

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

SKRIPSI



SELPA RONAYA

2022320011

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

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

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



SELPA RONAYA

2022320011

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

HALAMAN PENGESAHAN

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

SKRIPSI

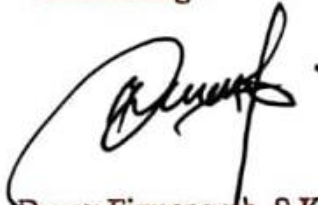
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih

Oleh:

SELPA RONAYA
2622320011

Prabumulih, 08 Juli 2026

Pembimbing 1


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

Pembimbing 2


Ari Sugianto, S.Si., MT
NUPTK. 1345774675130183


**Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan**

Ari Sugianto, S.Si., MT
NUPTK. 1345774675130183

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan Judul "Analisis Bahaya Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Area Departemen Recovery Boiler Dengan Metode Hiradc di PT TEL PP" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada tanggal 08 Juli 2026.

Prabumulih, 08 Juli 2026

Tim Penguji Skripsi

Ketua:

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



Anggota:

2. Ari Sugianto, S.Si., MT
NUPTK. 1345774675130183
3. Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si.
NUPTK. 4938769670230452



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Aris Sumilo, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NUPTK. 9944755636130172

**Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan**



Ari Sugianto, S.Si., MT
NUPTK. 1345774675130183

PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Selpa Ronaya

Nim : 2022320011

Program Studi : Teknik Lingkungan

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Prabumulih sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.



Prabumulih, 08 Juli 2026
Yang bersangkutan,



Selpa Ronaya
2022320011

ABSTRAK

Analisis Bahaya dan Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Area Departemen Recovery Boiler Dengan Metode Hiradc di PT TEL PP

Selva Ronaya, 2022320011, 2026

Departemen Recovery Boiler di PT TEL PP memiliki potensi bahaya yang tinggi karena melibatkan proses dengan temperatur dan tekanan tinggi, bahan kimia, gas berbahaya, debu, serta peralatan mekanik yang beroperasi secara kontinu. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja dan mengganggu proses operasional sehingga diperlukan penerapan manajemen risiko yang sistematis berdasarkan SNI ISO 31000:2018. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko, menganalisis serta mengevaluasi tingkat risiko, dan menentukan perlakuan risiko yang sesuai pada setiap aktivitas kerja di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif melalui observasi, wawancara, kuesioner, serta dokumentasi yang dilaksanakan pada 7–30 April 2026. Analisis risiko dilakukan menggunakan PK dan PD pada aspek operasional dan K3. Hasil penelitian mengidentifikasi 11 aktivitas kerja, 24 potensi bahaya, dan 26 risiko. Penilaian risiko terdapat 29 risiko terkategori *high* dan 23 risiko terkategori medium, tanpa ditemukan risiko terkategori *low*. Perlakuan risiko yang diterapkan berupa strategi penurunan risiko melalui penerapan SOP, PTW, LOTO, inspeksi, *preventive maintenance*, penggunaan APD, *gas test* pada pekerjaan *confined space*, serta pengawasan kerja. Penerapan perlakuan risiko berdasarkan SNI ISO 31000:2018 mampu mengurangi tingkat paparan risiko, meningkatkan keselamatan pekerja, serta mendukung kelancaran proses operasional di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP.

Kata kunci: Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Penilaian Risiko, Perlakuan Risiko, SNI ISO 31000:2018, Recovery Boiler.

ABSTRACT

Occupational Health and Safety (K3) Hazard and Risk Analysis in The Boiler Recovery Department Area Using the Hiradc Method at PT TEL PP

Selva Ronaya, 2022320011, 2026

The Recovery Boiler Department at PT TEL PP has occupational hazards due to processes involving high temperatures and pressures, chemicals, hazardous gases, dust, and continuously operating mechanical equipment. These conditions may cause occupational accidents and disrupt operations, requiring systematic risk management based on SNI ISO 31000:2018. This study aimed to identify potential hazards and risks, analyze and evaluate risk levels, and determine appropriate risk treatment for each work activity in the Recovery Boiler Department at PT TEL PP. A descriptive method with qualitative and quantitative approaches was employed through observations, interviews, questionnaires, and documentation conducted from April 7 to 30, 2026. Risk analysis used Likelihood Rating (LR) and Impact Rating (IR) for operational and occupational health and safety aspects. The results identified 11 work activities, 24 potential hazards, and 26 risks. Risk assessment classified 29 risks as High and 23 as Medium, with no Low-risk category identified. Risk treatment involved risk reduction through SOPs, permit to work, LOTO, inspections, preventive maintenance, PPE, gas testing for confined space work, and work supervision. The implementation of risk treatment based on SNI ISO 31000:2018 reduced risk exposure, improved worker safety, and supported operational continuity in the Recovery Boiler Department at PT TEL PP.

Keywords: *Occupational Health and Safety, Risk Assessment, Risk Treatment, SNI ISO 31000:2018, Recovery Boiler.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi berjudul: Analisis Bahaya Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Area Departemen Recovery Boiler Dengan Metode Hiradc di PT TEL PP. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Program Studi 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
2. Bapak Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., 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 sebagai pembimbing II
4. Bapak Denny Firmansyah, S.K.M., M. Ling sebagai pembimbing I
5. Bapak/Ibu Dosen dan Staf administrasi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
6. Pimpinan, dan seluruh Staf PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper yang telah memberikan izin dan membantu untuk dilakukan penelitian.
7. Cinta pertama sekaligus panutanku, Papa tercinta (Almarhum) Napolion. Sosok yang memiliki harapan besar agar putri kecilnya dapat menempuh pendidikan di bidang Teknik Lingkungan dan menjadi seorang Sarjana Teknik Lingkungan. Kini, dengan izin Allah SWT, harapan dan cita-cita papa tersebut telah berhasil penulis wujudkan. Penulis memilih jurusan yang papa impikan dan telah sampai pada tahap penyelesaian pendidikan sarjana ini. Meskipun papa tidak sempat merasakan perjalanan pendidikan SMP hingga bangku perkuliahan, serta tidak dapat mendampingi penulis secara langsung dalam proses penyusunan skripsi ini, namun segala nilai kehidupan, didikan, motivasi, kasih sayang, dan arahan yang papa berikan semasa hidup akan selalu menjadi pedoman bagi penulis. Setiap perjuangan, kerja keras, dan doa

yang papa tanamkan menjadi kekuatan yang mengantarkan penulis hingga berada di titik ini. Karya sederhana ini penulis persembahkan sebagai bentuk cinta, rasa terima kasih, dan penghormatan yang mendalam kepada papa. Semoga papa bangga melihat putri kecilnya telah berhasil mewujudkan impian yang selama ini papa titipkan. Al-Fatihah untuk papa tercinta, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, ampunan, dan menempatkan papa di tempat terbaik di sisi-Nya.

8. Selanjutnya, penulis persembahkan untuk Mama Yanti Mala yang tidak lupa juga memberikan dukungan baik materi maupun moril. Terima kasih telah melahirkan penulis dan memberikan pelajaran hidup yang luar biasa dan segala do'a dan dukungan kepercayaan, hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi.
9. Kakak perempuan tersayang Sella Pebriyanti, S.E yang telah menemani penulis dalam situasi apapun dan telah memberikan doa serta dukungan sebuah kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
10. Sadewa, ayah Suyadik, (almarhuma) ibu Misra, dan adik-adik, Terima kasih telah menjadi rumah kedua selalu memberi dukungan dan nasihat, serta menjadi rumah cerita bagi penulis selama pembuatan skripsi.
11. Teman-teman seperjuangan, Prodi Teknik Lingkungan yang selalu memberikan doa dan dukungan serta kebaikan teman-teman selama pembuatan skripsi.
12. Serta semua pihak lainnya yang terlibat tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari Skripsi ini masih terdapat kekurangan maka dari itu kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Skripsi.

Prabumulih, 08 Juli 2026

Selpa ronaya

2022320011

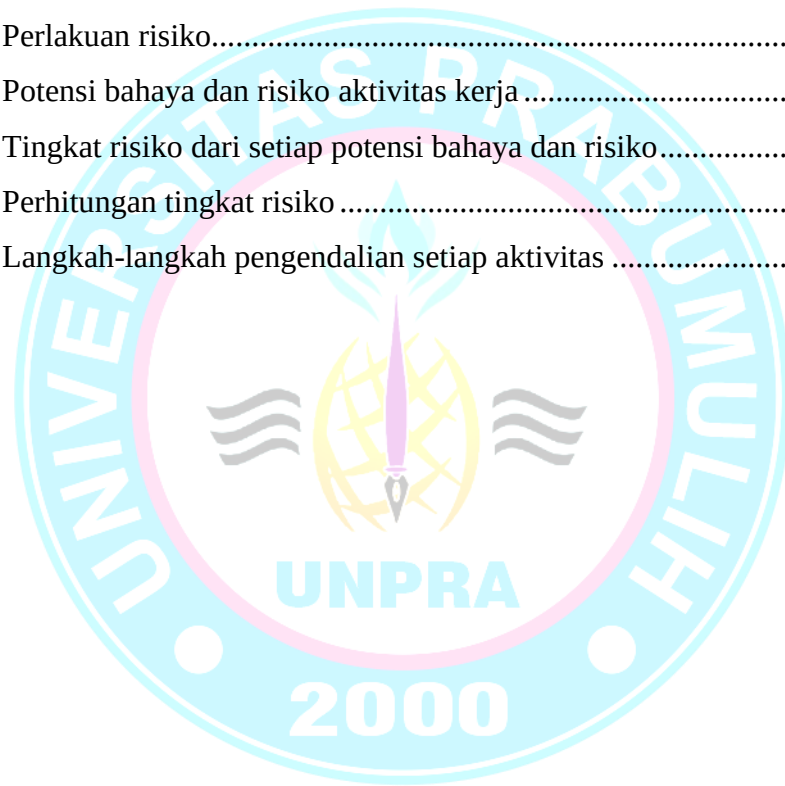
DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
PENYATAAN INTEGRITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum Perusahaan	5
2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Industri	7
2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	7
2.2.2 Regulasi K3 Industri	8
2.3 Industri <i>Pulp and Paper</i>	9
2.4 Department Recovery Boiler	11
2.5 Bahaya dan Risiko K3 Industri	13
2.5.1 Pengertian Bahaya	13

2.5.2	Pengertian Risiko	14
2.6	Penerapan Metode HIRADC pada Industri Pulp and Paper.....	15
2.6.1	Pengertian HIRADC.....	15
2.6.2	Perlakuan risiko	16
2.7	Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	21
3.2	Data Penelitian.....	21
3.3	Pengumpulan Data.....	22
3.4	Analisis Data.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Potensi Bahaya dan Risiko	27
4.1.1	Alur Proses Recovery Boiler di PT TEL PP.....	27
4.1.2	Potensi Bahaya dan Risiko Pada Area Departemen Recovery Boiler	32
4.2	Tingkatan Potensi Bahaya dan Risiko Berdasarkan Metode HIRAD	37
4.3	Pengendalian Untuk Mengurangi Risiko Kecelakaan dan Meningkatkan Keselamatan Kerja di Area Recovery Boiler.....	46
4.3.1	Kesesuaian Pengendalian Risiko dengan Kondisi Lapangan ...	52
4.3.2	Kebijakan Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di PT TEL PP.....	55
BAB V PENUTUP		57
5.1	Simpulan.....	57
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59
LAMPIRAN.....		62

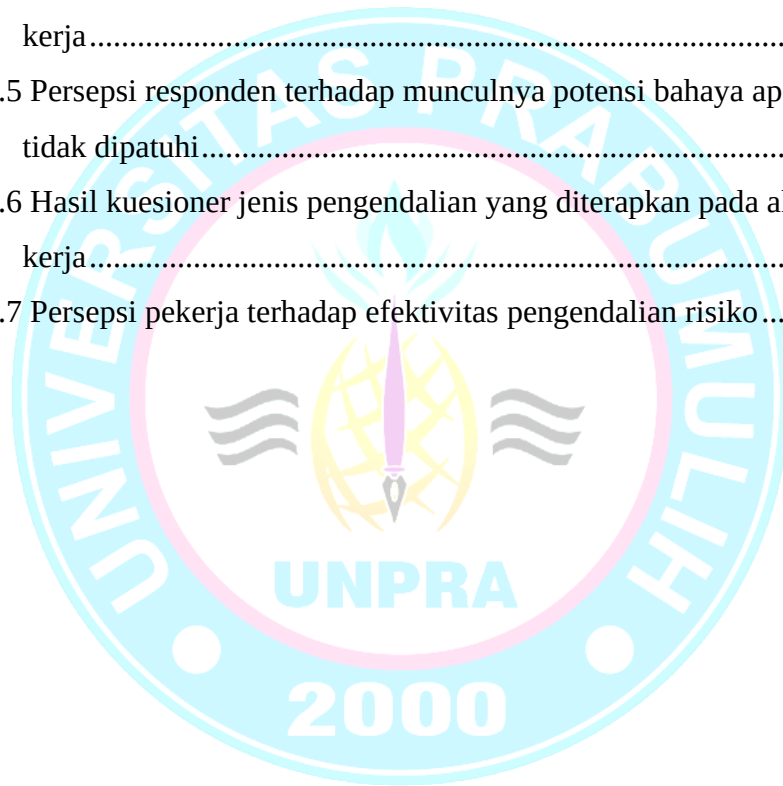
DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	17
Tabel 3.1 Kriteria risiko untuk kemungkinan risiko	25
Tabel 3.2 Kriteria risiko untuk dampak opsional risiko.....	25
Tabel 3.3 Kriteria risiko untuk dampak K3 risiko	25
Tabel 3.4 Kriteria risiko untuk dampak reputasi.....	25
Tabel 3.5 Matriks nilai kemungkinan dan dampak.....	26
Tabel 3.6 Perlakuan risiko.....	26
Tabel 4.1 Potensi bahaya dan risiko aktivitas kerja	34
Tabel 4.2 Tingkat risiko dari setiap potensi bahaya dan risiko.....	38
Tabel 4.3 Perhitungan tingkat risiko	43
Tabel 4.4 Langkah-langkah pengendalian setiap aktivitas	48



DAFTAR GAMBAR

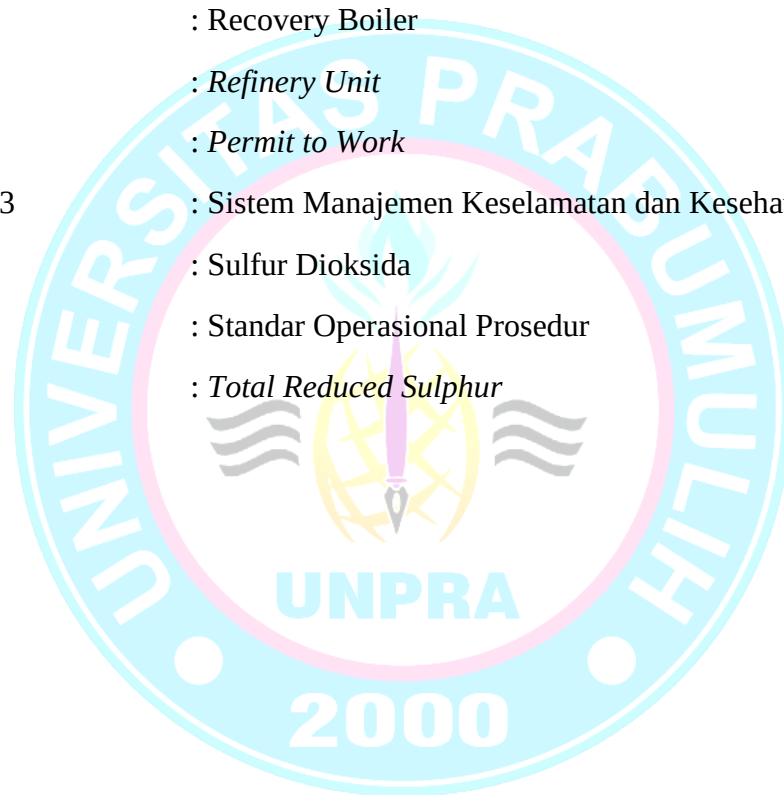
	halaman
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	25
Gambar 4.1 Alur proses recovery boiler	29
Gambar 4.2 Flowchart 11 aktivitas kerja	30
Gambar 4.3 Hasil kuesioner identifikasi aktivitas kerja di departemen recover boiler.....	31
Gambar 4.4 Hasil kuesioner identifikasi potensi bahaya berdasarkan aktivitas kerja.....	32
Gambar 4.5 Persepsi responden terhadap munculnya potensi bahaya apabila sop tidak dipatuhi.....	33
Gambar 4.6 Hasil kuesioner jenis pengendalian yang diterapkan pada aktivitas kerja.....	46
Gambar 4.7 Persepsi pekerja terhadap efektivitas pengendalian risiko.....	47



DAFTAR SINGKATAN

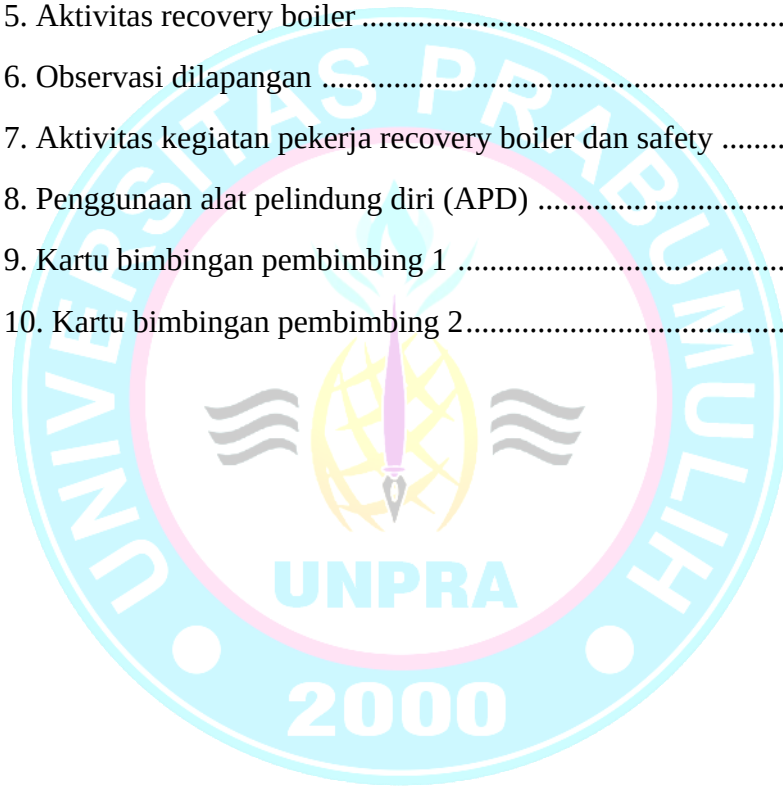
Singkatan	Kepanjangan
ADT	: <i>Air Dried Ton</i>
APD	: <i>Alat Pelindung Diri</i>
BFB	: <i>Bubbling Fluidized Bed</i>
BL	: <i>Black Liqour</i>
BPJS	: <i>Badan Penyelenggara Jaminan Sosial</i>
BMS	: <i>Boiler Management System</i>
°C	: <i>Degree Celsius</i>
CH ₄	: <i>Metana</i>
ClO ₂	: <i>Klorin Dioksida</i>
CO	: <i>Karbon Monoksida</i>
CO ₂	: <i>Karbon Dioksida</i>
DCS	: <i>Distributed Control System</i>
ECF	: <i>Elemental Chlorine Fee</i>
ESD	: <i>Emergency Shutdown System</i>
ESP	: <i>Electrostatic precipitator</i>
GL	: <i>Green Liqour</i>
H ₂	: <i>Hidrogen</i>
H ₂ O	: <i>Hidrogen Uap Air</i>
HBL	: <i>heavy black liquor</i>
HIRADC	: <i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control</i>
HTI	: <i>HutN Taman Industri</i>
ID Fan	: <i>Induced Draft Fan</i>
ISO	: <i>International Organization for Standardization</i>
K3	: <i>Keselamatan Dan Kesehatan Kerja</i>
KPI	: <i>Kilang Pertamina Internasional</i>

LOTO	: <i>Lock Out Tag Out</i>
Na ₂ S	: Natrium Sulfida
NaOH	: Natrium Hidroksida
Nm ³ /s	: Normal Kubic Meter per <i>Second</i>
NCG	: <i>Non-Condensable Gas</i>
PC	: <i>Primary Condensate</i>
PSV	: <i>Pressure Safety Valve</i>
PT TEL PP	: PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper
RB	: Recovery Boiler
RU	: <i>Refinery Unit</i>
PTW	: <i>Permit to Work</i>
SMK3	: Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja
SO ₂	: Sulfur Dioksida
SOP	: Standar Operasional Prosedur
TRS	: <i>Total Reduced Sulphur</i>



DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1. Pertanyaan wawancara	62
Lampiran 2. <i>Checklist</i> aktivitas potensi bahaya risiko kerja dan pengendalian risiko	77
Lampiran 3. Penilaian risiko	80
Lampiran 4. Penyajian data format HIRADC	81
Lampiran 5. Aktivitas recovery boiler	84
Lampiran 6. Observasi dilapangan	87
Lampiran 7. Aktivitas kegiatan pekerja recovery boiler dan safety	88
Lampiran 8. Penggunaan alat pelindung diri (APD)	90
Lampiran 9. Kartu bimbingan pembimbing 1	92
Lampiran 10. Kartu bimbingan pembimbing 2.....	93



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam setiap kegiatan industri. Tujuan utama dari penerapan K3 adalah untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat serta mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Dalam dunia industri yang semakin kompleks dan padat aktivitas, potensi bahaya di lingkungan kerja menjadi semakin beragam, baik dari aspek fisik, kimia, biologi, ergonomi, hingga psikososial. Sistem manajemen yang dapat mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko kerja secara sistematis (Simbolon et al., 2024).

PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper (PT TEL PP) perusahaan pengolahan *pulp* yang memiliki unit Recovery Boiler, yaitu *furnace* untuk membakar *black liquor* hasil proses penguapan. Unit ini memanfaatkan energi dari senyawa organik terlarut, membentuk senyawa sulfida, serta memulihkan bahan kimia anorganik agar dapat digunakan kembali dalam produksi. Recovery Boiler juga menjadi bagian penting dalam sistem keseimbangan uap dan tenaga pabrik, dengan tiga fungsi utama: mengonversi energi kimia menjadi energi panas untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi, memulihkan komponen anorganik, dan mereduksi sulfur menjadi sulfida (Putra, 2024).

Menurut data (BPJS, 2024), terdapat 360.635 kasus kecelakaan kerja pada tahun 2023, kebanyakan kecelakaan kerja tersebut terjadi di sektor perusahaan dan perkebunan. Salah satu kecelakaan kerja yang pernah terjadi juga di alami di PT TEL PP yakni pada tahun 2015 terjadi kecelakaan yang menyebabkan cedera pada bagian mata seorang karyawan akibat tergelincirnya pengemudi *dump truk*. Kemudian, pada tahun 2018, seorang karyawan mengalami cedera serius pada kaki kirinya setelah terjepit di antara mesin roll pabrik, yang mengakibatkan kaki kirinya diamputasi (Hendriansyah, 2023).

Menurut informasi yang dimuat oleh media daring Topik Berita, (2023) telah terjadi kecelakaan kerja fatal di PT TEL PP saat pelaksanaan proyek *shutdown*. Insiden tersebut mengakibatkan seorang pekerja harian lepas meninggal dunia

akibat dugaan paparan cairan kimia *weak liquor* ketika melakukan perbaikan mesin di area pabrik. Kejadian ini berlangsung pada lingkungan kerja berisiko tinggi yang melibatkan aktivitas perawatan fasilitas produksi dan penggunaan bahan kimia berbahaya. Peristiwa tersebut menegaskan pentingnya penerapan sistem K3 yang ketat, khususnya dalam pengendalian risiko, penerapan prosedur kerja aman, dan pengawasan selama proyek *shutdown*.

Hal ini menjadi dasar perlunya penerapan *Hazard Identification, Risk Assessment, And Determining Control* (HIRADC) dalam pengelolaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di area berisiko tinggi seperti di Recovery Boiler. Meskipun PT TEL PP telah menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) serta standar internasional ISO 45001, evaluasi berkala terhadap potensi bahaya tetap diperlukan. Aktivitas *non-rutin* seperti pekerjaan perawatan dan pekerjaan di ruang terbatas (*confined space entry*) memiliki tingkat risiko yang tinggi apabila tidak dikendalikan secara optimal. (Hendriansyah, 2023). Oleh karena itu, pendekatan HIRADC digunakan sebagai metode sistematis untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan tindakan pengendalian yang tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dan penelitian ini adalah

1. Apa saja potensi bahaya dan risiko pada area Departemen Recovery Boiler PT TEL PP?
2. Bagaimana tingkat potensi bahaya dan risiko berdasarkan metode HIRADC?
3. Apa saja bentuk langkah-langkah pengendalian yang tepat untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan keselamatan kerja di area Recovery Boiler?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah

1. Mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko pada area Departemen Recovery Boiler PT TEL PP;
2. Menilai tingkat potensi bahaya dan risiko berdasarkan metode HIRADC; dan

3. Menentukan langkah-langkah pengendalian yang tepat untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan keselamatan kerja di area tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari kegiatan Penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat, bagi;

a. Manfaat bagi Mahasiswa

1. Memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan analisis risiko K3 serta memperoleh pengalaman langsung dalam penerapan metode HIRADC di lingkungan industri nyata;
2. Menjadi sarana bagi mahasiswa untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teori yang telah diperoleh selama perkuliahan khususnya dalam mata kuliah K3, manajemen lingkungan, dan analisis risiko ke dalam praktik kerja di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP; dan
3. Mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam hal penyesuaian diri terhadap budaya kerja industri, meningkatkan kemampuan komunikasi profesional dengan pihak perusahaan, serta memperkuat etos kerja, tanggung jawab, dan disiplin dalam konteks operasional K3.

b. Manfaat bagi Instansi Program Studi Teknik Lingkungan

1. Menjalin mitra khususnya pada Program Studi Teknik Lingkungan dengan PT TEL PP;
2. Membantu perguruan tinggi menciptakan mahasiswa yang profesional dan berkualitas; dan
3. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi perguruan tinggi dalam menilai kemampuan mahasiswa dalam berpikir kritis, memecahkan masalah, dan menerapkan teori K3 secara langsung di lingkungan kerja berisiko tinggi.

c. Manfaat bagi Perusahaan

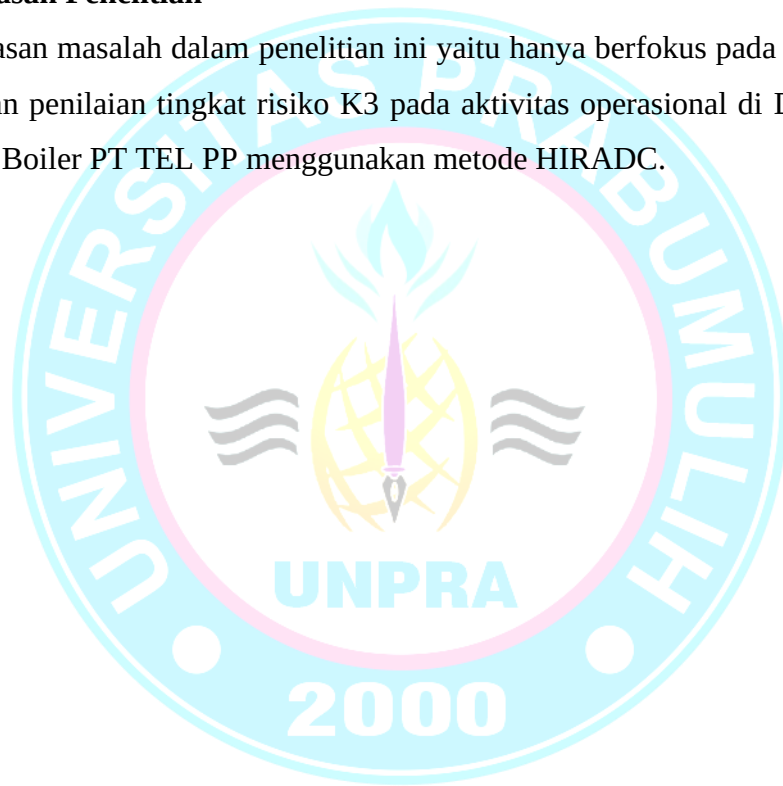
1. Mendapatkan sudut pandang baru dari mahasiswa terkait pelaksanaan K3 di lapangan, yang dapat menjadi bahan evaluasi dan pengembangan program keselamatan kerja di perusahaan;
2. Membantu identifikasi dan analisis risiko melalui pengamatan langsung mahasiswa terhadap potensi bahaya di area kerja, sehingga perusahaan dapat

memperoleh masukan terkait area yang perlu ditingkatkan pengawasannya; dan

3. Hasil penelitian ini berkontribusi dalam kegiatan dokumentasi dan pelaporan K3 perusahaan, seperti pencatatan insiden ringan, pemantauan kepatuhan penggunaan APD, serta pemetaan potensi bahaya di area Recovery Boiler. Data yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dalam *safety audit* internal dan penguatan laporan tahunan K3 oleh Departemen Safety PT TEL PP.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu hanya berfokus pada identifikasi bahaya dan penilaian tingkat risiko K3 pada aktivitas operasional di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP menggunakan metode HIRADC.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT Tanggulangin Lestari Pulp and Paper (PT TEL PP) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri *pulp*, yaitu industri pengolahan bahan baku kayu menjadi *pulp* sebagai bahan setengah jadi utama dalam pembuatan kertas. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1997 dan mulai beroperasi secara komersial pada tahun 1999. Sejak awal berdirinya, PT TEL PP berfokus pada produksi *pulp* berkualitas tinggi untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik maupun internasional. Dalam menjalankan proses produksinya, perusahaan memanfaatkan bahan baku utama berupa kayu *Acacia mangium* dan *eucalyptus pellita* yang diperoleh dari Hutan Tanaman Industri (HTI) sebagai sumber bahan baku berkelanjutan. Penggunaan bahan baku dari HTI ini mencerminkan upaya perusahaan dalam menjaga kesinambungan pasokan sekaligus mendukung prinsip pengelolaan sumber daya hutan yang berkelanjutan.

Proses pengolahan *pulp*, PT TEL PP menerapkan teknologi *kraft process*, yaitu metode kimia yang umum digunakan dalam industri *pulp* karena mampu menghasilkan *pulp* dengan kualitas tinggi, kuat, dan efisien dalam pemisahan *lignin* dari serat kayu. Melalui metode ini, kayu diolah secara bertahap hingga menjadi *pulp* siap pakai dengan kapasitas produksi mencapai sekitar 585.000 Air Dried Ton (ADT) per tahun. Besarnya kapasitas produksi tersebut menunjukkan bahwa PT TEL PP merupakan salah satu industri *pulp* berskala besar yang memiliki peran penting dalam mendukung kebutuhan bahan baku industri kertas.

Secara umum, alur produksi *pulp* di PT TEL PP terdiri atas beberapa tahapan utama yang saling terintegrasi. Proses diawali dari unit *wood handling and chip preparation*, yaitu tahap penerimaan, penyortiran, dan pencacahan kayu menjadi serpihan kayu (*chip*) dengan ukuran tertentu agar sesuai untuk proses selanjutnya. Setelah itu, kayu (*chip*) masuk ke tahap *cooking* atau pemasakan di dalam digester dengan menggunakan larutan kimia untuk melarutkan *lignin* dan memisahkan serat selulosa. Hasil pemasakan kemudian melalui proses *washing and screening* untuk membersihkan *pulp* dari sisa bahan kimia dan memisahkan partikel yang tidak

diinginkan. Tahap berikutnya adalah *bleaching*, yaitu proses pemutihan *pulp* untuk meningkatkan derajat kecerahan sesuai standar mutu produk. Selanjutnya, tahap akhir *pulp* dikeringkan dan diselesaikan pada unit *pulp drying finishing* sebelum dikemas dan didistribusikan. Seluruh tahapan ini dirancang secara terpadu untuk menjaga efisiensi operasional, kualitas produk, serta kestabilan proses produksi.

Selain itu dalam mendukung kelancaran operasional pabrik, kebutuhan air proses dipenuhi dari sungai lematang sebagai sumber utama air baku. Air tersebut terlebih dahulu diolah melalui unit *water treatment plant* agar memenuhi standar kualitas yang dipersyaratkan untuk keperluan industri. Ketersediaan air yang memadai sangat penting karena hampir seluruh tahapan proses produksi *pulp* membutuhkan air dalam jumlah besar, baik untuk proses pemasakan, pencucian, pendinginan, maupun utilitas pendukung lainnya. Selain kebutuhan air, energi listrik dan uap (*steam*) merupakan komponen penting dalam operasional PT TEL PP. Tingginya kebutuhan energi pada proses produksi mendorong perusahaan untuk memiliki sistem pembangkit listrik tenaga uap secara mandiri.

Energi listrik yang digunakan untuk menunjang kegiatan operasional pabrik dan kawasan perumahan perusahaan dihasilkan melalui generator yang digerakkan oleh turbin dengan kapasitas mencapai 75 MW. Turbin tersebut beroperasi menggunakan *steam* yang dihasilkan dari dua unit utama, yaitu *power boiler plant* dan *Recovery Boiler plant*. Keberadaan sistem pembangkit mandiri ini memungkinkan perusahaan menjaga kestabilan suplai energi secara berkelanjutan tanpa ketergantungan penuh pada pasokan eksternal. *Power boiler plant* berfungsi menghasilkan *steam* dengan memanfaatkan biomassa sebagai bahan bakar utama, yaitu *bark* (kulit kayu) dan *sawdust* (serbuk gergaji), yang merupakan limbah padat hasil pengolahan kayu.

Pemanfaatan biomassa ini tidak hanya meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga mendukung konsep produksi ramah lingkungan melalui pemanfaatan limbah menjadi sumber energi. Proses pembakaran dilakukan di dalam *boiler tipe Bubbling Fluidized Bed* (BFB), yaitu teknologi pembakaran modern yang menggunakan pasir sebagai media pemanas untuk mendistribusikan panas secara merata dan meningkatkan efisiensi pembakaran. Selain itu, proses ini dihasilkan *steam* yang kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin pembangkit listrik. Sementara itu,

Recovery Boiler *plant* memiliki fungsi yang lebih kompleks karena selain menghasilkan steam bertekanan tinggi, unit ini juga berperan dalam memulihkan kembali bahan kimia anorganik dari *black liquor*.

Black liquor merupakan limbah cair hasil samping dari proses pemasakan *chip* kayu di digester yang masih mengandung senyawa kimia bernilai. Dalam bentuk *heavy black liquor* dengan konsentrasi padatan sekitar 70%, cairan ini mengandung senyawa anorganik seperti natrium karbonat (Na_2CO_3), natrium sulfat (Na_2SO_4), natrium hidroksida (NaOH), dan natrium sulfida (Na_2S), serta senyawa organik berupa *lignin* terlarut dan sisa serat kayu. Kemudian di dalam Recovery Boiler, *black liquor* dibakar pada suhu tinggi sehingga komponen organik terbakar menghasilkan energi panas, sedangkan komponen anorganik dipulihkan kembali untuk digunakan dalam siklus kimia proses produksi *pulp*.

Panas hasil pembakaran tersebut dimanfaatkan untuk menghasilkan *high pressure steam* yang dialirkan ke turbin sebagai penggerak generator listrik. Oleh karena itu, Recovery Boiler tidak hanya berfungsi sebagai unit penyedia energi, tetapi juga sebagai bagian penting dalam sistem daur ulang bahan kimia yang meningkatkan efisiensi proses sekaligus mengurangi limbah industri. Secara keseluruhan, sistem operasional PT TEL PP menunjukkan integrasi yang erat antara proses produksi pulp, pemanfaatan sumber daya alam, pengelolaan energi, serta efisiensi pemulihan bahan kimia. Integrasi ini menjadi faktor utama dalam mendukung keberlangsungan produksi yang stabil, efisien, dan berorientasi pada prinsip industri berkelanjutan. Dengan fasilitas produksi yang modern dan sistem utilitas yang terencana, PT TEL PP mampu mempertahankan posisinya sebagai salah satu perusahaan *pulp* terkemuka di Indonesia (PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper, 2026).

2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Industri

2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek *fundamental* yang harus diperhatikan dalam setiap aktivitas di lingkungan kerja. Setiap pekerjaan baik yang bersifat ringan maupun berat, memiliki potensi risiko yang dapat menimbulkan bahaya bagi pekerja. Penerapan K3 menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa seluruh individu yang berada di

tempat kerja dapat menjalankan tugasnya dalam kondisi aman, sehat, dan terlindungi dari ancaman yang mungkin timbul. Prosedur kerja yang tidak mengikuti aturan kerja sering menjadi faktor penyebab timbulnya kecelakaan, sehingga penerapan K3 berfungsi sebagai pedoman agar setiap proses kerja berjalan sesuai aturan keselamatan (Werinussa et al., 2025).

Konteks industri modern, K3 tidak hanya dipandang sebagai kewajiban yang harus dipenuhi oleh perusahaan sesuai dengan regulasi pemerintah, tetapi juga sebagai strategi manajerial yang berperan penting dalam menjaga keberlangsungan proses produksi dan meningkatkan kesejahteraan tenaga kerja. Secara konseptual, K3 mencakup serangkaian tindakan pencegahan dan perbaikan yang dirancang untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja, mengurangi potensi terjadinya penyakit akibat paparan lingkungan kerja, serta memastikan bahwa seluruh aktivitas operasional berlangsung dalam kondisi yang terkendali dan aman. Implementasi sistem manajemen K3 yang terstruktur dan berkelanjutan dapat memberikan dampak positif yang besar terhadap efisiensi operasional dan reputasi perusahaan di mata publik dan pemangku kepentingan (Simbolon et al., 2024).

2.2.2 Regulasi K3 Industri

Menurut Surjasni & Akbar (2025), K3 dalam sektor industri di Indonesia dilaksanakan berdasarkan berbagai peraturan perundang-undangan yang berfungsi sebagai landasan hukum dan pedoman operasional bagi perusahaan. Regulasi tersebut bertujuan untuk menjamin terselenggaranya kegiatan kerja dalam kondisi yang aman, sehat, dan produktif, serta mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Salah satu dasar hukum utama adalah Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, yang mengatur kewajiban pengusaha dalam menyediakan lingkungan kerja yang aman serta kewajiban pekerja untuk mematuhi ketentuan keselamatan yang telah ditetapkan (Undang-Undang Republik Indonesia No 1 Tahun, 1970).

Pemerintah juga mewajibkan perusahaan untuk menerapkan SMK3 sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012. Penerapan SMK3 bertujuan untuk mengintegrasikan aspek K3 ke dalam

sistem manajemen perusahaan secara terencana, terstruktur, dan berkelanjutan. Melalui penerapan sistem ini, perusahaan diharapkan mampu melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendalian risiko secara sistematis untuk menekan potensi kecelakaan kerja (Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun, 2012).

Regulasi K3 juga menegaskan hak pekerja untuk memperoleh perlindungan keselamatan dan kesehatan selama bekerja, termasuk hak atas informasi bahaya, pelatihan K3, serta penggunaan alat pelindung diri yang sesuai. Dengan adanya kepatuhan terhadap regulasi K3 dan penerapan SMK3 secara konsisten, perusahaan tidak hanya melindungi tenaga kerja, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas, dan keberlanjutan usaha di sektor industri (Surjasni & Akbar, 2025).

2.3 Industri Pulp and Paper

Pulp merupakan material yang tersusun dari jaringan serat tumbuhan, terutama berasal dari kayu, yang diproses hingga membentuk lembaran tipis. Serat kayu sebagai bahan utama penyusun kertas terdiri atas beberapa komponen kimia utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, *lignin*, dan zat ekstraktif. Selulosa merupakan polimer glukosa berantai panjang dengan struktur lurus dan bersifat kristalin, sehingga memiliki kekuatan mekanik yang tinggi serta relatif tahan terhadap proses hidrolisis. Hemiselulosa tersusun atas rantai glukosa yang lebih pendek dan bercabang, bersifat lebih mudah larut dalam air, dan sebagian besar terurai atau terlepas selama proses pemasakan *pulp* (Fitriyanti, 2010).

Tahap awal proses pembuatan kertas dimulai dengan pemilihan jenis kayu yang sesuai. Secara umum, bahan baku kayu yang digunakan dalam industri pulp and paper dikelompokkan menjadi kayu lunak dan kayu keras. Kayu lunak berasal dari jenis tumbuhan konifer seperti *Pinus* sp dan *Agathis* sp yang memiliki serat lebih panjang dan kasar sehingga berfungsi meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan kertas dan kayu keras berasal dari tumbuhan berdaun gugur seperti *Albizia falcataria*, *Eucalyptus* sp., dan *Anthocephalus cadamba*, yang memiliki serat lebih pendek dan halus menghasilkan permukaan kertas yang lebih rata dan halus. Pembuatan kertas umumnya menggunakan campuran tersebut untuk

memperoleh keseimbangan antara kekuatan mekanik dan kualitas permukaan cetak (Fitriyanti, 2010).

Proses produksi *pulp* dan *paper* merupakan dua tahapan yang berbeda, secara garis besar, proses pembuatan kertas terbagi menjadi dua tahap utama, yaitu proses pembuatan pulp dan paper (Fitriyanti, 2010).

1. Tahap pertama adalah proses pembuatan *pulp*, yang dimulai dari pemilihan bahan baku kayu hingga proses pemutihan atau bleaching. Tujuan utama dalam perombakan kayu menjadi *pulp* adalah menghilangkan *lignin* yang mengikat serat selulosa. Proses ini diawali dengan penyediaan kayu yang berasal dari hutan tanaman industri, yang kemudian disimpan untuk tujuan persediaan dan pelapukan alami. Kayu yang siap diolah disebut sebagai *log*. *log* tersebut selanjutnya dikupas kulitnya menggunakan alat berbentuk drum yang dikenal sebagai *drum barker*, untuk menghilangkan kulit kayu yang dapat mengganggu proses selanjutnya

Setelah proses pengupasan, *log* dialirkan melalui *stone trap*, yaitu alat berbentuk silinder yang berfungsi memisahkan batu atau benda keras lain yang menempel pada kayu. *Log* kemudian dicuci untuk memastikan kebersihannya sebelum diolah lebih lanjut. Kayu yang telah bersih selanjutnya dipotong menjadi ukuran kecil yang disebut *chip*, dan disimpan di area penampungan sementara sebelum masuk ke tahap pemasakan. *Chip* kayu dari tempat penampungan kemudian diangkut menggunakan *konveyor* menuju bejana pemasak atau *digester*. Dalam *digester*, *chip* dimasak pada suhu dan tekanan tinggi dengan bantuan larutan kimia penghancur yang dikenal sebagai *cooking liquor*

Proses pemasakan bertujuan untuk melunakkan struktur kayu dan memisahkan serat selulosa dari *lignin*, sehingga terbentuk *pulp*. Setelah proses pemasakan selesai, pulp yang dihasilkan dicuci untuk memisahkan cairan sisa pemasakan dan bahan kimia yang tidak terpakai. Pulp disaring untuk menghilangkan partikel kasar atau pengotor yang dapat menurunkan mutu produk. Tahap berikutnya adalah delignifikasi lanjutan, yaitu pencampuran *pulp* dengan oksigen dan natrium hidroksida di dalam *delignification tower*, sebelum kembali dicuci menggunakan *washer*. Tahap

ini bertujuan untuk menurunkan kandungan *lignin* dapat mengurangi konsumsi bahan kimia pada proses pemutihan, serta meningkatkan derajat kecerahan *pulp*.

Pulp kemudian mengalami proses pemutihan atau *bleaching* dengan menggunakan berbagai bahan kimia untuk mencapai tingkat keputihan sesuai ISO. Bahan kimia yang umum digunakan dalam proses *bleaching* antara lain gas klorin, natrium hidroksida, kalsium hipoklorit, klorin dioksida, hidrogen peroksida, dan natrium peroksida. Setelah mencapai spesifikasi yang diinginkan, *pulp* dapat disimpan sebagai produk setengah jadi atau langsung dialirkan ke mesin kertas untuk diproses menjadi lembaran kertas

2. Tahap kedua adalah proses pembentukan lembaran kertas, yang dimulai saat *pulp* masuk ke area mesin kertas hingga kertas tergulung rapi dalam bentuk gulungan besar. Sebelum masuk ke mesin pembuat kertas, *pulp* terlebih dahulu diolah pada bagian *stock preparation*. Pada tahap ini dilakukan peracikan bahan baku dengan menambahkan berbagai bahan pendukung, seperti zat pewarna, bahan retensi, serta bahan pengisi (*filler*) yang berfungsi mengisi rongga di antara serat kayu. Campuran *pulp*, bahan kimia, dan air yang dihasilkan pada tahap ini disebut sebagai stock. Stock selanjutnya dialirkan ke mesin pembuat kertas, di mana pulp dibentuk menjadi lembaran pada bagian *screen*.

Proses penghilangan air dilakukan secara bertahap melalui kombinasi gaya vakum, panas, dan tekanan yang diberikan oleh rangkaian rol. Setelah kandungan air berkurang secara signifikan, lembaran kertas dikeringkan hingga mencapai kadar air yang sesuai. Kertas yang telah terbentuk dapat diproduksi dalam berbagai gramatur dan kemudian digulung menjadi *paper roll*. Gulungan kertas ini selanjutnya dipotong sesuai ukuran yang diinginkan dan didistribusikan kepada konsumen.

2.4 Departemen Recovery Boiler

Recovery Boiler merupakan unit *furnace* yang digunakan untuk membakar *black liquor* hasil proses penguapan sekaligus memanfaatkan energi organik yang terkandung di dalamnya. Unit ini berperan penting dalam pembentukan senyawa sulfida, pemulihan bahan kimia anorganik, serta menjaga keseimbangan uap dan

tenaga di pabrik. Secara operasional, Recovery Boiler berfungsi mengonversi energi kimia menjadi energi panas untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi, memulihkan komponen anorganik, dan mereduksi sulfur menjadi sulfida. Proses pembakaran berlangsung di dalam *furnace* yang terdiri atas *lower furnace* dan *upper furnace*, dengan nose arch sebagai penghalang sekaligus pengarah aliran gas (Maryadi et al., 2025).

Bagian bawah tungku dipakai untuk menyemprotkan *black liquor*, mengalirkan udara pembakaran, menampung lapisan padat, dan mengeluarkan cairan. Sedangkan bagian atas tungku berfungsi menyempurnakan proses pembakaran sekaligus menjadi tempat perpindahan panas agar gas hasil pembakaran bisa didinginkan, menyempurnakan pembakaran dan menyediakan permukaan perpindahan panas. *Black liquor* dari tangki FLS dialirkan ke *furnace* melalui *spray gun*, mengalami pengeringan cepat, pirolisis, hingga pembakaran char yang menghasilkan gas seperti hidrogen (H_2), karbon monoksida (CO), metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), uap air (H_2O), serta gas total *reduced sulphur* (TRS) (Maryadi et al., 2025).

Tahap selanjutnya adalah pembakaran *char* (*char combustion*), yang bertujuan mengoksidasi sisa senyawa organik hingga seluruhnya berubah menjadi gas CO_2 atau CO. Pada akhir rangkaian pembakaran tersebut, residu partikel yang tersisa terutama terdiri atas natrium sulfida (Na_2S) dan natrium karbonat (Na_2CO_3). Selama proses pembakaran berlangsung, terjadi pula reaksi reduksi, di mana natrium sulfat (Na_2SO_4) direduksi menjadi natrium sulfida (Na_2S).

Unit ini memiliki potensi bahaya tinggi, meliputi risiko mekanis, termal, kimia, dan keterbatasan ruang kerja. Oleh karena itu, penerapan sistem penilaian risiko yang menyeluruh dan budaya keselamatan kerja sangat penting untuk meningkatkan performa K3. Pendekatan komprehensif dalam identifikasi dan mitigasi risiko, ditambah komitmen organisasi terhadap keselamatan, mampu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, mengurangi insiden, serta meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi. Integrasi teknologi proses dengan sistem manajemen keselamatan menjadi kunci keberlanjutan dan daya saing industri *pulp and paper* modern (Maryadi et al., 2025).

2.5 Bahaya dan Risiko K3 Industri

2.5.1 Pengertian Bahaya

Hazard atau bahaya dalam lingkungan kerja dapat muncul dari berbagai kondisi, baik yang tampak jelas maupun yang tersembunyi dari penglihatan. Bahaya yang kasat mata misalnya peralatan berat yang tidak digunakan sesuai prosedur, kabel listrik terbuka yang berpotensi menimbulkan sengatan, atau mesin yang beroperasi tanpa pelindung yang cukup. Bahaya yang tidak terlihat secara langsung bisa berupa zat kimia berbahaya yang tidak berbau, mikroorganisme patogen yang sulit dideteksi, atau paparan radiasi yang tidak dapat dirasakan oleh indera manusia. Kedua jenis bahaya ini, baik yang terlihat maupun tidak, sama-sama memiliki potensi menimbulkan kerugian serius bagi kesehatan pekerja maupun keselamatan kerja secara keseluruhan.

Secara umum, potensi bahaya di tempat kerja dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok utama: fisik, kimia, dan biologi. Bahaya fisik mencakup kondisi seperti kebisingan berlebih yang dapat merusak pendengaran, suhu ekstrem yang mengganggu kenyamanan dan kesehatan, hingga permukaan lantai yang licin yang meningkatkan risiko kecelakaan. Bahaya kimia muncul dari paparan bahan beracun, baik dalam bentuk gas, uap, maupun cairan, yang dapat menimbulkan iritasi kulit, gangguan pernapasan, keracunan, bahkan ledakan jika tidak ditangani dengan benar. Sementara itu, bahaya biologi berkaitan dengan ancaman dari mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur, atau serangga yang berpotensi menyebabkan infeksi, penyakit menular, atau gangguan kesehatan jangka panjang (Hartanto, 2018).

Kategori bahaya ini memiliki karakteristik perlakuan dari bahaya fisik dapat diminimalkan melalui rekayasa teknis, seperti pemasangan pelindung mesin atau penggunaan APD. Bahaya kimia memerlukan sistem ventilasi yang baik, prosedur penyimpanan bahan berbahaya yang aman, serta pelatihan pekerja mengenai penanganan zat kimia. Sedangkan bahaya biologi dapat dicegah dengan menjaga kebersihan lingkungan kerja, melakukan vaksinasi, serta menerapkan protokol kesehatan yang ketat. Dengan memahami sumber dan jenis bahaya secara menyeluruh, perusahaan dapat

merancang langkah pencegahan yang lebih efektif untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif (Hartanto, 2018).

2.5.2 Pengertian Risiko

Risiko dalam artian bukan hanya sekadar suatu kegiatan yang telah terjadi, melainkan juga suatu penilaian yang menyatakan kemungkinan terjadinya kecelakaan dalam kondisi apapun yang penuh ketidakpastian dan dapat menimbulkan kerugian akibat adanya bahaya (*hazard*). Proses penilaian risiko dilakukan dengan mengumpulkan data yang relevan untuk mengetahui seberapa besar potensi bahaya yang mungkin terjadi serta siapa saja yang berpotensi terdampak. Hal ini menjadi penting karena risiko tidak hanya menyangkut aspek teknis, tetapi juga menyangkut aspek manusia, organisasi, dan lingkungan (Husaini, 2023).

Salah satu aspek fundamental dalam proses penilaian risiko adalah kemampuan untuk memprediksi dampak atau konsekuensi yang mungkin timbul dari suatu potensi bahaya. Ketepatan dalam memperkirakan konsekuensi tersebut sangat ditentukan oleh ketersediaan informasi yang lengkap, akurat, dan relevan, serta pemahaman terhadap kondisi aktual di lapangan atau peristiwa yang sedang dikaji. Tahap awal yang urgen dalam penilaian risiko adalah identifikasi bahaya, yaitu proses sistematis untuk mengenali berbagai potensi ancaman yang dapat bersumber dari peralatan kerja, material atau bahan yang digunakan, kondisi lingkungan kerja, maupun faktor manusia sebagai pelaku aktivitas kerja (Husaini, 2023).

Melalui identifikasi bahaya yang komprehensif, organisasi dapat memahami karakteristik setiap bahaya, termasuk tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan dan peluang terjadinya insiden. Informasi tersebut menjadi dasar dalam menentukan prioritas risiko serta merancang langkah pengendalian yang tepat dan efektif. Penilaian risiko yang tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi keberadaan bahaya, tetapi juga sebagai bagian dari sistem manajemen K3 yang terintegrasi, di mana setiap data dan temuan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan strategis untuk melindungi keselamatan dan kesehatan pekerja serta menjaga keberlangsungan operasional organisasi (Husaini, 2023).

2.6 Penerapan Metode HIRADC Pada Industri Pulp and Paper

2.6.1 Pengertian HIRADC

Hazard Identification, Risk Assessment, And Determining Control (HIRADC) merupakan suatu pendekatan yang disusun secara sistematis dan terstruktur dalam mengidentifikasi berbagai potensi risiko yang berkaitan dengan penggunaan peralatan, aktivitas kerja, maupun kondisi lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan bahaya bagi tenaga kerja, fasilitas bangunan, serta sistem operasional yang ada. Pendekatan ini dirancang untuk memastikan bahwa setiap sumber bahaya dapat dikenali sejak dini sehingga risiko yang mungkin timbul dapat dikendalikan secara efektif (Ananda & Srisantyorini, 2025).

Dalam penerapannya, HIRADC tidak hanya berfokus pada proses identifikasi bahaya, tetapi juga mencakup tahapan penilaian risiko dan penentuan langkah pengendalian yang sesuai. Penilaian risiko dilakukan dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya serta tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan. Hasil penilaian ini menjadi dasar dalam menetapkan prioritas pengendalian guna meminimalkan potensi kecelakaan kerja dan dampak kesehatan yang mungkin dialami oleh pekerja (Ananda & Srisantyorini, 2025).

Penerapan metode HIRADC bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengenali berbagai potensi risiko yang terdapat di lingkungan kerja, menilai tingkat bahaya dari setiap aktivitas maupun peralatan kerja, serta menentukan langkah pengendalian yang paling tepat dan efektif. Pengendalian risiko dalam HIRADC dilakukan secara berjenjang sesuai dengan hierarki pengendalian, mulai dari eliminasi sumber bahaya, substitusi, penerapan pengendalian teknis dan administratif, hingga penggunaan alat pelindung diri sebagai upaya terakhir (Ananda & Srisantyorini, 2025).

Pendekatan ini sejalan dengan prinsip manajemen risiko yang diakui secara internasional, yang menekankan pentingnya proses identifikasi, analisis, evaluasi, dan pengendalian risiko secara sistematis dan terstruktur. Dengan mengacu pada standar tersebut, penerapan HIRADC diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan risiko K3, meminimalkan

potensi kecelakaan dan penyakit akibat kerja, serta mendukung terciptanya lingkungan kerja yang (Ananda & Srisantyorini, 2025).

2.6.2 Perlakuan Risiko

Menurut manajemen risiko berbasis SNI ISO 31000, (2018), perlakuan risiko merupakan proses untuk memodifikasi risiko sehingga tingkat risiko yang dihadapi organisasi dapat dikurangi hingga berada pada tingkat yang dapat diterima. Perlakuan risiko dilakukan setelah proses penilaian risiko dengan mempertimbangkan tingkat risiko, tujuan organisasi, efektivitas perlakuan risiko, biaya, serta persyaratan hukum dan peraturan yang berlaku. Tujuan utama perlakuan risiko adalah menurunkan kemungkinan terjadinya risiko, mengurangi dampak yang ditimbulkan, atau keduanya.

Berdasarkan SNI ISO 31000:2018, terdapat beberapa alternatif perlakuan risiko sebagai berikut:

1. Tolak (atau 'Hindari'): dengan cara tidak melanjutkan aktivitas atau mengejar sasaran di mana risiko yang ingin ditolak atau dihindari melekat;
2. Turunkan: dengan cara melakukan aktivitas tertentu dalam rangka meningkatkan efektivitas kendali risiko yang kita miliki atau jalankan saat ini, baik untuk menurunkan eksposur dampak maupun eksposur kemungkinan risiko;
3. Transfer (atau 'Berbagi'): dengan cara berbagi eksposur risiko dengan pihak lain;
4. Terima: dilakukan dengan cara tidak melakukan suatu perlakuan tertentu terhadap risiko karena eksposur risiko telah sesuai dengan selera risiko organisasi. Umumnya perlakuan risiko dengan bentuk seperti ini mengarah cukup pada aktivitas pemantauan yang perlu dilakukan terhadap pergerakan atau perubahan eksposur risiko tersebut.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini disusun berdasarkan kajian Pustaka yang bersumber dan jurnal-jurnal ilmiah hasil penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian sebagai berikut (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

Tahun	Author	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan	Persamaan
2021	Ramadhani, N., & Rini, E. W. N. (2021).	Hazard Identification Studies, <i>Risk Analysis and Hazard Control at PT. X in 2021</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses produksi <i>plywood</i> di PT. X meliputi beberapa tahapan kerja, yaitu <i>log yard, rotary, veneer selection and repairing, glue spreading, cold press, hot press, cutting, sanding, grading, packing, dan shipping.</i>	Penelitian ini berfokus pada industri pengolahan kayu lapis (<i>plywood</i>) secara menyeluruh pada seluruh tahapan produksi. Sedangkan Penelitian yang akan dilakukan berfokus pada area Recovery Boiler di industri pulp and paper, dengan bahaya dan risiko di departemen tersebut.	Penelitian ini mempunyai persamaan yang membahas analisis risiko K3 melalui tahapan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko, serta bertujuan untuk menurunkan potensi kecelakaan dan penyakit akibat kerja di area kerja yang dilakukan penelitian.
2023	Arifianto, E. Y., Safii, A., & Hidayat, S. (2023).	Analisis HIRARC Pada Pekerjaan Boiler di Unit <i>Utilities</i> PT Kilang Pertamina Internasional (KPI) <i>Refinery</i> Unit (RU) VI Balongan	Penelitian ini menemukan bahwa Pekerjaan pada area Boiler di Unit <i>Utilities</i> memiliki risiko tinggi seperti paparan panas, <i>confined space</i> , dan bahaya mekanis. Pengendalian yang disarankan meliputi rekayasa teknik dan <i>administrative control</i> .	Penelitian ini Fokus pada pekerjaan <i>boiler</i> di industri migas. Sedangkan Penelitian yang akan dilakukan pada pekerjaan Recovery Boiler di industri <i>Pulp and Paper</i> .	Penelitian ini mempunyai persamaan dalam analisis bahaya dan risiko dengan metode HIRARC.
2022	Dhaifullah, (2022)	Analisis HIRADC Diriga Well Service PT XYZ (Skripsi, Universitas Binawan)	Penelitian mengidentifikasi bahaya pada aktivitas <i>well service</i> seperti <i>Lifting, wireline operation</i> , dan pekerjaan tekanan tinggi. Hasil penilaian risiko	Penelitian ini berfokus pada sektor jasa migas/ <i>well service</i> , sehingga karakteristik bahaya lebih	Penelitian ini memiliki persamaan menggunakan metode HIRADC untuk mengidentifikasi, menilai dan mengendalikan

			menunjukkan beberapa aktivitas masuk kategori <i>high risk</i> terutama pekerjaan dengan beban berat dan tekanan fluida tinggi. Rekomendasi fokus pada penguatan prosedur kerja, peningkatan kontrol engineering, observasi perilaku kerja, serta perbaikan penggunaan APD.	berhubungan dengan tekanan tinggi, <i>wireline</i> , dan <i>Lifting</i> di area sumur minyak. Sementara penelitian saya berfokus pada aktifitas di area Recovery Boiler di Industri Pulp and Paper	bahaya dan risiko berbasis piramida hirarki pengendalian.
2023	Nurhayati, D. R., & Purnomo, S. Y. (2023)	Analisis Risiko K3 dengan Metode HIRADC pada Industri Pengolahan Makanan Laut di Jawa Timur	Penelitian ini mengidentifikasi 28 bahaya dominan, terutama pada proses pengolahan makanan laut yang melibatkan peralatan tajam dan mesin. Risiko tinggi memerlukan pengendalian administratif dan rekayasa.	Penelitian ini berfokus pada industri pengolahan makanan laut. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan berfokus pada area Recovery Boiler Industri Pulp and Paper.	Penelitian memiliki persamaan menggunakan metode HIRADC.
2025	Adelina, A., Abrar, A. D. M., Simanjuntak, E. Z., Silvia, M. E., Meliala, M. A., Khairunisa, T., & Malik, R. A. (2025).	Analisis Risiko K3 Melalui Metode Hiradc Pada UMKM Batik XYZ.	Hasil penelitian menunjukkan terdapat 17 potensi bahaya, dengan tingkat risiko terbanyak berada pada kategori medium. Pengendalian difokuskan pada perbaikan tata letak kerja, pelatihan K3, dan penyediaan APD.	Penelitian ini memiliki objek penelitian UMKM batik skala kecil, sedangkan penelitian yang akan dilakukan yang menjadi objek penelitian adalah perusahaan skala besar, yang memiliki potensi bahaya dan risiko yang lebih besar.	Penelitian ini memiliki persamaan dalam menggunakan metode HIRADC dan analisis risiko.

Sumber: Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel 2.1, penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini dipilih karena memiliki keterkaitan dengan analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3), khususnya yang menggunakan metode HIRARC dan HIRADC pada berbagai sektor industri. Penelitian-penelitian tersebut menjadi

rujukan utama dalam menentukan metode, tahapan analisis, serta pendekatan pengendalian risiko yang digunakan dalam penelitian ini.

Ramadhani dan Rini (2021) melakukan penelitian mengenai identifikasi bahaya, analisis risiko, dan pengendalian bahaya K3 pada proses produksi *plywood* di PT. X. Penelitian tersebut mengkaji seluruh tahapan produksi mulai dari *log yard* hingga proses pengiriman, sehingga memberikan gambaran penerapan analisis risiko K3 secara menyeluruh pada industri manufaktur. Perbedaannya, penelitian tersebut mencakup seluruh tahapan produksi pada industri kayu lapis, sedangkan penelitian ini lebih spesifik menganalisis bahaya dan risiko K3 pada departemen Recovery Boiler di industri pulp and paper.

Arifianto, Safii, dan Hidayat (2023) menganalisis risiko K3 pada pekerjaan boiler di Unit Utilities PT Kilang Pertamina Internasional (KPI) RU VI Balongan dengan metode HIRARC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan boiler memiliki risiko tinggi seperti paparan panas, *confined space*, dan bahaya mekanis, serta merekomendasikan pengendalian berupa rekayasa teknik dan pengendalian administratif. Perbedaannya, penelitian tersebut dilakukan pada industri migas, sementara penelitian ini berfokus pada pekerjaan Recovery Boiler di industri pulp and paper yang memiliki karakteristik proses dan potensi bahaya yang berbeda.

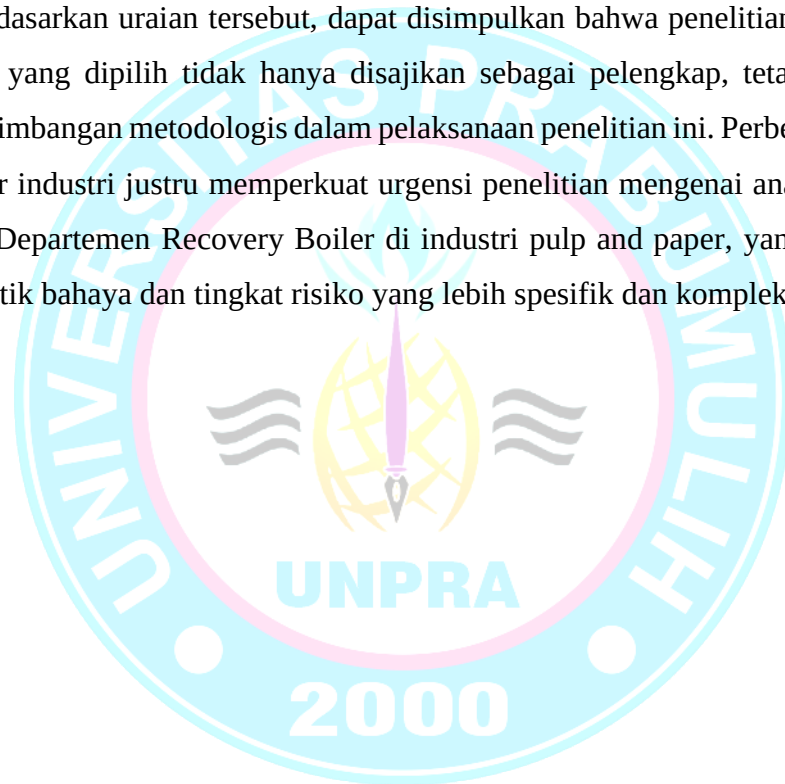
Dhaifullah (2022) melakukan analisis HIRADC pada aktivitas well service di PT XYZ yang meliputi pekerjaan *s, wireline operation*, dan aktivitas dengan tekanan fluida tinggi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa beberapa aktivitas memiliki tingkat risiko tinggi dan memerlukan pengendalian melalui prosedur kerja, pengendalian teknik, serta penggunaan alat pelindung diri. Perbedaan utama penelitian tersebut terletak pada sektor industri jasa migas, sedangkan penelitian ini difokuskan pada aktivitas operasional di Departemen Recovery Boiler pada industri pulp and paper.

Nurhayati dan Purnomo (2023) menganalisis risiko K3 dengan metode HIRADC pada industri pengolahan makanan laut di Jawa Timur. Hasil penelitian menunjukkan adanya sejumlah bahaya dominan yang berkaitan dengan penggunaan mesin dan peralatan tajam. Perbedaannya, penelitian tersebut dilakukan pada industri pengolahan pangan, sedangkan penelitian ini difokuskan

pada risiko K3 di Departemen Recovery Boiler dengan potensi bahaya panas, tekanan, bahan kimia, dan peralatan mekanis.

Adelina et.al. (2025) menganalisis risiko K3 menggunakan metode HIRADC pada UMKM Batik XYZ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar tingkat risiko berada pada kategori sedang dengan pengendalian berupa perbaikan tata letak kerja, pelatihan K3, dan penyediaan alat pelindung diri. Perbedaanannya, penelitian tersebut dilakukan pada industri berskala kecil, sedangkan penelitian ini dilakukan pada perusahaan berskala besar dengan kompleksitas proses dan tingkat risiko yang lebih tinggi, khususnya di Departemen Recovery Boiler.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian-penelitian terdahulu yang dipilih tidak hanya disajikan sebagai pelengkap, tetapi menjadi dasar pertimbangan metodologis dalam pelaksanaan penelitian ini. Perbedaan objek dan sektor industri justru memperkuat urgensi penelitian mengenai analisis risiko K3 pada Departemen Recovery Boiler di industri pulp and paper, yang memiliki karakteristik bahaya dan tingkat risiko yang lebih spesifik dan kompleks.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di area Departemen Recovery Boiler PT TEL PP, yang terletak di Kecamatan Rambang Dangku, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Area penelitian dipilih karena merupakan area kerja dengan tingkat risiko tinggi dalam proses operasional pembakaran *black liquor*, pengoperasian *boiler*, serta penggunaan bahan kimia berbahaya. Penelitian ini akan dilaksanakan pada 07-30 April 2026.

3.2 Data Penelitian

Data dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh informasi yang relevan dan akurat, penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder yang berkaitan mengenai potensi bahaya, tingkat risiko, serta langkah-langkah pengendalian risiko kecelakaan kerja di area Departemen Recovery Boiler PT TEL PP (Larasati et al., 2025).

1. Data primer

Data primer yang diambil dalam penelitian ini meliputi data aktivitas kerja di area Departemen Recovery Boiler, potensi bahaya dan risiko pada setiap aktivitas kerja, tingkat risiko berdasarkan metode HIRADC, serta data perlakuan risiko yang diterapkan untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan keselamatan kerja di area Recovery Boiler (Kurniawan et al., 2025).

2. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi dokumen HIRADC Departemen Recovery Boiler, standar operasional prosedur (SOP) pekerjaan, dokumen kebijakan dan program keselamatan dan kesehatan kerja (K3), serta dokumen pendukung lain yang berkaitan dengan penerapan K3 di area Recovery Boiler sesuai standar ISO 45001:2018 (Kurniawan et al., 2025).

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah terkait identifikasi potensi bahaya, penilaian tingkat risiko, serta penentuan langkah pengendalian risiko kecelakaan kerja di area Departemen Recovery Boiler PT TEL PP. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi:

3.3.1 Potensi bahaya dan risiko

- a. Menentukan batas area penelitian, yaitu area kerja Departemen Recovery Boiler PT TEL PP.
- b. Mengidentifikasi seluruh aktivitas kerja yang berlangsung di area Recovery Boiler.
- c. Melakukan observasi langsung di lapangan untuk melihat kondisi nyata aktivitas kerja, peralatan yang digunakan, serta lingkungan kerja.
- d. Melakukan wawancara dengan operator Recovery Boiler dan *safety officer* serta penyebaran kuesioner kepada pekerja Recovery Boiler untuk memperoleh informasi mengenai aktivitas kerja rutin dan non-rutin, potensi bahaya, risiko yang mungkin terjadi, tingkat peringkat kemungkinan (PK), tingkat peringkat dampak (PD), serta perlakuan risiko yang diterapkan pada setiap aktivitas kerja.
- e. Mengelompokkan potensi bahaya berdasarkan sumbernya.
- f. Menyusun daftar potensi bahaya dan risiko pada setiap aktivitas kerja sebagai dasar analisis selanjutnya.

3.3.2 Penilaian tingkat risiko

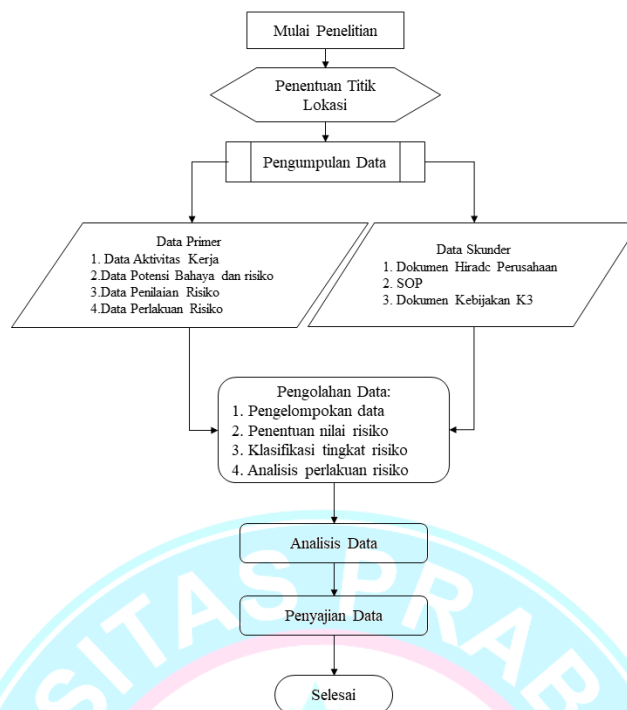
- a. Menentukan potensi bahaya yang telah diidentifikasi pada setiap aktivitas kerja.
- b. Menentukan nilai peringkat kemungkinan (PK) berdasarkan frekuensi kejadian dan kondisi kerja.
- c. Menentukan nilai peringkat dampak (PD) berdasarkan tingkat cedera, kerusakan, atau kerugian yang mungkin terjadi.
- d. Menghitung nilai risiko dengan mengalikan nilai PK dan PD sesuai metode HIRADC.

- e. Mengklasifikasikan tingkat risiko ke dalam kategori risiko low, moderate, high berdasarkan matriks penilaian risiko.
- f. Mendokumentasikan hasil penilaian tingkat risiko dalam tabel HIRADC (Lampiran 4).

3.3.3 Langkah-langkah perlakuan risiko

- a. Mengidentifikasi perlakuan risiko yang telah diterapkan di area Recovery Boiler berdasarkan hasil observasi dan wawancara.
- b. Menganalisis kesesuaian perlakuan risiko yang ada terhadap tingkat risiko yang dihasilkan.
- c. Menentukan kebutuhan perlakuan risiko tambahan untuk menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja.
- b. Menyusun rekomendasi perlakuan risiko berdasarkan SNI ISO 31000, (2018), meliputi:
 - Tolak (atau 'Hindari')
 - Turunkan
 - Transfer (atau 'Berbagi')
 - Terima
- d. Menyajikan hasil perlakuan risiko dalam tabel HIRADC sebagai bahan evaluasi keselamatan kerja.

Alur penelitian diawali dengan pengumpulan data lapangan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Selanjutnya dilakukan identifikasi bahaya pada setiap aktivitas kerja di Departemen Recovery Boiler, penilaian risiko menggunakan metode HIRADC, penentuan tingkat risiko, perlakuan risiko, hingga penelitian selesai. Bagan alur penelitian sebagai berikut (Gambar 3.2):



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 3.1 Bagan alur penelitian

3.4 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC) untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Tahapan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Potensi bahaya dan risiko

Data hasil observasi, wawancara, dan studi dokumentasi dianalisis untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang terdapat pada setiap aktivitas kerja di area Recovery Boiler. Potensi bahaya dikelompokkan berdasarkan kategori keselamatan kerja, kesehatan kerja, dan potensi kebakaran.

2. Penilaian tingkat risiko

Setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi selanjutnya dilakukan penilaian risiko dengan menentukan nilai peringkat kemungkinan (PK) dan peringkat dampak (PD). Penilaian dilakukan menggunakan matriks risiko semi-kuantitatif metode HIRADC untuk memperoleh tingkat risiko dari masing-masing bahaya. Setiap bahaya dinilai berdasarkan:

Nilai risiko dihitung dengan rumus:

$$\text{Tingkat risiko } R = \text{peringkat kemungkinan (PK)} \times \text{peringkat dampak (PD)}$$

Keterangan: Peringkat kemungkinan (PK): kemungkinan kejadian

Peringkat dampak (PD) : tingkat keparahan akibat

Sumber: Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000, 2018

Tabel 3.1 Kriteria risiko untuk kemungkinan risiko

Peringkat	Tingkat eksposur kemungkinan risiko	Indikator
1	Rendah	Sangat kecil kemungkinan terjadi
2	Sedang	Mungkin bisa terjadi
3	Tinggi	Sangat besar kemungkinan terjadi

Sumber: Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000, 2018

Tabel 3.2 Kriteria risiko untuk dampak operasional risiko

Peringkat	Tingkat eksposur kemungkinan risiko	Indikator (operasional)
1	Kecil	Gangguan kecil terhadap proses produksi, tidak menyebabkan penghentian operasi dan dapat ditangani oleh operator.
2	Sedang	Mengganggu sebagian proses produksi, menyebabkan keterlambatan pekerjaan atau penghentian sementara pada sebagian peralatan.
3	Besar	Menghentikan proses produksi secara signifikan (shutdown), menyebabkan kerusakan peralatan utama, atau mengganggu kontinuitas operasi Recovery Boiler.

Sumber: Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000, 2018

Tabel 3.3 Kriteria risiko untuk dampak K3 risiko

Peringkat	Tingkat eksposur kemungkinan risiko	Indikator (K3)
1	Kecil	Celaka ringan, dapat ditangani dengan pertolongan pertama
2	Sedang	Celaka medium, dapat ditangani dengan pertolongan RS (rawat jalan)
3	Besar	Celaka berat, dapat ditangani dengan pertolongan RS (rawat inap)

Sumber: Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000, 2018

Tabel 3.4 Kriteria risiko untuk dampak reputasi

Peringkat	Tingkat eksposur kemungkinan risiko	Indikator (Ruputasi)
1	Kecil	Publikasi negatif pada media cetak lokal
2	Sedang	Publikasi negatif pada media cetak nasional
3	Besar	Publikasi negatif pada TV dan viral melalui sosmed

Sumber: Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000, 2018

Tabel 3.5 Matriks nilai kemungkinan dan dampak

KEMUNGKINAN	Tinggi	3	MEDIUM 3	HIGH 6	HIGH 9
		2	LOW 2	MEDIUM 4	HIGH 6
		1	LOW 1	LOW 2	MEDIUM 3
	Rendah				
			1	2	3
			Kecil	Sedang	besar

DAMPAK

Sumber: Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000, 2018

Keterangan:

Tingkat	Kategori
1-2	Low
3-4	Medium
6-9	High

3. Langkah-langkah pengendalian dan perlakuan risiko

Berdasarkan hasil penilaian tingkat risiko, dilakukan analisis terhadap langkah-langkah perlakuan risiko yang telah ada serta rekomendasi perlakuan tambahan yang diperlukan. Perlakuan risiko disusun berdasarkan SNI ISO 31000, (2018) yaitu:

Tabel 3.6 Perlakuan risiko

Tingkat	keterangan
Tolak (atau 'Hindari')	dengan cara tidak melanjutkan aktivitas atau mengejar sasaran di mana risiko yang ingin ditolak atau dihindari melekat
Turunkan	dengan cara melakukan aktivitas tertentu dalam rangka meningkatkan efektivitas kendali risiko yang kita miliki atau jalankan saat ini, baik untuk menurunkan eksposur dampak maupun eksposur kemungkinan risiko;
Transfer (atau 'Berbagi')	dengan cara berbagi eksposur risiko dengan pihak lain
Terima	dilakukan dengan cara tidak melakukan suatu perlakuan tertentu terhadap risiko karena eksposur risiko telah sesuai dengan selera risiko organisasi. Umumnya perlakuan risiko dengan bentuk seperti ini mengarah cukup pada aktivitas pemantauan yang perlu dilakukan terhadap pergerakan atau perubahan eksposur risiko tersebut.

Sumber: Manajemen risiko berbasis SNI ISO 31000, 2018

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Potensi Bahaya dan Risiko

4.1.1 Alur Proses Recovery Boiler di PT TEL PP

Berdasarkan hasil observasi di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP, alur proses Recovery Boiler diawali dengan masuknya *heavy black liquor* (HBL) dari unit *evaporator* ke *mixing tank*. Tahap ini, HBL dicampurkan dengan *salt cake*, *precipitator ash-recycle*, serta *odorous gas* yang berasal dari sistem *non-condensable gas* (NCG). Pencampuran tersebut bertujuan memperoleh komposisi *black liquor* yang sesuai sebelum diinjeksikan ke dalam Recovery Boiler melalui *spray gun* atau *burner*. Selanjutnya, *black liquor* disemprotkan ke dalam ruang bakar (*furnace*) Recovery Boiler, di dalam *furnace*, proses pembakaran didukung oleh udara pembakaran (*combustion air*) yang terdiri atas *primary air*, *secondary air*, dan *tertiary air*.

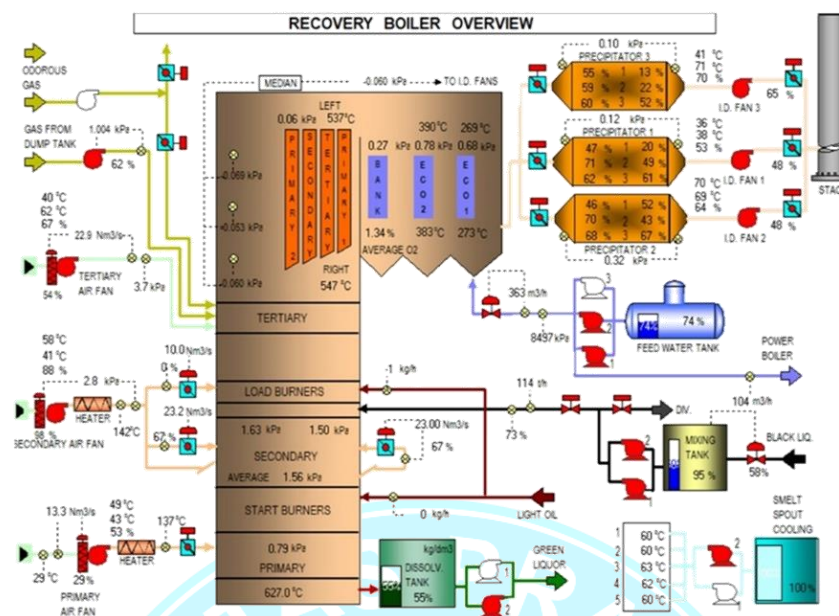
Selain itu, sistem juga menggunakan *fuel oil* sebagai bahan bakar pendukung saat proses *start-up* maupun ketika diperlukan untuk menjaga kestabilan nyala api. Tahap ini terjadi pembakaran senyawa organik yang terkandung dalam *black liquor*, sehingga menghasilkan energi panas, gas hasil pembakaran (*flue gas*), dan *smelt* yang mengandung senyawa kimia anorganik. Energi panas hasil pembakaran dimanfaatkan untuk memanaskan air umpan (*feed water*) yang berasal dari *feed water tank*. Sebelum masuk ke boiler, air umpan diperoleh dari campuran *demineralized water* dan *condensate*, kemudian diberi perlakuan kimia (*chemical dosing*) menggunakan fosfat, amina, dan *oxygen scavenger* untuk menjaga kualitas air boiler serta mencegah korosi dan pembentukan kerak pada pipa-pipa boiler. Air umpan tersebut kemudian dipanaskan hingga berubah menjadi *high pressure steam*.

High pressure steam yang dihasilkan digunakan sebagai sumber energi untuk menggerakkan turbin pembangkit listrik dan memenuhi kebutuhan uap proses di area produksi. Sebagian *steam* juga dialirkan ke sistem *steam soot blower* yang berfungsi membersihkan endapan abu pada permukaan pipa

pemanas di dalam Recovery Boiler sehingga efisiensi perpindahan panas tetap terjaga. Sementara itu, *smelt* yang terbentuk pada dasar *furnace* dialirkan menuju *dissolving tank*. Terdapat di dalam tangki tersebut, *smelt* dilarutkan menggunakan *weak wash liquor* (WWL) sehingga menghasilkan *green liquor*.

Selanjutnya, *green liquor* dikirim ke unit *causticizing* untuk diproses menjadi *white liquor* yang akan digunakan kembali sebagai bahan kimia pemasak pada proses pembuatan *pulp*. Tahapan ini merupakan bagian penting dari proses pemulihan bahan kimia (*chemical recovery*) dalam industri *pulp* dan kertas. Selain itu, gas hasil pembakaran (*flue gas*) yang masih mengandung partikel abu dialirkan menuju *electrostatic precipitator* (ESP). Kemudian partikel-partikel abu dipisahkan menggunakan medan listrik sehingga emisi partikulat dapat dikurangi. Abu yang berhasil ditangkap kemudian didaur ulang (*ash recycle*) dan dikembalikan ke *mixing tank* sebagai bagian dari proses pemulihan bahan kimia.

Setelah melalui ESP, gas buang yang telah memenuhi persyaratan emisi dilepaskan ke atmosfer melalui cerobong (*stack*). Secara keseluruhan, Recovery Boiler memiliki tiga fungsi utama, yaitu sebagai penghasil energi melalui pembentukan *high pressure steam*, sebagai unit pemulihan bahan kimia melalui pembentukan *green liquor*, dan sebagai sistem pengendalian emisi melalui pemanfaatan ESP untuk menangkap partikulat sebelum gas buang dilepaskan ke lingkungan. Integrasi ketiga fungsi tersebut menjadikan Recovery Boiler sebagai salah satu unit yang paling penting dalam mendukung efisiensi proses produksi serta keberlanjutan operasi di industri *pulp* dan kertas (Gambar 4.1).



Sumber: PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper, 2026

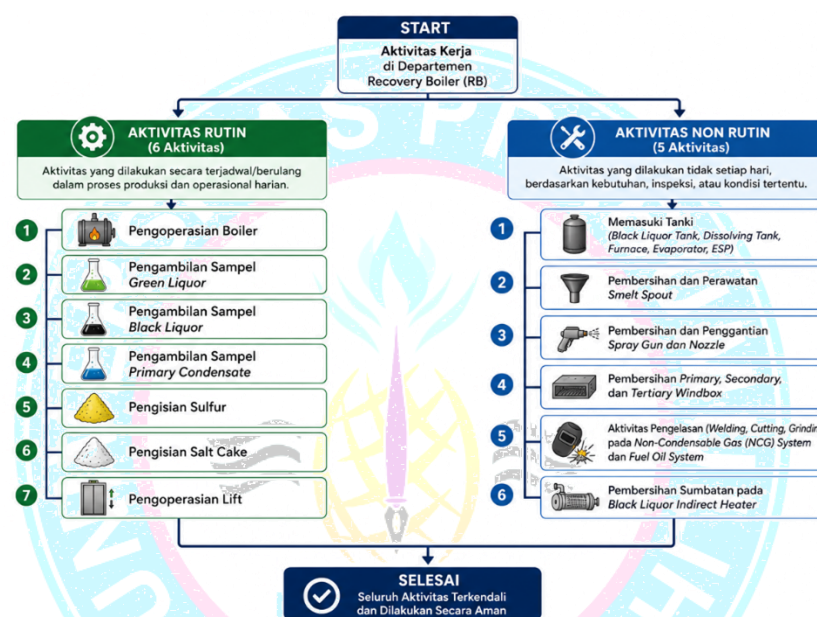
Gambar 4.1 Alur proses recovery boiler

Berdasarkan hasil observasi, seluruh tahapan proses tersebut berlangsung secara berkesinambungan dan saling mendukung dalam menjaga kontinuitas produksi. Apabila salah satu unit mengalami gangguan, maka proses pemulihan bahan kimia maupun pembangkitan energi dapat terganggu sehingga memengaruhi proses produksi *pulp* secara keseluruhan. Oleh karena itu, setiap area Recovery Boiler memiliki fungsi yang saling terintegrasi dan memerlukan pengoperasian yang terkoordinasi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Smook, (2022) dalam *Handbook for Pulp and Paper Technologists* yang menjelaskan bahwa Recovery Boiler merupakan inti dari sistem *chemical recovery* pada proses *kraft* karena berfungsi membakar *black liquor* untuk menghasilkan energi panas sekaligus memulihkan bahan kimia anorganik menjadi *green liquor* yang selanjutnya diproses menjadi *white liquor*. Menurut Smook, (2022), integrasi antara pembangkitan energi dan pemulihan bahan kimia menjadikan Recovery Boiler sebagai unit yang paling penting dalam mendukung efisiensi operasi industri *pulp* dan kertas.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan Sumarna et al., (2023) yang menjelaskan bahwa Recovery Boiler pada industri pulp dan paper berfungsi

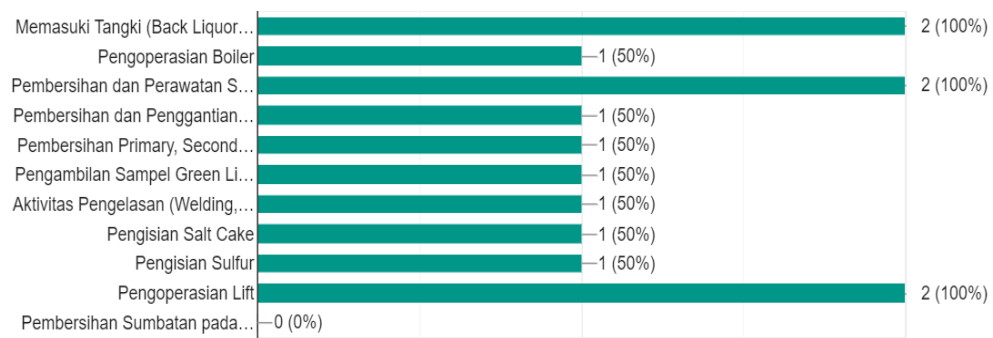
sebagai unit pembakaran *black liquor* untuk menghasilkan energi berupa uap sekaligus melakukan pemulihan bahan kimia melalui pembentukan *green liquor* yang digunakan kembali dalam proses produksi pulp. Selain itu, (Hidayat & Syahtaria, 2023) menyatakan bahwa pemanfaatan *black liquor* sebagai bahan bakar Recovery Boiler mampu meningkatkan efisiensi energi, mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, serta mendukung pengurangan emisi sehingga berkontribusi terhadap keberlanjutan operasi industri *pulp* dan *paper*.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4.2 Flowchart 11 aktivitas kerja

Berdasarkan hasil observasi, di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP terdapat 11 aktivitas kerja utama yang terdiri atas aktivitas rutin dan non-rutin. Aktivitas tersebut meliputi kegiatan operasi, inspeksi, pengambilan sampel, serta pemeliharaan peralatan yang bertujuan menjaga kelancaran proses produksi dan keandalan sistem Recovery Boiler. Aktivitas rutin dilaksanakan setiap hari sebagai bagian dari proses operasional, sedangkan aktivitas non-rutin dilakukan sesuai jadwal *preventive maintenance*, inspeksi, maupun ketika terjadi gangguan pada peralatan.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4.3 Hasil kuesioner identifikasi aktivitas kerja di departemen recovery boiler

Berdasarkan hasil kuesioner pada Gambar 4.3 diketahui bahwa seluruh responden (100%) pernah melakukan aktivitas memasuki tangki (*confined space*), pembersihan dan perawatan *smelt spout*, serta pengoperasian *lift*. Sementara itu, aktivitas seperti pengoperasian boiler, penggantian *spray gun* dan *nozzle*, pembersihan *windbox*, pengambilan sampel, pengelasan, pengisian *salt cake*, dan pengisian sulfur dilakukan oleh 50% responden. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan aktivitas kerja disesuaikan dengan pembagian tugas, kompetensi, dan tanggung jawab masing-masing pekerja di Departemen Recovery Boiler.

Hasil wawancara dengan supervisor Recovery Boiler menjelaskan bahwa aktivitas rutin dilakukan setiap hari untuk menjaga kontinuitas proses produksi, sedangkan aktivitas non-rutin dilaksanakan berdasarkan jadwal pemeliharaan, inspeksi, maupun ketika terjadi gangguan pada peralatan. Selain itu, tidak seluruh pekerja melaksanakan semua aktivitas karena beberapa pekerjaan, seperti *confined space*, pengoperasian boiler, dan pengelasan, hanya dapat dilakukan oleh pekerja yang memiliki kompetensi, kewenangan, serta izin kerja sesuai prosedur perusahaan.

Hasil observasi, kuesioner, dan wawancara tersebut menunjukkan bahwa aktivitas kerja yang diidentifikasi dalam penelitian ini merupakan aktivitas yang benar-benar dilaksanakan di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP. Hasil temuan penelitian Wandu et al., (2026) juga menyatakan bahwa aktivitas pada area Recovery Boiler meliputi kegiatan operasi, inspeksi, dan

pemeliharaan yang dilakukan secara berkesinambungan untuk mendukung kelancaran proses produksi. Oleh karena itu, alur proses dan aktivitas kerja yang ditemukan pada Departemen Recovery Boiler PT TEL PP telah sesuai dengan proses operasional Recovery Boiler pada industri *pulp* dan kertas.

4.1.2 Potensi Bahaya dan Risiko pada Area Departemen Recovery Boiler di PT TEL PP

Berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan supervisor dan operator Recovery Boiler, serta penyebaran kuesioner kepada responden, diperoleh bahwa aktivitas kerja di Departemen Recovery Boiler memiliki berbagai potensi bahaya yang berasal dari karakteristik proses produksi. Proses Recovery Boiler melibatkan temperatur dan tekanan tinggi, bahan kimia proses, gas berbahaya, debu, kebisingan, pekerjaan di ruang terbatas (*confined space*), serta pekerjaan pada area berketinggian sehingga berpotensi menimbulkan risiko kecelakaan kerja apabila pengendalian tidak diterapkan secara optimal.

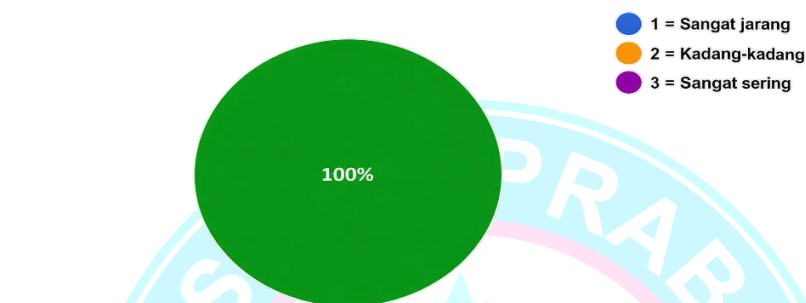
Hasil rekapitulasi kuesioner pada no 2 (identifikasi bahaya berdasarkan aktivitas kerja) sebagaimana tercantum pada lampiran C menunjukkan bahwa seluruh responden (100%) menyatakan pernah menjumpai potensi bahaya berupa suhu tinggi, tekanan tinggi, debu, paparan bahan kimia, percikan *smelt* panas, *steam* panas, kebakaran, ledakan, dan pekerjaan di ketinggian. Adapun potensi bahaya berupa akumulasi gas, kekurangan oksigen, bahaya listrik, dan terjepit peralatan hanya dilaporkan oleh 50% responden karena potensi tersebut muncul pada aktivitas tertentu, seperti pekerjaan *confined space* dan kegiatan pemeliharaan peralatan.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4.4 Hasil kuesioner identifikasi potensi bahaya berdasarkan aktivitas kerja

Selain itu, hasil kuesioner pada bagian B Pertanyaan 3 menunjukkan bahwa seluruh responden (100%) menyatakan setuju hingga sangat setuju bahwa potensi bahaya dapat muncul sewaktu-waktu apabila prosedur kerja tidak dijalankan dengan benar. Hasil ini menunjukkan bahwa pekerja memiliki pemahaman yang baik mengenai pentingnya kepatuhan terhadap prosedur keselamatan kerja dalam mencegah terjadinya kecelakaan.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4.5 Persepsi responden terhadap munculnya potensi bahaya apabila sop tidak dipatuhi

Hasil wawancara dengan supervisor Recovery Boiler juga menunjukkan bahwa aktivitas memasuki tangki (*confined space entry*), pengoperasian boiler, pembersihan smelt spout, serta pekerjaan pengelasan pada sistem NCG dan *fuel oil* merupakan aktivitas yang memerlukan perhatian khusus karena memiliki tingkat potensi bahaya yang lebih tinggi dibandingkan aktivitas lainnya. Menurut narasumber, setiap pekerjaan tersebut selalu diawali dengan pemeriksaan kondisi kerja, penerapan PTW, serta pengawasan langsung untuk memastikan seluruh persyaratan keselamatan telah dipenuhi sebelum pekerjaan dimulai. Sementara itu, operator Recovery Boiler menyampaikan bahwa potensi bahaya yang paling sering dijumpai selama bekerja adalah paparan panas dari boiler dan *smelt*, percikan *black liquor*, *steam* panas, debu, dan kebisingan di area operasi.

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan kuesioner tersebut, selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap potensi bahaya dan risiko pada

setiap aktivitas kerja menggunakan metode HIRADC. Hasil identifikasi disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Potensi bahaya dan risiko aktivitas kerja

No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Analisis
1.	Memasuki tanki (<i>black liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator</i> , dan ESP)	Akumulasi Gas Kekurangan oxygen Debu ESP & <i>furnace</i>	Terhirup gas beracun Terkurung Terhirup debu	Keracunan Kematian Sesak nafas	Aktivitas <i>confined space</i> memiliki potensi tinggi akibat akumulasi gas beracun dan ventilasi terbatas sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan hingga <i>fatality</i>
2.	Pengoperasian boiler	<i>Charbed high temperatur.</i> (1100°C) <i>Boiler water</i> (400°C) <i>Boiler high pressure</i> (75 bar)	Ledakan Terkena <i>steam</i> Terkena <i>steam</i>	Terluka Meledak Meninggal dunia	Aktivitas memiliki tingkat risiko tertinggi karena berlangsung terus menerus dengan temperatur dan tekanan tinggi serta potensi ledakan boiler
3.	Pemersihan dan perawatan <i>smelt spout</i>	<i>Smelt high temperatur.</i> (>600°C) <i>High noise</i> (120 dB)	Terkena <i>smelt</i> panas Kebisingan ledakan di <i>smelt spout</i>	Luka bakar, iritasi, terluka, ledakan, gangguan pendengaran	Potensi bahaya berasal dari kontak langsung dengan <i>smelt</i> panas dan paparan kebisingan selama <i>maintenance</i>
4.	Pembersihan, penggantian <i>spray gun</i> dan <i>nozzle</i>	<i>Flue gas high temperatur.</i> (>400°C) <i>Temperature</i> HBL (128°C)	Terkena <i>steam</i> dan HBL Panas Terkena <i>black liquor</i> (BL)	Luka bakar Iritasi	Aktivitas dilakukan dekat <i>furnace</i> sehingga pekerja rentan terkena percikan HBL dan panas gas buang
5.	Pembersihan <i>primary</i> , <i>secondary</i> , dan <i>tertiary windbox</i>	<i>Flue gas high temperatur.</i> (>400°C)	<i>Flue gas</i> panas terkena kulit dan mata	Luka bakar pada kulit dan mata	Risiko muncul akibat paparan panas gas buang dan kemungkinan pecahnya <i>sight glass</i>
6.	Pengambilan sampel <i>green liquor</i> , <i>black liquor</i>	Suhu <i>green liquor</i> (100°C)	Terkena <i>green liquor</i> (GL)	Iritasi mata dan kulit	Aktivitas <i>sampling</i> dilakukan rutin

No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Analisis
	<i>liquor</i> , dan <i>primary condensate</i>	Suhu <i>heavy black liquor</i> (HBL) (128°C)	Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	sehingga meningkatkan potensi paparan bahan kimia dan suhu tinggi
		Suhu <i>condensate</i> (110°C)	Terkena PC	Iritasi mata dan kulit	
7.	Aktivitas pengelasan (<i>welding, cutting, grinding</i>) di NCG <i>system</i> dan <i>fuel oil system</i>)	Konsentrasi tinggi dari NCG dan <i>fuel oil</i>	Terkena PC	Iritasi mata dan kulit	Risiko berasal dari adanya sumber api dan material mudah terbakar di area kerja
8.	Pengisian <i>salt cake</i>	<i>Salt cakedan</i> ketinggian	Terkena api las Kebakaran dan peledakan	Luka bakar Luka bakar dan meninggal dunia	Debu <i>salt cake</i> dan posisi kerja tinggi meningkatkan potensi gangguan kesehatan pekerja
9.	Pengisian sulfur	Sulfur dan ketinggian	Terhirup <i>salt cake</i> Jatuh Terbakar/terluka	Gangguan pernafasan terluka Luka bakar	Potensi ledakan akibat akumulasi listrik statis dan paparan debu sulfur
10.	Pengoperasian <i>lift</i>	Pintu elevator <i>Rall way</i> elevator	<i>Injury</i> Jatuh	Terluka Terluka	Risiko berasal dari kegagalan mekanik pada sistem elevator
11.	Pembersihan sumbatan pada <i>black liquor indirect heater</i>	<i>Black liquor</i> dan suhu tinggi	Terkena BL <i>Steam</i> dan suhu tinggi	Iritasi mata dan kulit Luka bakar	Aktivitas <i>maintenance</i> berpotensi menyebabkan percikan <i>black liquor</i> dan steam panas

Sumber: Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa terdapat 20 potensi bahaya dan 26 risiko yang berasal dari 11 aktivitas kerja di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP. Potensi bahaya yang paling dominan meliputi temperatur tinggi, tekanan tinggi, bahan kimia proses, gas berbahaya, debu, kebisingan, pekerjaan di ruang terbatas (*confined space*), pekerjaan pada ketinggian, serta peralatan mekanik. Banyaknya jumlah risiko dibandingkan potensi bahaya menunjukkan bahwa satu sumber bahaya dapat menimbulkan lebih dari satu

konsekuensi terhadap pekerja, bergantung pada jenis aktivitas dan kondisi pekerjaan.

Hasil identifikasi tersebut sejalan dengan hasil observasi dan wawancara yang menunjukkan bahwa aktivitas pengoperasian boiler, pekerjaan *confined space*, pengelasan, dan kegiatan pemeliharaan memiliki potensi bahaya paling tinggi karena melibatkan temperatur dan tekanan tinggi, bahan kimia proses, serta sumber energi yang berpotensi menyebabkan cedera serius hingga fatalitas apabila pengendalian tidak dilakukan dengan baik.

Temuan ini juga diperkuat oleh hasil kuesioner, di mana seluruh responden menyatakan bahwa potensi bahaya seperti suhu tinggi, tekanan tinggi, paparan bahan kimia, percikan *smelt* panas, steam panas, kebakaran, dan ledakan merupakan bahaya yang paling sering dijumpai selama bekerja. Selain itu, seluruh responden juga menyatakan setuju hingga sangat setuju bahwa potensi bahaya dapat muncul sewaktu-waktu apabila prosedur kerja tidak dijalankan sesuai SOP. Hal tersebut menunjukkan bahwa pekerja telah memahami karakteristik bahaya di area Recovery Boiler serta pentingnya penerapan prosedur keselamatan kerja.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Shalihin, (2021) pada unit Recovery Boiler PT Indah Kiat Pulp and Paper yang menyatakan bahwa potensi bahaya utama pada area Recovery Boiler berasal dari temperatur tinggi, tekanan tinggi, paparan bahan kimia, pekerjaan pemeliharaan, dan aktivitas *confined space* yang memerlukan perlakuan risiko secara ketat. Temuan ini juga didukung oleh Smook, (2022) yang menjelaskan bahwa proses Recovery Boiler pada industri *pulp* dan kertas merupakan salah satu proses dengan tingkat bahaya tinggi karena mengintegrasikan pembakaran *black liquor*, pembentukan *steam* bertekanan tinggi, dan pemulihan bahan kimia dalam satu sistem operasi.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan Wandu et al., (2026) yang menjelaskan bahwa Recovery Boiler merupakan unit kritis pada industri pulp dan paper yang memiliki berbagai potensi bahaya, seperti bahaya fisik, kimia, mekanis, kebakaran, dan ledakan. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya

identifikasi bahaya sebagai tahapan awal dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja. Selanjutnya, hasil identifikasi bahaya menjadi dasar dalam penilaian tingkat risiko menggunakan metode HIRADC untuk menentukan tingkat risiko dan pengendalian yang sesuai. Hal ini juga didukung oleh Nabilla et al., (2021) yang menyatakan bahwa identifikasi bahaya melalui metode HIRADC merupakan langkah penting dalam menentukan pengendalian risiko pada aktivitas kerja di industri pulp dan paper. Hasil penilaian risiko tersebut disajikan pada Subbab 4.2 tingkatan potensi bahaya dan risiko berdasarkan metode HIRADC.

4.2 Tingkatan Potensi Bahaya dan Risiko Berdasarkan Metode HIRADC

Setelah dilakukan identifikasi potensi bahaya dan risiko pada setiap aktivitas kerja di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP, tahapan selanjutnya adalah melakukan penilaian tingkat risiko menggunakan metode HIRADC. Penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan dua parameter, yaitu peringkat kemungkinan (PK) atau kemungkinan terjadinya suatu kejadian dan peringkat dampak (PD) atau tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan apabila risiko tersebut terjadi. Penentuan nilai PK dan PD dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan supervisor dan operator recovery boiler, serta mengacu pada kondisi operasional di area kerja.

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya, setiap sumber potensi bahaya kemudian diberikan nilai PK dan PD sesuai kondisi aktual di lapangan. Nilai PK menggambarkan tingkat kemungkinan suatu bahaya terjadi selama aktivitas kerja berlangsung terdapat 20 potensi bahaya yang menghasilkan 26 risiko pada 11 aktivitas kerja, sedangkan PD menunjukkan tingkat keparahan dampak yang dapat ditimbulkan terhadap pekerja, peralatan maupun proses produksi, hasil PD operasional berjumlah 26 dan PD K3 berjumlah 26. Hasil penilaian PK dan PD pada setiap aktivitas kerja disajikan pada Tabel 4.2.

			Area dampak		
urup gas run	Keracunan	2	Operasional	3	Aktivitas <i>confined</i> dilakukan secara berk masih memungkinkan akumulasi gas berbahaya tertutup.
urung	Kematian	1	Operasional	3	Kondisi kekurangan jarang terjadi karena <i>ventilasi</i> dan pengece detector.
urup debu	Sesak nafas	3	Operasional	2	Aktivitas <i>cleaning</i> dan cukup sering meny pekerja terpapar debu.
kan	Terluka	3	Operasional	3	Boiler beroperasi terus selama proses produksi potensi bahaya cukup ting Paparan steam panas dap sewaktu-waktu saat peng boiler.
ena steam	Meledak	3	Operasional	3	Tekanan tinggi selalu ad boiler beroperasi

Area dampak					
Gas beracun	Keracunan	2	Operasional	3	Aktivitas <i>confined</i> dilakukan secara berkala masih memungkinkan akumulasi gas berbahaya tertutup.
Kematian	Kematian	1	Operasional	3	Kondisi kekurangan jarang terjadi karena <i>ventilasi</i> dan pengecekan <i>detector</i> .
Sesak nafas	Sesak nafas	3	Operasional	2	Aktivitas <i>cleaning</i> dan cukup sering menyapu pekerja terpapar debu.
Terluka	Terluka	3	Operasional	3	Boiler beroperasi terus selama proses produksi potensi bahaya cukup tinggi.
Meledak	Meledak	3	Operasional	3	Paparan steam panas dapat sewaktu-waktu saat pengoperasian boiler.
Meninggal dunia	Meninggal dunia	3	Operasional	3	Tekanan tinggi selalu ada boiler beroperasi

No	Aktivitas	Sumber bahaya		Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Proses Penilaian Risiko			Analisis PK		Analisis PD	
						PK	Area dampak	PD				
3.	Pemersihan dan perawatan <i>smelt spout</i>	<i>Smelt temperatur</i> (>600°C)	<i>high</i>	Terkena <i>smelt</i> panas	Luka bakar, iritasi, terluka, dan ledakan	2	Operasional	3	Aktivitas <i>maintenance</i> rutin berpotensi menyebabkan percikan <i>smelt</i> panas	3	Paparan kebisingan dapat menyebabkan gangguan pendengaran	
		<i>High noise</i> (120 dB)	Ledakan di <i>smelt</i> spout	Gangguan pendengaran	3	Operasional	1	Pekerja cukup sering terpapar kebisingan saat aktivitas <i>cleaning</i>				
					K3	2						
4.	Pembersihan, penggantian <i>spray gun</i> dan <i>nozzle</i>	<i>Flue gas temperatur</i> (>400°C)	<i>high</i>	Terkena <i>steam</i> dan HBL Panas	Luka bakar	2	Operasional	2	Aktivitas karena pekerjaan dilakukan disekitar <i>furnace</i> dengan suhu tinggi.	2	<i>Flue gas</i> panas dapat menyebabkan luka bakar	
		<i>Temperatur</i> (128°C)	HBL	Terkena BL	Iritasi	2	Operasional	2				Pekerja berpotensi terkena HBL panas selama proses <i>cleaning</i>
						K3	2					
5.	Pembersihan <i>primary</i> , <i>secondary</i> , dan <i>tertiery windbox</i>	<i>Flue gas temperatur</i> (>400°C)	<i>high</i>	Flue gas panas terkena kulit dan mata	Luka bakar pada kulit dan mata	2	Operasional	2	Pekerja sering terpapar <i>flue gas</i> panas saat proses pembersihan	2	Dapat menyebabkan luka bakar pada kulit dan mata	
						K3	2					
6.	Pengambilan sampel <i>green liquor</i> , <i>BL</i> , dan <i>primary condensate</i>	<i>Suhu green liquor</i> (100°C)		Terkena GL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	Pengambilan sampling dilakukan rutin sehingga potensi percikan cukup sering terjadi	2	Suhu <i>green liquor</i> panas dapat menyebabkan iritasi mata dan kulit	
						K3	2					
		<i>Suhu HBL</i> (128°C)		Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1				Pekerja berpotensi terkena percikan HBL saat sampling
						K3	2					
		<i>Suhu condensate</i> (110°C)		Terkena PC	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	<i>Condensate</i> panas masih mungkin mengenai pekerja saat sampling	2	Dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata	
							K3	2				

No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Proses Penilaian Risiko			Analisis PK	Analisis PD
					PK	Area dampak	PD		
7.	Aktivitas pengelasan (welding, cutting, grinding) di NCG system dan fuel oil system)	Konsentrasi tinggi dari NCG dan fuel oil	Terkena api las	Luka bakar	2	Operasional	2	Kebakaran tidak selalu terjadi	Ledakan dan kebakaran dapat
						K3	2	namun tetap berpotensi akibat	menyebabkan kematian dan
			Kebakaran dan peledakan	Luka bakar dan meninggal dunia	2	Operasional	3	adanya sumber api	kerusakan besar
						K3	3		
8.	Pengisian salt cake	Salt cake dan ketinggian	Terhirup salt cake	Gangguan pernafasan	3	Operasional	1	Area kerja menghasilkan debu	Debu salt cake dapat menyebabkan
						K3	2	secara terus menerus selama proses pengisian	gangguan pernafasan
			Jatuh	Terluka	2	Operasional	2	Aktivitas dilakukan pada area	Jatuh dari ketinggian dapat
						K3	3	tinggi menggunakan overhead crane	menyebabkan luka berat
9.	Pengisian sulfur	Sulfur dan ketinggian	Terhirup sulfur	Gangguan pernafasan	3	Operasional	1	Area pengisian sulfur	Paparan sulfur dapat menyebabkan
						K3	2	menghasilkan debu cukup tinggi	gangguan pernafasan
			Jatuh	Terluka	2	Operasional	2	Aktivitas dilakukan pada area	Risiko jatuh dapat menyebabkan
						K3	3	kerja di ketinggian	cedera serius
			Terbakar/meledak	Luka bakar	2	Operasional	3	Adanya potensi listrik statis	Ledakan dapat menyebabkan luka
						K3	3	selama proses loading sulfur	bakar serius
10.	Pengoperasian lift	Pintu elevator	Injury	Terluka	2	Operasional	2	Lift digunakan setiap hari oleh pekerja	Kerusakan pintu elevator dapat
						K3	2		menyebabkan cedera serius
		Rall way elevator	Terjatuh	Luka berat	2	Operasional	2	Elevator digunakan rutin untuk mobilisasi pekerja dan material	Putusnya wire elevator dapat
						K3	3		menyebabkan luka berat

No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Proses Penilaian Risiko			Analisis PK	Analisis PD
					PK	Area dampak	PD		
11.	Pembersihan sumbatan pada <i>black liquor indirect heater</i>	<i>Black liuor</i> dan suhu tinggi	Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	2	Operasional K3	2	Aktivitas <i>cleaning</i> berpotensi menyebabkan percikan <i>black liquor</i> panas	<i>Black liquor</i> panas dapat menyebabkan luka bakar dan iritasi
			Steam dan suhu tinggi	Luka bakar	2	Operasional K3	2	Steam panas masih mungkin mengenai pekerja saat flushing dan <i>maintenance</i>	Steam panas dapat menyebabkan luka bakar serius

Sumber: Penulis, 2026



Berdasarkan Tabel 4.2, nilai peringkat kemungkinan (PK) pada aktivitas kerja di Departemen Recovery Boiler berada pada rentang 1–3, sedangkan peringkat dampak (PD) pada area operasional berada pada rentang 1–3 dan pada aspek K3 berada pada rentang 2–3. Penentuan nilai PK didasarkan pada frekuensi pekerjaan, kondisi operasi, dan kemungkinan terjadinya paparan bahaya, sedangkan nilai PD ditentukan berdasarkan tingkat keparahan dampak terhadap proses operasional, fasilitas, dan keselamatan pekerja. Hasil wawancara dengan supervisor Recovery Boiler menunjukkan bahwa aktivitas pengoperasian boiler, *confined space*, dan pengelasan memiliki tingkat risiko lebih tinggi karena melibatkan temperatur, tekanan, serta potensi bahaya yang besar.

Hasil tersebut didukung oleh kuesioner yang menunjukkan bahwa mayoritas responden setuju hingga sangat setuju bahwa setiap aktivitas kerja memiliki tingkat risiko yang berbeda sesuai karakteristik pekerjaannya. Temuan ini sejalan dengan Wandu et al. (2026) yang menyatakan bahwa nilai PK dan PD dipengaruhi oleh frekuensi aktivitas, kondisi operasi peralatan, serta besarnya konsekuensi yang ditimbulkan terhadap pekerja dan proses produksi. Selanjutnya, hasil perhitungan tingkat risiko berdasarkan nilai PK dan PD pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dari 26 risiko yang dinilai pada dua area dampak diperoleh 52 hasil penilaian risiko, yaitu 11 risiko (42,31%) terkategori *high* dan 15 risiko (57,69%) terkategori medium pada area operasional, serta 18 risiko (69,23%) terkategori *high* dan 8 risiko (30,77%) terkategori medium pada aspek K3, tanpa ditemukan risiko terkategori *low*.

Tabel 4.3 Perhitungan tingkat risiko

No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Penilaian Risiko				
					PK	Area dampak	PD	Total (PK×PD)	Tingkat Risiko
1	Memasuki tanki (<i>black liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator, dan ESP</i>)	Akumulasi gas	Terhirup gas beracun	Keracunan	2	Operasional	3	6	High
		Kekurangan oxygen	Terkurung	Kematian	1	Operasional	3	3	Medium
		Debu ESP & furnace	Terhirup debu	Sesak nafas	3	Operasional	2	6	High
					3	Operasional	3	9	High
2	Pengoperasian boiler	<i>Charbed high temperatur (1100°C)</i>	Ledakan	Terluka	3	Operasional	3	9	High
		<i>Boiler water (400°C)</i>	Terkena steam	Meledak	3	Operasional	3	9	High
		<i>Boiler high pressure (75 bar)</i>		Meninggal dunia	3	Operasional	3	9	High
					3	Operasional	3	9	High
3	Pemersihan dan perawatan <i>smelt spout</i>	<i>Smelt high temperatur (>600°C)</i>	Terkena smelt panas	Luka bakar, iritasi, terluka, ledakan,	2	Operasional	3	6	High
		<i>High noise (120 dB)</i>	Kebisingan ledakan di <i>smelt spout</i>	gangguan pendengaran	3	Operasional	1	3	Medium
		<i>Flue gas high temperatur (>400°C)</i>	Terkena steam dan HBL Panas	Luka bakar	2	Operasional	2	4	Medium
					2	Operasional	2	4	Medium
4	Pembersihan, penggantian <i>spray gun dan nozzle</i>	<i>Temperatur HBL (128°C)</i>	Terkena BL	Iritasi	2	Operasional	2	4	Medium
		<i>Flue gas high temperatur (>400°C)</i>	Flue gas panas terkena kulit dan mata	Luka bakar pada kulit dan mata	2	Operasional	2	4	Medium
					2	Operasional	2	4	Medium
		<i>primary, secondary, dan tertiary windbox</i>			2	Operasional	2	4	Medium
5	Pengambilan sampel <i>green liquor, black liquor, dan primary condensate</i>	<i>Suhu green liquor (100°C)</i>	Terkena GL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	3	Medium
		<i>Suhu HBL (128°C)</i>	Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	3	Medium
		<i>Suhu condensate (110°C)</i>	Terkena PC	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	3	Medium
					3	Operasional	1	3	Medium
6	Aktivitas pengelasan (<i>welding, cutting, grinding</i>) di NCG system dan <i>fuel oil system</i>	Konsentrasi tinggi dari NCG dan <i>fuel oil</i>	Terkena api las	Luka bakar	2	Operasional	2	4	Medium
					2	Operasional	2	4	Medium
			Kebakaran dan peledakan	Luka bakar dan meninggal dunia	2	Operasional	3	6	High
					2	Operasional	3	6	High
7					2	Operasional	2	4	Medium
					2	Operasional	2	4	Medium
					2	Operasional	2	4	Medium
					2	Operasional	2	4	Medium

No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Penilaian Risiko				
					PK	Area dampak	PD	Total (PK×PD)	Tingkat Risiko
8	Pengisian <i>salt cake</i>	<i>Salt cake</i> dan ketinggian	Terhirup <i>salt cake</i>	Gangguan pernafasan	3	Operasional	1	3	Medium
			Jatuh	terluka	2	K3	2	6	High
						Operasional	2	4	Medium
9	Pengisian sulfur	Sulfur dan ketinggian	Terhirup sulfur	Gangguan pernafasan	3	Operasional	1	3	Medium
			Jatuh	Terluka	2	K3	2	6	High
						Operasional	2	4	Medium
			Terbakar/ meledak	Luka bakar	2	K3	3	6	High
						Operasional	3	6	High
10	Pengoperasian <i>lift</i>	Pintu elevator	Injury	Terluka	2	Operasional	2	4	Medium
			<i>Rall way elevator</i>	Luka berat	2	K3	2	4	Medium
						Operasional	3	6	High
						K3	3	6	High
						Operasional	2	4	Medium
11	Pembersihan sumbatan pada <i>black liquor indirect heater</i>	<i>Black liuor</i> dan tinggi	suhu	Terkena BL	2	Operasional	2	4	Medium
				Iritasi mata dan kulit	2	K3	2	4	Medium
			Steam dan suhu tinggi	Luka bakar	2	Operasional	2	4	Medium
						K3	3	6	High

Sumber: Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh 20 potensi bahaya $\times$ 2 area dampak (operasional dan K3) = 40 hasil penilaian risiko. Berdasarkan isinya, jumlah kategori adalah 23 *high* dan 17 medium. Tidak ditemukan aktivitas yang termasuk kategori *low risk*. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh aktivitas di Departemen Recovery Boiler masih memerlukan perlakuan risiko sesuai dengan tingkat risikonya. Kategori *high Risk* ditemukan pada aktivitas pengoperasian boiler, yaitu pada sumber bahaya *char bed temperature* (1100°C), *boiler water* (400°C), dan *boiler high pressure* (75 bar) yang masing-masing memperoleh risiko 9 ($PK = 3 \times PD = 3$) pada area dampak operasional maupun K3. Nilai tersebut menunjukkan bahwa aktivitas pengoperasian boiler memiliki kemungkinan paparan yang tinggi dengan konsekuensi yang sangat serius, seperti terhentinya proses operasional, kerusakan peralatan, cedera berat, hingga kematian apabila terjadi kegagalan sistem.

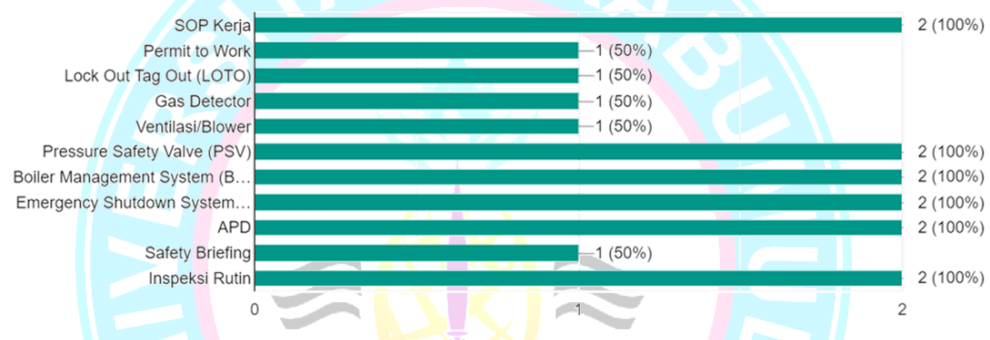
Hasil observasi menunjukkan bahwa aktivitas yang dilakukan secara rutin memiliki peluang paparan bahaya yang lebih tinggi dibandingkan aktivitas non-rutin. Hasil wawancara dengan supervisor dan operator juga menunjukkan bahwa pengoperasian boiler merupakan aktivitas yang memerlukan pengawasan paling ketat karena berkaitan langsung dengan keselamatan pekerja dan keberlangsungan proses produksi. Hasil kuesioner memperlihatkan bahwa mayoritas responden menyatakan aktivitas dengan kategori *high Risk* memerlukan penerapan prosedur keselamatan yang lebih ketat dibandingkan aktivitas lainnya. Temuan ini sejalan dengan penelitian Shalihin, (2021) pada Recovery Boiler PT Indah Kiat *Pulp and Paper* yang menyatakan bahwa aktivitas operasi dan pemeliharaan boiler memiliki tingkat risiko lebih tinggi karena melibatkan temperatur dan tekanan operasi yang tinggi.

Berdasarkan hasil penilaian tersebut, tingkat risiko yang diperoleh menjadi dasar dalam menentukan perlakuan risiko yang sesuai pada setiap aktivitas kerja berdasarkan SNI ISO 31000:2018. Seluruh risiko dengan kategori *high* dan medium diberikan perlakuan risiko berupa turunkan (*risk reduction*) melalui penerapan pengendalian seperti SOP, *permit to work* (PTW), *lock out tag out* (LOTO), inspeksi dan preventive maintenance, penggunaan APD, gas test pada pekerjaan

confined space, serta pengawasan selama pelaksanaan pekerjaan, sebagaimana dibahas pada Subbab 4.3.

4.3 Pengendalian Mengurangi Risiko Kecelakaan Kerja dan Meningkatkan Keselamatan Kerja di Area Recovery Boiler

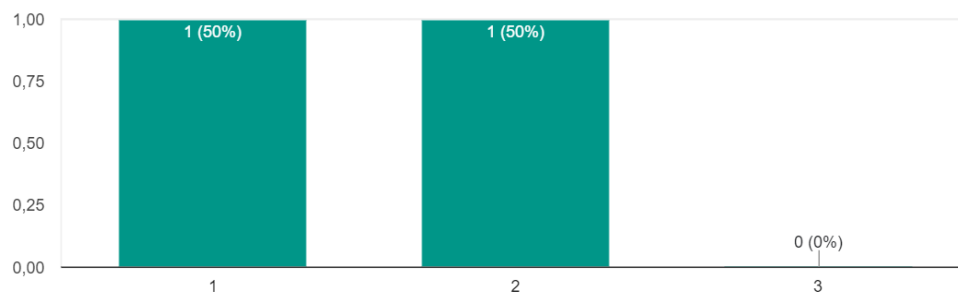
Berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode HIRADC, langkah selanjutnya adalah menentukan tindakan perlakuan risiko untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja maupun meminimalkan dampak yang ditimbulkan. Perlakuan risiko disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan supervisor dan operator Recovery Boiler, penyebaran kuesioner kepada pekerja, serta dokumen prosedur kerja yang berlaku di PT TEL PP.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4.6 Hasil kuesioner jenis pengendalian yang diterapkan pada aktivitas kerja

Berdasarkan hasil kuesioner pada Gambar 4.6, seluruh responden (100%) menyatakan bahwa perlakuan yang paling sering diterapkan selama bekerja meliputi SOP kerja, penggunaan APD, BMS, PSV, ESD, serta inspeksi rutin. Sebagian responden juga menyatakan bahwa PTW, LOTO, gas *detector*, ventilasi/*blower*, dan *safety briefing* diterapkan pada pekerjaan tertentu, terutama aktivitas dengan risiko tinggi seperti *confined space* dan pekerjaan pemeliharaan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengendalian yang diterapkan telah disesuaikan dengan karakteristik masing-masing aktivitas kerja.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4.7 Persepsi pekerja terhadap efektivitas pengendalian risiko

Berdasarkan Gambar 4.7, seluruh responden memberikan jawaban setuju (50%) dan sangat setuju (50%) bahwa penerapan SOP, PTW, LOTO, inspeksi, dan penggunaan APD membantu mengurangi risiko kecelakaan kerja di Departemen Recovery Boiler. Tidak terdapat responden yang memilih tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa pekerja menilai perlakuan yang diterapkan perusahaan telah mendukung pelaksanaan pekerjaan secara aman.



Tabel 4.4 Langkah - langkah pengendalian setiap aktivitas

No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Penilaian Risiko					Perlakuan risiko	Pengendalian
					PK	Area dampak	PD	Total (PK×PD)	Tingkat Risiko		
1	Memasuki tanki (black liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator, dan ESP)	Akumulasi gas	Terhirup gas beracun	Keracunan	2	Operasional	3	6	High	Turunkan	Permit to work (confined space entry), gas test sebelum pekerjaan, ventilasi area, dan pemantauan gas secara terus menerus SCBA bila diperlukan, APD lengkap, standby man, dan tim penyelamat siaga Ventilasi mekanis, pengukuran kadar oksigen sebelum masuk, dan izin kerja ruang terbatas SCBA, prosedur evakuasi darurat, dan rescue team siaga Pembersihan area kerja secara rutin, pengendalian debu, dan SOP pembersihan Respirator, Safety goggles, dan coverall
					K3	3	6	High	Turunkan		
		Kekurangan oxygen	Terkurung	Kematian	1	Operasional	3	3	Medium	Turunkan	
					K3	3	3	Medium	Turunkan		
		Debu ESP & furnace	Terhirup debu	Sesak nafas	3	Operasional	2	6	High	Turunkan	
K3	2				6	High	Turunkan				
2	Pengoperasian boiler	Charbed high temperatur (1100°C)	Ledakan	Terluka	3	Operasional	3	9	High	Turunkan	DCS monitoring, interlock system, preventive maintenance, dan inspeksi berkala APD tahan panas, face shield, dan pelatihan operator Pressure relief valve, isolasi pipa panas, dan pemeriksaan sistem secara berkala APD tahan panas, dan SOP kerja aman Safety valve, pressure indicator, dan inspeksi pressure vessel APD lengkap, pelatihan operator, dan prosedur tanggap darurat permit to work, LOTO, dan inspeksi area kerja sebelum pekerjaan APD tahan panas, face shield, dan sarung tangan tahan panas Monitoring tingkat kebisingan, dan pembatasan waktu paparan Ear plug/ear muff, dan pemeriksaan pendengaran berkala (audiometri)
					K3	3	9	High	Turunkan		
		Boiler water (400°C)	Terkena steam	Meledak	3	Operasional	3	9	High	Turunkan	
					K3	3	9	High	Turunkan		
		Boiler high pressure (75 bar)		Meninggal dunia	3	Operasional	3	9	High	Turunkan	
K3	3				9	High	Turunkan				
3	Pemersihan dan perawatan smelt spout	Smelt high temperatur (>600°C)	Terkena smelt panas	Luka bakar, iritasi, terluka dan ledakan	2	Operasional	2	6	High	Turunkan	
					K3	3	6	High	Turunkan		
		High noise (120 dB)	Kebisingan ledakan di smelt spout	Gangguan pendengaran	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	
K3	2				6	High	Turunkan				

No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Penilaian Risiko				Tingkat Risiko	Perlakuan risiko	Pengendalian
					PK	Area dampak	PD	Total (PK×PD)			
4	Pembersihan, penggantian <i>spray gun</i> dan <i>nozzle</i>	<i>Flue gas high temperatur (>400°C)</i>	Terkena <i>steam</i> dan HBL Panas	Luka bakar	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	LOTO, <i>permit to work</i> , dan SOP pembersihan
						K3	2	4	Medium	Turunkan	APD tahan panas, dan <i>face shield</i>
		<i>Temperatur HBL (128°C)</i>	Terkena BL	Iritasi	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	SOP pekerjaan, dan isolasi sumber panas sebelum pekerjaan
						K3	2	4	Medium	Turunkan	Sarung tangan tahan panas, apron, dan <i>goggles</i>
5	Pembersihan <i>primary</i> , <i>secondary</i> , dan <i>tertiary windbox</i>	<i>Flue gas high temperatur (>400°C)</i>	<i>Flue gas</i> panas terkena kulit dan mata	Luka bakar pada kulit dan mata	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	LOTO, ventilasi area kerja, dan pemeriksaan kondisi area sebelum bekerja
						K3	2	4	Medium	Turunkan	APD tahan panas, <i>face shield</i> , dan <i>goggles</i>
6	Pengambilan sampel <i>green liquor</i> , <i>black liquor</i> , dan <i>primary condensate</i>	<i>Suhu green liquor (100°C)</i>	Terkena GL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	SOP sampling, dan penggunaan alat sampling khusus
						K3	2	6	High	Turunkan	<i>Face shield</i> , <i>goggles</i> , dan sarung tangan tahan panas
		<i>Suhu HBL (128°C)</i>	Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	Pemeriksaan <i>valve</i> sebelum sampling
						K3	2	6	High	Turunkan	APD tahan panas, dan <i>face shield</i>
		<i>Suhu Condensate (110°C)</i>	Terkena <i>primary condensate (PC)</i>	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	Pemeriksaan kebocoran <i>valve</i> dan pipa
						K3	2	6	High	Turunkan	Sarung tangan tahan panas, dan <i>goggles</i>
7	Aktivitas pengelasan (<i>welding</i> , <i>cutting</i> , <i>grinding</i>) di NCG system dan <i>fuel oil system</i>	Konsentrasi tinggi dari NCG dan <i>fuel oil</i>	Terkena api las	Luka bakar	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	<i>Hot work permit</i> , gas test, isolasi energi (LOTO), dan <i>fire watch</i>
						K3	2	4	Medium	Turunkan	APD <i>welding</i> lengkap, <i>fire blanket</i> , dan APAR
			Kebakaran dan peledakan	Luka bakar dan meninggal dunia	2	Operasional	3	6	High	Turunkan	<i>Grounding</i> peralatan, inspeksi instalasi listrik, dan memastikan area bebas bahan mudah terbakar
						K3	3	6	High	Turunkan	APAR, pelatihan tanggap darurat, dan APD lengkap
8	Pengisian <i>salt cake</i>	<i>Salt cake</i> dan ketinggian	Terhirup <i>salt cake</i>	Gangguan pernafasan	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	Penghisap debu (<i>dust collector</i>), pembersihan area kerja secara rutin, dan SOP <i>loading</i>
						K3	2	6	High	Turunkan	<i>Respirator</i> , dan <i>goggles</i>
			Jatuh	Terluka	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	<i>Guardrail</i> , dan <i>work at height permit</i>

No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Penilaian Risiko				Perlakuan risiko	Pengendalian		
					PK	Area dampak	PD	Total (PK×PD)			Tingkat Risiko	
9	Pengisian sulfur	Sulfur dan ketinggian	Terhirup sulfur	Gangguan pernafasan	3	K3	3	6	High	Turunkan	Full body harness, lifeline, dan helm keselamatan	
					2	Operasional K3	2	4	Medium	Turunkan	Pengendalian debu, dan SOP loading	
			Jatuh	Terluka	2	Operasional K3	2	4	High	Turunkan	Respirator, dan goggles	
					2	Operasional K3	3	6	Medium	Turunkan	Guardrail, dan work at height permit	
			Terbakar/meledak	Luka bakar	2	Operasional K3	3	6	High	Turunkan	Full body harness, dan lifeline	
					2	Operasional K3	3	6	High	Turunkan	Grounding, bonding, inspeksi instalasi listrik, dan larangan sumber api	
10	Pengoperasian lift	Pintu elevator	Injury	Terluka	2	K3	3	6	High	Turunkan	APAR, APD lengkap, dan pelatihan tanggap darurat	
					2	Operasional K3	2	4	Medium	Turunkan	Interlock pintu, dan inspeksi lift secara berkala	
			Rall way elevator	Terjatuh	Luka berat	2	K3	3	6	High	Turunkan	SOP penggunaan lift, dan pelatihan penggunaan
						2	Operasional K3	3	6	High	Turunkan	Preventive maintenance, emergency brake, dan inspeksi wire rope
						2	Operasional K3	3	6	High	Turunkan	Pembatasan kapasitas angkat, dan APD standar area kerja
						2	Operasional K3	2	4	Medium	Turunkan	LOTO, SOP flushing, dan inspeksi valve
11	Pembersihan sumbatan pada black liquor indirect heater	Black dan liuor tinggi	Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	2	K3	2	4	Medium	Turunkan	APD tahan panas, dan face shield	
					2	Operasional K3	2	4	Medium	Turunkan	Pelepasan tekanan (depressurizing) sebelum pekerjaan, dan SOP maintenance	
			Steam dan suhu tinggi	Luka bakar	2	K3	2	4	High	Turunkan	APD tahan panas, sarung tangan tahan panas, dan face shield	
					2	Operasional K3	2	6	High	Turunkan		

Sumber: Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel 4.4, pengendalian risiko di Departemen Recovery Boiler diterapkan melalui kombinasi *engineering control*, *administrative control*, dan penggunaan APD. Bentuk pengendalian tersebut meliputi BMS, PSV, ESD, PTW, LOTO, inspeksi dan *preventive maintenance*, pelaksanaan pekerjaan sesuai SOP, serta penggunaan APD sesuai potensi bahaya pada setiap aktivitas kerja. Pengendalian tersebut disesuaikan dengan tingkat risiko pada masing-masing aktivitas, terutama pada pekerjaan dengan kategori *moderate* dan *high*. Hasil wawancara dengan supervisor Recovery Boiler menunjukkan bahwa setiap pekerjaan berisiko diawali dengan pemeriksaan kondisi kerja, penerapan PTW dan LOTO, serta inspeksi peralatan sebelum pekerjaan dimulai.

Selain itu, operator Recovery Boiler menyampaikan bahwa pekerja selalu mengikuti *toolbox meeting*, menggunakan APD sesuai ketentuan, dan melaksanakan pekerjaan berdasarkan SOP untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Hasil wawancara tersebut didukung oleh hasil kuesioner yang menunjukkan bahwa 100% responden menyatakan setuju hingga sangat setuju bahwa penggunaan APD, penerapan SOP, PTW, LOTO, inspeksi rutin, dan pelatihan K3 merupakan langkah yang efektif dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja. Seluruh responden juga menyatakan bahwa pengendalian yang diterapkan perusahaan telah mendukung pelaksanaan pekerjaan secara aman.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Wandu et al., (2026) yang menyatakan bahwa pengendalian risiko pada area Recovery Boiler dilakukan melalui kombinasi pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan APD sesuai tingkat risiko yang telah diidentifikasi. Penerapan SOP, *work permit*, inspeksi berkala, serta *preventive maintenance* merupakan bagian dari strategi pengendalian untuk meminimalkan potensi bahaya pada aktivitas kerja di Recovery Boiler. Selain itu, Achly et al., (2025) menjelaskan bahwa pelaksanaan *preventive maintenance* dan pengendalian kondisi operasi berperan penting dalam menjaga keandalan Recovery Boiler dan mengurangi gangguan proses. Sejalan dengan itu, Nabilla et al., (2021) menyatakan bahwa penerapan SOP, penggunaan APD, dan pengendalian administratif merupakan bagian penting dari implementasi keselamatan dan kesehatan kerja di industri *pulp* dan *paper*.

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, kuesioner, dan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pengendalian risiko yang diterapkan di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP telah sesuai dengan potensi bahaya pada setiap aktivitas kerja. Penerapan pengendalian tersebut berkontribusi dalam mengurangi peluang terjadinya kecelakaan kerja serta mendukung pelaksanaan pekerjaan yang lebih aman di area Recovery Boiler.

4.3.1 Kesesuaian Pengendalian Risiko dengan Kondisi Lapangan

Berdasarkan hasil identifikasi potensi bahaya (Tabel 4.1), penilaian risiko menggunakan metode HIRADC (Tabel 4.3), observasi lapangan, wawancara, dan kuesioner, diketahui bahwa pengendalian risiko di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP telah disesuaikan dengan potensi bahaya dan tingkat risiko pada setiap aktivitas kerja. Pengendalian yang diterapkan meliputi *engineering control*, *administrative control*, dan penggunaan APD. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan telah menerapkan pengendalian sesuai dengan prinsip *hierarchy of control*, yaitu mengutamakan pengendalian pada sumber bahaya sebelum penggunaan APD sebagai lapisan perlindungan terakhir.

Aktivitas pengoperasian boiler yang termasuk kategori *high Risk*, hasil identifikasi menunjukkan adanya potensi bahaya berupa temperatur tinggi (*char bed* $\pm 1100^{\circ}\text{C}$), *boiler water* ($\pm 400^{\circ}\text{C}$), dan tekanan tinggi (75 bar) yang berpotensi menyebabkan ledakan, luka bakar, hingga kematian. Berdasarkan hasil observasi, perusahaan telah menerapkan BMS, PSV, ESD, pemantauan melalui DCS, serta *preventive maintenance* secara berkala. Selain itu, operator diwajibkan memiliki SIO dan menggunakan APD sesuai ketentuan. Meskipun berbagai pengendalian telah diterapkan, aktivitas ini tetap berada pada kategori *high risk* karena sumber bahaya berupa temperatur dan tekanan tinggi merupakan karakteristik utama proses Recovery Boiler yang tidak dapat dieliminasi, sehingga pengendalian difokuskan untuk menurunkan kemungkinan terjadinya kecelakaan serta meminimalkan dampak apabila terjadi kegagalan sistem.

Sementara itu, pada aktivitas yang termasuk kategori *Moderate Risk*, seperti memasuki ruang terbatas (*confined space*), perawatan *smelt spout*,

penggantian *spray gun* dan *nozzle*, pengambilan sampel proses, pengelasan pada sistem NCG dan *fuel oil*, pengisian *salt cake*, pengisian sulfur, pengoperasian *lift*, serta pembersihan *black liquor indirect heater*, perusahaan telah menerapkan PTW, LOTO, pengukuran atmosfer kerja menggunakan gas *detector*, inspeksi berkala, *preventive maintenance*, *housekeeping*, serta penggunaan APD sesuai dengan jenis pekerjaan. Pengendalian tersebut telah disesuaikan dengan potensi bahaya yang teridentifikasi sehingga mampu mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja.

Berdasarkan hasil wawancara, supervisor Recovery Boiler menjelaskan bahwa seluruh pekerjaan yang memiliki potensi bahaya wajib diawali dengan identifikasi bahaya, pemeriksaan kondisi peralatan, penerapan PTW dan LOTO apabila diperlukan, serta memastikan seluruh persyaratan keselamatan telah dipenuhi sebelum pekerjaan dimulai. Selain itu, *toolbox meeting* dilaksanakan sebelum pekerjaan sebagai media untuk mengingatkan pekerja mengenai potensi bahaya, langkah pengendalian, dan penggunaan APD sesuai jenis pekerjaan. operator Recovery Boiler juga menyampaikan bahwa setiap pekerjaan operasional maupun pemeliharaan selalu mengacu pada SOP dan berada di bawah pengawasan supervisor sehingga pelaksanaan pekerjaan tetap sesuai dengan prosedur keselamatan yang berlaku.

Hasil wawancara tersebut diperkuat oleh hasil kuesioner yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Berdasarkan diagram tersebut, seluruh responden memberikan penilaian positif terhadap pengendalian risiko yang telah diterapkan perusahaan, yaitu 50% responden menyatakan setuju dan 50% responden menyatakan sangat setuju, sedangkan tidak terdapat responden yang menyatakan tidak setuju. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengendalian yang diterapkan di Departemen Recovery Boiler telah berjalan dengan baik dan mampu mendukung pelaksanaan pekerjaan secara aman.

Selanjutnya, berdasarkan Gambar 4.4, diketahui bahwa seluruh responden (100%) menyatakan pengendalian yang selalu diterapkan dalam aktivitas kerja meliputi SOP kerja, penggunaan APD, inspeksi rutin, BMS, PSV, dan ESD. Sementara itu, PTW, LOTO, gas *detector*, ventilasi/*blower*, dan *safety briefing* dinyatakan diterapkan pada pekerjaan tertentu yang

memiliki tingkat risiko lebih tinggi, seperti pekerjaan *confined space*, pengelasan, dan aktivitas pemeliharaan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengendalian yang diterapkan telah disesuaikan dengan karakteristik masing-masing aktivitas kerja dan tingkat risiko yang dimiliki.

Temuan penelitian ini menunjukkan adanya kesesuaian antara hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko menggunakan metode HIRADC, penerapan pengendalian di lapangan, serta persepsi pekerja terhadap efektivitas pengendalian yang telah dilakukan perusahaan. Selain itu, pengendalian yang diterapkan tidak hanya memenuhi prosedur perusahaan, tetapi juga telah dirasakan manfaatnya oleh pekerja dalam mendukung pelaksanaan pekerjaan secara lebih aman.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Wandu et al., (2026) yang menyatakan bahwa pengendalian risiko pada unit Recovery Boiler di industri pulp dan paper dilakukan melalui kombinasi *engineering control*, *administrative control*, dan penggunaan APD sesuai tingkat risiko yang telah diidentifikasi menggunakan metode HIRARC. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa aktivitas pengoperasian boiler, pekerjaan *confined space*, pekerjaan pengelasan, serta aktivitas pemeliharaan memerlukan penerapan PTW, LOTO, inspeksi berkala, dan *preventive maintenance* karena melibatkan temperatur tinggi, tekanan tinggi, serta bahan kimia proses yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja.

Temuan ini juga didukung oleh (Shalihin, 2021) yang menyatakan bahwa keandalan instrumen pada Recovery Boiler sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan pemeliharaan yang tepat untuk mencegah kegagalan operasi. Selain itu, Nasution et al., (2024) menjelaskan bahwa operasi dan pemeliharaan boiler yang baik berperan penting dalam menjaga kinerja dan efisiensi sistem boiler di industri pulp dan kertas. Sejalan dengan hal tersebut, (Ronggur et al., 2025) menyatakan bahwa pemeliharaan berkala pada komponen boiler diperlukan untuk mempertahankan kinerja perpindahan panas dan mendukung kontinuitas operasi. Penerapan pengendalian tersebut juga telah dilakukan di PT TEL PP melalui SOP, PTW, LOTO, inspeksi,

preventive maintenance, gas test, dan penggunaan APD sesuai tingkat risiko sehingga mendukung keselamatan pekerja dan kontinuitas proses produksi.

Secara keseluruhan, hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko, observasi, wawancara, dan kuesioner menunjukkan bahwa pengendalian risiko yang diterapkan di Departemen Recovery Boiler PT TEL PP telah sesuai dengan kondisi lapangan dan potensi bahaya yang teridentifikasi. Meskipun demikian, aktivitas pengoperasian boiler masih berada pada kategori *high risk*, sehingga perusahaan perlu terus meningkatkan efektivitas *preventive maintenance*, pemantauan kondisi operasi secara *real time*, inspeksi terhadap sistem keselamatan boiler, serta pelaksanaan pelatihan dan simulasi tanggap darurat secara berkala agar kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dapat diminimalkan dan keandalan operasi Recovery Boiler tetap terjaga.

4.3.2 Kebijakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di PT TEL PP

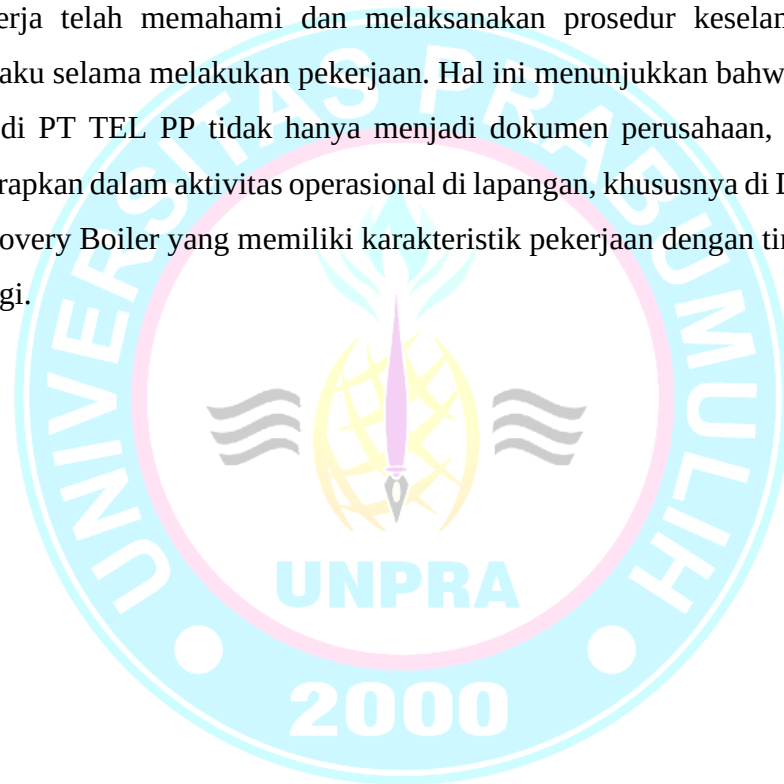
Berdasarkan dokumen kebijakan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) PT TEL PP, perusahaan berkomitmen menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja pada seluruh kegiatan operasional yang melibatkan karyawan, kontraktor, dan pemasok. Kebijakan tersebut bertujuan menciptakan tempat kerja yang aman dan sehat, mencegah kecelakaan kerja, kebakaran, dan penyakit akibat kerja, serta mendukung produktivitas perusahaan (PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper, 2022).

Dokumen kebijakan juga menyatakan bahwa perusahaan menerapkan SMK3 yang terintegrasi dengan ISO 45001. Penerapan sistem tersebut dilakukan melalui penyediaan tempat kerja yang aman, pelaksanaan konsultasi dan partisipasi pekerja, perbaikan berkelanjutan, kepatuhan terhadap peraturan perundang-undangan, penyediaan pelatihan, serta penyediaan sumber daya yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan K3 (PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper, 2022).

Berdasarkan hasil observasi selama penelitian di Departemen Recovery Boiler, kebijakan tersebut telah diterapkan dalam kegiatan operasional sehari-hari. Penerapan tersebut terlihat dari penggunaan APD sesuai jenis pekerjaan, pelaksanaan PTW pada pekerjaan berisiko, penerapan LOTO pada kegiatan

pemeliharaan, pelaksanaan *safety briefing* sebelum pekerjaan dimulai, serta tersedianya rambu-rambu K3, jalur evakuasi, titik kumpul darurat, dan papan informasi bahaya di area kerja. Selain itu, pada aktivitas pengoperasian boiler perusahaan menerapkan BMS, PSV, ESD, serta pemantauan proses melalui DCS.

Pekerjaan memasuki ruang terbatas, seperti *black liquor tank*, *dissolving tank*, *furnace*, *evaporator*, dan ESP, pekerjaan dilaksanakan sesuai prosedur *confined space entry* dengan pemeriksaan atmosfer kerja sebelum izin kerja diterbitkan. Berdasarkan hasil observasi, wawancara dan kuesioner, pekerja telah memahami dan melaksanakan prosedur keselamatan yang berlaku selama melakukan pekerjaan. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan K3 di PT TEL PP tidak hanya menjadi dokumen perusahaan, tetapi telah diterapkan dalam aktivitas operasional di lapangan, khususnya di Departemen Recovery Boiler yang memiliki karakteristik pekerjaan dengan tingkat risiko tinggi.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja area Departemen Recovery Boiler dengan metode HIRADC di PT TEL PP, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Potensi bahaya dan risiko yang terdapat pada aktivitas kerja di area Departemen Recovery Boiler berhasil diidentifikasi pada 11 aktivitas kerja utama. Potensi bahaya yang ditemukan berasal dari suhu tinggi, tekanan tinggi, bahan kimia, gas beracun, debu, kebisingan, area kerja di ketinggian, serta peralatan mekanik. Bahaya tersebut berpotensi menimbulkan berbagai risiko seperti gangguan pernapasan, iritasi kulit dan mata, luka bakar, cedera kerja, hingga risiko fatalitas pada kondisi tertentu. Aktivitas dengan potensi bahaya dominan ditemukan pada pengoperasian boiler, *confined space*, pengambilan sampel, pengelasan, serta aktivitas *maintenance*.
2. Tingkat penilaian risiko menggunakan metode HIRADC menunjukkan bahwa berdasarkan SNI ISO 31000:2018 dilakukan menggunakan peringkat kemungkinan (PK) dan peringkat dampak (PD) pada aspek operasional dan K3. Hasil penilaian menunjukkan terdapat 18 risiko terkategori high dan 30 risiko terkategori medium, sedangkan tidak ditemukan risiko terkategori low. Risiko tertinggi ditemukan pada aktivitas pengoperasian boiler, khususnya pada potensi bahaya *char bed temperature* (1100°C), *boiler water* (400°C), dan *boiler high pressure* (75 bar) yang memperoleh nilai risiko 9 ($PK = 3 \times PD = 3$) pada aspek operasional maupun K3.
3. Langkah perlakuan risiko yang diterapkan pada Departemen Recovery Boiler berupa strategi menurunkan risiko (*risk reduction*) sesuai dengan prinsip SNI ISO 31000:2018. Perlakuan risiko tersebut diwujudkan melalui penerapan SOP, PTW, LOTO, inspeksi, *preventive maintenance*, gas test pada pekerjaan *confined space*, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta pengawasan selama pekerjaan berlangsung. Penerapan perlakuan risiko tersebut berkontribusi dalam mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja

maupun dampaknya terhadap keselamatan pekerja dan proses operasional sehingga mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja area Departemen Recovery Boiler PT TELL PP, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi PT TEL PP: diharapkan dapat menerapkan *risk-based inspection* (RBI) pada peralatan kritis, seperti Recovery Boiler, *pressure vessel*, dan sistem perpipaan. Penerapan RBI diharapkan dapat mengoptimalkan pelaksanaan inspeksi berdasarkan tingkat risiko sehingga potensi kegagalan peralatan dapat dideteksi lebih dini dan kelancaran operasi tetap terjaga.
2. Bagi pekerja: diharapkan tetap mempertahankan kepatuhan terhadap SOP, PTW, LOTO, serta penggunaan APD sesuai dengan jenis pekerjaan dan potensi bahaya yang dihadapi. Selain itu, pekerja diharapkan lebih aktif melaporkan kondisi tidak aman (*unsafe condition*), tindakan tidak aman (*unsafe action*), maupun kejadian *near miss* sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan sebelum terjadi kecelakaan kerja.
3. Bagi peneliti selanjutnya: diharapkan dapat mengembangkan penelitian mengenai penerapan SNI ISO 31000:2018 dengan mengevaluasi efektivitas perlakuan risiko menggunakan data kecelakaan kerja, *near miss*, maupun indikator kinerja keselamatan lainnya. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengombinasikan ISO 31000:2018 dengan metode analisis risiko lain, seperti FMEA, *bow tie analysis*, atau LOPA untuk memperoleh hasil analisis yang lebih komprehensif pada unit Recovery Boiler di industri *pulp* dan kertas.

DAFTAR PUSTAKA

- Achly, D., Elfiano, E., & Subekti, P. (2025). *Analisa Variasi Pembukaan Dumper Pada Primary dan Secondary Air Fan Terhadap Pembakaran Black Liquor Pada Recovery Boiler PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk.* 17. <https://doi.org/10.30606/aptek.v17i2.3339>
- Adelina, A., Abrar, A. D. M., Simanjuntak, E. Z., Silvia, M. E., Meliala, M. A., Khairunisa, T., & Malik, R. A. (2025). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Melalui Metode HIRADC Pada UMKM Batik XYZ. *JABB*, 6(1), 2025. <https://doi.org/10.46306/jabb.v6i1>
- Ananda, D. Z., & Srisantyorini, T. (2025). *HIRADC Analysis at PT Adhi Karya Mahata Serpong in 2025.* 05. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/AN-NUR>
- Arifianto, Y. E., Safii, A., & Hidayat, S. (2023). *Analisis HIRARC Pada Pekerjaan Boiler di Unit Utilities PT Kilang Pertamina Internasional (KPI) Refinery Unit (RU) VI Balongan.*
- BPJS. (2024, January 3). *Kecelakaan Kerja Makin Marak dalam Lima Tahun Terakhir.* BPJS Ketenagakerjaan. <https://www.bpjsketenagakerjaan.go.id/berita/28681/Kecelakaan-Kerja-makin-Marak-dalam-Lima-Tahun-Terakhir>
- Dhaifullah, H. D. (2022). *Analisis Hazard Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) di Riga Well Service PT. XYZ Tahun 2022.*
- Fitriyanti, R. (2010). *Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Pulp dan Kertas.* 326.
- Hartanto, V. (2018). *Hazard Identification Berdasarkan OHSAS 18001:2007 di Universitas X* (Vol. 6, Number 2).
- Hendriansyah, Y. A. E. (2023). Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Karyawan Terhadap Produktivitas Perusahaan PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper. *Equivalent : Journal of Economic, Accounting and Management*, 2(1), 37–56. <https://doi.org/10.61994/equivalent.v2i1.181>
- Hidayat, R., & Syahtaria, M. I. (2023). *Black Liqour sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan dari Industri Pulp dan Kertas.* 7.
- Husaini, A. C. B. (2023). Pemahaman Resiko Dan Manajemen Resiko. *Jurnal Nuansa: Publikasi Ilmu Manajemen Dan Ekonomi Syariah*, 1(3), 318–325. <https://doi.org/10.61132/nuansa.v1i3> September.272
- Kurniawan, F. R. L., Bhirawa, W. T., Yulianto, D., & Sanusi, S. (2025). *Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Di Lingkungan Sekolah Dasar Dengan Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Determining Control (Hiradc).*

Larasati, A. W., Wirawan, P. A. D., & Amanda, T. S. (2025). Risk Assessment Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Pergudangan di Pelabuhan XYZ Menggunakan Metode HIRADC Indonesian Journal of Maritime. *Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime*, 6(1), 13–24.

Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000. (2018).

Maryadi et al. (2025). Resume Literatur Kajian Pustaka Jurnal Terkait: Pengaruh Risk Assessment dan Safety Culture terhadap Peningkatan Kinerja K3 pada Industri Pulp dan Kertas. *Jurnal Kesehatan Amanah*, 9(1), 269–281. <https://doi.org/10.57214/jka.v9i1.842>

Nabilla, P., Lestari Norhiza, F., Gilang Permata, E., & Ihsan Hamdy, M. (2021). *Analisis Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pekerjaan Hot Tapping Steam Pipe Line (Studi Kasus : Departemen Asia Pasific Rayon PT.RAPP)*.

Nasution, F. F., Khotimah, N., Sihombing, T., & Martin, A. (2024). Evaluasi Unjuk Kerja Boiler: Studi Kasus pada Pabrik Pulp dan Kertas PT. ABC. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 13(2). <https://doi.org/10.24127/trb.v13i2.3119>

Nurhayati, D. R., & Purnomo, S. Y. (2023). Analisis Risiko K3 dengan Metode HIRADC pada Industri Pengolahan Makanan Laut di Jawa Timur. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(3), 450–461. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i3.1883>

Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun. (2012). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun*.

Putra, M. A. (2024). *Studi Pengaturan dan Proteksi Motor 6.6 KV Pada Recovery Boiler 2 PT. RAPP*.

Ramadhani, N., & Rini, E. N. W. (2021). Kajian Identifikasi Bahaya, Analisis Risiko dan Pengendalian Bahaya di PT X Tahun 2021. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(2), 168–179. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/ANN/article/view/5105>

Ronggur, J., Panjaitan, H., Manurung, A. T., & Galingging, V. H. (2025). Evaluation of Economizer Heat Transfer in Boiler Recovery Units in Pulp Factory. *Jurnal Media Mesin*, 26(1).

Shalihin. (2021). *Analisa Keandalan Indstrumen Pada Recovery Boiler Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenace (RCM) PT. Indah Kiat Pulp and Paper*.

Simbolon et al. (2024). *Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Sebagai Determinan Tentang Optimasi Produktivitas Kerja*. www.onlinedoctranslator.com

Smook, G. A. (2022). *Handbook for Pulp & Paper Technologists*. <https://archive.org/details/nandbookforpulpp0000smoo>

Sumarna, H., Hidayati, B., Ramadhoni, T. S., Okviyanto, T., Anwar, Z., Rifa, A. I., Mesin, J. T., Sriwijaya, N., Srijaya, J., Bukit, N., & Palembang, B. (2023). *Analisis Pengaruh*

Total DRY Silod Black Liqour Terhadap Efisiensi Recovery Boiler. 4(2), 2723–3359. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8085820>

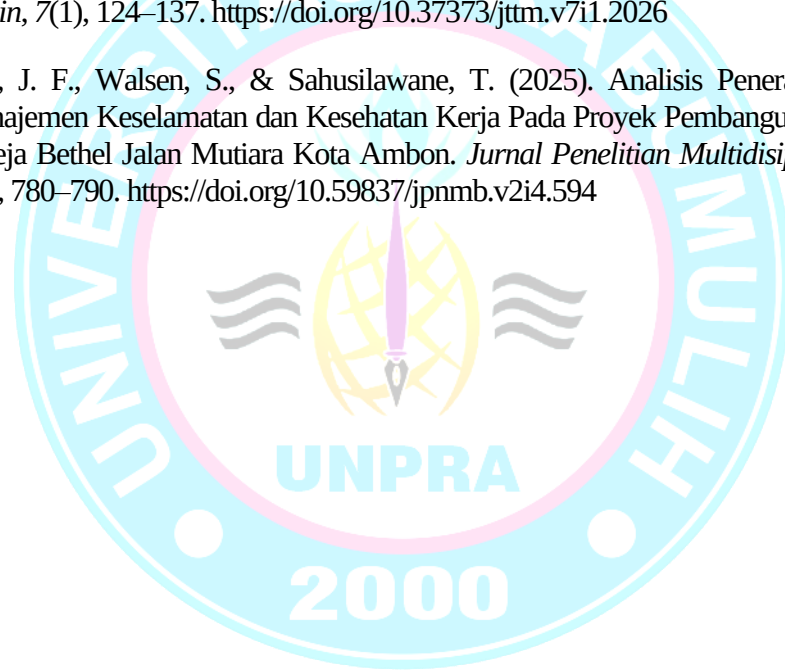
Surjasni, & Akbar, F. (2025). Hukum Kesehatan dan Keselamatan Kerja. *JIKES: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 4(1), 37–50. <https://doi.org/10.71456/jik.v4i1.1467>

Topik Berita. (2023, June 5). *Pekerja Harian di PT.TEL di duga Tewas Tersiram Air Panas*. <https://www.topikberita.co/video-pekerja-harian-di-pt-tel-diduga-tewas-tersiram-air-panas/>

Undang-Undang Republik Indonesia No 1 Tahun. (1970). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja. *Presiden Republik Indonesia*, (14), 1–20. <https://jdih.esdm.go.id/storage/document/uu-01-1970.pdf>

Wandi, Ni Njoman Manik Susantini, Erwin, E., Apriani, R., Susilo, N. A., K.Sijabat, E., & Rahmatika, A. (2026). Risk Control Analysis in Recovery Boiler Machines Using the HIRARC Method in Pulp and Paper Manufacturing. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 7(1), 124–137. <https://doi.org/10.37373/jttm.v7i1.2026>

Werinussa, J. F., Walsen, S., & Sahusilawane, T. (2025). Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Proyek Pembangunan Gedung Gereja Bethel Jalan Mutiara Kota Ambon. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 2(4), 780–790. <https://doi.org/10.59837/jpnmb.v2i4.594>





LAMPIRAN

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Pertanyaan wawancara

Tabel 1 Wawancara pekerja

DAFTAR PERTANYAAN:		UNIVERSITAS PRABUMULIH	
		NARASUMBER: 1. Almen 2. Harun AlRasyid HARI: TANGGAL:	PEKERJAAN: 1. Recovery Boiler 2. Safety Office
NO	PERTANYAAN	INFORMAN 1 PEKERJA RB	INFORMAN 2 SAFETY
A. IDENTIFIKASI BAHAYA DAN RISIKO			
1.	Apa saja yang Bapak/ Ibu ketahui tentang aktivitas pekerjaan yang dilakukan di area Recovery Boiler? Apa saja potensi bahaya yang terdapat pada setiap aktivitas pekerjaan di area Recovery Boiler, serta pada bagian mana bahaya tersebut paling sering muncul?	Aktivitas kerja di area Recovery Boiler terdiri dari aktivitas rutin dan non rutin. Aktivitas rutin meliputi pengoperasian boiler, pengambilan sampel <i>green liquor</i> (GL), <i>black liquor</i> (BL) dan <i>primary condensate</i> (PC) pengisian <i>salt cake</i>, pengisian sulfur, serta pengoperasian <i>lift</i>. Aktivitas non rutin meliputi memasuki tangki (<i>black liquor tank</i>, <i>dissolving tank</i>, <i>furnace</i>, <i>evaporator</i>, dan ESP), pembersihan dan perawatan <i>smelt spout</i>, pembersihan dan penggantian <i>spray gun</i> dan <i>nozzle</i>, pembersihan <i>primary</i>, <i>secondary</i> dan <i>tertiary windbox</i>, aktivitas pengelasan pada <i>non-condensable gas</i>	Area Recovery Boiler memiliki karakteristik bahaya yang melibatkan proses pembakaran <i>black liquor</i>, tekanan tinggi, temperatur tinggi, bahan kimia proses, serta pekerjaan <i>confined space</i>. Potensi bahaya yang dominan meliputi akumulasi gas, kekurangan oksigen, paparan debu, suhu dan tekanan tinggi, percikan smelt panas, kebisingan, kebakaran, ledakan, serta jatuh dari ketinggian.

	(NCG) <i>system</i> dan <i>fuel oil system</i> , serta pembersihan sumbatan pada <i>black liquor indirect heater</i> yang umumnya dilakukan saat <i>shutdown</i> atau <i>maintenance</i> .	
2. Seberapa sering aktivitas tersebut dilakukan (harian/mingguan)?	Aktivitas operasional seperti pengoperasian boiler, <i>monitoring</i> proses, dan pengambilan sampel dilakukan setiap hari. Aktivitas <i>maintenance</i> dilakukan secara berkala sesuai jadwal atau saat <i>shutdown</i> . Bahaya yang ditemukan meliputi bahaya fisik berupa panas, kebisingan, dan tekanan tinggi; bahaya kimia berupa <i>black liquor</i> , <i>green liquor</i> , sulfur, dan gas proses; serta bahaya mekanik dari peralatan dan mesin yang beroperasi.	Aktivitas operasional Recovery Boiler berlangsung selama 24 jam sehingga pekerja selalu terpapar potensi bahaya. Bahaya yang ditemukan meliputi bahaya fisik (temperatur tinggi, panas gas buang, kebisingan), bahaya kimia (sulfur, <i>green liquor</i> , <i>black liquor</i>), bahaya listrik, bahaya mekanik, serta risiko psikososial akibat beban kerja dan sistem shift kerja.
Menurut Bapak/Ibu bahaya dan risiko apa saja yang terdapat dalam proses area pekerjaan pada aktivitas yang ada?		
Seperti:		
Kategori:		
1. Safety:		
2. Health:		
3. Fire:		
a) Bahaya Biologi		
b) Bahaya Fisik		
c) Bahaya Kimia		
d) Bahaya Listrik		
e) Bahaya Mekanik		
f) Bahaya Ergonomi		
g) Bahaya Psikososial		

- | | | | |
|----|--|---|--|
| 3. | Apakah di Recovery Boiler pernah terjadi kecelakaan kerja atau terjadi nyaris celaka (<i>near miss</i>)? Dan jika ada, berapa kali pernah terjadi? | Pernah terjadi <i>near miss</i> seperti percikan <i>black liquor</i> panas, kebocoran steam kecil, dan pekerja hampir terpeleset saat <i>cleaning</i> area. Setiap kejadian <i>unsafe condition</i> biasanya langsung dilaporkan kepada supervisor atau <i>safety officer</i> . | Area Recovery Boiler pernah ditemukan kejadian <i>near miss</i> seperti kebocoran steam, percikan <i>smelt</i> , dan kondisi tidak aman pada area kerja. Pelaporan <i>unsafe action</i> , <i>unsafe condition</i> , dan <i>near miss</i> dilakukan secara rutin sebagai bagian dari penerapan K3 dan evaluasi pengendalian risiko. |
|----|--|---|--|

Apakah Bapak/Ibu pernah atau selalu melakukan pelaporan *unsafe action*, *unsafe condition* dan *nearmiss*?

B. PENILAIAN RISIKO

Severity (Keparahan)

- | | | | |
|----|---|--|---|
| 1. | Dalam aktivitas bahaya risiko yang sudah Bapak/ Ibu jelaskan, Jika bahaya tersebut terjadi, seberapa besar tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan, baik terhadap pekerja, peralatan, proses produksi, maupun lingkungan? | Dampak yang ditimbulkan cukup besar terutama pada aktivitas boiler dan <i>confined space</i> karena dapat menyebabkan luka bakar, gangguan pernapasan, bahkan kematian apabila terjadi ledakan atau paparan gas beracun. Secara umum tingkat risiko di area Recovery Boiler termasuk sedang hingga tinggi. | Tingkat keparahan risiko pada Recovery Boiler tergolong sedang hingga tinggi karena aktivitas melibatkan temperatur dan tekanan tinggi. Risiko tertinggi terdapat pada pengoperasian boiler, pekerjaan <i>confined space</i> , dan <i>hot work</i> karena dapat menyebabkan <i>fatality</i> , kerusakan alat, serta gangguan proses produksi. |
|----|---|--|---|

Bagaimana tingkat risiko nya secara umum (rendah / sedang / tinggi)?

Probability (Kemungkinan)

- | | | | |
|----|--|--|--|
| 2. | Menurut Bapak/Ibu, seberapa besar kemungkinan bahaya tersebut terjadi pada setiap aktivitas di Recovery Boiler, dilihat dari frekuensi kejadian, kondisi kerja saat itu, serta pengalaman kejadian sebelumnya? | Kemungkinan bahaya dapat terjadi sewaktu-waktu terutama pada aktivitas rutin yang berhubungan langsung dengan panas, steam, tekanan tinggi, dan bahan kimia. Aktivitas boiler dan <i>sampling</i> memiliki kemungkinan lebih besar karena dilakukan setiap hari. | <i>Probability</i> setiap aktivitas berbeda-beda. Aktivitas operasional boiler memiliki peluang paparan yang lebih tinggi karena dilakukan terus menerus. Sementara pekerjaan <i>confined space</i> dan <i>hot work</i> memiliki peluang lebih rendah, namun tetap memerlukan pengendalian ketat karena dampaknya besar. |
|----|--|--|--|

C. PENGENDALIAN RISIKO

- | | | |
|---|--|--|
| 1. Apa saja upaya pengendalian bahaya yang sudah dilakukan? | Pengendalian yang diterapkan meliputi penggunaan SOP, <i>permit to work</i> (PTW), <i>lock out tag out</i> (LOTO), <i>safety briefing</i> , inspeksi peralatan, penggunaan gas <i>detector</i> , ventilasi <i>blower</i> , serta pemasangan rambu keselamatan pada area kerja. | Pengendalian dilakukan melalui <i>engineering control</i> , <i>administrative control</i> , dan penggunaan APD. Pengendalian teknis yang digunakan antara lain <i>boiler management system</i> (BMS), <i>pressure safety valve</i> (PSV), <i>emergency shutdown system</i> (ESD), <i>grounding system</i> , serta monitoring peralatan secara berkala. |
| 2. Apakah sudah menggunakan APD? Sebutkan jenisnya | Ya, pekerja menggunakan APD lengkap seperti helm, <i>safety shoes</i> , masker, <i>rubber glove</i> , <i>welding glove</i> , <i>face shield</i> , <i>earplug</i> , dan <i>safety harness</i> sesuai jenis pekerjaan. | Penggunaan APD diwajibkan pada seluruh area Recovery Boiler. Jenis APD yang digunakan disesuaikan dengan aktivitas kerja seperti <i>respirator</i> , <i>face shield</i> , <i>welding helmet</i> , <i>goggles</i> , <i>safety shoes</i> , dan sarung tangan tahan panas. |
| 3. Apakah pengendalian yang ada sudah efektif? | Pengendalian yang ada sudah cukup baik karena sebagian besar aktivitas dapat dilakukan dengan aman, namun masih perlu peningkatan pengawasan terutama pada area suhu tinggi dan <i>confined space</i> . | Secara umum pengendalian sudah berjalan efektif dan tingkat kepatuhan penggunaan APD cukup tinggi, namun perlu peningkatan evaluasi berkala dan penguatan <i>engineering control</i> untuk mengurangi risiko kritis. |
| 4. Apa saran untuk mengurangi peringkat kemungkinan (PK) dan peringkat dampak (PD) dari bahaya risiko yang ada? | Perlu dilakukan pemeriksaan alat lebih rutin, peningkatan disiplin penggunaan APD, serta penambahan alat <i>monitoring</i> gas dan temperatur pada area kerja berisiko tinggi. | Disarankan meningkatkan <i>preventive maintenance</i> , optimalisasi gas <i>detector</i> dan sensor monitoring, pelatihan <i>emergency response</i> secara berkala, serta peningkatan pengawasan terhadap penerapan SOP dan <i>permit to work</i> . |

KUESIONER

A. Identitas Responden

Petunjuk: Isilah titik-titik di bawah ini dengan data diri anda yang sebenarnya.

1. Nama Lengkap : Erfandi Fadli
2. Pekerjaan : Recovery Boiler
3. Jabatan : Supervisor
4. Aktivitas kerja : Memasuki tangki (*black liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator, ESP*), pembersihan dan perawatan *smelt spout*, aktivitas pengelasan (*welding, cutting, grinding*) pada *NCG system* dan *fuel oil system*, pengoperasian *lift*

B. Daftar Pertanyaan

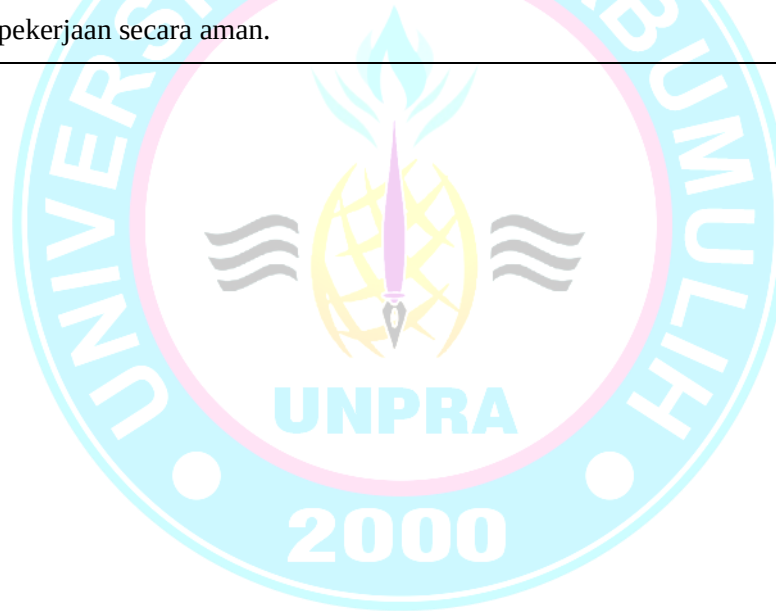
Petunjuk: Beri tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan pengetahuan dan pemahaman anda.

No	Pertanyaan	1	2	3
1	Saya memahami tahapan dan prosedur kerja pada aktivitas yang saya lakukan.		✓	
2	Saya mengetahui potensi bahaya yang dapat muncul selama aktivitas kerja berlangsung.	✓		

3	Potensi bahaya pada aktivitas kerja saya dapat muncul sewaktu-waktu apabila prosedur kerja tidak dijalankan dengan benar.	✓
4	Dampak yang ditimbulkan apabila terjadi kecelakaan pada aktivitas kerja saya dapat menyebabkan cedera serius atau mengganggu proses operasional.	✓
5	Pengendalian yang diterapkan perusahaan seperti SOP, <i>permit to work</i> , LOTO, inspeksi, dan APD membantu mengurangi risiko kecelakaan kerja.	✓
6	Pengendalian yang telah diterapkan pada aktivitas kerja saya sudah berjalan dengan baik dan mendukung pelaksanaan pekerjaan secara aman.	✓

Note:

Skala	Keterangan
1	=setuju
2	=sangat setuju
3	=tidak setuju



C. Aktivitas Kerja

No	Pertanyaan	Checklist
Identifikasi Aktivitas Kerja		
1	Aktivitas kerja apa saja yang pernah Bapak/Ibu lakukan di Departemen Recovery Boiler?	☒ Memasuki tangki (<i>back liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator, ESP</i>) ☐ pengoperasian boiler ☒ pembersihan dan perawatan <i>smelt spout</i> ☐ pembersihan dan penggantian <i>spray gun</i> dan <i>nozzle</i> ☐ pembersihan <i>primary, secondary, dan tertiary windbox</i> ☐ pengambilan sampel <i>green liquor, black liquor, dan primary condensate</i> ☒ aktivitas pengelasan (<i>welding, cutting, grinding</i>) pada <i>nrg system</i> dan <i>fuel oil system</i> ☐ pengisian <i>salt cake</i> ☐ pengisian sulfur ☒ pengoperasian <i>lift</i> ☐ pembersihan sumbatan pada <i>black liquor indirect heater</i>
Identifikasi Bahaya Berdasarkan Aktivitas		
2	Berdasarkan aktivitas yang dipilih, potensi bahaya apa yang paling sering ditemui?	☒ Suhu tinggi ☒ Tekanan tinggi ☒ Akumulasi gas ☒ Kekurangan oksigen ☒ Debu ☒ Kebisingan ☒ Paparan bahan kimia ☒ Percikan smelt panas ☒ Steam panas ☒ Bahaya listrik ☒ Kebakaran ☒ Ledakan

	☒ Jatuh dari ketinggian ☒ Terjepit peralatan ☐ Lainnya: _____
NO	Peringkat kemungkinan
3	Seberapa sering potensi bahaya tersebut dapat muncul selama pekerjaan dilakukan? ☐ 1= Sangat kecil kemungkinan terjadi ☒ 2= Mungkin bisa terjadi ☐ 3= Sangat besar kemungkinan terjadi
NO	Peringkat dampak
4	Jika bahaya tersebut terjadi, menurut Bapak/Ibu seberapa besar dampak yang dapat ditimbulkan? ☐ 1= Celaka ringan, dapat ditangani dengan pertolongan pertama ☒ 2= Celaka medium, dapat ditangani dengan pertolongan RS (rawat jalan) ☐ 3= Celaka berat, dapat ditangani dengan pertolongan RS (rawat inap)
NO	Perlakuan risiko
5	Pengendalian apa saja biasanya digunakan saat melakukan aktivitas tersebut? ☒ SOP Kerja ☒ Permit to work ☒ Lock out tag out (LOTO) ☒ Gas detector ☒ Ventilasi/blower ☒ Pressure safety valve (PSV) ☒ Boiler management system (BMS) ☒ Emergency shutdown system (ESD) ☒ APD ☒ Safety Briefing ☒ Inspeksi Rutin ☐ Lainnya: _____
NO	Evaluasi
6	Menurut Bapak/ ibu apakah pengendalian yang diterapkan saat ini telah mendukung pelaksanaan Ya, jika dilakukan dan dilaksanakan dengan baik

pekerjaan secara aman?

berikan alasannya.

Berdasarkan aktivitas kerja Tidak terlalu sering
yang telah Bapak/ Ibu pilih,
seberapa sering aktivitas
tersebut dilakukan dalam
pekerjaan sehari-hari?
jelaskan secara singkat.



A. Identitas Responden

Petunjuk: Isilah titik-titik di bawah ini dengan data diri Anda yang sebenarnya.

1. Nama Lengkap : Tito Firmansyah
2. Pekerjaan : Recovery Boiler
3. Jabatan : Operator Recovery Boiler
5. Aktivitas kerja : Memasuki tangki (*black liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator, ESP*), pengoperasian boiler, pembersihan dan perawatan *smelt spout*, pembersihan dan penggantian *spray gun* dan *nozzle*, pembersihan *primary, secondary*, dan *tertiary windbox*, pengambilan sampel *green liquor, black liquor*, dan *primary condensate*, pengisian *salt cake*, pengisian sulfur, pengoperasian *lift*

B. Daftar Pertanyaan

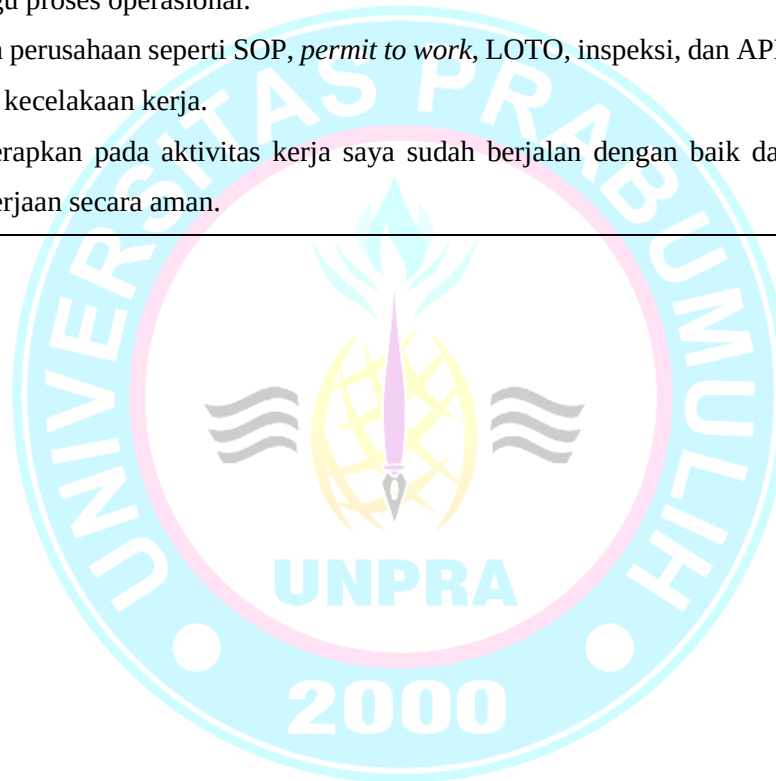
Petunjuk: Beri tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan pengetahuan dan pemahaman Anda.

No	Pertanyaan	1	2	3
1	Saya memahami tahapan dan prosedur kerja pada aktivitas yang saya lakukan.		✓	
2	Saya mengetahui potensi bahaya yang dapat muncul selama aktivitas kerja berlangsung.	✓		

3	Potensi bahaya pada aktivitas kerja saya dapat muncul sewaktu-waktu apabila prosedur kerja tidak dijalankan dengan benar.	✓
4	Dampak yang ditimbulkan apabila terjadi kecelakaan pada aktivitas kerja saya dapat menyebabkan cedera serius atau mengganggu proses operasional.	✓
5	Pengendalian yang diterapkan perusahaan seperti SOP, <i>permit to work</i> , LOTO, inspeksi, dan APD membantu mengurangi risiko kecelakaan kerja.	✓
6	Pengendalian yang telah diterapkan pada aktivitas kerja saya sudah berjalan dengan baik dan mendukung pelaksanaan pekerjaan secara aman.	✓

Note:

Skala	Keterangan
1	=setuju
2	=sangat setuju
3	=tidak setuju



C. Aktivitas Kerja

No	Pertanyaan	Checklist
Identifikasi Aktivitas Kerja		
1	Aktivitas kerja apa saja yang pernah Bapak/Ibu lakukan di Departemen Recovery Boiler?	☒ Memasuki tangki (<i>back liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator, ESP</i>) ☒ Pengoperasian <i>boiler</i> ☒ Pembersihan dan perawatan <i>smelt spout</i> ☒ Pembersihan dan penggantian <i>spray gun</i> dan <i>nozzle</i> ☒ Pembersihan <i>primary, secondary, dan tertiary windbox</i> ☒ Pengambilan sampel <i>green liquor, black liquor, dan primary condensate</i> ☐ Aktivitas pengelasan (<i>welding, cutting, grinding</i>) pada <i>nrg system</i> dan <i>fuel oil system</i> ☒ pengisian <i>salt cake</i> ☒ pengisian sulfur ☒ pengoperasian <i>lift</i> ☐ pembersihan sumbatan pada <i>black liquor indirect heater</i>
Identifikasi Bahaya Berdasarkan Aktivitas		
2	Berdasarkan aktivitas yang dipilih, potensi bahaya apa yang paling sering ditemui?	☒ Suhu tinggi ☒ Tekanan tinggi ☐ Akumulasi gas ☐ Kekurangan oksigen ☒ Debu ☒ Kebisingan ☒ Paparan bahan kimia ☒ Percikan smelt panas ☒ Steam panas ☐ Bahaya listrik ☒ Kebakaran ☒ Ledakan

	☒ Jatuh dari ketinggian ☐ Terjepit peralatan ☐ Lainnya: _____
NO	Peringkat kemungkinan
3	Seberapa sering potensi bahaya tersebut dapat muncul selama pekerjaan dilakukan? ☐ 1= Sangat kecil kemungkinan terjadi ☒ 2= Mungkin bisa terjadi ☐ 3= Sangat besar kemungkinan terjadi
NO	Peringkat dampak
4	Jika bahaya tersebut terjadi, menurut Bapak/ Ibu seberapa besar dampak yang dapat ditimbulkan? ☐ 1= Celaka ringan, dapat ditangani dengan pertolongan pertama ☒ 2= Celaka medium, dapat ditangani dengan pertolongan RS (rawat jalan) ☐ 3= Celaka berat, dapat ditangani dengan pertolongan RS (rawat inap)
NO	Perlakuan risiko
5	Pengendalian apa saja biasanya digunakan saat melakukan aktivitas tersebut? ☒ SOP Kerja ☐ Permit to work ☐ Lock out tag out (LOTO) ☐ Gas detector ☐ Ventilasi/blower ☒ Pressure safety valve (PSV) ☒ Boiler management system (BMS) ☒ Emergency shutdown system (ESD) ☒ APD ☐ Safety briefing ☒ Inspeksi rutin ☐ Lainnya: _____
NO	Evaluasi
6	Menurut Bapak/ ibu apakah pengendalian yang diterapkan saat ini telah Aman, karena dengan mengikuti SOP kerja dan pemakaian APD dapat mengurangi atau menghilangkan resiko-resiko tersebut.

mendukung pelaksanaan
pekerjaan secara aman?
berikan alasannya.

Berdasarkan aktivitas kerja yang telah Bapak/ Ibu pilih, seberapa sering aktivitas tersebut dilakukan dalam pekerjaan sehari-hari?
Beberapa aktivitas merupakan rutinitas saat melakukan pekerjaan di RB, seperti pada poin 3, 4, 5, 6 selain itu jarang dilakukan atau pada saat waktu tertentu.
jelaskan secara singkat.



D. Pertanyaan Terbuka

DAFTAR PERTANYAAN:

UNIVERSITAS PRABUMULIH



NARASUMBER:

PEKERJAAN:

4. Erfandi Fadli

5. Tito Firmansyah

HARI:

TANGGAL:

NO	PERTANYAAN	INFORMAN 4	INFORMAN 5
1.	Sebutkan potensi bahaya utama yang menurut anda terdapat pada aktivitas kerja yang dilakukan!	Bahaya fisik dan kimia	Terkena percikan <i>smelt</i> , kebisingan, terkena bahan kimia <i>black liquor</i> , <i>green liquor</i> , bahaya pernapasan, terkena pipa pipa steam.
2.	Menurut anda, bahaya apa yang paling sering berpotensi terjadi selama pekerjaan berlangsung?	Resiko <i>near miss</i> dan terpapat cairan kimia	Terkena percikan <i>smelt</i>
3.	Pengendalian apa yang paling membantu dalam mencegah terjadinya kecelakaan kerja pada aktivitas tersebut?	Pengendalian bahaya (HIRADC)	Memakai APD, seperti: baju seragam, <i>welding glove</i> , <i>face shield</i> , <i>safety shoes</i>

LAMPIRAN 2 Checklist aktivitas potensi bahaya risiko kerja dan pengendalian risiko

Departemen : Recovery Boiler
 Lokasi : PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper
 Tanggal Pengamatan : 07-30 April 2026
 Waktu : 08.00-17.00
 Pengamat : Selpa Ronaya
 Nim : 2022320011
 Pembimbing : Harun Alrasyid, S.KM, M.KKK

A. FORMAT AKTIVITAS KERJA

A.1. IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA DAN RISIKO

Tabel 2. Identifikasi potensi bahaya dan risiko

No	Aktivitas				Proses penilaian risiko			Pengendalian	Status valid ☑☑
		Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	PK	Area dampak	PD		
1	Memasuki tanki (<i>black liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator, dan ESP</i>)	Akumulasi gas	Terhirup gas beracun	Keracunan	2	Operasional	3	<i>Permit to work (confined space entry)</i> , gas test sebelum pekerjaan, ventilasi area, dan pemantauan gas secara terus-menerus	✓
						K3	3	SCBA bila diperlukan, APD lengkap, <i>standby man</i> , dan tim penyelamat siaga	✓
		Kekurangan oxygen	Terkurung	Kematian	1	Operasional	3	Ventilasi mekanis, pengukuran kadar oksigen sebelum masuk, dan izin kerja ruang terbatas	✓
						K3	3	SCBA, prosedur evakuasi darurat, dan <i>rescue team</i> siaga	✓
		Debu ESP & furnace	Terhirup debu	Sesak nafas	3	Operasional	2	Pembersihan area kerja secara rutin, pengendalian debu, dan SOP pembersihan	✓
						K3	2	<i>Respirator, safety goggles, dan coverall</i>	✓
2	Pengoperasian boiler	<i>Charbed high temperatur (1100°C)</i>	Ledakan	Terluka	3	Operasional	3	DCS monitoring, interlock system, preventive maintenance, dan inspeksi berkala	✓
						K3	3	APD tahan panas, <i>face shield</i> , dan pelatihan operator	✓

No	Aktivitas	Proses penilaian risiko						Pengendalian	Status valid ☑☑
		Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	PK	Area dampak	PD		
		Boiler water (400°C)	Terkena steam	Meledak	3	Operasional	3	Pressure relief valve, isolasi pipa panas, dan pemeriksaan sistem secara berkala	✓
						K3	3	APD tahan panas, dan SOP kerja aman	✓
		Boiler high pressure (75 bar)		Meninggal dunia	3	Operasional	3	Safety valve, pressure indicator, dan inspeksi pressure vessel	✓
						K3	3	APD lengkap, pelatihan operator, dan prosedur tanggap darurat	✓
3	Pemersihan dan perawatan smelt spout	Smelt high temperatur (>600°C)	Terkena smelt panas	Luka bakar, iritasi, dan terluka ledakan,	2	Operasional	3	permit to work, LOTO, dan inspeksi area kerja sebelum pekerjaan	✓
						K3	3	APD tahan panas, face shield, dan sarung tangan tahan panas	✓
		High noise (120 dB)	Kebisingan ledakan di smelt spout	Gangguan pendengaran	3	Operasional	1	Monitoring tingkat kebisingan, dan pembatasan waktu paparan	✓
						K3	2	Ear plug/ear muff, dan pemeriksaan pendengaran berkala (audiometri)	✓
4	Pembersihan, penggantian spray gun dan nozzle	Flue gas high temperatur (>400°C)	Terkena steam dan HBL Panas	Luka bakar	2	Operasional	2	LOTO, permit to work, dan SOP pembersihan	✓
						K3	2	APD tahan panas, dan face shield	✓
		Temperatur HBL (128°C)	Terkena BL	Iritasi	2	Operasional	2	SOP pekerjaan, dan isolasi sumber panas sebelum pekerjaan	✓
						K3	2	Sarung tangan tahan panas, apron, dan goggles	✓
5	Pembersihan primary, secondary, dan tertiary windbox	Flue gas high temperatur (>400°C)	Flue gas panas terkena kulit dan mata	Luka bakar pada kulit dan mata	2	Operasional	2	LOTO, ventilasi area kerja, dan pemeriksaan kondisi area sebelum bekerja	✓
						K3	2	APD tahan panas, face shield, dan goggles	✓
6	Pengambilan sampel green liquor, BL, dan primary condensate	Suhu green liquor (100°C)	Terkena GL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	SOP sampling, dan penggunaan alat sampling khusus	✓
						K3	2	Face shield, goggles, dan sarung tangan tahan panas	✓
		Suhu HBL (128°C)	Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	Pemeriksaan valve sebelum sampling	✓
						K3	2	APD tahan panas, dan face shield	✓
		Suhu primary condensate (110°C)		Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	Pemeriksaan kebocoran valve dan pipa	✓
						K3	2	Sarung tangan tahan panas, dan goggles	✓
7	Aktivitas pengelasan (welding, cutting, grinding) di NCG system dan fuel oil system)	Konsentrasi tinggi dari NCG dan fuel oil	Terkena api las	Luka bakar	2	Operasional	2	Hot work permit, gas test, isolasi energi (LOTO), dan fire watch	✓
						K3	2	APD welding lengkap, fire blanket, dan APAR	✓
			Kebakaran dan peledakan	Luka bakar dan meninggal dunia	2	Operasional	3	Grounding peralatan, inspeksi instalasi listrik, dan memastikan area bebas bahan mudah terbakar	✓
						K3	3	APAR, pelatihan tanggap darurat, dan APD lengkap	✓
8	Pengisian salt cake	Salt cake dan ketinggian	Terhirup salt cake	Gangguan pernafasan	3	Operasional	1	Penghisap debu (dust collector), pembersihan area kerja secara rutin, dan SOP loading	✓
						K3	2	Respirator, dan goggles	✓
			Jatuh	Terluka	2	Operasional	2	Guardrail, dan work at height permit	✓

No	Aktivitas	Proses penilaian risiko						Pengendalian	Status valid ☑☑
		Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	PK	Area dampak	PD		
						K3	3	Full body harness, lifeline, dan helm keselamatan	✓
9	Pengisian sulfur	Sulfur dan ketinggian	Terhirup sulfur	Gangguan pernafasan	3	Operasional	1	Pengendalian debu, dan SOP loading	✓
			Jatuh	Terluka	2	K3	2	Respirator, dan goggles	
						Operasional	2	Guardrail, dan work at height permit	✓
						K3	3	Full body harness, dan lifeline	✓
			Terbakar/meledak	Luka bakar	2	Operasional	3	Grounding, bonding, inspeksi instalasi listrik, dan larangan sumber api	✓
						K3	3	APAR, APD lengkap, dan pelatihan tanggap darurat	✓
10	Pengoperasian lift	Pintu elevator	Injury	Terluka	2	Operasional	2	Interlock pintu, dan inspeksi lift secara berkala	✓
						K3	2	SOP penggunaan lift, dan pelatihan penggunaan	✓
		Rall way elevator	Terjatuh	Luka berat	2	Operasional	3	Preventive maintenance, emergency brake, dan inspeksi wire rope	✓
						K3	3	Pembatasan kapasitas angkat, dan APD standar area kerja	✓
11	Pembersihan sumbatan pada black liquor indirect heater	Black liuor dan suhu tinggi	Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	2	Operasional	2	LOTO, SOP flushing, dan inspeksi valve	✓
						K3	2	APD tahan panas, dan face shield	✓
			Steam dan suhu tinggi	Luka bakar	2	Operasional	2	Pelepasan tekanan (depressurizing) sebelum pekerjaan, dan SOP maintenance	✓
						K3	3	APD tahan panas, sarung tangan tahan panas, dan face shield	✓

Diketahui oleh,
Safety



(Harun Alrasyid, S.KM, M.KKK)

Disusun oleh,
Mahasiswa



(Selpa Ronaya)

LAMPIRAN 3. PENILAIAN RISIKO

Tabel 3. Matriks *probability* dan *severity*

KEMUNGKINAN	Tinggi	3	MEDIUM 3	HIGH 6	HIGH 9
		2	LOW 2	MEDIUM 4	HIGH 6
		1	LOW 1	LOW 2	MEDIUM 3
	Rendah				
			1	2	3
			Kecil	Sedang	besar
DAMPAK					
Keterangan:					
Tingkat			Kategori		
1-2			Low		
3-4			Medium		
6-9			High		

LAMPIRAN 4. B. PENYAJIAN DATA FORMAT HIRADC

Tabel 4. Penyajian data

DEPARTEMEN		RECOVERY, POWER AND RECAUSTISIZING DEPARTMENT / RPD									
SEKSI		RECOVERY BOILER / RB									
No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Penilaian Risiko					Perlakuan risiko	Pengendalian
					PK	Area dampak	PD	Total (PK×PD)	Tingkat Risiko		
1	Memasuki tanki (<i>black liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator, dan ESP</i>)	Akumulasi gas	Terhirup gas beracun	Keracunan	2	Operasional	3	6	High	Turunkan	<i>Permit to work (confined space entry)</i> , gas test sebelum pekerjaan, ventilasi area, dan pemantauan gas secara terus-menerus
						K3	3	6	High	Turunkan	SCBA bila diperlukan, APD lengkap, <i>standby man</i> , dan tim penyelamat siaga
		Kekurangan oxygen	Terkurung	Kematian	1	Operasional	3	3	Medium	Turunkan	Ventilasi mekanis, pengukuran kadar oksigen sebelum masuk, dan izin kerja ruang terbatas
						K3	3	3	Medium	Turunkan	SCBA, prosedur evakuasi darurat, dan <i>rescue team</i> siaga
		Debu ESP & furnace	Terhirup debu	Sesak nafas	3	Operasional	2	6	High	Turunkan	Pembersihan area kerja secara rutin, pengendalian debu, dan SOP pembersihan
						K3	2	6	High	Turunkan	<i>Respirator, Safety goggles</i> , dan <i>coverall</i>
2	Pengoperasian boiler	<i>Charbed high temperatur (1100°C)</i>	Ledakan	Terluka	3	Operasional	3	9	High	Turunkan	DCS <i>monitoring, interlock system, preventive maintenance</i> , dan inspeksi berkala
						K3	3	9	High	Turunkan	APD tahan panas, <i>face shield</i> , dan pelatihan operator
		<i>Boiler water (400°C)</i>	Terkena steam	Meledak	3	Operasional	3	9	High	Turunkan	<i>Pressure relief valve</i> , isolasi pipa panas, dan pemeriksaan sistem secara berkala
						K3	3	9	High	Turunkan	APD tahan panas, dan SOP kerja aman
		<i>Boiler high pressure (75 bar)</i>		Meninggal dunia	3	Operasional	3	9	High	Turunkan	<i>Safety valve, pressure indicator</i> , dan <i>inspeksi pressure vessel</i>
						K3	3	9	High	Turunkan	APD lengkap, pelatihan operator, dan prosedur tanggap darurat
3	Pemersihan dan perawatan <i>smelt spout</i>	<i>Smelt high temperatur (>600°C)</i>	Terkena <i>smelt</i> panas	Luka bakar, iritasi, terluka, dan ledakan	2	Operasional	3	6	High	Turunkan	<i>permit to work, LOTO</i> , dan inspeksi area kerja sebelum pekerjaan
						K3	3	6	High	Turunkan	APD tahan panas, <i>face shield</i> , dan sarung tangan tahan panas
		<i>High noise (120 dB)</i>	Kebisingan ledakan di <i>smelt spout</i>	Gangguan pendengaran	3	Operasional	1	3	High	Turunkan	<i>Monitoring</i> tingkat kebisingan, dan pembatasan waktu paparan
						K3	2	6	High	Turunkan	<i>Ear plug/ear muff</i> , dan pemeriksaan pendengaran berkala (audiometri)

DEPARTEMEN		RECOVERY, POWER AND RECAUSTISIZING DEPARTMENT / RPD									
SEKSI		RECOVERY BOILER / RB									
No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Penilaian Risiko					Perlakuan risiko	Pengendalian
					PK	Area dampak	PD	Total (PK×PD)	Tingkat Risiko		
4	Pembersihan dan penggantian spray gun dan nozzle	Flue gas high temperatur (>400°C)	Terkena steam dan HBL Panas	Luka bakar	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	LOTO, <i>permit to work</i> , dan SOP pembersihan
						K3	2	4	Medium	Turunkan	APD tahan panas, dan <i>face shield</i>
		Temperatur HBL (128°C)	Terkena BL	Iritasi	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	SOP pekerjaan, dan isolasi sumber panas sebelum pekerjaan
						K3	2	4	Medium	Turunkan	Sarung tangan tahan panas, apron, dan <i>goggles</i>
5	Pembersihan primary, secondary, and tertiary windbox	Flue gas high temperatur (>400°C)	Flue gas panas terkena kulit dan mata	Luka bakar pada kulit dan mata	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	LOTO, ventilasi area kerja, dan pemeriksaan kondisi area sebelum bekerja
						K3	2	4	Medium	Turunkan	APD tahan panas, <i>face shield</i> , dan <i>goggles</i>
6	Pengambilan sampel green liquor, black liquor, dan primary condensate	Suhu green liquor (100°C)	Terkena GL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	SOP sampling, dan penggunaan alat sampling khusus
						K3	2	6	High	Turunkan	<i>Face shield</i> , <i>goggles</i> , dan sarung tangan tahan panas
		Suhu HBL (128°C)	Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	Pemeriksaan valve sebelum sampling
						K3	2	6	High	Turunkan	APD tahan panas, dan <i>face shield</i>
		Suhu condensate (110°C)	Terkena primary condensate	Iritasi mata dan kulit	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	Pemeriksaan kebocoran valve dan pipa
						K3	2	6	High	Turunkan	Sarung tangan tahan panas, dan <i>goggles</i>
7	Aktivitas pengelasan (<i>welding, cutting, grinding</i>) di ncg system dan fuel oil system)	Konsentrasi tinggi dari NCG dan fuel oil	Terkena api las	Luka bakar	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	<i>Hot work permit</i> , gas test, isolasi energi (LOTO), dan <i>fire watch</i>
						K3	2	4	Medium	Turunkan	APD <i>welding</i> lengkap, <i>fire blanket</i> , dan APAR
			Kebakaran dan peledakan	Luka bakar dan meninggal dunia	2	Operasional	3	6	High	Turunkan	<i>Grounding</i> peralatan, inspeksi instalasi listrik, dan memastikan area bebas bahan mudah terbakar
						K3	3	6	High	Turunkan	APAR, pelatihan tanggap darurat, dan APD lengkap
8	Pengisian salt cake	Salt cake dan ketinggian	Terhirup salt cake	Gangguan pernafasan	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	Penghisap debu (<i>dust collector</i>), pembersihan area kerja secara rutin, dan SOP <i>loading</i>
						K3	2	6	High	Turunkan	<i>Respirator</i> , dan <i>goggles</i>
		Jatuh	Terluka	Terluka	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	<i>Guardrail</i> , dan <i>work at height permit</i>
						K3	3	6	High	Turunkan	<i>Full body harness</i> , <i>lifeline</i> , dan helm keselamatan
9	Pengisian sulfur	Sulfur dan ketinggian	Terhirup Sulfur	Gangguan pernafasan	3	Operasional	1	3	Medium	Turunkan	Pengendalian debu, dan SOP <i>loading</i>
						K3	2	6	High	Turunkan	<i>Respirator</i> , dan <i>goggles</i>
			Jatuh	Terluka	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	<i>Guardrail</i> , dan <i>work at height permit</i>

DEPARTEMEN		RECOVERY, POWER AND RECAUSTISIZING DEPARTMENT / RPD									
SEKSI		RECOVERY BOILER / RB									
No	Aktivitas	Sumber bahaya	Peringkat kemungkinan (PK)	Peringkat dampak (PD)	Penilaian Risiko					Perlakuan risiko	Pengendalian
					PK	Area dampak	PD	Total (PK×PD)	Tingkat Risiko		
						K3	3	6	High		
			Terbakar/meledak	Luka bakar	2	Operasional	3	6	High	Turunkan	Full body harness, dan lifeline
											Grounding, bonding, inspeksi instalasi listrik, dan larangan sumber api
						K3	3	6	High	Turunkan	APAR, APD lengkap, dan pelatihan tanggap darurat
10	Pengoperasian lift	Pintu elevator	Injury	Terluka	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	Interlock pintu, dan inspeksi lift secara berkala
						K3	2	4	Medium	Turunkan	SOP penggunaan lift, dan pelatihan penggunaan
		Rall way elevator	Terjatuh	Luka berat	2	Operasional	3	6	High	Turunkan	Preventive maintenance, emergency brake, dan inspeksi wire rope
						K3	3	6	High	Turunkan	Pembatasan kapasitas angkat, dan APD standar area kerja
11	Pembersihan sumbatan pada black liquor indirect heater	Black dan liuor tinggi	Terkena BL	Iritasi mata dan kulit	2	Operasional	2	4	Medium	Turunkan	LOTO, SOP flushing, dan inspeksi valve
						K3	2	4	Medium	Turunkan	APD tahan panas, dan face shield
			Steam dan suhu tinggi	Luka bakar	2	Operasional	2	6	High	Turunkan	Pelepasan tekanan (depressurizing) sebelum pekerjaan, dan SOP maintenance
						K3	3	6	High	Turunkan	APD tahan panas, sarung tangan tahan panas, dan face shield

LAMPIRAN 5 Aktivitas Recovery Boiler

No	Aktivitas
1	Memasuki tanki (<i>black liquor tank, dissolving tank, furnace, evaporator, ESP</i>)
	Black liquor Dissolving tank ESP (electrostatic precipitator)
2	Pengoperasian boiler
	Otomatis langsung dari (<i>distributed control system</i>) DCS (sistem kendali terdistribusi)
3	Pemersihan dan perawatan <i>smelt spout</i>
4	Pembersihan dan penggantian <i>spray gun</i> dan <i>nozzle</i>

		
5	Pembersihan <i>primary, secondary, and tertiary</i> windbox	
		
	Secondary	Tertiary
6	Pengambilan sampel <i>green liquor, BL, primary condensate</i>	
		
	Sampel GL	Sampel BL
7	Aktivitas pengelasan (<i>welding, cutting, grinding</i>) di <i>nrg system</i> dan <i>fuel oil system</i>	
	 	  

8	Pengisian <i>salt cake</i>	
9	Pengisian sulfur	
10	Pengoperasian <i>lift</i>	
11	Pembersihan sumbatan pada <i>black liquor indirect heater</i>	
<i>Indirect heater</i>		

LAMPIRAN 6. Dokumentasi di lapangan



Melakukan Observasi di lapangan



Kegiatan identifikasi bahaya dan risiko dari aktivitas kerja di Recovery Boiler



Melakukan kegiatan wawancara kepada safety



Wawancara Pekerja Recovery Boiler

Lampiran 7 Aktivitas Kegiatan Pekerja Recovery Boiler dan Safety

				
Alat Pemadam Api	Ruang pembakaran	Rambu peringatan	ruang insinerator meratakan proses pembakaran	Demineralized water
				
Oil day tank	Primary dan Secondary air	Feed Water	Pekerja sedang melakukan pengecekan	Safety patrol pekerjaan di RB

				
Pengecekan pemasukan sulfur	Pengangkatan bahan sulfur secara manual	Hasil akhir pembakaran Green Liqour	Alat pencampuran bahan <i>Salt cake</i> make-up, dan sulfur	Kegiatan monitoring kejadian jika terjadi kebocoran gas
				
Kegiatan penggunaan alat fire truck	Meeting Safety maintenace	Meeting safety perbahan format HIRADC		

LAMPIRAN 8. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)



Helm



Face Shield



Goggle



Earplug



Ear muff



Masker



Breathing Apparatus



Mask Single Respirator



Respirator Mask



Sarung Tangan



Safety Shoes



Safety Boot



welding Glove



Rubber Glove



Chemical cloth



Welding Helmet



Rambu-rambu peringatan

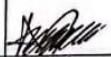
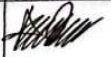
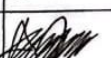
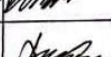
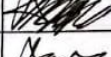
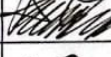
Lampiran 9. Kartu bimbingan pembimbing 1

		PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PRABUMULIH	
KARTU LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI			
NAMA		: Selpa Ronaya	
NIM		: 2022320011	
PROGRAM STUDI		: Teknik Lingkungan	
JUDUL		: Analisis Bahaya Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Area Departemen Recovery Boiler Dengan Metode Hiradc di PT TEL PP	
Pembimbing I		: Denny Firmansyah, S. K. M., M.Ling.	
Pembimbing II		: Ari Sugianto, S.Si., M.T	
NO	Tanggal	Uraian	Paraf
1	Kamis, 21 Mei 2026	Ketepatan tulisan ejaan Inggris, Bab 4, Deskripsi area	
2	Jumat, 05/06/2026	Bab 4, 4.2-aktivitas, penyusunan dokumentasi	
3	08/06/2026	Perbaikan Bab 4	
4	01/07/2026	Perbaikan Metode Perhitungan bab 3.4	
5	02/07/2026	Perbaikan metode Perhitungan bab 4	
6	03/07/2026		
7			
8			
9			
10			

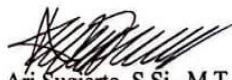
Prabumulih, Mei 2026
Dosen Pembimbing I


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

Lampiran 10. Kartu bimbingan pembimbing 2

		PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PRABUMULIH	
KARTU LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI			
NAMA		: Selpa Ronaya	
NIM		: 2022320011	
PROGRAM STUDI		: Teknik Lingkungan	
JUDUL		: Analisis Bahaya Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Area Departemen Recovery Boiler Dengan Metode Hiradc di PT TEL PP	
Pembimbing I		: Denny Firmansyah, S. K. M., M.Ling.	
Pembimbing II		: Ari Sugiarto, S.Si., M.T	
NO	Tanggal	Uraian	Paraf
1	08-06-2026	Pengumpulan penulisan Bab 4	
2	09-06-2026	Pengumpulan dan perbaikan data kuesioner	
3	17-06-2026	Perbaikan penulisan Bab 4 dan 5	
4	22-06-2026	Perbaikan penulisan Bab 4	
5	26-06-2026	Perbaikan penulisan Bab 4	
6	29-06-2026	Perbaikan penulisan Bab 3, 4, dan 5	
7	03-07-2026	Acc sidang skripsi	
8			
9			
10			

Prabumulih, Mei 2026
Dosen Pembimbing I


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