

**MANAJEMEN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA
AREA SUSPENSION PREHEATER - ROTARY KILN
PLANT 9 DENGAN METODE HIRARC (*HAZARD IDENTIFICATION,
RISK ASSESMENT AND RISK CONTROL*)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri Program Sarjana - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Nabel Sechano
No. Mahasiswa : 20522006

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mendeskripsikan sayalah yang membuat tugas akhir ini, namun semua kutipan dan ringkasan di dalamnya dikutip. Saya siap jika Universitas Islam Indonesia mencabut kelulusan saya jika pada akhirnya, pengakuan saya sendiri palsu dan melanggar hukum.

Yogyakarta, 20 November 2024



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Nabiel Sechano".

(Nabiel Sechano)
20522006

SURAT BUKTI PENELITIAN



SURAT KETERANGAN
TO WHOM IT MAY CONCERN

Nomor : P.142/ITP/PKL-KET/VIII/2024
Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa
We the undersigned to certify that

Nama : NABIEL SECHANO
Name

Nomor Pokok : 20522006
Register Number

Fakultas/Jurusan : TEKNIK INDUSTRI
Faculty/Section

Lembaga Pendidikan : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Education Institution

Terhitung mulai tanggal : 03 JUNI s/d 28 JUNI 2024
Starting from **until**

Telah melaksanakan : TUGAS AKHIR
Has been done

Di Departemen : SHE
at Department

PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk. Palimanan-Cirebon
PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk. Palimanan-Cirebon

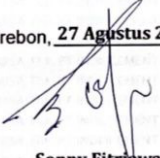
Dengan Tema : ANALISIS POTENSI BAHAYA DAN PENGENDALIAN RISIKO
Theme **DI AREA SUSPENSION PREHEATER-ROTARY KILN PLANT 9**
DENGAN METODE HIRARC (HAZARD IDENTIFICATION,
RISK ASSESMENT AND RISK CONTROL)

Demikian Surat Keterangan ini diberikan untuk dipergunakan seperlunya.
Thus, this certificate is made so that it can be useful.



Dudy Gandjar
HRGA Department Head

Cirebon, 27 Agustus 2024

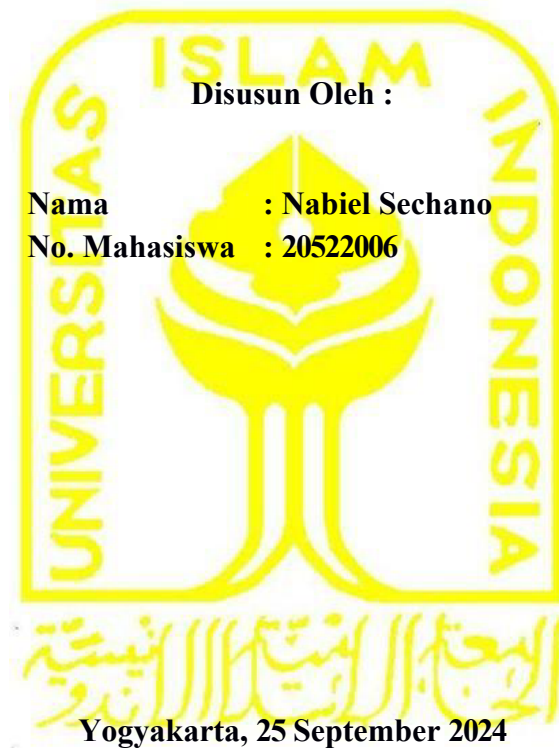


Sonny Fitriawan
Pembimbing

PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk.

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
MANAJEMEN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA
AREA SUSPENSION PREHEATER - ROTARY KILN
PLANT 9 DENGAN METODE HIRARC (*HAZARD IDENTIFICATION,*
***RISK ASSESMENT AND RISK CONTROL*)**

TUGAS AKHIR



Dosen Pembimbing

(Dr. Ir. Dwi Handayani., S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
MANAJEMEN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA
AREA SUSPENSION PREHEATER - ROTARY KILN
PLANT 9 DENGAN METODE HIRARC (HAZARD
IDENTIFICATION, RISK ASSESMENT AND RISK CONTROL)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Nabel Sechano

No. Mahasiswa : 20522006

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 30 Oktober 2024

Tim Penguji

Dr. Ir. Dwi Handayani., S.T., M.Sc., IPU.,
ASEAN.Eng.

Ketua

Dr. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.

Anggota I

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kemampuan yang telah diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Hal tersebut merupakan pencapaian yang sangat penting bagi saya dalam meraih gelar Sarjana Teknik (ST).

Skripsi penulis dipersembahkan kepada :

Orang Tua

Halaman ini saya persembahkan sebagai bentuk ungkapan terima kasih yang mendalam kepada ayah dan ibu atas cinta, doa, dan dukungan yang tak tergoyahkan sepanjang perjalanan hidup saya. Dengan tekad yang kuat, saya menyelesaikan pendidikan ini sebagai wujud tanggung jawab atas langkah yang telah saya mulai. Skripsi ini menjadi simbol dedikasi dan rasa terima kasih saya kepada kedua orang tua, yang dengan tulus telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi dalam setiap langkah saya. Saya berkomitmen untuk meraih kesuksesan di masa depan, menjadi pribadi yang bermanfaat, serta memberikan kebahagiaan dan kebanggaan kepada ayah dan ibu, sebagaimana mereka telah memberikan segalanya untuk saya.

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Saya juga ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pembimbing saya, Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU, ASEAN.Eng., atas bimbingan, saran, dan keahlian yang telah beliau berikan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Dedikasi dan perhatian beliau dalam membimbing saya tidak hanya membantu menyelesaikan skripsi ini, tetapi juga memberikan pelajaran berharga yang akan menjadi bekal berharga dalam perjalanan karir dan kehidupan saya. Saya sangat menghargai setiap waktu, ilmu, dan dukungan yang telah beliau curahkan dalam proses ini.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(QS. AL-Insyirah : 6-7)

“Bukan kesulitan yang membuat kita takut, tapi sering ketakutanlah yang membuat jadi sulit”

(Joko Widodo)

“Tidak ada kata menyerah di dalam hati seorang pejuang, menang kalah biasa, jangankan menang kalah, mati dalam pertempuran kita siap”

(Prabowo Subianto)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kepada hamba-hamba-Nya berbagai nikmat dan manfaat, seperti iman, nikmat islami, kebaikan, kesehatan, dan waktu luang sehingga penulis mampu menjalankan tugas yang ada. Ingatlah untuk berdoa dan menyambut nabi kita Muhammad SAW. Berkat perjuangannya saya bisa merasakan, menghubungkan, dan mengapresiasi ilmu pengetahuan di zaman sekarang.

Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pada Area *Suspension Preheater - Rotary Kiln Plant 9* Dengan Metode *HIRARC (Hazard Identification, Risk Assesment And Risk Control)*” Harus menyelesaikan prasyarat Program Studi Teknik Industri Program Sarjana. Penulis dapat menyusun laporan Tugas Akhir ini berkat banyak bantuan, dorongan, dan kesempatan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menggunakan kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo., M.T., IPU., ASEAN.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ir. Dwi Handayani., S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng. selaku Dosen Pembimbing TA yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan TA serta memberikan waktu, arahan dan motivasi yang sangat besar bagi penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
5. Seluruh pekerja dan staff Fire & Safety section PT. XYZ yang telah membantu memberikan banyak informasi terkait perusahaan dan mengajarkan banyak ilmu.
6. Ayah almarhum Agus Rokmat dan Ibu Suherminah serta kakak Danur Muda Pahlevi.
7. Ayah Bambang Slamet Subagyo selaku orang tua sambung saya.
8. Papa Mahqin dan Mamah Titin selaku orang tua angkat saya.
9. Kepada semua pihak yang telah mendukung dan menyemangati penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, termasuk teman-teman dan sahabat.
10. Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada diri saya sendiri yang tidak pernah menyerah, meski sering kali merasa lelah.

Yogyakarta, 20 November 2024



(Nabiel Sechano)
20522006

ABSTRAK

Kecelakaan kerja yang semakin meningkat menunjukkan perlunya peningkatan kesadaran akan pentingnya penerapan kesehatan dan keselamatan kerja di Indonesia. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan, sebagai korporasi kita harus menerapkan prosedur yang sesuai dengan K3L (Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan). Selain itu, meningkatkan reputasi perusahaan melalui penerapan program kesehatan dan keselamatan yang mematuhi undang-undang dan peraturan terkait dapat memberikan manfaat bagi karyawan dan vendor yang harus memiliki sistem K3 yang efisien bekerja di lingkungan yang berbahaya dengan risiko kecelakaan yang tinggi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja dengan menggunakan metode HIRARC di PT. XYZ dibagian produksi di area *suspension preheater – rotary kiln plant* 9 yang dimana tidak terdapat kecelakaan kerja pada satu tahun terakhir. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Temuan yang diperoleh menunjukkan adanya 13 sumber bahaya dalam setiap aktivitas dan proses kerja. Bahaya tersebut dibagi ke dalam empat kategori yaitu kategori *low* dengan jumlah 23 Bahaya, kategori *moderate* dengan jumlah 4 Bahaya, kategori *high* dengan jumlah 3 Bahaya dan kategori *extreme* dengan jumlah 1 Bahaya. Rekomendasi pengendalian disajikan melalui 3 pendekatan yang relevan dengan hierarki pengendalian. Pertama, dengan *engineering control* seperti pperubahan alat kerja. Selain itu pengendalian pada *administrative control* pelatihan K3 untuk pekerja, penerapan Standar Operasional Prosedur, dan pengawasan rutin terhadap penerapan kebijakan keselamatan kerja. Terakhir yaitu Alat Pelindung Diri (APD) memberikan instruksi kepada vendor untuk rekomendasi pengendalian APD yang digunakan untuk area panas, termasuk penyediaan perlengkapan seperti menggunakan *alumunium helmet*, *alumunium gloves*, *alumunium shoes*, *alumunium apron*, masker, dan *ear plug*.

Kata Kunci: Kecelakaan Kerja, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), HIRARC

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Literatur.....	5
2.2 Landasan Teori.....	15
2.2.1 Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3).....	15
2.2.2 Kecelakaan Kerja.....	16
2.2.3 Bahaya (Hazard).....	17
2.2.4 Risiko (Risk).....	18
2.2.5 Manajemen Risiko.....	18
2.2.6 HIRARC (Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control).....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Objek Penelitian.....	25
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	25
3.3 Alur Penelitian.....	26
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	29
4.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	29
4.1.1 Profil Perusahaan.....	29
4.1.2 Aktivitas Suspension Preheater dan Rotary Kiln Area Plant 9.....	30
4.2 HIRARC (<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control</i>).....	32
4.2.1 Identifikasi Bahaya (Hazard Identification).....	32
4.2.2 Penilaian Risiko (Risk Assessment).....	35
4.2.3 Pengendalian Risiko (Risk Control).....	41

BAB V PEMBAHASAN.....	58
5.1 ANALISIS HIRARC (<i>Hazard Identification, Risk Assesment, Risk Control</i>).....	58
5.1.1 Analisis Hazard Identification.....	58
5.1.2 Analisis Risk Assesment.....	58
5.1.3 Analisis Risk Control.....	59
5.1.4 Usulan Pengendalian Risiko.....	59
BAB VI PENUTUP.....	65
6.1 Kesimpulan.....	65
6.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>State Of The Art</i>	9
Tabel 2.2 <i>Likelihood</i>	20
Tabel 2.3 <i>Consequence</i>	21
Tabel 2.4 <i>Matriks Risiko</i>	22
Tabel 4.1 Identifikasi Bahaya <i>Suspension Preheater Plant 9</i>	32
Tabel 4.2 Identifikasi Bahaya <i>Rotary Kiln Plant 9</i>	34
Tabel 4.3 Penilaian Risiko <i>Suspension Preheater Plant 9</i>	36
Tabel 4.4 Penilaian Risiko <i>Rotary Kiln Plant 9</i>	38
Tabel 4.5 Pengendalian Risiko <i>Suspension Preheater Plant 9</i>	41
Tabel 4.6 Pengendalian Risiko <i>Rotary Kiln Plant 9</i>	51
Tabel 5.1 <i>Risk Matrix</i>	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hirarki Pengendalian.....	23
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	26
Gambar 5.1 Kondisi awal alat <i>rojok</i>	61
Gambar 5.2 Usulan perbaikan alat <i>rojok</i>	61
Gambar 5.3 <i>Alumunium helmet</i>	62
Gambar 5.4 <i>Alumunium gloves</i>	63
Gambar 5.5 <i>Alumunium shoes</i>	63
Gambar 5.6 <i>Alumunium apron</i>	63
Gambar 5.7 <i>Dust respirator</i>	64
Gambar 5.8 <i>Ear muff</i>	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semua tempat kerja pasti mempunyai sumber bahayar, oleh karena itu kecelakaan kerja sebaiknya dihindari dengan tindakan pencegahan dan pengendalian yang tepat. Secara umum, tindakan berisiko seperti aktivitas yang mengabaikan peraturan keselamatan kerja dan sistem atau lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*) merupakan penyebab terjadinya kecelakaan kerja. (Supriyadi *et al.*, 2015). Selain itu, menerapkan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja yang mematuhi undang-undang yang relevan dapat meningkatkan reputasi perusahaan, khususnya di mata calon karyawan dan para pekerja. Tenaga kerja yang beroperasi di lingkungan perusahaan dengan tingkat risiko kecelakaan dan penyakit yang tinggi memerlukan implementasi sistem K3 yang efektif (Shadiq, 2023). Di era ini, di mana kemajuan teknologi dan fokus pada fungsi mekanik semakin meningkat, sehingga risiko kecelakaan juga meningkat. Kejadian bahaya adalah insiden yang dapat mengancam nyawa atau mengganggu kelancaran proses produksi (ESDM, 2018).

Sebagaimana telah tercantum dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja, Baik manajer maupun karyawan mempunyai tanggung jawab untuk melakukan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di tempatnya bekerja. Untuk bekerja tanpa rasa takut akan kecelakaan, karyawan memerlukan kondisi lingkungan kerja yang terlindungi dan nyaman. Meningkatnya jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia menunjukkan bahwa masih perlunya peningkatan pemahaman akan pentingnya menjaga keselamatan dan kesehatan kerja. Sebagai perusahaan yang berkomitmen untuk mencapai nol kecelakaan, di perlukan pendekatan berbasis K3L (Keselamatan Kesehatan Kerja Lingkungan).

Pabrik semen swasta terbesar salah satu di Indonesia adalah PT. XYZ Memiliki empat belas pabrik yang tersebar di tiga wilayah, yaitu Bogor, Cirebon di pulau jawa, dan Kotabaru di pulau kalimantan. Mengacu pada hasil observasi yang dilakukan secara langsung, didapatkan bahwa PT. XYZ pada *plant* 9 telah menerapkan K3 pada area produksinya seperti mempunyai peraturan perusahaan yang mengatur tentang K3, Standar *Operasional Prosedur*, pelaksanaan K3 di tempat kerja, sudah terdapat jalur evakuasi, *safety sign* dan APD. Hal ini

menandakan bahwa perusahaan sudah menyadari bahwa terdapat risiko terjadinya kecelakaan kerja, yang dimana di PT. XYZ sendiri khususnya di departemen produksi, yang terdiri dari beberapa departemen yakni *departemen raw mill section*, *departemen burning section*, *departemen coal section*, dan *departemen finish mill section*. Seluruh proses pada setiap tempat kerja memiliki risiko kecelakaan kerja, pada departemen *burning section* terdapat dua area alat *suspension preheater – rotary kiln*, dalam proses ini mesin menghasilkan suhu yang sangat tinggi sehingga berisiko menimbulkan kecelakaan kerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan departemen lainnya. Berdasarkan hasil wawancara penulis dengan *foreman* selaku penanggung jawab terkait area *suspension preheater – rotary kiln plant 9*, ia mengatakan bahwa perusahaan telah memberikan pelatihan keselamatan kerja dan telah menyediakan alat pelindung diri (APD) untuk para pekerja. Pada proses *cleaning coating* salah satu contohnya yakni pada proses pembersihan sumbatan yang mengeras menggunakan alat bantu rojok dan palu tersebut dibutuhkan alat pelindung diri seperti sarung tangan, kacamata, dan sepatu sebagai alat pelindung, guna melindungi pekerja dari bahaya seperti memukul palu dan terkena Terpapar panas material saat mengatasi *coating*, menyiram Terpapar panas material yang jatuh dari *kiln* di saat menyiram material berbalik mengenai pekerja dan saat pekerja berada di area bawah dari *belt conveyor* material yang di angkut mengenai pekerja yang berada di area bawah.

Berdasarkan wawancara kepada pekerja *fire & safety section* selama satu tahun terakhir diketahui tidak pernah terjadi kecelakaan kerja di lingkungan perusahaan, hanya saja masih memiliki catatan *near miss* (kejadian tak terduga) sebanyak lima *near miss*. contoh *near miss*, seperti seorang pekerja terpeleset saat menaiki anak tangga, terkena benda keras, pekerja tertimpa material dari atas, pada saat mengatasi *coating* apabila tidak hati akan tersembur Terpapar panas material atau pada saat menyiram Terpapar panas material yang jatuh dari *kiln*. Penyebab insiden *near miss* diakibatkan oleh beberapa hal seperti kurangnya berhati-hati, tidak menggunakan alat pelindung diri yang sesuai, tidak mematuhi rambu-rambu bahaya di area kerja dan bekerja secara *short cut*, serta ketidakpatuhan pekerja vendor dalam penggunaan alat pelindung diri. Hal ini perlu menjadi perhatian untuk meminimalisasi kecelakaan, meskipun kecelakaan tak bisa dihindari sepenuhnya, tapi bisa diantisipasi dalam menerapkan langkah-langkah keselamatan kerja dalam keadaan yang aman, serta mematuhi Standar *Operasional Prosedur* (SOP) yang telah dikeluarkan. PT. XYZ.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh oleh Firmansyah *et al.*, (2022) meneliti mengenai diagnosa dan penemuan bahaya pada bagian-bagian dari sistem dan subsistem menggunakan metode HIRARC untuk menentukan urutan aktivitas dan menghitung kemungkinan timbulnya risiko akibat dari bahaya yang ditimbulkan. Oleh karena itu, penelitian ini bermaksud dalam mengelola dan menurunkan risiko kecelakaan kerja guna meningkatkan pemahaman mengenai sumber permasalahan yang ada saat ini sangat penting. Salah satu metode yang efektif untuk mendeteksi bahaya, melakukan penilaian risiko, dan mengendalikan risiko adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Teknik ini memungkinkan identifikasi kecelakaan kerja dengan menilai risiko yang terkait dengan aktivitas bisnis rutin maupun non-rutin, serta mengembangkan langkah-langkah pengendalian untuk meminimalkan risiko kecelakaan atau insiden lainnya. Implementasi HIRARC harus mempertimbangkan hierarki pengendalian risiko, yang meliputi penerapan alat pelindung diri (APD), pengendalian teknis, administratif, substitusi, hingga eliminasi. (Urrohman dan Riandadari, 2019).

Dengan demikian penelitian yang dilakukan pada area *suspension preheater – rotary kiln plant* 9 PT. XYZ ini berkaitan dengan bidang keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dan manajemen risiko menggunakan metode yang mendukung penelitian ini, yaitu metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah jelaskan, rumusan masalah yang akan diangkat pada penelitian kali ini sebagai berikut.

1. Apa saja bahaya yang terdapat pada proses di area *suspension preheater – rotary kiln plant* 9 PT. XYZ?
2. Apa saja pekerjaan yang memiliki level risiko paling tinggi yang ada di area *suspension preheater – rotary kiln plant* 9 PT. XYZ?
3. Apa saja usulan tindakan pengendalian risiko yang dapat digunakan untuk mencegah kecelakaan kerja di area *suspension preheater – rotary kiln plant* 9 PT. XYZ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat, tujuan penelitian yang diharapkan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi bahaya pada area *suspension preheater – rotary kiln plant 9 PT. XYZ*
2. Mengetahui pekerjaan yang memiliki level risiko tinggi di area *suspension preheater – rotary kiln plant 9 PT. XYZ*
3. Memberikan usulan tindakan pengendalian risiko untuk dapat mencegah kecelakaan kerja di area *suspension preheater – rotary kiln plant 9 PT. XYZ*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini meliputi hal-hal berikut:

1. Bagi Perusahaan
Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk perbaikan kesehatan keselamatan kerja di PT. XYZ
2. Bagi Mahasiswa
Mahasiswa dapat mengimplementasikan ilmu Teknik Industri dalam lingkup Keselamatan Kesehatan Kerja

1.5 Batasan Penelitian

Peneliti telah menentukan tiga batasan masalah dalam penelitian ini, di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Pengambilan data hanya berkonsentrasi pada lingkaran kerja, risiko kerja, kegiatan harian kerja dan alat pelindung diri yang digunakan pada area *suspension preheater – rotary kiln plant 9* di PT. XYZ
2. Penelitian dilakukan pada pekerja di area *suspension preheater – rotary kiln plant 9*.
3. Penelitian ini dilakukan selama satu bulan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur adalah sintesis dari berbagai studi yang telah dipublikasikan, yang berfungsi untuk memberikan panduan dalam penelitian, mengidentifikasi kelemahan, serta menyoroti kemajuan di bidang yang relevan. Salah satu pendekatan yang sering digunakan secara efektif dalam penelitian keselamatan dan kesehatan kerja adalah HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*), yang berfokus pada identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko untuk mencegah kecelakaan dan meningkatkan keselamatan kerja.

Berdasarkan Penelitian Alamsyah dan Fitriansyah, (2022) yang berjudul “Analisa Bahaya Kerja Dengan Metode HIRARC Pada Pekerjaan Unit *Finish Mill* Di PT Semen Indonesia (PERSERO) Pabrik Tuban”. Keselamatan dan kesehatan kerja bertujuan menciptakan kondisi kerja yang aman dan nyaman bagi pekerja, mencegah kecelakaan, serta melindungi aset perusahaan. Di bagian finishing mill PT. Semen Indonesia (Persero) Pabrik Tuban, beberapa risiko bahaya teridentifikasi, seperti terjatuh, terjepit, terpeleset, sengatan listrik, dan tertimpa ember. Tindakan pengendalian diambil dengan menyesuaikan prinsip hierarki pengendalian untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan kerja di unit tersebut.

Selanjutnya Kabul dan Yafi, (2022) dalam penelitiannya yang berjudul “*HIRARC Method Approach as Analysis Toos in Forming Occupational Safety Health Management and Culture*” Kesehatan dan keselamatan kerja adalah untuk menjaga semua elemen yang ada di lingkungan kerja, seperti manusia, peralatan, dan bahan mentah. Selain itu, dengan tetap memperhatikan kondisi lingkungan sekitar, Kesehatan dan Keselamatan Kerja mengawasi seluruh operasional yang berkaitan dengan pergerakan bahan mentah, penggunaan peralatan konstruksi, dan proses industri.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan Wong *et al.*, (2022) dengan judul penelitian “*Hazard Identification Risk Assesment and Risk Control (HIRARC) for Mengkuang DAM Construction*” Pendekatan ini memberikan prosedur umum untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi bahaya di lingkungan kerja, serta merencanakan tindakan pengendalian yang

efektif untuk meminimalkan bahaya yang teridentifikasi. Metode HIRARC, yang mencakup identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko, merupakan cara manajemen risiko yang efektif. Dengan demikian, metode HIRARC dapat digunakan untuk mengevaluasi bahaya, menganalisis dan menilai risiko pekerjaan, serta mengendalikan risiko yang mungkin terjadi dalam setiap kegiatan kerja.

Selanjutnya (Rofiq & Azhar, 2022) Dalam penelitiannya yang berjudul “*Hazards Identification and Risk Assessment In Welding Confined Space Ship Reparation PT. X With Job Safety Analysis Method.*”. Penilaian risiko mengidentifikasi 49 kemungkinan bahaya, dengan 36 bahaya berisiko rendah dan 13 berisiko sedang. Rekomendasi pengendalian meliputi penggunaan APD dan suction blower, memastikan keamanan saat memasuki tangki, memperhatikan kehadiran pekerja dan pengarah keselamatan, mengatur kabel dengan aman, memastikan tangan kering saat menangani listrik, serta menjaga kebersihan lingkungan sekitar area kerja.

Selanjutnya Marzuki *et al.*, (2022) Dengan judul penelitiannya adalah “*Implementation Of OSH Risk Management Among Smes In Malaysia: A Systematic Literature Review*”. Ada tiga kategori utama yang dapat dikategorikan sebagai bahaya: risiko lingkungan, keselamatan, dan kesehatan. Risiko penyakit jangka pendek dan jangka panjang adalah contoh risiko kesehatan. Salah satu risiko yang terkait dengan keselamatan adalah kemungkinan kerusakan area kerja. Bahaya lingkungan, sebaliknya, mewakili potensi kerusakan lingkungan.

Penelitian oleh Kurniawan *et al.*, (2022) berjudul “Identifikasi Bahaya Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Menggunakan Metode *Hirarc Dan Failure Mode And Effect Analysis*” Pada penelitian di PT Asian Isuzu Casting Center, pendekatan HIRARC digunakan untuk menilai kemungkinan kecelakaan. Ditemukan 38 risiko, terdiri dari 10 bahaya ekstrim, 3 bahaya tinggi, 9 bahaya sedang, dan 16 bahaya rendah.

Menurut penelitian yang telah dilakukan Ghika Smarandana *et al.*, (2021) dalam penelitian yang berjudul “Penilaian Risiko K3 Pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode *Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control (HIRARC)*” Penelitian ini menggunakan pendekatan HIRARC untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko yang mungkin timbul selama aktivitas kerja di PT. Tri Jaya Teknik. Ditemukan 30 bahaya terkait prosedur stamping, rolling, milling, grinding, dan pengelasan. Hasil evaluasi

menunjukkan 30% risiko tinggi, 13,3% risiko sedang, 43,3% risiko rendah, dan 13,3% risiko ekstrem.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan Mauliyani *et al.*, (2022) dalam penelitian yang berjudul “Identifikasi Risiko Keselamatan Kerja Metode (HIRARC) Di PT. Gemala Saranaupaya” Penilaian risiko, pengendalian risiko, dan identifikasi bahaya dilakukan selama pembangunan tangki di Cilincing, Jakarta Utara. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi, mengevaluasi, dan mengelola risiko. Berdasarkan observasi dan wawancara, ditemukan delapan bahaya dengan tingkat berat (E), tujuh bahaya dengan risiko tinggi (T), tiga risiko rendah (R), dan dua risiko sedang (S). Setiap aktivitas memiliki bahaya, evaluasi, dan pengendalian risiko yang berbeda

Selanjutnya riset yang dilakukan oleh Muarif Ramadhan *et al.*, (2021) mengusung judul “Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRARC Pada Area Produksi CV. Artana Engineering” Sistem HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) CV Artana Engineering menggunakan pendekatan HIRARC untuk mengurangi atau menghilangkan risiko kecelakaan kerja di sektor produksi. Observasi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya, kemudian analisis risiko dilakukan dan tindakan pengendalian diterapkan di area produksi. Penelitian menemukan 26 risiko, terdiri dari 4 risiko ekstrim, 4 risiko tinggi, 5 risiko sedang, dan 13 risiko rendah. Pengendalian risiko mencakup lima pendekatan teknik, dua belas pengendalian administratif, tujuh belas penggunaan APD, serta fasilitas tambahan seperti kotak P3K dan APAR.

Lalu dilihat dari Penelitian Zumala, (2023) yang berjudul “Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pengrajin Tulakir *Fiberglass*” yang menyatakan bahwa dari hasil setelah diidentifikasi, berbagai risiko ditemukan, termasuk risiko mekanis, listrik, kimia, fisik, dan gravitasi. Setelah analisis risiko selesai, ditemukan 54 bahaya, yang terdiri dari 9 kategori rendah (17%), 37 kategori sedang (69%), dan 8 kategori tinggi (15%). Kesulitan bernapas yang disebabkan oleh bau kimia resin, iritasi kulit akibat katalis kimia, luka akibat pemotong selama pencetakan, goresan dari penggiling dan router, masalah pernapasan akibat debu fiberglass, dan luka akibat alat pemotong lakban adalah beberapa contoh risiko tinggi. Ada bahaya minimal hingga signifikan yang terkait dengan proses pembuatan kerajinan berbahan fiberglass.

Selanjutnya Gonawan dan Othman, (2022) Dalam Penelitiannya Dengan Judul “*Workplace Safety based on the Hierarchy of Control-A Short Review*” Hasil identifikasi

risiko menunjukkan berbagai bahaya, termasuk risiko mekanis, listrik, kimia, fisik, dan gravitasi. Setelah analisis, ditemukan 54 bahaya, terdiri dari 9 kategori rendah (17%), 37 kategori sedang (69%), dan 8 kategori tinggi (15%). Beberapa contoh risiko tinggi meliputi kesulitan bernapas akibat bau kimia resin, iritasi kulit dari katalis kimia, luka akibat pemotong, goresan dari penggiling, masalah pernapasan akibat debu fiberglass, dan luka dari alat pemotong lakban. Bahaya yang ditemukan bervariasi dari minimal hingga signifikan dalam proses pembuatan kerajinan fiberglass.

Selanjutnya dikutip dari (Faiz & Yuamita, 2023) pada penelitiannya yang berjudul *“Identifikasi Bahaya pada Area Peleburan Logam Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (HIRARC) dan Fault Tree Analysis (FTA) di CV. Barokah Logam Sejahtera”* mengidentifikasi berbagai bahaya di lingkungan kerja dengan mengklasifikasikan risiko berdasarkan tingkat keparahannya. Temuan penelitian menunjukkan dua risiko rendah (kebisingan dan putusnya tali hoist crane), tujuh risiko sedang (terpecah, tersandung, menghirup gas berbahaya, mata gelap, cairan meledak, debu masuk mata), tiga risiko tinggi (tercipratnya cairan logam panas), dan satu risiko ekstrim (terjepit saat memasukkan bahan mentah ke tungku induksi). Penelitian ini menekankan pentingnya pengendalian risiko untuk memastikan keselamatan pekerja di area peleburan logam.

Selanjutnya, Purwanto *et al.*, (2022) menyatakan dalam penelitiannya yang berjudul *“Work Accident Analysis Using Hirarc Method (Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control) In Maintenance Division CV. Prosperous Utama Dira”*. Sumber daya manusia merupakan suatu komoditas berharga bagi suatu perusahaan. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi Bahaya, mengukur tingkat risiko, menganalisis hasil evaluasi risiko, serta dapat membentuk rekomendasi pengendalian dan solusi guna meminimalisir Bahaya dan kecelakaan kerja. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 9 (Sembilan) Bahaya, yaitu benturan pada kaki atau kepala, tersengat listrik, jatuh dari pipa, terjepit di antara pipa, ledakan bahan kimia, kontak dengan pipa panas, terkena tumpahan material, cedera karena tangan terkena mata bor, dan terpeleset. Penilaian tingkat risiko menunjukkan bahwa 11,1 persen berada dalam kategori risiko rendah atau ekstrim, 33,3 persen berada pada risiko sedang, dan 44,4 Persen berada pada risiko tinggi.

Selanjutnya (Rosimah & Kurniawan, 2022) dalam penelitiannya yang berjudul *“Analisi Risiko Keselamatan Kerja dengan menggunakan metode Hirarc dan FTA Di PT X”* Fokus utama dari studi ini adalah untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko-

risiko yang ada di lingkungan kerja PT X. penelitian ini bertujuan untuk memahami secara mendalam tingkat risiko yang terkait dengan kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada berbagai lokasi atau area kerja di perusahaan tersebut. Metode yang digunakan yaitu HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) dan metode *fault tree analysis* (FTA). Hasil penelitian menunjukkan adanya 16 risiko kecelakaan kerja dengan tingkat low risk sebanyak 5, moderate risk sebanyak 3, high risk sebanyak 7, dan extreme risk sebanyak 1 risiko.

Terakhir dikutip dari (Fatma et al., 2021) pada penelitiannya yang berjudul “*Usulan Perbaikan Pada Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di PT. Surya Toto Indonesia Tbk Divisi Sanitary Dengan Metode HIRA Dan FTA*” Ditemukan dua puluh lima jenis bahaya yang berpotensi mengancam keselamatan dan kesehatan pekerja, yang diidentifikasi melalui studi, penilaian risiko, dan pengamatan langsung dengan melibatkan pakar, petugas K3, dan pengawas setempat. Risiko tersebut terbagi menjadi dua risiko tingkat rendah, sepuluh risiko tingkat menengah, sebelas risiko tingkat tinggi, dan dua risiko tingkat parah. Setelah manajemen perusahaan menangani bahaya tingkat parah dan tinggi, jumlah risiko tinggi berkurang menjadi dua dan risiko menengah menjadi sebelas. Untuk mengurangi nilai risiko, dunia usaha perlu meningkatkan keselamatan pekerja dan mengawasi perilaku berisiko karyawan.

Tabel 2.1 *State Of The Art*

No	Nama Penulis	Judul	Metode Penelitian			Objek Penelitian
			HIRARC	JSA	FTA	
1	(Alamsyah & F, 2022)	Analisa Bahaya Kerja Dengan Metode HIRARC Pada Pekerjaan Unit <i>Finish Mill</i> Di PT Semen Indonesia (PERSERO)				Pekerjaan Unit <i>Finish Mill</i> Di PT Semen Indonesia (PERSERO) Pabrik Tuban

Tabel 2.1 *State Of The Art*

No	Nama Penulis	Judul	Metode Penelitian			Objek Penelitian
			HIRARC	JSA	FTA	
		Pabrik Tuban				
2	(Kabul & Yafi, 2022)	HIRARC <i>Method Approach as Analysis Toos in Forming Occupational Safety Health Management and Culture</i>				Pengangkatan material bangunan menggunakan tower crane pada proyek konstruksi
3	(Wong <i>et al.</i> , 2022)	<i>Hazard Identification Risk Assesment and Risk Control (HIRARC) for Mengkuang DAM Construction</i>				Konstruksi Bendungan
4	(Rofiq & Azhar, 2022)	<i>Hazards Identification and Risk Assessment In Welding Confined Space Ship Reparation PT. X With Job Safety Analysis</i>				perusahaan docking dan shipyard bidang reparasi berbagai macam jenis kapal PT X

Tabel 2.1 *State Of The Art*

No	Nama Penulis	Judul	Metode Penelitian			Objek Penelitian
			HIRARC	JSA	FTA	
Method.						
5	(Marzuki <i>et al.</i> , 2022)	Implementation Of Osh Risk Management Among SMEs In Malaysia: A Systematic Literature Review				Pekerja pada umkm di malaysia
6	(Kurniawan <i>et al.</i> , 2022)	Identifikasi Bahaya Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Menggunakan Metode Hirarc Dan Failure Mode And Effect Analysis Pada Proses Finishing Di Pt Asian Isuzu Casting Center				Pekerja Proses Penyelesaian Di Pt Asian Isuzu Casting Center
7	(Ghika Smarandana <i>et al.</i> , 2021)	Penilaian Risiko K3 Pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode				Pada Proses Pabrikasi PT. Tri Jaya Teknik

Tabel 2.1 *State Of The Art*

No	Nama Penulis	Judul	Metode Penelitian			Objek Penelitian
			HIRARC	JSA	FTA	
		<i>Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control (HIRARC)</i>				
8	(Mauliyani <i>et al.</i> , 2022)	Identifikasi Risiko Keselamatan Kerja Metode (HIRARC) Pada Tahap Pembuatan Tangki Di PT. Gemala Saranaupaya				Pembuatan Tangki PT. Gemala Sarana Upaya
9	(Muarif Ramadhan <i>et al.</i> , 2021)	Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Hirarc Pada Area Produksi CV. Artana				Area produksi CV. Artana <i>Engineering</i>

Tabel 2.1 *State Of The Art*

No	Nama Penulis	Judul	Metode Penelitian			Objek Penelitian
			HIRARC	JSA	FTA	
		Engineering				
10	(Zumala, 2023)	Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pengrajin Tulakir <i>Fiberglass</i>				Pekerja Tulakir <i>Fiberglass</i>
11	(Gonawan & Othman, 2022)	<i>Workplace Safety based on the Hierarchy of Control-A Short Review</i>				definisi bahaya dan dampak bahaya pekerja
12	(Faiz & Yuamita, 2023)	<i>Identifikasi Bahaya pada Area Peleburan Logam Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assesment And Risk Control (HIRARC) dan Fault Tree Analysis (FTA)</i>				Pekerja proses peleburan logam di CV. Barokah Logam Sejahtera

Tabel 2.1 *State Of The Art*

No	Nama Penulis	Judul	Metode Penelitian			Objek Penelitian
			HIRARC	JSA	FTA	
		<i>di CV. Barokah Logam Sejahtera</i>				
13	(Purwanto et al., 2022)	<i>Work Accident Analysis Using Hirarc Method (Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control) In Maintenance Division CV. Prosperous Utama Dira</i>				Bagian Pemeliharaan CV. Prosperous Utama Dira
14	(Rosimah & Kurniawan, 2022)	<i>Analisi Risiko Keselamatan Kerja dengan menggunakan metode Hirarc dan FTA Di PT X</i>				Pekerja di produksi minuman nata de coco PT X
15	(Fatma et al., 2021)	<i>Usulan Perbaikan Pada Penerapan Sistem</i>				Pekerja di seksi Slip Preparing PT Surya Toto Indonesi

Tabel 2.1 *State Of The Art*

No	Nama Penulis	Judul	Metode Penelitian			Objek Penelitian
			HIRARC	JSA	FTA	
		<i>Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di PT. Surya Toto Indonesia Tbk Divisi Sanitary Dengan Metode HIRA Dan FTA</i>				

Berdasarkan hasil perbandingan jurnal pada Tabel 2.1 terdahulu diketahui metode yang diterapkan untuk melakukan strategi analisis bahaya kerja adalah *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC), *Job Safety Analysis* (JSA), dan *Fault Tree Analysis* (FTA), HIRARC digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan mengendalikan risiko dengan menerapkan langkah-langkah pengendalian berbasis hierarki. JSA bertujuan mengidentifikasi risiko sebelum kecelakaan terjadi, sementara FTA digunakan untuk menganalisis dan meramalkan penyebab kecelakaan berdasarkan alur kejadian. Metode HIRARC paling sering digunakan dalam penelitian terdahulu, terutama di industri yang sebanding dengan objek penelitian saat ini. menyelidiki ketika suatu kecelakaan terjadi melalui cara mengevaluasi alur kejadiannya.

Metode HIRARC paling sering digunakan dalam penelitian terdahulu mengenai analisis bahaya kerja. Selain itu, metode HIRARC juga digunakan pada penelitian terdahulu dengan objek atau lokasi di bidang industri yang sebanding dengan objek atau lokasi penelitian saat ini.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)

Di sektor teknik, keselamatan dan kesehatan kerja merupakan faktor yang sangat penting. Segala aktivitas yang melibatkan peralatan, mesin, perlengkapan, dan lingkungan tempat

kerja termasuk dalam kategori keselamatan kerja. Sementara itu, upaya pemberantasan penyakit akibat kerja meliputi aspek preventif, terapeutik, rehabilitatif, dan promosi kesehatan kerja. Melindungi karyawan dari segala risiko yang mungkin timbul selama mereka bekerja merupakan tujuan utama komponen keselamatan dan kesehatan kerja (Murti, 2015). Menurut Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970, Setiap pekerja berhak mendapatkan perlindungan atas keselamatan dirinya dalam menjalankan pekerjaannya guna meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan nasional. Sesuai dengan definisi yang dikemukakan *World Health Organization* (WHO) dan *International Labour Organization* (ILO) pada tahun 1950, Menciptakan lingkungan kerja yang kondusif bagi kebutuhan psikologis dan fisiologis pekerja sehingga tercipta hubungan yang harmonis antara lingkungan dan pekerja, serta mencegah timbulnya permasalahan kesehatan di tempat kerja, merupakan bagian dari keselamatan dan kesehatan kerja. Tujuan Kesehatan Kerja menurut *International Labour Organisation*, (2010) adalah sebagai berikut:

1. Upaya inisiatif untuk mendukung dan menjunjung tinggi kesejahteraan sosial, emosional, dan fisik karyawan.
2. Mencegah masalah kesehatan yang disebabkan oleh lingkungan kerja yang berbahaya.
3. Upaya melindungi pekerja dari seluruh ancaman yang membahayakan kesehatannya.
4. Menugaskan dan mempertahankan pegawai pada pekerjaan yang paling tepat dengan kekuatan fisik dan mentalnya.
5. Penyesuaian yang dilakukan setiap orang terhadap pekerjaannya.

2.2.2 Kecelakaan Kerja

Suatu kejadian yang terjadi tanpa sengaja dan kejadian yang tidak direncanakan di tempat kerja yang bisa mengakibatkan kerusakan fisik, kecacatan, atau bahkan kematian disebut kecelakaan kerja (Sudalma, 2021). Menurut Charisma *et al.*, (2022) Seseorang yang mengalami kelelahan kerja mungkin menyadari adanya perubahan dalam kemampuannya melakukan tugas di tempat kerja. Setiap orang dapat mengalami kelelahan kerja dalam keadaan yang berbeda-beda. Menurut Rachmawati, (2008) terdapat beberapa faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan kerja adalah sebagai berikut:

1. Faktor Fisik, seperti iklim kerja, suara, getaran, penerangan, suhu, dan tekanan udara.
2. Faktor Kimia, berupa cairan, gas, uap, debu, dan beracun.
3. Faktor Biologi, yang berasal dari tumbuhan dan hewan.

4. Faktor Fisiologis, yang berasal cara kerja, desain alat kerja, dan pengangkatan beban yang melebihi batas kemampuan kerja.
5. Faktor Psikologis, masalah dengan jadwal kerja, hubungan atasan-bawahan, dan beban kerja berlebih.

2.2.3 Bahaya (Hazard)

Bahaya (hazard) merujuk pada kondisi, tindakan, yang dapat menyebabkan kerugian bagi individu, aset, proses, atau lingkungan (Supriyadi *et al.*, 2015). Situasi semacam ini memiliki bahaya untuk memicu kecelakaan kerja atau penyakit yang terkait pekerjaan, yang bisa mengakibatkan cedera fisik atau gangguan kesehatan (Ridwan, 2008). Bahaya fisik, kimia, biologi, ergonomis, dan psikologis hanyalah beberapa dari sekian banyak kemungkinan sumber bahaya. Oleh karena itu, penerapan program kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang efektif memerlukan pemahaman menyeluruh tentang penyebab dan dampak bahaya.

Motivasi utama di balik penerapan kesehatan dan keselamatan kerja adalah untuk mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja (Tarwaka, 2008). Dalam konteks ini, bahaya diartikan sebagai kombinasi antara kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya dan konsekuensinya, sehingga identifikasi terhadap potensi bahaya menjadi suatu hal yang krusial. Dalam hal ini, definisi bahaya dalam standar DIS/ISO 45001 tidak mengalami perubahan signifikan dibandingkan dengan OHSAS 18001:2007, yang menunjukkan bahwa perusahaan yang telah menerapkan sistem manajemen K3 OHSAS 18001 tidak perlu mengubah pemahaman mereka mengenai definisi bahaya (OHSAS 18001, 2007).

Dalam kerangka terminologi keselamatan dan kesehatan kerja (K3), bahaya dikategorikan menjadi dua jenis utama, yaitu:

1. Bahaya Keselamatan Kerja (*Safety Hazard*)

Jenis bahaya yang berpotensi menimbulkan kecelakaan dan menyebabkan cedera (*injury*) hingga kematian, serta kerusakan pada properti perusahaan. Dampak dari bahaya ini mempunyai akibat yang serius. Ada beberapa jenis bahaya keselamatan meliputi:

- a. Bahaya Mekanik, yang disebabkan oleh alat atau mesin kerja mekanis, termasuk cedera karena terpeleset, terjatuh, terjepit, atau tertindih.
- b. Bahaya Elektrik, yang berkaitan dengan penggunaan peralatan bermuatan listrik.
- c. Bahaya Kebakaran, yang disebabkan oleh bahan kimia yang mudah terbakar (*flammable*).
- d. Bahaya Peledakan, yang berasal dari bahan kimia yang mudah meledak.

2. Bahaya Kesehatan Kerja (*Health Hazard*)

Jenis bahaya memberikan dampak pada kesehatan pekerja, menyebabkan penyakit akibat kerja dan masalah kesehatan. Bahaya ini memiliki efek jangka panjang. Beberapa kategori bahaya kesehatan sebagai berikut:

- a. Bahaya Fisik, seperti getaran, kebisingan, radiasi ionik dan non-ionik, suhu tinggi, dan pencahayaan yang buruk.
- b. Bahaya Kimia, berkaitan dengan zat atau komponen seperti debu, kabut, asap, gas, uap, insektisida, aerosol, dan antiseptik.
- c. Bahaya Ergonomi, terdiri dari pengangkatan fisik, postur statis, gerakan berulang, dan posisi tubuh non-ergonomis.
- d. Bahaya Biologis, melibatkan makhluk hidup, seperti bakteri, virus, protozoa, dan jamur berbahaya, di tempat kerja.
- e. Bahaya Psikologis, seperti beban kerja yang membebani dan teman kerja yang tidak nyaman, sehingga dapat mengganggu kesehatan mental karyawan.

2.2.4 Risiko (Risk)

Menurut (OHSAS 18001:2007), Risiko merupakan hasil penggabungan dua faktor: kemungkinan atau frekuensi terjadinya suatu kejadian dan dampaknya, dalam contoh ini penyakit atau kerusakan. Jenis metode analisis risiko berdasarkan (OHSAS 18001:2007) yang memperhatikan langkah-langkah manajemen risiko yang telah diterapkan meliputi teknik analitik kuantitatif yang menggambarkan tingkat risiko yang mungkin diukur dengan menggunakan skala deskriptif atau format verbal untuk menjelaskan tingkat bahaya yang akan diukur. Risiko dibagi menurut sumber- sumber penyebabnya, antara lain:

1. Risiko keuangan yaitu khususnya bahaya yang dapat ditimbulkan oleh variabel ekonomi seperti perubahan suku bunga, harga, dan mata uang.
2. Risiko operasional yaitu secara khusus bahaya yang disebabkan oleh berbagai elemen termasuk manusia, lingkungan, dan teknologi.
3. Risiko internal yang datang dari permasalahan perusahaan itu sendiri.
4. Risiko eksternal yang berasal dari vendor, pihak ketiga atau luar perusahaan.

2.2.5 Manajemen Risiko

Menurut Cantino *et al.*, (2016) Untuk membantu pengambilan keputusan, prosedur khusus yang dikenal sebagai "manajemen risiko" adalah mengambil tindakan untuk mengurangi atau

menghilangkan kerugian dari setiap peristiwa yang dapat memiliki efek negatif, Teknik-teknik ini melibatkan pengaturan kejadian, pengenalan, penilaian, dan pemantauan risiko dalam semua tindakan dan prosedur, serta mengkomunikasikan risiko. Pada dasarnya manajemen risiko adalah sebagai proses identifikasi, menilai, meminimalkan, dan menjamin bahaya serta mengembangkan rencana tindakan yang matang untuk mencapai hal tersebut (Lokobal, 2014). Menurut (Destiana Safitri *et al.*, 2023) Suatu perusahaan dapat mengelola risiko dengan mengambil tindakan yang tepat untuk mengendalikan dampak dan kemungkinannya dengan tetap menjaga tingkat risiko dalam batas yang dapat diterima. Ada empat macam strategi berbeda yang dapat digunakan dalam perusahaan untuk menghadapi risiko:

1. *Avoid*: Menghindari yang dapat untuk mengurangi kemungkinan terjadinya suatu risiko yang mungkin berbahaya atau membatasi diri dari mengambil tindakan yang berpotensi dapat memperbesar kemungkinan terjadinya risiko.
2. *Share*: Mengalihkan risiko kepada pihak lain yaitu pihak ketiga yang berfungsi untuk mengalihkan kerugian seperti (*subcontract* atau dengan asuransi).
3. *Mitigate*: Merupakan tindakan pencegahan yang berfungsi untuk meminiliasi atau mengurangi dampak maupun kemungkinan risiko sampai batas yang dapat ditolerir.
4. *Accept*: Menerima risiko yang ditimbulkan masih dalam risiko yang dapat ditoleransi dan mempertahankan maupun mengelola risiko sehingga tingkat risiko tidak berkembang ke arah yang lebih tinggi.

2.2.6 HIRARC (*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*)

1. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

HIRARC adalah merupakan salah satu komponen penting yang diperlukan untuk mengaplikasikan sistem manajemen berbasis K3 (OHSAS 18001:2007). Sistem manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menggunakan teknik identifikasi bahaya, penilaian dan pengendalian (HIRARC) untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengatur tindakan yang berpotensi berdampak serius terhadap keselamatan dan keamanan pekerja. Risiko yang terkait dengan seluruh operasi bisnis atau organisasi, baik yang rutin maupun tidak. Hal ini berkontribusi terhadap terciptanya tempat kerja yang bebas dari kecelakaan. Selain itu *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) menurut Supriyadi *et al.*, (2015) HIRARC yaitu salah satu metode yang digunakan bisa mengidentifikasi untuk mengurangi atau mencegah situasi yang tidak menguntungkan di tempat kerja. Untuk mengevaluasi risiko,

pendekatan ini terlebih dahulu mengidentifikasi aktivitas kerja dan area Bahaya. Selanjutnya dilakukan upaya pengendalian risiko guna mengurangi paparan bahaya di setiap jenis pekerjaan.

Menurut Asih *et al.*, (2021) dalam proses HIRARC dibutuhkan beberapa langkah yang sederhana meliputi:

- a. Mengkategorikan jenis aktivitas kerja.
- b. Mengenali risiko yang berasal dari berbagai aktivitas pekerjaan.
- c. Melakukan penilaian risiko, yang mencakup pemeriksaan dan penghitungan risiko yang terkait dengan setiap bahaya dengan menentukan kemungkinan munculnya bahaya dan tingkat dampaknya
- d. Menilai apakah risiko layak diterima atau tidak, jika demikian dapat lakukan tindakan pengendalian.

2. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko adalah proses penentuan besarnya risiko yang harus diperhitungkan dalam upaya mengendalikan bahaya yang mungkin sudah ada. Penilaian risiko perlu dihitung dengan mempertimbangkan situasi bahaya yang timbul secara berkala serta dalam cedera atau kerusakan (Ghika Smarandana *et al.*, 2021). Menurut Supriyadi *et al.*, (2015) *likelihood* dan *consequence* tolok ukur penilaian risiko. *Likelihood* berfungsi untuk mengukur frekuensi atau peluang dari suatu kejadian bahaya terwujud menjadi insiden. *consequence* merujuk pada tingkat keparahan dampak yang akan terjadi jika suatu bahaya terwujud menjadi kecelakaan atau insiden.

Tabel 2.2 *Likelihood*

Tingkat	Kriteria	Keterangan
5	<i>Almost Certain</i>	Sebuah insiden yang akan terjadi pada keadaan apa pun (Terdapat ≥ 1 kejadian dalam 1 bulan)
4	<i>Likely</i>	Sebuah insiden yang sangat pasti terjadi dalam semua keadaan

Tingkat	Kriteria	Keterangan
		(Terdapat ≥ 1 kejadian dalam 3 bulan)
3	<i>Possible</i>	Sebuah insiden yang akan terjadi dalam keadaan tertentu (Terdapat ≥ 1 kejadian dalam 6 bulan)
2	<i>Unlikely</i>	Suatu kejadian yang kemungkinannya kecil (jarang) terjadi namun mungkin terjadi dalam keadaan tertentu (Terdapat ≥ 1 kejadian dalam 1 tahun)
1	<i>Rare</i>	Suatu kejadian yang hanya dapat terjadi dalam keadaan tertentu, luar biasa, atau dalam jangka waktu yang lama (Terdapat ≥ 1 kejadian dalam 1-3 tahun)

Sumber: AS:NZS 4360;2004

Tabel 2.3 *Consequence*

Tingkat	Kriteria	Keterangan
1	<i>Insignificant</i>	Tidak ada cedera dan sedikit kerugian materi.
2	<i>Minor</i>	Cidera ringan, sedikit sedikit kerugian materi
3	<i>Moderate</i>	Cidera sedang, kebutuhan akan perawatan medis dan

		kerugian materi yang signifikan
4	<i>Major</i>	Cidera berat, kerugian besar, gangguan produksi
5	<i>Catastrophic</i>	Fatal, kerugian sangat besar, dan produksi berhenti

Sumber: AS:NZS 4360;2004

Selanjutnya, dari output perhitungan dimasukkan ke tabel *risk matriks* untuk mengetahui tingkat risiko. Di bawah ini dapat dilihat informasi pada tabel matrik risiko berikut:

Tabel 2.4 *Matriks Risiko*

<i>Likelihood</i>	<i>Consequence</i>				
	1	2	3	4	5
5	H	H	E	E	E
4	M	H	H	E	E
3	L	M	H	E	E
2	L	L	M	H	E
1	L	L	M	H	H

Sumber: AS:NZS 4360;2004

Keterangan:

- H: *High*
- M: *Moderate*
- E: *Extreme*
- L: *Low*

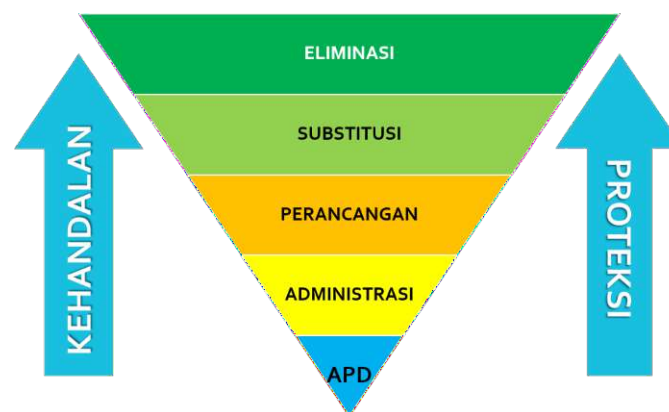
Keterangan:

1. E: Risiko tinggi, memerlukan perencanaan di tingkat manajemen atas dan penanganan segera.
2. H: Risiko tinggi, memerlukan perhatian manajemen dan penanganan segera ditindak

3. M: Risiko sedang, tidak melibatkan manajemen atas, tindakan darurat harus segera diambil.
4. L: Risiko rendah dan dapat ditangani dengan prosedur standar.

3. Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Elemen terakhir yang digunakan pada proses pengendalian risiko. Risiko besar yang sudah diketahui dan dampaknya perlu ditangani secara bijaksana, efisien, dan sejalan dengan sumber daya dan keadaan perusahaan (Asih *et al.*, 2021).



Gambar 2.1 Hirarki Pengendalian

Sumber: ISO, 2018

Urutan hirarki atau pendekatan pengendalian risiko terdiri dari

1. Eliminasi (*Elimination*) salah satu cara untuk memahami eliminasi adalah sebagai upaya menghilangkan risiko. Penghapusan adalah tindakan terbaik yang dapat diambil dan harus menjadi keputusan pertama dalam mengurangi bahaya berbahaya. Hal ini menunjukkan bahwa peralatan atau sumber yang menimbulkan risiko dihentikan untuk melakukan eliminasi.
2. Substitusi (*Substitution*) digunakan untuk menukar persediaan dan peralatan berbahaya dengan alternatif yang lebih aman atau tidak berbahaya, memastikan bahwa paparan tetap berada dalam batas yang di terima setiap saat.
3. Rekayasa (*Engineering control*) adalah proses mengubah mesin, desain alat kerja, peralatan, atau praktik kerja menjadi lebih aman guna menurunkan tingkat risiko. Pada tahap ini ditandai dengan tingkat pertimbangan yang lebih dalam terhadap desain

lingkungan kerja yang mencakup modifikasi peralatan, kombinasi aktivitas, perubahan proses, dan penurunan frekuensi pelaksanaan tugas berbahaya.

4. *Administrative* langkah-langkah administrasi yang mungkin mengurangi risiko tersebut mencakup peraturan, pelatihan pekerja, proses implementasi, dan penjadwalan shift kerja.
5. Alat Pelindung Diri (APD) langkah terakhir digunakan untuk menurunkan tingkat keparahan risiko yang diambil penggunaan alat pelindung diri.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan terhadap objek yang dilaksanakan pada PT. XYZ di area *suspension preheater – rotary kiln plant 9* yang merupakan pabrik semen yang berada di Kota Cirebon. Berfokus pada bahaya yang kemungkin akan terjadi dan menentukan *strategy* pengendalian suatu bahaya perusahaan untuk meningkatkan keselamatan menggunakan metode HIRARC.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Beberapa pendekatan yang diterapkan dalam proses pengumpulan data dalam penelitian ini, antara lain:

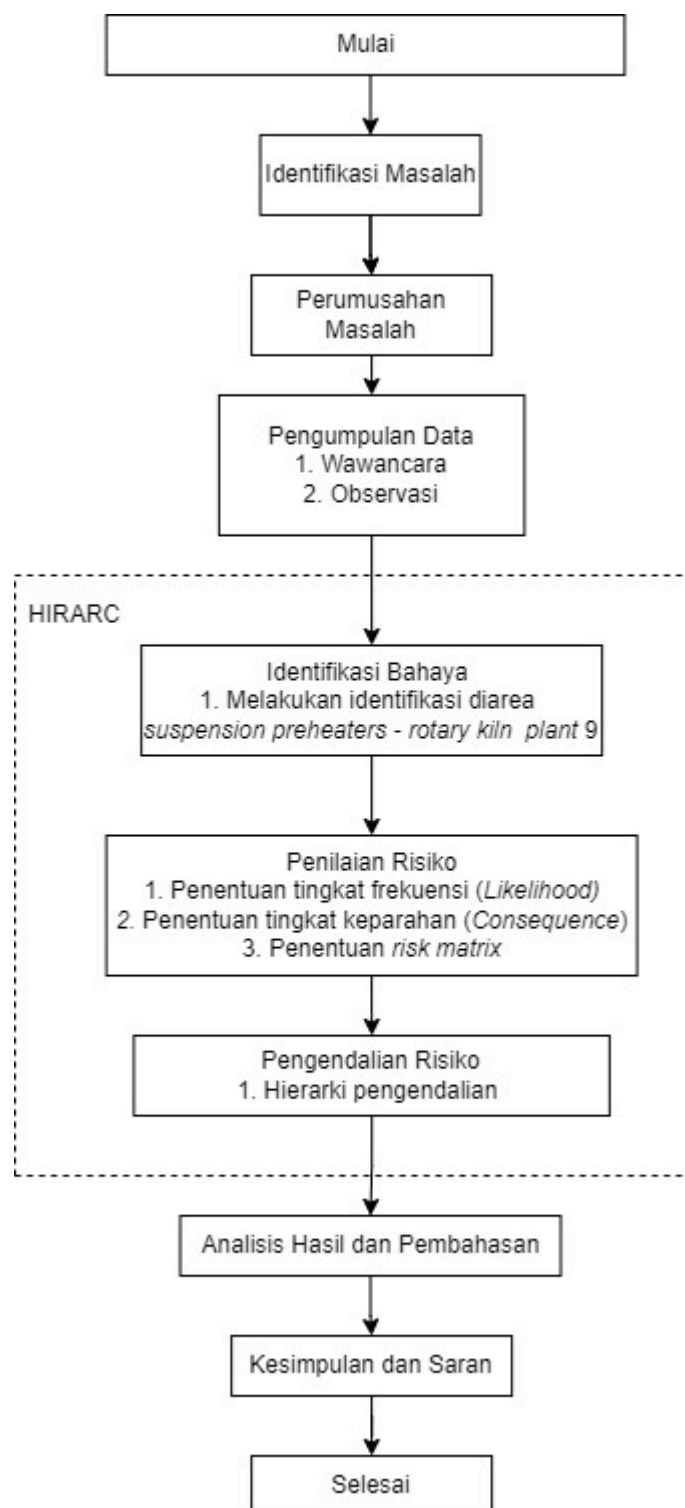
1. Observasi

Melakukan observasi secara langsung di lapangan atau lingkungan kerja. Pengamatan ini bertujuan untuk dapat mengidentifikasi bahaya yang mungkin terjadi di area *suspension preheater – rotary kiln plant 9* tahap ini juga digunakan untuk komunikasi langsung dengan pembimbing lapangan, operator, pekerja. Pengumpulan data dilengkapi dengan daftar pertanyaan wawancara. Data yang dikumpulkan dengan metode ini mendapatkan informasi mengenai yang berkaitan dengan pengidentifikasian Bahaya dengan permasalahan pada PT. XYZ.

2. Wawancara

Dengan melakukan sesi tanya jawab secara langsung dan diskusi dengan pekerja area *suspension preheater – rotary kiln plant 9*. Hasil wawancara dan diskusi ini bertujuan untuk pengidentifikasian bahaya, dan dilakukan untuk mengetahui upaya-upaya yang telah dilakukan oleh perusahaan untuk pengendalian.

3.3 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Dalam riset ini, diagram alur yang digunakan dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Identifikasi Masalah

Setelah observasi dilakukan identifikasi masalah di PT. XYZ dalam penelitian ini mendapatkan permasalahan pada risiko kecelakaan kerja pada area *suspension preheater – rotary kiln plant 9* di PT. XYZ

2. Perumusan Masalah

Setelah masalah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah perumusan masalah. Pada tahap ini, dibuat pertanyaan-pertanyaan yang relevan dengan masalah penelitian yang akan dibahas dan dijawab pada akhir penelitian.

3. Pengumpulan Data

Aktivitas pengumpulan data yang dilakukan dengan dua tahap berikut:

• Observasi

Observasi langsung digunakan untuk melakukan pengamatan secara langsung. Informasi yang diambil dari observasi ini Bahaya pada area *suspension preheater* dan *rotary kiln*

• Wawancara

Wawancara secara langsung dengan pekerja area *suspension preheater dan rotary kiln plant 9*. Data wawancara yang didapatkan dari wawancara kepada *foreman*, pekerja area plant 9, dan pekerja bagian SHE. daftar pertanyaan wawancara yaitu dengan area tersebut.

4. Identifikasi Bahaya

Setelah identifikasi bahaya yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan akibat kerja pada *operasional* di area *suspensi preheater – rotary kiln plant 9*.

5. Penilaian Risiko

Penilaian risiko untuk mengetahui tingkat bahaya dari terendah hingga tertinggi pada pekerja dengan menggunakan penilaian *likelihood* dan *consequence* skala 1-5 semakin besar nilainya maka semakin parah cedera dari pekerja tersebut.

6. Pengendalian Risiko

Tingkat terakhir dari pemrosesan data adalah membuat saran pengendalian risiko. Saran-saran ini dimaksudkan untuk menekan risiko kecelakaan dan penyakit yang mungkin terjadi di tempat kerja melalui penerapan hierarki pengendalian.

7. Analisis Hasil Dan Pembahasan

Di tahap ini, informasi data yang sudah diolah sebelumnya akan disajikan kembali dan dibahas lebih mendalam. Setelah pengendalian selesai, nilai risiko dinilai. Kemudian ide-ide dapat ditawarkan untuk mengatasi tantangan penelitian.

8. Kesimpulan Dan Saran

Terakhir, hasil analisis dirangkum, pertanyaan awal dijawab, dan rekomendasi dibuat untuk masalah yang ditemui selama penelitian di PT. XYZ .

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

4.1.1 Profil Perusahaan

Setelah 48 tahun beroperasi, PT. XYZ menjadi produsen semen nasional. Untuk memenuhi kebutuhan semen dalam negeri dan berekspansi ke pasar internasional, perseroan harus terus menjaga kualitas dan variasi produk sesuai dengan permintaan pasar. PT. XYZ harus memiliki kapasitas produksi yang tersertifikasi agar dapat memenuhi ambisinya untuk menjadi pemain penting di sektor semen nasional.

Hedleberg Cement Group membeli 61,7% saham perusahaan pada tahun 2001, yang kemudian melalui anak perusahaannya, Kimmeridge Enterprise Pte. Ltd., menjadi pemangku kepentingan utama. HeildelbergCement Group, yang memiliki 100% Birchwood Omnia Ltd. (Inggris), menerima seluruh kepemilikan HeIdlebergCement AG di PT. XYZ pada tahun 2008.

HeIdleberg Cement AG kini memiliki 51% saham perusahaan melalui Birchwood Omnia, setelah menjual 14,1% sahamnya kepada publik pada tahun 2009. Perusahaan mulai menjalankan Location 14, fasilitas empat belas semen, di dalam Kompleks fasilitas Citeureup pada bulan Oktober 2016 Dimiliki oleh PT. XYZ, pabrik semen yang cukup besar ini memiliki kapasitas desain hingga 4,4 juta ton semen per tahun. Selain itu, ini merupakan pabrik semen yang cukup besar yang pernah dibangun oleh HeildelbergCement Group dan PT. XYZ. Dengan 13 fasilitas tersebut, perseroan saat ini mampu memproduksi 25,5 juta ton semen per tahun. Kompleks pabrik Citeureup di Bogor, Jawa Barat, memiliki sepuluh pabrik; Kompleks Pabrik Cirebon di Cirebon, Jawa Barat, memiliki dua pabrik; dan Kompleks Pabrik Tarjun di Kotabaru, Kalimantan Selatan, memiliki satu pabrik.

Untuk menjalankan operasional proses produksi, PT. XYZ harus menyiapkan sejumlah bahan baku. Perencanaan Sumber Daya dan Pengelolaan Persediaan Bahan dan Batubara merupakan proses pengorganisasian dan pengelolaan persediaan bahan baku yang meliputi pembelian batubara, pasir silika, pasir besi, terak tembaga, fly ash, gipsum, alat penggilingan, dan pozzolan. Perusahaan tersebut menambang batu kapur dan tanah liat yang digunakan sebagai bahan mentah di lokasi belakang fasilitas. Proses pembuatan semen sendiri diawali dengan penambangan untuk mendapatkan komponen utama yaitu batu kapur, kemudian dilanjutkan ke bagian kendali mutu untuk memastikan komposisi bahan sehingga

menghasilkan jenis semen yang sesuai, Melalui kendali mutu (QC), proses produksi terus dipantau sepanjang waktu. Prosesnya melibatkan pembuatan semen dan menentukan tingkat kualitas yang diinginkan setiap perusahaan berdasarkan produk yang mereka jual. Secara umum, kualitas keluaran ditentukan oleh rasio pencampuran bahan baku. Karena kristalisasi pada mesin *rotary kiln* menghasilkan semen dan klinker, PT. XYZ ingin memastikan bahwa bahanbaku yang digunakan dalam produksi adalah bahan berkualitas tinggi dan memenuhi persyaratan domestik dan internasional.

4.1.2 Aktivitas *Suspension Preheater* dan *Rotary Kiln Area Plant 9*

A. *Patroler Suspension Preheater*

Suspension preheater terdiri dari serangkaian siklon yang berfungsi memanaskan material secara bertingkat. Patroler memeriksa setiap siklon untuk memastikan aliran material lancar dan tidak ada penyumbatan atau *clogging* yang dapat mengganggu proses. Setiap aktivitasnya dijelaskan sebagai berikut:

1. Menaiki dan menuruni tangga *suspension preheater*

tugas yang rutin dilakukan oleh pekerja seperti patroler atau teknisi di pabrik semen. area *suspension preheaters* memiliki lingkungan yang panas, berdebu, dan terkadang di ketinggian, sehingga aktivitas ini memiliki risiko tertentu.

2. Pemeriksaan *decarbonation*

proses penting untuk memastikan efisiensi dan dampak lingkungan dari pabrik semen. Proses ini berfokus pada pengurangan emisi karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan selama produksi semen, terutama dalam tahap pemanasan awal.

3. Pemeriksaan *damper cyclone*

Melakukan inspeksi visual untuk efisiensi operasi, memeriksa adanya kerusakan fisik, korosi, atau keausan pada damper, memeriksa segel dan sambungan untuk memastikan tidak ada kebocoran.

4. *Waste tire* (pembakaran limbah) ke *kiln*

Pada aktivitas ini memasukan ban ke dalam ruang pembakaran dengan menggunakan mekanis memmanual, pemasukan ban ke dalam kiln harus dilakukan dengan hati-hati agar pembakaran tetap optimal.

5. Pengoperasian alat angkut

Pengoperasian alat angkut pada suspension preheater di pabrik semen adalah alat ini digunakan untuk mengangkut material secara vertikal. proses yang sangat penting untuk memastikan efisiensi dan kelancaran produksi, semua aktivitas ini dicatat dalam catatan operasional untuk evaluasi kinerja dan tindakan darurat jika terjadi masalah.

6. *Belt conveyor*

Pengoperasian alat angkut pada suspension preheater di pabrik semen adalah alat ini digunakan untuk mengangkut material secara horizontal, pemeriksaan rutin sebelum pengoperasian untuk memastikan kondisi alat dalam keadaan baik, semua aktivitas ini dicatat dalam catatan operasional untuk evaluasi kinerja dan tindakan darurat jika terjadi masalah.

7. Mengatasi *clogging*

Menggunakan alat rojok melalui lubang poking hole di cyclone untuk memastikan tidak ada penyumbatan.

B. *Rotary Kiln*

Rotary klin melakukan inspeksi rutin di sepanjang area kiln untuk memastikan tidak ada kebocoran, kerusakan pada alat, atau perubahan kondisi yang tidak normal, seperti suhu berlebih atau suara yang tidak wajar. Setiap aktivitasnya dijelaskan sebagai berikut:

1. Pemasangan bata tahan api di dalam *kiln*

Memulai pemasangan bata tahan api dari bagian bawah kiln dengan menempatkannya secara merata dan memastikan setiap bata stabil dan rata. Mortar dioleskan di antara bata untuk menciptakan ikatan yang kuat dan mengisi celah, menggunakan teknik yang tepat agar mortar merata dan tidak mengganggu aliran panas. Pemasangan dilanjutkan secara bertahap sesuai pola yang direncanakan, memastikan setiap lapisan bata tersusun rapi dan saling mengunci untuk mencegah pergeseran.

2. Pengecekan *inlet kiln*

Inspeksi inlet kiln secara visual pemantauan inlet kiln seperti pengecekan seal dan gasket, pembersihan saluran, atau penyesuaian sistem aliran.

3. Pengecekan *thurst roller* dan *tyre roller*

Melakukan inspeksi visual untuk memeriksa kondisi fisik *thrust roller* dan *tyre roller* seperti pemeriksaan pengukuran jarak, pemeriksaan pelumasan, dan inspeksi *bearing*.

4. Pengecekan permukaan *shall kiln*.

Melakukan inspeksi visual untuk memeriksa kondisi fisik permukaan *shall kiln* seperti pemeriksaan ketebalan, pemeriksaan kebocoran, dan pemeriksaan suhu.

4.2 HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*)

Metode HIRARC diterapkan pada aktivitas proses *suspension preheater – rotary kiln plant 9* pada tahap penelitian pengolahan data. Tindakan awal bahaya dan risiko yang terkait dengan aktivitas kerja diidentifikasi. Setelah bahaya dan risiko teridentifikasi, dilakukan penilaian risiko yang mencakup evaluasi tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya. Probabilitas dan tingkat keparahan dikalikan untuk melakukan penilaian. Lalu, berikut Pengendalian risiko dapat dilaksanakan jika nilai risiko telah ditentukan. Kurangi kemungkinan kambuh.

4.2.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Hazard Identification adalah proses mengidentifikasi elemen pekerjaan yang mungkin menyebabkan bahaya dan kecelakaan di tempat kerja, serta peralatan, mesin, dan perlengkapan yang dipakai dalam prosedur tersebut, untuk mencegah keadaan dan aktivitas berbahaya. Data tersebut diperoleh dari observasi lapangan. Berbagai tingkat bahaya pekerjaan tercantum di bagian ini pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Identifikasi Bahaya *Suspension Preheater Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Identifikasi Bahaya	
			Bahaya	Dampak
1	Patroler di area <i>suspension heaters</i>	A1	Terpapar panas mesin	<i>Heat rash, heat stress</i> , dan dehidrasi
		A2	Terjatuh dari ketinggian	Patah tulang, trauma kepala, dan cedera tulang belakang
		A3	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan

2	Menaiki dan menuruni tangga <i>suspension heaters</i>	A4	Tergelincir pada anak tangga	Pinggul memar, cedera leher dan patah tulang
		A5	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan
3	Pemeriksaan <i>decarbonation</i>	A6	Terpapar panas material	Kemerahan, melepuh, dan luka bakar
		A7	Terjatuh dari ketinggian	Patah tulang, trauma kepala, dan cedera tulang belakang
		A8	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan
4	Pemeriksaan <i>damper cyclone</i>	A9	Terpapar panas material	Kemerahan, melepuh, dan luka bakar
		A10	Terjatuh dari ketinggian	Patah tulang, trauma kepala, dan cedera tulang belakang
		A11	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan
5	<i>Waste tire</i> (pembakaran limbah) ke <i>kiln</i>	A12	Terpapar panas material	Kemerahan, melepuh, dan luka bakar
		A13	Terjatuh dari ketinggian	Patah tulang, trauma kepala, dan cedera tulang belakang
		A14	Terpapar bau pembakaran	Gangguan pernapasan, sesak nafas, dan batuk
6	Pengoperasian alat angkut	A15	Tertimpa material	Cidera kepala dan patah tulang
7	<i>Belt conveyor</i>	A16	Kontak langsung dengan <i>belt</i> atau	Cidera fisik dan luka terbuka yang parah.

			<i>roller</i>	
		A17	Tertimpa material	Cidera kepala dan patah tulang
8	Mengatasi <i>clogging</i>	A18	Terkena gas panas dan material panas	Kemerahan, melepuh, dan luka bakar
		A19	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan

Tabel 4.1 di atas menunjukkan bahwa terdapat 19 bahaya pada area *suspension preheater plant* 9 adalah terpapar panas mesin, terjatuh dari ketinggian, terpapar debu, tergelincir pada anak tangga, terpapar panas material, terpapar bau pembakaran, tertimpa material, kontak langsung dengan *belt* atau *roller*, terkena gas panas dan material.

Tabel 4.2 Identifikasi Bahaya *Rotary Kiln Plant* 9

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Identifikasi Bahaya	
			Bahaya	Dampak
1	Patroler <i>kiln</i>	B1	Terpapar panas mesin	<i>Heat rash, heat stress</i> , dan dehidrasi
		B2	Kebisingan mesin	Gangguan Pendengaran
		B3	Terjatuh dari ketinggian	Patah tulang, trauma kepala, dan cidera tulang belakang
2	Pemasangan bata tahan api di dalam <i>kiln</i>	B4	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan
		B5	Area minim cahaya	Terjatuh, tertabrak, atau tergelincir
3	Pengecekan <i>inlet kiln</i>	B6	Kebocoran pelumas	Tergelincir atau Jatuh
		B7	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan
4	Pengecekan <i>thurst</i>	B8	Kontak langsung	Cidera fisik dan luka terbuka

Tabel 4.2 Identifikasi Bahaya *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Identifikasi Bahaya	
			Bahaya	Dampak
	<i>roller dan tyre roller</i>		dengan <i>roller</i>	yang parah
		B9	Kebisingan mesin	Gangguan Pendengaran
		B10	Kebocoran pelumas	Tergelincir atau Jatuh
5	Pengecekan permukaan <i>shall kiln</i>	B11	Terpapar panas mesin	<i>Heat rash, heat stress</i> , dan dehidrasi
		B12	Kebisingan mesin	Gangguan Pendegaran

Tabel 4.2 di atas menunjukkan bahwa terdapat 12 bahaya pada area *rotary kiln plant 9* adalah terpapar panas mesin, kebisingan mesin, terjatuh dari ketinggian, terpapar debu, area minim cahaya, kebocoran pelumas, kontak langsung dengan *roller*.

4.2.2 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Risk Assesment adalah penilaian risiko dilakukan tentang mengenali risiko yang mungkin terjadi. Mempertahankan jumlah risiko yang dapat ditoleransi untuk suatu proses, operasi, atau aktivitas adalah tujuannya. Setelah bahaya teridentifikasi, observasi dan wawancara dilakukan di lokasi penelitian untuk memperoleh data penilaian risiko tersebut. Penilaian risiko memiliki dua komponen: kemungkinan (*likelihood*) dan keparahan (*consequence*). Parameter tingkat keparahan menunjukkan besarnya dampak kecelakaan, sedangkan parameter probabilitas menunjukkan kemungkinan terjadinya peristiwa tersebut. Ada tingkat kemungkinan penilaian risiko berikut tercantum pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.

Tabel 4.3 Penilaian Risiko *Suspension Preheater Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Identifikasi Bahaya		Penilaian Risiko		
			Bahaya	Dampak	L	C	Level Risiko
1	Patroler di area <i>suspension</i>	A1	Terpapar panas mesin	<i>Heat rash, heat stress</i> , dan dehidrasi	1	2	L

Tabel 4.3 Penilaian Risiko *Suspension Preheater Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Identifikasi Bahaya		Penilaian Risiko		
			Bahaya	Dampak	L	C	Level Risiko
2	<i>preheater</i> Menaiki dan menuruni tangga <i>suspension preheater</i>	A2	Terjatuh dari ketinggian	Patah tulang, trauma kepala, dan cidera tulang belakang	1	2	L
		A3	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan	1	2	L
		A4	Tergelincir pada anak tangga	Pinggul memar, cidera leher dan patah tulang	2	1	L
		A5	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan	2	2	L
3	Pemeriksaan <i>decarbonation</i>	A6	Terpapar panas material	Kemerahan, melepuh, dan luka bakar	2	3	M
		A7	Terjatuh dari ketinggian	Patah tulang, trauma kepala, dan cidera tulang belakang	2	2	L
		A8	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan	2	2	L
4	Pemeriksaan <i>damper cyclone</i>	A9	Terpapar panas material	Kemerahan, melepuh, dan luka bakar	2	2	L
		A10	Terjatuh dari	Patah tulang,	2	2	L

Tabel 4.3 Penilaian Risiko *Suspension Preheater Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Identifikasi Bahaya		Penilaian Risiko		
			Bahaya	Dampak	L	C	Level Risiko
5	<i>Waste Tire</i> (pembakaran limbah) ke <i>kiln</i>		ketinggian	trauma kepala, dan cidera tulang belakang			
		A11	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan	2	2	L
		A12	Pekerja terkena Terpapar panas material	Kemerahan, melepuh, dan luka bakar	2	4	H
		A13	Terjatuh dari ketinggian	Patah tulang, trauma kepala, dan cidera tulang belakang	2	2	L
6	Pengoperasian alat angkut	A14	Terpapar bau pembakaran	Gangguan pernapasan, sesak nafas, dan batuk	2	2	L
		A15	Tertimpa material	Cidera kepala dan patah tulang	2	2	L
7	<i>Belt Conveyor</i>	A16	Kontak langsung dengan belt atau <i>roller</i>	Cidera fisik dan luka terbuka yang parah	1	5	H
		A17	Tertimpa material	Cidera kepala dan patah tulang	1	2	L
8	Mengatasi <i>Clogging</i>	A18	Terkena gas panas dan panas material	Kemerahan, melepuh, dan luka bakar	2	5	E

Tabel 4.3 Penilaian Risiko *Suspension Preheater Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Identifikasi Bahaya		Penilaian Risiko		
			Bahaya	Dampak	L	C	Level Risiko
		A19	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan	2	2	L

Tabel 4.3 di atas menunjukkan bahwa pada area *suspension preheater plant 9* terdapat sebanyak 15 bahaya berkategori risiko yang rendah (*low*) dengan warna hijau, 1 bahaya yang berkategori risiko sedang (*moderate*) dengan warna kuning, 2 bahaya berkategori risiko yang tinggi (*high*) dengan warna oranye, dan 1 bahaya berkategori risiko yang sangat tinggi (*extreme*) dengan warna merah.

Tabel 4.4 Penilaian Risiko *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Identifikasi Bahaya		Penilaian Risiko		
			Bahaya	Dampak	L	C	Level Risiko
1	Patroler <i>kiln</i>	B1	Terpapar panas mesin	<i>Heat rash, heat stress</i> , dan dehidrasi	1	2	L
		B2	Kebisingan mesin	Gangguan Pendengaran	1	2	L
		B3	Terjatuh dari ketinggian	Patah tulang, trauma kepala, dan cedera tulang belakang	1	2	L
2	Pemasangan bata tahan api di dalam <i>kiln</i>	B4	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan	1	3	M
		B5	Area minim cahaya	Terjatuh, tertabrak, atau tergelincir	2	2	L
3	Pengecekan <i>inlet</i>	B6	Kebocoran	Tergelincir atau Jatuh	2	3	M

Tabel 4.4 Penilaian Risiko *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Identifikasi Bahaya		Penilaian		Level Risiko
			Bahaya	Dampak	L	C	
4	Pengecekan <i>thrust roller</i> dan <i>tyre roller</i>		pelumas				
		B7	Terpapar debu	Iritasi pada hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan.	2	2	L
		B8	Kontak langsung dengan <i>roller</i>	Cidera fisik dan luka terbuka yang parah	1	4	H
		B9	Kebisingan mesin	Gangguan Pendengaran	2	2	L
5	Pengecekan permukaan <i>shall kiln</i>	B10	Kebocoran pelumas	Tergelincir atau Jatuh	1	3	M
		B11	Terpapar panas mesin	<i>Heat rash, heat stress</i> , dan dehidrasi	1	2	L
		B12	Kebisingan mesin	Gangguan Pendegaran	1	2	L

Tabel 4.4 di atas menunjukkan bahwa pada area *rotary kiln plant 9* terdapat sebanyak 8 bahaya berkategori risiko yang rendah (*low*) dengan warna hijau, 3 bahaya yang berkategori risiko sedang (*moderate*) dengan warna kuning, 1 bahaya berkategori risiko yang tinggi (*high*) dengan warna oranye.

4.2.3 Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Setelah mengidentifikasi bahaya dan evaluasi risiko yang terkait dengan setiap aktivitas proses kerja, akan dibuat rekomendasi untuk memitigasi risiko yang ada. Landasan manajemen risiko adalah kemungkinan kerugian dalam aktivitas pekerjaan apa pun. Tabel berikut Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 memberikan rekomendasi untuk menurunkan kemungkinan cedera akibat kecelakaan kerja.

Tabel 4.5 Pengendalian Risiko *Suspension Preheater Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Bahaya	Level Risiko	Respon	Metode Pengendalian	Rekomendasi Pengendalian	Dasar Hukum
1	Patroler di area <i>suspension heaters</i>	A1	Terpapar panas mesin	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering control</i>	Pekerja harus berhati-hati ketika bekerja di tempat area panas dan penyediaan air minum.	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 9 ayat (5)
		A2	Terjatuh dari ketinggian	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering control</i>	Memberikan penambahan karet di handtrail dan membatasi jumlah orang di area tersebut	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 23 ayat (4) huruf D

		A3	Terpapar debu	Low	Accept	Administrative	Pembatasan akses dan <i>perawatan dust collector</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 4
						APD	Memakai <i>dust respirator</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6
2	Menaiki dan menuruni tangga <i>suspension heaters</i>	A4	Tergelincir pada anak tangga	Low	Mitigate	Engineering control	penambahan karet di <i>handrail</i> dan anak tangga	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 9 ayat (5)
		A5	Terpapar debu	Low	Accept	Administrative	pembatasan akses dan <i>perawatan dust collector</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 4
						APD	Memakai <i>dust respirator</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor

							PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6	
3	Pemeriksaan <i>decarbonation</i>	A6	Terpapar panas material	<i>Moderate</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Administrative</i>	Pelatihan K3 untuk pekerja, penerapan <i>standar operasional prosedur</i> , dan melakukan inspeksi secara rutin.	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 9 ayat (5)
						APD	Penggunaan <i>helmet</i> , <i>gloves, shoes, apron</i> berbahan aluminium, dan kacamata	Peraturn Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6 ayat (1)
		A7	Terjatuh dari ketinggian	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering control</i>	Memberikan penambahan karet di <i>handtrail</i> dan membatasi jumlah orang di area tersebut	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 23 ayat (4) huruf

							D
							Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 4
A8		Terpapar debu	Low	Mitigate	Administrative	pembatasan akses dan <i>perawatan dust collector</i>	
							Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6
4	Pemeriksaan <i>damper cyclone</i>	A9	Terpapar panas material	Low	Share	APD	Penggunaan <i>helmet, gloves, shoes, apron</i> berbahan alumunium, dan kacamata
							Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6 ayat (1)
A10		Terjatuh dari ketinggian	Low	Mitigate	Engineering control	Memberikan penambahan karet di <i>handtrail</i> dan membatasi jumlah	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan

							orang di area tersebut	Kerja, Pasal 23 ayat (4) huruf D
		A11	Terpapar debu	Low	Mitigate	Administrative	pembatasan akses dan <i>perawatan dust collector</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 4
						APD	Memakai <i>dust respirator</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6
5	Waste tire (pembakaran limbah) ke <i>kiln</i>	A12	Terpapar panas material	High	Share	Engineering control	Pekerja disarankan cara mengangkat ban bekas dengan cara aman dan menjaga jarak.	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 23

						APD	Penggunaan <i>gloves</i> , <i>apron</i> berbahan aluminium, dan kacamata	Peraturn Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6 ayat (1)
		A13	Terjatuh dari ketinggian	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering control</i>	Memberikan penambahan karet di <i>handtrail</i> dan membatasi jumlah orang di area tersebut	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 23 ayat (4) huruf D
		A14	Terpapar bau pembakaran	<i>Low</i>	<i>Accept</i>	APD	Penggunaan <i>dust respirator</i>	Peraturn Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6
6	Pengoperasian alat angkut	A15	Tertimpa material	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering control</i>	Pekerja disarankan tidak berada di	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun

							bawah jalur	2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 9 ayat (5)
7	<i>Belt conveyor</i>	A16	Kontak langsung dengan <i>belt</i> atau <i>roller</i>	<i>High</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering control</i>	Menjaga jarak yang aman, memberi batas jarak, dan pelindung mesin	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6 ayat (1)
		A17	Tertimpa material	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering control</i>	Pekerja disarankan tidak berada di bawah jalur	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 23
8	Mengatasi <i>clogging</i>	A18	Terkena gas panas dan material panas	<i>Extreme</i>	<i>Share</i>	<i>Engineering control</i>	Memberlakukan <i>design</i> baru bagi alat <i>rojok</i>	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 23 ayat (4) huruf D

					<i>administrative</i>	menerapkan <i>standar operasional prosedur</i> yang ada pada perusahaan	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 9
					APD	menggunakan APD berbahan aluminium berupa: <i>helmet, gloves, shoes</i> , dan kacamata	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6 ayat (1)
A19	Terpapar debu	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Administrative</i>		pembatasan akses dan <i>perawatan dust collector</i>	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 9
					APD	Memakai <i>ear muffle</i>	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan

Kesehatan Kerja Lingkungan
Kerja, Pasal 10

Tabel 4.5 di atas menunjukkan bahwa risk method yang digunakan dalam adalah *engineering controls*, *administrative* dan APD dengan pengendalian risiko berupa pekerja harus berhati-hati ketika bekerja di tempat yang panas dan penyediaan air minum untuk paparan panas mesin, memberikan penambahan karet di handrail dan membatasi jumlah orang di area tersebut untuk bekerja ditinggian, pembatasan akses dan perawatan dust collector untuk paparan debu, penambahan karet di handrail dan anak tangga pada pekerja tergelincir pada anak tangga, pekerja disarankan tidak berada di bawah jalur dari belt conveyor dan alat angkut, penggunaan *aluminium helmet*, *gloves*, *shoes*, dan kacamata, Memberlakukan *design* baru bagi alat *rojok* untuk terkena gas panas atau panas material.

Tabel 4.6 Pengendalian Risiko *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Bahaya	Level Risiko	Respon	Metode Pengendalian	Rekomendasi Pengendalian	Dasar Hukum
1	Patroler <i>kiln</i>	B1	Terpapar panas mesin	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering controls</i>	Pekerja harus berhati-hati ketika bekerja di tempat yang panas dan	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016

Tabel 4.6 Pengendalian Risiko *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Bahaya	Level Risiko	Respon	Metode Pengendalian	Rekomendasi Pengendalian	Dasar Hukum
							penyediaan air minum.	
		B2	Kebisingan mesin	<i>Low</i>	<i>Accept</i>	<i>Engineering control</i>	<i>Maintenance</i> mesin	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016
						APD	memakai <i>ear muff</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6
		B3	Terjatuh dari ketinggian	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering control</i>	Memberikan penambahan karet di <i>handrail</i> dan membatasi jumlah orang di area tersebut	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016

Tabel 4.6 Pengendalian Risiko *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Bahaya	Level Risiko	Respon	Metode Pengendalian	Rekomendasi Pengendalian	Dasar Hukum
2	Pemasangan bata tahan api di dalam <i>kiln</i>	B4	Terpapar debu	<i>Moderate</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Administrative</i>	pembatasan akses dan perawatan <i>dust collector</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 4
						APD	Memakai <i>dust respirator</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6 ayat (1)
		B5	Area minim cahaya	<i>Low</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Engineering control</i>	Melakukan perhitungan lampu agar dapat menyesuaikan kebutuhan	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 8
3	Pengecekan <i>inlet kiln</i>	B6	Kebocoran pelumas	<i>Moderate</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Administrative</i>	Pembersihan rutin, penampungan material yang	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan

Tabel 4.6 Pengendalian Risiko *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Bahaya	Level Risiko	Respon	Metode Pengendalian	Rekomendasi Pengendalian	Dasar Hukum
							tercecer (<i>spill</i>)	Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 7 ayat (7)
		B7	Terpapar debu	<i>Low</i>	<i>Accept</i>	<i>Administrative</i>	Perawatan <i>dust collector</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 4
						APD	Memakai <i>dust respirator</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6
4	Pengecekan <i>thrust roller</i> dan <i>tyre roller</i>	B8	Kontak langsung dengan <i>roller</i>	<i>High</i>	<i>Accept</i>	<i>Engineering control</i>	Memberikan <i>safety sign</i> dilarang mendekati	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 8

Tabel 4.6 Pengendalian Risiko *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Bahaya	Level Risiko	Respon	Metode Pengendalian	Rekomendasi Pengendalian	Dasar Hukum
						<i>Administrative</i>	Pengawasan rutin	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 4
		B9	Kebisingan mesin	<i>Low</i>	<i>Accept</i>	<i>Engineering control</i>	<i>Maintenance</i> mesin	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 38 Tahun 2016 pasal 8
						APD	memakai <i>ear muff</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri Pasal 6 ayat (1)
		B10	Kebocoran pelumas	<i>Moderate</i>	<i>Mitigate</i>	<i>Administrative</i>	Pembersihan rutin, penampungan material yang	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan

Tabel 4.6 Pengendalian Risiko *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Bahaya	Level Risiko	Respon	Metode Pengendalian	Rekomendasi Pengendalian	Dasar Hukum
							tercecer (<i>spill</i>)	Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 7
5	Pengecekan permukaan <i>shell kiln</i>	B11	Terpapar panas mesin	<i>Low</i>	<i>Accept</i>	<i>Engineering controls</i>	Pekerja harus berhati-hati ketika bekerja di tempat yang panas dan penyediaan air minum.	
		B12	Kebisingan dari mesin	<i>Low</i>	<i>Accept</i>	<i>Engineering control</i>	<i>Maintenance</i> mesin	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pasal 10
						APD	Memakai <i>ear muff</i>	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 Tentang

Tabel 4.6 Pengendalian Risiko *Rotary Kiln Plant 9*

No	Aktivitas Kegiatan	Kode	Bahaya	Level Risiko	Respon	Metode Pengendalian	Rekomendasi Pengendalian	Dasar Hukum
Alat Pelindung Diri Pasal 6								

Tabel 4.6 di atas menunjukkan bahwa metode pengendalian yang digunakan dalam bahaya yang terdapat di *rotary kiln plant 9* adalah *engineering controls*, *administrative* dan APD dengan pengendalian risiko berupa pekerja harus berhati-hati ketika bekerja di tempat yang panas dan penyediaan air minum untuk paparan panas mesin, memberikan penambahan karet di handtrail dan membatasi jumlah orang di area tersebut untuk bekerja diketinggian, pembatasan akses dan perawatan *dust collector* untuk paparan debu, penambahan karet di handtrail, melakukan perhitungan lampu agar dapat menyesuaikan kebutuhan, pemberishan secara rutin dan penampungan material yang tercecer (*spill*), *maintenance* mesin dan memakai *ear plug* untuk menghindari kebisingan mesin.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 ANALISIS HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assesment, Risk Control*)

5.1.1 Analisis Hazard Identification

Berdasarkan temuan yang ditemukan bahaya pada proses *suspension preheater – rotary kiln plant 9* yang dilakukan dengan cara wawancara pada kepala operasional atau *expert*. Di area *suspension preheater* terdapat 8 aktivitas kerja yaitu patroler di area *suspension preheater plant 9*, menaiki dan menuruni *suspension preheater*, pemeriksaan *decarbonation*, pemeriksaan *damper cyclone*, *waste Tire* (pembakaran limbah) ke *kiln*, pengoperasian alat angkut, *belt conveyor*, mengatasi *clogging*. Selanjutnya hasil identifikasi bahaya pada proses kegiatan di area *rotary kiln plant 9* terdapat 5 aktivitas kerja yaitu *patroler kiln*, pemasangan bata tahan api di dalam *kiln*, pengecekan *inlet kiln*, pengecekan *thurst roller* dan *tyre roller* dan pengecekan permukaan *shall kiln*.

5.1.2 Analisis Risk Assesment

Hasil dari pengolahan data didapat tingkatan bahaya dari risiko terendah hingga tertinggi. pada PT. XYZ setelah aktivitas bahaya diidentifikasi, penilaian risiko dilakukan dengan mengalikan nilai kemungkinan *likelihood* dan tingkat keparahan *consequence*. Nilai tingkat keparahan *consequence* berasal dari tingkat keparahan risiko, sedangkan nilai kemungkinan *likelihood* berasal dari seberapa sering bahaya terjadi. Penilaian risiko ini didasarkan pada kemungkinan bahaya yang muncul akibat aktivitas yang dilakukan di *suspension preheater – rotary kiln plant 9*. Tujuan dari prosedur ini adalah untuk menentukan tingkat risiko kejadian. Ada empat kategori bahaya: *low*, *moderate*, *high*, dan *ekstreme*.

Tabel 5.1 Risk Matrix

<i>Likelihood</i>	<i>Consequence</i>				
	1	2	3	4	5
5					
4					
3					

2	A4	A5,A7,A8,A9,A10,A11,A13,A14,A15,A19,B5,B7,B9	A6,B6	A12	A18
1		A1,A2,A3,A17,B1,B2,B3,B11,B12	B4,B10	B8	A16

Tabel 5.1 *Risk Matrix* di atas menunjukkan bahwa terdapat 31 bahaya yang terdiri dari 23 bahaya tingkat *low risk*, 4 bahaya tingkat *moderate risk*, 3 bahaya tingkat *high risk*, 1 bahaya tingkat *extreme risk*.

5.1.3 Analisis *Risk Control*

Setelah penilaian risiko, langkah selanjutnya adalah pengendalian risiko yang dilakukan dengan tujuan mengurangi risiko dengan menggunakan hierarki pengendalian risiko yang meliputi *elimination*, *substitution*, *engineering control*, *administrative*, dan APD.

Pada penelitian ini dalam memberikan rekomendasi untuk pengendalian risiko dari empat kategori risiko hanya tertuju pada risiko yang memiliki kategori paling tinggi yaitu *extreme*. Terdapat 1 bahaya *extreme* yang dilakukan pada pengendalian risiko berupa pengendalian risiko pada mengatasi *clogging* yaitu dengan *substitution*, *engineering control*, *administratif control*, dan APD. Untuk pengendalian *substitution* dengan mengganti vendor yang tidak memenuhi standar kriteria K3 dan tidak mengikuti kebijakan perusahaan. Pada pengendalian *engineering control* yaitu dengan memberlakukan design baru bagi alat *rojok*. Selanjutnya untuk *administratif control* dengan cara memberikan punishment bagi vendor yang tidak menerapkan keselamatan kerja. Terakhir untuk APD memberikan kebijakan punishment bagi karyawan vendor yang tidak memaikai APD dengan model *aluminium*.

5.1.4 Usulan Pengendalian Risiko

Berikut tentang pengendalian risiko ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan hirarki pengendalian (*Hierarchy of Control*). Rekomendasi pengendalian risiko yang diberikan oleh hierarki of control ini bertujuan untuk dapat meminimalkan atau mengurangi tingkat bahaya yang dapat terjadi, tingkatan yang terdapat dalam pengendalian risiko berdasarkan *hierarchy of control* antara lain meliputi eliminasi, substitusi, engineering control, administrative control dan Alat Pelindung Diri (APD). Berfokus pada pengendalian pada risiko dengan level *extreme* dikarenakan risiko tersebut bisa terjadi di waktu yang tidak terduga atau berakibat fatal yang dapat membahayakan pekerja dan merugikan pihak perusahaan.

- Mengatasi *clogging*

Penyumbatan, penyumbatan material di dalam *cyclone* mengharuskan pekerja *merojok* (menghilangkan sumbatan) melalui *pocking hole* apabila tidak berhati-hati pekerja dapat mengalami luka terkena Terpapar panas material maupun gas panas. Rekomendasi pengendalian dengan menggunakan APD *Suit Aluminium* dan perubahan alat bantu kerja yang diberikan penahan Terpapar panas material dan gas panas.

Dalam mengatasi clogging, peneliti menyarankan desain alat rojok sebagai pengendalian risiko, didukung oleh jurnal (Wang *et al.*, 2023) yang mendesain alat insulasi bergerak yang bisa dipindahkan mendekati area kerja saat pengeboran atau peledakan batu, kemudian ditarik kembali ke area aman. Sistem ventilasi dengan insulasi ini membantu mencegah pembentukan panas berlebih, menjaga suhu udara tetap rendah, menghindari clogging, dan memastikan sirkulasi udara stabil.

A. *Engineering Control*

Pengendalian *engineering control* dalam bidang teknik diterapkan pada bahaya yang berpotensi membahayakan pekerja terkena gas panas dan Terpapar panas material adalah Memberlakukan design baru bagi alat *rojok* (seperti pada Gambar 5.2) upaya pengendalian yang disarankan penulis adalah pemasangan pelindung pada batang alat *rojok* dengan perlindungan ini, dapat mengurangi kemungkinan risiko operator terkena gas panas dan Terpapar panas material tujuan dari pelindung ini adalah untuk melindungi pekerja dari kontak langsung dengan gas panas dan Terpapar panas material pada lubang *pocking hole* atau lewat *man hole cyclone* untuk menjaga keselamatan setiap pekerja dan mengurangi kemungkinan risiko saat mereka bekerja.



Gambar 5.1 Kondisi awal alat *rojok*



Gambar 5.2 Usulan perbaikan alat *rojok*

B. *Administratif Control*

Pengendalian risiko *administratif control* bahaya operator terkena gas panas dan Terpapar panas material adalah mengikuti aturan atau pedoman yang dibuat organisasi akan memungkinkan setiap orang berfungsi sebagai kontrol yang mempertimbangkan

sudut pandang orang yang melakukan aktivitas kerja. Pengendalian risiko yang disarankan untuk pengendalian administratif adalah sebagai berikut:

1. Secara rutin memberikan kelas pelatihan kepada seluruh karyawan dan vendor mengenai keselamatan dan kesehatan kerja. Penting dalam tujuan memberikan pendidikan kepada seluruh karyawan dan vendor mengenai keselamatan dan kesehatan kerja agar dapat membentuk praktik kerja yang aman dan pola pikir yang memungkinkan mereka melaksanakan prosedur operasi standar kerja yang berlaku secara efektif.
2. Melakukan secara berkala menilai SOP yang telah dikembangkan untuk memastikan bahwa SOP tersebut dapat dimodifikasi untuk mencerminkan keadaan lingkungan kerja yang terus berkembang dan tetap menjadi tindakan pencegahan terhadap kecelakaan kerja. peningkatan pengawasan terhadap sektor terkait agar dapat memulai preventif sejak dini.
3. Pengawasan pekerja yang lebih ketat untuk memungkinkan penerapan preventif lebih awal.

C. APD

Rekomendasi pengendalian risiko untuk terkena gas panas dan material dengan pengendalian APD yaitu dengan berupa *aluminium helmet*, *aluminium gloves*, *aluminium shoes* dan *aluminium apron* akan dapat memperkecil kemungkinan pekerja dapat terkena gas panas dan Terpapar panas material yang dapat menyebabkan melepuh atau luka bakar.



Gambar 5.3 *Aluminium helmet*



Gambar 5.4 *Alumunium gloves*



Gambar 5.5 *Alumunium shoes*



Gambar 5.6 *Alumunium apron*



Gambar 5.7 *Dust respirator*



Gambar 5.8 *Ear muff*

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan kesimpulan dapat diambil berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya:

1. Bahaya yang terdapat pada aktivitas di area *suspension preheater – rotary kiln plant 9* PT. XYZ yaitu terpapar panas mesin, terjatuh dari ketinggian, terpapar debu, tergelincir pada anak tangga, Terpapar panas material, terpapar bau pembakaran, tertimpa material, kontak langsung dengan *belt* atau *roller*, gas panas dan Terpapar panas material, terpapar panas mesin, kebisingan mesin, terjatuh dari ketinggian, terpapar debu, area minim cahaya, kebocoran pelumas, kontak langsung dengan *roller*.
2. Terdapat 1 bahaya *extreme risk* dengan tingkat risiko memiliki nilai maksimum 10 yaitu mengatasi clogging, terdapat 3 bahaya tingkat *high risk*, 4 bahaya tingkat *moderate risk*, dan 23 bahaya tingkat *low risk*.
3. Usulan pengendalian risiko untuk keselamatan dan kesehatan kerja yang disarankan pada bahaya kategori risiko *ekstreme*. Rekomendasi pada mengatasi *clogging* yaitu dengan *engineering control*, *administrative control*, dan APD. Pada pengendalian *engineering control* yaitu dengan memberlakukan *design* baru bagi alat *rojok*, *administrative* menerapkan *standar operasional prosedur* yang sudah ada pada perusahaan, selanjutnya untuk APD dengan model *aluminium helmet*, *gloves*, *shoes*, dan kacamata.

6.2 Saran

Berdasarkan temuan rekomendasi berikut telah dibuat oleh peneliti untuk membantu perusahaan meminimalisir kemungkinan kecelakaan kerja:

1. Memberikan *punishment* jika seseorang mengabaikan standar *operasional prosedur* yang sudah ada pada perusahaan, berikan peringatan dan terapkan hukuman.
2. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam terhadap rencana *redesign* alat kerja *rojok* yang dilengkapi dengan penghalang.

3. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan melakukan observasi terhadap pengamatan Bahaya untuk mengurangi data subjektif, perspektif ahli yang lebih banyak harus dimasukkan dalam penelitian di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, M. I., & F, A. P. (2022). *Analisa Potensi Bahaya Kerja Dengan Metode HIRARC Pada Pekerjaan Unit Finish Mill Di PT Semen Indonesia (PERSERO) Tbk . Pabrik Tuban* *Analysis of Occupational Hazards Potential Using the HIRARC Method in Finish Mill Unit at PT Semen Indonesia (PERSERO).* 1(September), 61–68.
- Asih, T. N., Mahbubah, N. A., & Fathoni, M. Z. (2021). Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proses Fabrikasi Dengan Menggunakan Metode Hirarc (Studi Kasus : Pt. Ravana Jaya). *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 1(2), 272. <https://doi.org/10.30587/justicb.v1i2.2609>
- Charisma, R., Mandagi, P., Sondakh, R. C., Maddusa, S., Kesehatan, F., Universitas, M., Ratulangi, S., & Abstrak, M. (2022). Hubungan Kelelahan Kerja dengan Kejadian Kecelakaan Kerja di PT. Putra Karangetang Desa Popontolen Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal KESMAS*, 11(4), 28–34.
- Destiana Safitri, Putri, T. F., Tazkia, P., Amanda, S. N., Amanda, X., & Shintia, Y. (2023). Pengaruh Penerapan Manajemen Risiko Bisnis Dalam Small Business Development. *MULIA (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.56721/mulia.v2i1.133>
- Faiz, S., & Yuamita, F. (2023). Identifikasi Potensi Bahaya pada Area Peleburan Logam Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assesment And Risk Control (HIRARC) dan Fault Tree Analysis (FTA) di CV. Barokah Logam Sejahtera. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(8), 3652–3662.
- Fatma, N. F., Eka, D., & Putra, M. (2021). *Usulan Perbaikan Pada Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di PT . Surya Toto Indonesia Tbk Divisi Sanitary Dengan Metode HIRA Dan FTA Proposed Improvements On The Implementation Of Occupational Health And Safety Management System In.* 6(1), 27–42.
- Firmansyah, M. N., Pratama, R. C., & Bojonegoro, U. (2022). Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode Hazard Identification, Risk Assesment and Risk Control (HIRARC) Pada Unit Kiln di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Tuban Factory. *Jurnal Teknik Universitas Bojonegoro*, 1(September), 45–52.
- Ghika Smarandana, Ade Momon, & Jauhari Arifin. (2021). Penilaian Risiko K3 pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(1), 56–62. <https://doi.org/10.30656/intech.v7i1.2709>
- Gonawan, S. A., & Othman, S. A. (2022). Workplace Safety based on the Hierarchy of Control-A Short Review. *Enhanced Knowledge in Sciences and Technology*, 2(1), 79–83.
- Ike Rachmawati Kusdyah. (2008). No Title. *Manajemen Sumber Daya Manusia*.
- International Labour Organisation. (2010). *Tahun 1995 tentang Keselamatan dan Kesehatan di Tambang I.* 1–20.
- Kabul, E. R., & Yafi, F. (2022). Hirarc Method Approach As Analysis Tools in Forming occupational Safety Health Management and Culture. *Sosiohumaniora*, 24(2),

218. <https://doi.org/10.24198/sosiohumaniora.v24i2.38525>
- Kurniawan, D., Setiafindari, W., Studi, P., Industri, T., & Yogyakarta, T. (2022). *Identifikasi Bahaya Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Menggunakan Metode Hirarc Dan Failure Mode And Effect Analysis Pada Proses Finishing Di Pt Asian Isuzu Casting*.
- Marzuki, M. M., Majid, W. Z. N. A., Bakar, H. A., Rosman, M. R. M., Wahid, K. A., & Zawawi, M. Z. M. (2022). Implementation of OSH Risk Management among SMEs in Malaysia: A Systematic Literature Review. *International Journal of Asian Social Science*, 12(7), 217–229. <https://doi.org/10.55493/5007.v12i7.4542>
- Mauliyani, H., Romdhona, N., Andriyani, A., & Fauziah, M. (2022). Identifikasi Risiko Keselamatan Kerja Metode (Hirarc) Pada Tahap Pembuatan Tangki Di Pt. Gemala Saranaupaya. *Environmental Occupational Health and Safety Journal*, 2(2), 163. <https://doi.org/10.24853/eohjs.2.2.163-174>
- Muarif Ramadhan, R., Suseno, A., kunci-HIRARC, K., & dan Keselamatan Kerja, K. (2021). Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Hirarc Pada Area Produksi CV. Artana Engineering. *Ijccs*, x, No.x(x), 1–5.
- Murti, A. K. (2015). Analisis Antara Peltihan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Perilaku Aman Pada Pekerja Konstruksi. *Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 35, 1–9.
- OHSAS 18001:2007. (2007). OHSAS 18001:2007 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja - Persyaratan. *Ohsas 18001:2007*, 1–19.
- Purwanto, A., Akhmad Wasiur Rizqi, & Hidayat. (2022). Work Accident Analysis Using Hirarc Method (Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control) In Maintenance Division CV. Prosperous Utama Dira. *Jurnal Teknovasi*, 9(01), 1–8. <https://doi.org/10.55445/jt.v9i01.32>
- Rofiq, M. A., & Azhar, A. (2022). Hazards Identification and Risk Assessment In Welding Confined Space Ship Repairation PT. X With Job Safety Analysis Method. *Berkala Sainstek*, 10(4), 175. <https://doi.org/10.19184/bst.v10i4.32669>
- Rosimah, S., & Kurniawan, Y. (2022). Analisis Risiko Keselamatan Kerja dengan Menggunakan Metode Hirarc dan FTA Di PT X. *Jurnal Tiarse (Teknik Industri, Arsitektur, Sipil, Informatika, Elektro)*, 19(1), 7–12. <https://jurnalunla.web.id/tiarsie/index.php/tiarsie/article/view/118>
- Sudalma. (2021). Komitmen Manajemen Dalam Pencegahan Kecelakaan Kerja. *Jurnal Widiya Praja*, 1(2), 33–37.
- Supriyadi, Ahmad Nalhadi, & Abu Rizaal. (2015). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko K3 Pada Tindakan Perawatan dan Perbaikan Menggunakan Metode HIRARC pada PT. X. *Seminar Nasional Riset Terapan*, July, 281–286. <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/senasset/article/view/474>
- Urrohmah, D. S., & Riandadari, D. (2019). Identifikasi Bahaya dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (Hirarc) dalam Upaya Memperkecil Risiko Kecelakaan Kerja di PT. PAL Indonesia. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 8(1), 34–35.
- Wang, J., Li, Z., Li, G., & Xu, Y. (2023). Heat Hazard Control in High-Temperature Tunnels: Experimental Study of Coupled Cooling with Ventilation and Partial Insulation for Synergistic Geothermal Extraction. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph20031941>
- Wong, C. F., Teo, F. Y., Selvarajoo, A., Tan, O. K., & Lau, S. H. (2022). Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) for Mengkuang Dam

- Construction. *Civil Engineering and Architecture*, 10(3), 762–770.
<https://doi.org/10.13189/cea.2022.100302>
- Zumala, F. M. (2023). Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pengrajin Tulakir Fiberglass. *Jurnal Lentera Kesehatan Masyarakat*, 2(2), 1–114.

LAMPIRAN

A. Dokumentasi

