	Pengoperasian boiler	• Suhu tinggi	3	• Luka ringan hingga berat	3	High (Tinggi)
		• Tekanan uap	3	• Cedera berat	3	High (Tinggi)
		• Kebocoran	2	• Keracunan	3	High (Tinggi)
		• Kebisingan	3	• Gangguan pendengaran	2	High (Tinggi)
		• Ledakan bahan bakar	2	• Cidera fatal	3	High (Tinggi)
2	Ash handling	• Debu	1	• /ISPA	2	Low (Rendah)
		• Suhu material masih panas	3	• Infeksi mata	2	High (Tinggi)
		• Kebocoran sistem conveyor	2	• Cidera ringan	2	Medium (Sedang)
		• Conveyor tersumbat material	2	• Luka ringan	2	Low (Rendah)
3	Pengangkutan material	• Permukaan licin	1	• Terpeleset dan jatuh	2	Low (Rendah)
		• Tumpahan material	2	• Tersandung dan luka ringan	2	Medium (Sedang)
		• Pergerakan alat berat	3	• Terlindas alat berat	2	High (Tinggi)
		• Posis kerja tidak ergonomis	3			
4	Maintenance	• Mesin bergerak		• Cidera fisik	3	High (Tinggi)
				• Terjepit/tersangkut alat		High (Tinggi)

No	Aktivitas	Bahaya	PK*	Risiko	PD*	Kategori
		• Tegangan listrik	2	• Tersengat listrik	3	<i>High</i> (Tinggi)
		• Ruang terbatas	2	• Kekurangan oksigen	3	<i>High</i> (Tinggi)
		• Kabel terkelupas	1	• Koesleting listrik	3	<i>Medium</i> (Sedang)
		• Sistem eror	2	• Cedera fatal	3	<i>High</i> (Tinggi)
5	Inspeksi dan <i>cleaming</i>	• Area kerja berada di ketinggian	2	• Jatuh dari ketinggian	3	<i>High</i> (Tinggi)
		• Permukaan licin	2	• Terpeleset dan jatuh	1	<i>Low</i> (Rendah)
		• Kebocoran uap/bahan kimia	3	• Percikan fluida panas	2	<i>High</i> (Tinggi)

PK* : Peringkat Kemungkinan

PD* : Peringkat Dampak (Operasional dan K3)

Sumber : Penulis, 2026.

Hasil analisis risiko terhadap 5 aktivitas utama di area departemen power boiler yang meliputi dampak operasional (gangguan pada aktivitas produksi/kerja) dan K3 (gangguan pada fisik pekerja), diperoleh potensi risiko yang terdiri atas kategori *high* (tinggi), *medium* (sedang), dan *low* (rendah). Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa kategori *high* merupakan tingkat risiko yang paling dominan, yaitu sebanyak 22 risiko (53,66%), di ikuti kategori *medium* sebanyak 11 risiko (26,83%), dan kategori *low* sebanyak 8 risiko (19,51%).

Berdasarkan masing-masing aktivitas, pengoperasian boiler didominasi oleh risiko *high* sebesar 77,8%, terutama disebabkan oleh bahaya suhu tinggi, tekanan uap, kebocoran, dan ledakan bahan bakar yang berpotensi mengganggu proses produksi sekaligus mengancam keselamatan pekerja. Aktivitas *maintenance* juga didominasi risiko *high* sebesar 66,7% akibat mesin bergerak, tegangan listrik, ruang terbatas, dan sistem eror. Selanjutnya, aktivitas inspeksi dan *cleaning* memiliki dominasi risiko *high* sebesar 50,0%, yang berasal dari pekerjaan di ketinggian, kebocoran uap atau bahan kimia, serta potensi cedera saat inspeksi.

Berbeda dengan aktivitas tersebut, pengangkutan material lebih didominasi oleh kategori *medium* sebesar 42,9%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar risikonya masih dapat dikendalikan melalui penerapan prosedur kerja yang baik, pengawasan, dan penggunaan alat pelindung diri. Sementara itu, *ash handling* didominasi oleh kategori *low* sebesar 42,9%, meskipun masih terdapat beberapa risiko tinggi yang perlu mendapatkan perhatian, terutama yang berkaitan dengan suhu material dan paparan debu. Sejalan dengan penelitian Saputri dan Hardini

(2025) menyatakan bahwa sebagian besar risiko *boiler* industri *pulp and paper* berada pada kategori tinggi (*high risk*) hingga sedang (*medium risk*), terutama pada aktivitas *boiler*, inspeksi mesin, penanganan bahan kimia, serta *maintenance* dan pembersihan area produksi. Risiko-risiko tersebut memerlukan pengendalian yang ketat melalui penerapan prosedur kerja, penggunaan APD, serta pengawasan aktif oleh departemen *safety*.

4.3 Pengendalian Bahaya dan Risiko di Area Departement Power Boiler

Berdasarkan data potensi bahaya dan risiko yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan penentuan upaya pengendalian untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja di area departemen power boiler. Dari 20 potensi bahaya dan 20 potensi risiko yang teridentifikasi, pengendalian yang dapat diterapkan rata-rata berada pada tingkat eliminasi dengan tujuan menghilangkan sumber bahaya secara langsung. Hasil penetapan pengendalian secara lebih rinci disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengendalian bahaya dan risiko

No	Bahaya	Risiko	Pengendalian/ Perlakuan Risiko
1	- Suhu tinggi - Tekanan uap - Kebocoran - Kebisingan - Ledakan bahan bakar	- Luka bakar ringan hingga berat - Cedera berat akibat tekanan uap - Keracunan - Gangguan pendengaran - Cedera fatal	- Turunkan (Rekayasa Teknik) Pemasangan <i>safety valve</i>, <i>pressure gauge</i>, alarm suhu & tekanan, sistem <i>interlock</i> otomatis - Tolak (Eliminasi) Menghilangkan sumber tekanan dengan menghentikan operasi <i>boiler</i> saat perbaikan atau perawatan dilakukan. - Tolak (Eliminasi) Menghilangkan sumber kebocoran dan bahan bakar berlebih melalui inspeksi ruti - Terima (APD) Menggunakan <i>earmuff</i> atau <i>earplug</i> - Tolak (Eliminasi) Menghilangkan sumber kebocoran bahan bakar yang dapat memicu ledakan sebelum pengoperasian.

No	Bahaya	Risiko	Pengendalian/ Perlakuan Risiko
2	• Debu	• gangguan pernafasan/ISPA	• Tolak (Eliminasi) Membersihkan penumpukan abu secara berkala untuk mencegah debu berlebih
	• kebocoran sistem conveyor	• Infeksi mata	• Tolak (Eliminasi) Menghentikan operasi conveyor yang mengalami kebocoran hingga perbaikan selesai dilakukan.
	• suhu material masih panas	• cedera ringan	• Turunkan (Administratif) SOP penanganan abu, dan jadwal pembersihan
	• coveyor tersumbat material	• kerusakan alat	• Tolak (Eliminasi) Membersihkan material yang menumpuk & menghentikan operasi conveyor
3	• Permukaan licin	• Terpeleset dan jatuh	• Tolak (Eliminasi) Membersihkan tumpahan material di jalur kerja
	• Posisi kerja tidak ergonomis	• Kelelahan kerja	• Tolak (Eliminasi) Menghilangkan pekerjaan manual yang mengharuskan pekerja membungkuk, mengangkat, atau memutar tubuh secara berlebihan.
	• Pergerakan alat berat	• Tabrakan/terlindas alat berat	• Turunkan (Rekayasa Teknik) Pemasangan rambu keselamatan, jalur khusus alat berat, alarm mundur
	• Tumpahan material	• Cedera fisik	• Terima (APD) Safety shoes, helm safety
4	• Mesin bergerak	• Terjepit/tersangkut alat atau mesin	• Tolak (Eliminasi) Mematikan mesin dan sumber listrik sebelum perbaikan (LOTO)
	• Tegangan listrik	• Tersengat listrik	• Turunkan (Rekayasa Teknik) Menggunakan alat dengan tegangan rendah / alat kerja yang lebih aman
	• Kabel terkelupas	• Korselting listrik	• Turunkan (Substitusi) Mengganti kabel yang rusak dengan kabel baru yang memiliki isolasi lebih baik dan sesuai standar kelistrikan.
	• Ruang terbatas	• Kekurangan oksigen	• Turunkan (Rekayasa Teknik) Memasang ventilasi mekanis dan <i>detector</i> kadar oksigen serta menyediakan sistem komunikasi dan evakuasi darurat
	• Sistem eror	• Kegagalan operasi	• Turunkan (Substitusi) Mengganti sistem yang rentan eror dengan sistem manual atau fitur <i>control</i> otomatis

No	Bahaya	Risiko	Pengendalian/ Perlakuan Risiko
5	• Area kerja berada di ketinggian	• Jatuh dari ketinggian	• Turunkan (Substitusi) Menggunakan alat pembersih otomatis atau jarak jauh
	• Permukaan licin	• Terbentur atau terpeleset	• Turunkan (Substitusi) Mengganti material lantai dengan permukaan yang lebih kasar
	• Kebocoran gas/uap	• Semburan fluida panas	• Terima (APD) Masker <i>respirator</i> , sepatu anti <i>slip</i>

Sumber : Penulis, 2026.

Tindakan pengendalian pada aktivitas pengoperasian *boiler* melalui 3 cara yaitu rekayasa teknik untuk meminimalisir suhu tinggi, eliminasi untuk tindakan kebocoran, ledakan bahan bakar dan tekanan uap serta APD untuk melindungi dari kebisingan, aktivitas ini memerlukan 1 APD yaitu *earmuff* atau *earplug*. Aktivitas *ash handling* ada 2 tindakan pengendalian yang meliputi eliminasi untuk melindungi dari paparan debu, kebocoran dan sumbatan pada coveyor serta administratif untuk penanganan suhu material yang masih panas. Aktivitas pengangkutan material melalui 3 cara yaitu eliminasi untuk menangani bahaya permukaan licin dan posisi kerja yang tidak ergonomis, rekayasa teknik untuk menangani komunikasi antar pekerja dengan alat berat, dan APD untuk menghindari bahaya tumpahan material, aktivitas ini memerlukan 3 APD yaitu sepatu *safety*, helm *safety* dan rompi.

Kemudian pada aktivitas *maintenance* melalui 3 cara pengendalian yaitu eliminasi untuk penanganan mesin bergerak, rekayasa teknik untuk menindaklanjuti tegangan listrik dan ruang terbatas serta substitusi untuk memperbaiki sistem eror dan kabel terkelupas. Terakhir aktivitas inspeksi dan *cleaning* tindakan pengendaliannya melalui 2 cara yaitu substitusi untuk melindungi pekerja apabila bekerja di area ketinggian dan permukaan licin APD untuk melindungi pekerja dari kebocoran uap, aktivitas ini memerlukan 3 APD yaitu masker *respirator*, helm *safety* dan sepati anti *slip*

Meskipun berbagai upaya pengendalian telah diterapkan untuk mengurangi potensi bahaya di area power boiler, penggunaan APD tetap diperlukan sebagai lapisan perlindungan terakhir guna meminimalkan dampak yang mungkin timbul hal ini sejalan dengan penelitian Saputri dan Hardini (2025) yang menyatakan penggunaan APD seperti *helm*, sarung tangan, *respirator*, *earplug*, dan sepatu

safety tetap diperlukan sebagai pengendalian terakhir. Namun, efektivitas APD sangat bergantung pada kepatuhan pekerja dan pengawasan dari manajemen. Berdasarkan buku panduan K3 karyawan dan kontraktor, bagian penggunaan APD pada setiap aktivitas kerja telah disesuaikan dengan potensi bahaya yang ada atau teridentifikasi.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis potensi bahaya dan penilaian risiko kerja dengan menggunakan metode HIRARC pada departemen power boiler PT TEL PP dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 20 potensi bahaya dan 41 potensi risiko yang terdiri dari 20 potensi dampak operasional dan 21 potensi dampak K3 pada 5 aktivitas kerja meliputi pengoperasian *boiler*, *ash handling*, pengangkutan material, perawatan dan *maintenance*, serta inspeksi dan *cleaning*. Potensi bahaya yang teridentifikasi meliputi bahaya fisik, mekanik, kelistrikan, dan ergonomi, sedangkan potensi risiko yang ditimbulkan berupa gangguan kesehatan, cedera ringan hingga berat, kerusakan peralatan, serta risiko fatal yang dapat menyebabkan kematian pekerja.
2. Rata-rata hasil penilaian tingkat risiko terdiri dari kategori *high* (tinggi) sebesar 53,66%, kategori *medium* (sedang) sebesar 26,83%, dan kategori *low* (rendah) sebesar 19,51%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kategori risiko tinggi merupakan tingkat risiko yang paling dominan dari sebagian aktivitas sehingga tetap memerlukan pengawasan, pemantauan dan pengendalian secara berkelanjutan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja.
3. Rata-rata pengendalian risiko atau perlakuan risiko yang paling dominan di area departemen power boiler adalah eliminasi sebesar 42,86%. Sementara itu rekayasa teknik dan substitusi masing-masing sebesar 19,05%, APD sebesar 14,29%, dan administratif sebesar 4,76%.

5.2 Saran

Penelitian ini menggunakan metode HIRARC yang hanya menganalisis pengendalian, sehingga untuk hasil yang lebih baik diperlukan metode lain seperti *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) atau *Bowtie Analysis*, sehingga dapat memberikan hasil yang lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Albar, M. E., Parinduri, L., & Sibuea, S. R. (2022). Analisis Potensi Kecelakaan Menggunakan Metode *Hazard Identification And Risk Assessment* (HIRA). *Jurnal Buletin Utama Teknik*, 17(1), 1–5. <https://doi.org/10.34151/Rekavasi.V12i1.4722>.
- Alega, Meidianto, M. R., Pasaribu, N. M., & Ismail, Z. A. Z. (2025). Implementasi Standar K3 (Keselamatan Dan Kesehatan Kerja) Dalam Rangka Perlindungan Pekerja Di Industri Konstruksi. *Multidisiplin Ilmu Akademik*, 2(1), 92–102. <https://doi.org/10.61722/Jmia.V2i1.3172>.
- Angesti, Y. D., & Chaniago, H. (2021). *The Importance Of Office Occupational Health And Safety (OHS) Implementation In Improving The Quality Of Employee Performance* Pentingnya Penerapan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Perkantoran Dalam Meningkatkan Kualitas Kinerja Karyawan. 1–16.
- Ardiningrum, A., Fitriyani, & Gusti, A. (2023). Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Bagian Boiler di PLTU Teluk Sirih. *Keselamatan Kesehatan Kerja Dan Lingkungan*, 04(2), 19.
- Arminas, Velahyati, A., Fajri, N., & Saharuddin, A. P. (2022). Identifikasi Potensi Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Boiler Pabrik Gula Camming Kabupaten Bone. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri*, 1, 79–83. <https://journal.atim.ac.id/index.php/prosiding/article/view/302>.
- Barayuda, A. (2023). Utilitas PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper*. In *Pt Tanjungenim Lestari Pulp And Paper*. <https://www.telpp.com/>.
- Chanelinfo.com. (2023). Insiden Kecelakaan Kerja di Proyek Shut Down PT TEL PP. <https://share.google/6FmVjc547A8tdGkgW>. Diakses pada tanggal 11 November 2025.
- Daeli, B., Rahman, D. F., Fatimah, Z. N., & Rahmat, H. K. (2025). Kecelakaan Kerja Dan Urgensi Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Dalam Dunia Industri. *Penelitian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1, 29–40.
- Dhaifullah, D. H. (2022). *Analisis Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (HIRARC) Di Rig a Well Service PT . Xyz Tahun 2022*. Binawan Jakarta.
- Fardiansyah., & Herlambang, A. (2022). Pengaruh Kebijakan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Karyawan Pada Proyek Rumah Sakit Panyambungan. *Iesm Journal*, 3, 1–10.
- Friansa, K., Natsir, I., Kundori, Anisah, H. U., Arisanti, D., Suhartini, Supangat, Kumala, C. M., & Rauf, A. A. (2010). Budaya K3 Membangun Lingkungan

- Kerja Aman Dan Sehat. In *Jurnal Kesehatan Masyarakat* (Vol. 1, Issue 1).
- Giananta, P., Hutabarat, J., & Soemanto. (2020). Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRARC di PT . Boma Bisma Indra. *Valtech (Mahasiswa Teknik Industri)*, 3(2), 5.
- Ginting, J. G. E. (2016). Implementasi Total *Productive Maintenance Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Untuk Menentukan *Maintenance Straregy* Pada Mesin *Digester Plant (Study Kasus PT Toba Pulp Lestari, Tbk)*. Sumatera Utara, Medan.
- Hamonangan, N., Maelisa, N., & Serang, R. (2022). Analisa Risiko Pada Proyek Rehabilitasi Gedung Arsip Unit Hidrologi Balai Sungai Wilayah Maluku. *Jurnal Manumata*, 8(2), 1–10.
- Hansabila, P. (2023). *Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proses Instalasi Panel Surya Dengan Menggunakan Metode HIRARC (Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control) (Studi Kasus: PT Omaja Power)*. Islam Indonesia Yogyakarta.
- Hiza, I., Ramadani, S., Kurnia, W., Nurhayati, M., Anisa, S., & Yuliani, M. A. (2019). *Pengendalian Risiko*. Universitas Negeri Jember.
- Mansur, S. N. A. (2019). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (Smk3) Guna Mengurangi Risiko Kecelakaan Kerja Pada PT PLN (Persero) UP3 Situbondo. In *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Marlina, Sribudiani, E., & Sudarmalik. (2022). Efficiency Of Steam Production Analysis at *Pulp and Paper Industry*. *Jurnal Online Mahasiswa (Jom)*, 12.
- Mauludi, A. A. (2023). Pengendalian Bahaya. <https://myscribble.my.id/2023/05/23/scribble86-pengendalian-bahaya/>. Diakses pada tanggal 15 Januari 2026.
- Meilinda, R., Ningsih, P. A., Anggraini, D., & Pardi, H. (2023). Kinetika Kimia Dalam Produksi Pulp Pada Industri Kertas. *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.20885/Ijcr.Vol8.Iss1.Art6>
- Nando, R. N., & Yuamita, F. (2021). Analisis Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Dengan Metode *Hazard Dan Operability* Pada Area Kerja Lantai Produksi Cv. Lebu Berkah Jaya. *Jurnal Of Industrial Engineering*, 1(1), 17–22.
- Nugroho, I. G. W. E., Rahayu, T., Kristiyono, A. E., Gunarti, M. R., & Prawoto, A. (2025). Analisis Sistem Pembakaran *Burner Boiler* di Atas Kapal MV. Tanto Abadi. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 4(1), 1–13.
- Nurfardidza, R. (2020). Aplikasi *Bacterial Cellulose* Dari Limbah Kulit Pisang Untuk Mengurangi Penggunaan Nbkp Sebagai Bahan Baku Base Paper Baking Paper. *Jurnal Vokasi Teknologi Industri (Jvti)*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.36870/Jvti.V2i2.175>

- Paminto, A. K., Sitorus, R. S., Firmansyah, R., & Laili, N. S. (2027). Kajian Peningkatan Efisiensi Energi Di Industri *Pulp* Dan Kertas. *Energi Dan Manufaktur*, 13(1), 1–7.
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja (No 5). Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. Jakarta.
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2016). K3 Pesawat Tenaga dan Produksi (No 38). Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2012). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (No 50). Presiden Republik Indonesia. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Cipta Kerja, Penyelenggaraan Bidang Perindustrian (No 28). Presiden Republik Indonesia. Jakarta.
- Prasetyo, A. W., Widayat., & Utomo, M. S. K. T. S. (2024). Analisis Efisiensi Eksergi *Water Tube Boiler* Pada Unit Penyediaan Steam di Salah Satu Plant Gas Processing Aceh , Indonesia. *Ilmiah Teknik Kimia*, 21(3), 209–219.
- Prayogi, G., Kunhadi, D., & Deviyanti, I. G. A. S. (2022). Analisis Risiko Kecelakaan Dan Bahaya Kerja Dengan Metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control*) Bagian Produksi. *Jurnal Senopati*, 4, 67–76.
- Putri, A. H., Hasibuan, N. H., Mudia, Novera Elsi, & Hawari, F. Y. (2019). Kajian Industri *Pulp* dan Kertas Di Indonesia. *Mesin Nusantara*, 1(1), 67–90. <https://doi.org/10.31227/OSF.IO/DCTNY>.
- Ramadanita, F., & Rusmiati, E. (2020). Upaya Penurunan Angka Risiko Kecelakaan Kerja Berdasarkan Klausul 4.3.1 OHSAS 18001:2007 Menggunakan Metode HIRARC di PT Astanita Sukses Apindo. *Teknologi Dan Manajemen*, 18(2), 32–39.
- Ramadhani, S. (2022). Analisis Potensi Bahaya Pada Bagian *Boiler* Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Menggunakan HIRARC di PT Indonesia Power Kabupaten Barru. In *Basic And Applied Ecology* (Vol. 64). Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Santoso, K. R., & Widiawan, K. (2022). Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Dengan Menerapkan Metode HIRARC Di Cv. Santoso Jaya. *Jurnal Titra*, 10(2), 377–384. <https://eticon.co.id/pencegahan-kecelakaan-kerja/>.
- Saragih, N. A. C., & Fitriani, R. (2024). Analisis K3 Pada Mesin Milling, Mesin Bubut Dan Ruangan Produksi Di PT Z Menggunakan Metode HIRARC. *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(1), 67–77. <https://doi.org/10.37090/Indstrk.V8i1.1063>.

- Siboro, E. Y. P., Darmawan, Nabela, D., Is, J. M., & Sriwahyuni, S. (2024). Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Resiko Di Stasiun *Boiler* Menggunakan Metode *HIRARC Hazard Identification And Risk Assessment at Boiler Station Using By Hirarc Methods*. *An Idea Health Journal I*, 4(03), 8.
- Sugiharto, A. (2016). Tinjauan Teknis Pengoperasian Dan Pemeliharaan *Boiler*. *Forum Teknologi*, 06(2), 14.
- Sujarweni, V. W. (2020). *Metodologi Penelitian*. Pustaka Baru Press.
- Sutrisno, E. (2009). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Kencana.
- Turmudzi, A. H. (2022). *Analisis Potensi Bahaya Pada Lantai Produksi Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (Hirarc) Dan Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus: Pt. Papertech Indonesia Unit Ii Magelang)*. Universitas Islam Indonesia.
- Undang-Undang Republik Indonesia. (1970). Keselamatan Kerja (No 1). Presiden Republik Indonesia. Jakarta.
- Undang-Undang Republik Indoensia. (2023). Tentang Kesehatan (No 17). PresidenRepublik Indonesia. Jakarta.
- Vorst, R. C., Priyarsono, D. S., Budiman, A. (2018). Manajemen risiko berbasis ISO 31000 : 2018. Badan Standardisasi Nasional. ISBN 9786029394214. Jakarta.
- Wulandari, F. (2007). Struktur Dan Kinerja Industri Kertas dan *Pulp* di Indonesia : Sebelum Dan Pascakrisis. *Ekonomi Pembangunan*, 8(2), 14.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil wawancara

Tabel 1. Hasil wawancara di Departement Safety

Nama : M. Egi Kurnia Sandi Jabatan : Staf K3 Usia : 29 Tahun Jenis Kelamin : Male Masa Kerja : 4 Tahun		
1	Apakah bapak sudah melakukan pelatihan terkait K3 pada area Power Boiler?	Pernah bahkan sudah menjadi agenda rutinitas safety karena sering patroli di sekitar area tersebut, hal ini tidak hanya untuk tim safety tapi juga melibatkan pihak produksi khususnya power boiler, seperti melakukan pelatihan pertolongan pertama, laporan insiden. Pihak safety punya aplikasi khusus namanya <i>Hazard Engineering Report</i> yang berfungsi sebagai wadah rekap, laporan dan dokumentasi apabila ada insiden yang terjadi.
2	Apakah selama menjadi tim K3 bapak sering menemukan potensi bahaya? Jika iya insiden apakah itu? Bagaimana risikonya?	Pernah terjadi insiden ringan hingga sedang. Insiden ringan maupun sedang ini seperti terpeleset, terjatuh atau terbentur karena sebuah material, bisa juga karena tumpahan atau posisi kerja yang buruk, hal tersebut tentunya dapat menghalangi aktivitas kerja, dan ini rata-rata hanya menimbulkan cedera, untuk yang <i>fatality</i> itu belum pernah ditemui.
3	Dalam melakukan agenda rutinan safety, kira-kira bahaya apa saja yang sering ditemui selama proses operasional?	Yang paling sering ditemui itu bahaya-bahaya dasar seperti proses pengangkutan <i>fly ash</i> itu keseringan menimbulkan debu sehingga perlu disiram agar debunya tidak beterbangan, kemudian kebisingan karena pabrik setiap hari bekerja non-stop, bising yang ditimbulkan secara terus menerus bisa merusak indra pendengaran untuk itu kami mewajibkan untuk memakai ear plug atau ear muff jika berada di titik kebisingan tinggi.



Gambar 1. Wawancara dengan Staf K3 di Departement Safety

Tabel 2. Hasil wawancara di Kantor Produksi

Nama : Mulyadi Hartono Jabatan : Spv RPD-PW Usia : 52 Tahun Jenis Kelamin : Male Masa Kerja : 21 Tahun	
1	Selaku salah satu penanggung jawab di departemen, bagaimana cara bapak mengidentifikasi jika ada potensi bahaya dan risiko K3 di area power boiler terutama pada saat star up burner? Sebelum melakukan proses <i>start up</i> dilakukan briefing tim terlebih dahulu untuk memulai aktivitas produksi kemudian setelah briefing selesai langsung mulai menuju lokasi operasional dan memeriksa komponen yang ada disana untuk dilihat apakah ada kendala, dan menghindari supaya hal yang tidak diinginkan terjadi. Jika semua sudah aman, safety dan tidak ada gangguan, proses operasional segera dimulai.
2	Bagaimana cara bapak melaporkan atau menindak lanjuti apabila terjadi insiden menimpa seorang karyawan yang bekerja di power boiler? Langkah pertama yang pastinya ditolong terlebih dahulu jika kondisi memungkinkan atau tidak terlalu berbahaya untuk ditolong, namun jika tidak memungkinkan segera melapor ke pihak terkait yang bisa menangani hal tersebut seperti ke safety dan paramedic. Setelah ditolong segera membuat/mengisi <i>hazard report</i> untuk ditindak lanjuti lebih dalam oleh pihak safety

3	Bagaimana bapak memastikan atau menekankan pekerja/karyawan power boiler untuk mematuhi SOP dan bekerja sesuai dengan peraturan?	Pertama wajib memeriksa kelengkapan PPE karena termasuk kedalam SOP, kemudian lanjut menkonfirmasi titik area utama produksi dijaga oleh siapa saja lewat <i>walky talkie</i> untuk memastikan posisi tersebut aman, dan untuk SOP sendiri karyawan power boiler wajib paham, hafal, mematuhi dan menerapkan SOP.
---	--	---



Gambar 2. Wawancara dengan Supervisor RPD-PW di Kantor Produksi

Tabel 3. Wawancara di Departement Power Boiler

Nama : Wesly Tigor Jabatan : Suptendent RPD-PW Usia : 46 Tahun Jenis Kelamin : Male Masa Kerja : 18 Tahun		
1	Selama bekerja di power boiler, bahaya apa saja yang bisa menyebabkan fatality?	Kebakaran termasuk bisa memakan korban jika terjadi secara tiba-tiba kemudian kebocoran gas yang berlebihan, ruang terbatas, yang paling utama itu ledakan atau meledak, hal ini bisa menyebabkan fatality/death.
2	Selama melakukan pemeriksaan sekaligus memantau proses operasional,	Pernah namun sangat jarang, walaupun ada itu kemungkinan karyawan sering lupa. Sebelum

	apakah bapak sering melihat karyawan yang tidak memakai APD yang unsafe? Jika pernah bagaimana tindakan bapak?	melakukan aktivitas operasional semua karyawan dihimbau untuk berAPD lengkap atau safe sehingga sangat jarang ditemui karyawan yang tidak berAPD lengkap. Tindakan untuk yang tidak mematuhi peraturan terutama keselamatan maka akan langsung ditegurlalu diingatkan namun tetap diberi sanksi pelanggaran sesuai peraturan dari pihak safety.
3	Apakah proses <i>start up</i> lebih berbahaya daripada proses <i>shutdown</i> ?	Berbahaya, karena <i>start-up</i> itu menghidupkan komponen-kompnen utama proses pembakaran sampai dengan kondisi stabil, pada bagian ini karyawan yang bekerja wajib memperhatikan tekanan suhu dan bahan bakar, jika over maka risikonya bisa saja terjadi ledakan. Jika <i>shutdown</i> itu proses memberhentikan untuk dilakukan proses pembersihan, pemeriksaan komponen pipa dan perbaikan.



Gambar 3. Wawancara dengan Suptendent RPD-PW di Departement Power Boiler

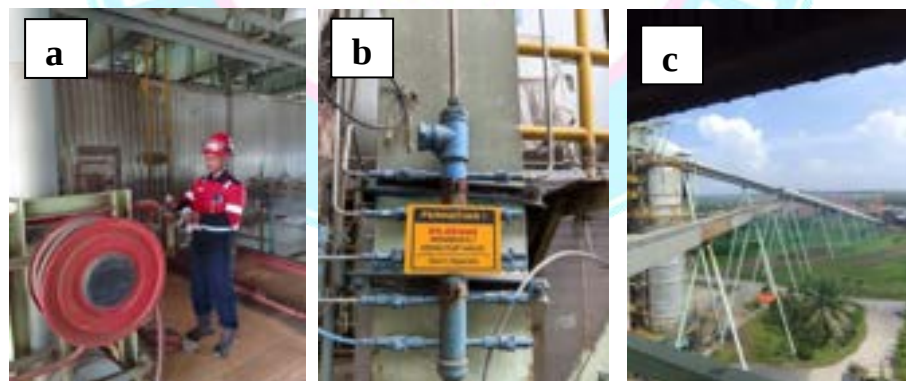
Lampiran 2 Area Produksi (Power Boiler)



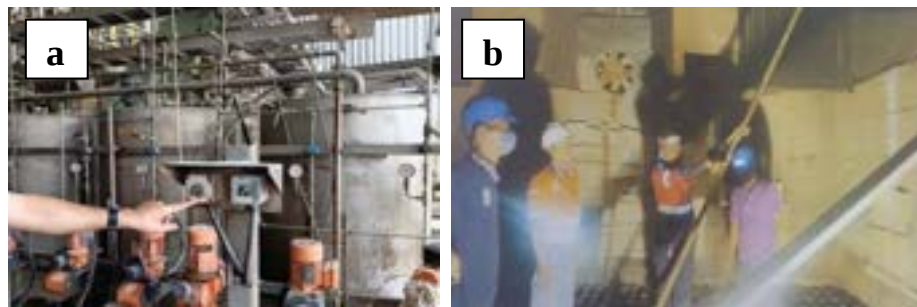
Gambar 4. (a) Aktivitas operasional mesin (b) Furnance dan (c) Tempat pengecekan sampel



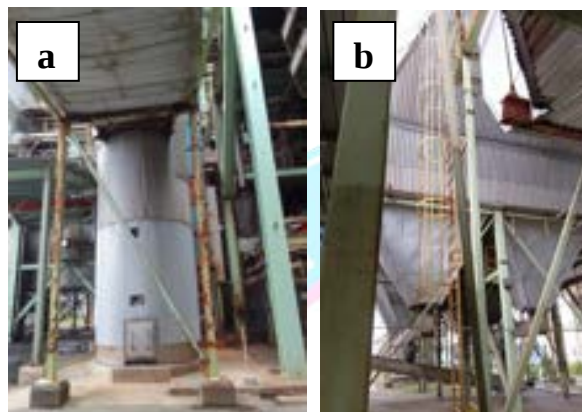
Gambar 5. (a) *Ash Handling* (b) Tempat Penampungan Pasir (c) Loader



Gambar 6. (a) *Maintenance* (b) *Safety sign* (c) *Silo bark*



Gambar 7. (a) inspeksi dan (b) *cleaning*



Gambar 8. (a) *Stake* dan (b) *Electrostatic Precipitator (ESP)*

