



**ANALISIS RISIKO K3 PROSES PEMBANGUNAN KAPAL
MENGUNAKAN METODE FMEA PADA PT. XYZ**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Teknik Konstruksi Perkapalan*

SKRIPSI

Oleh

Mohammad Farezi Rachmadani

221910701051

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS TEKNIK

TEKNIK KONSTRUKSI PERKAPALAN

JEMBER

2026

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan rahmat dan pertolongannya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar, serta tak lupa sholawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW. selesainya skripsi ini saya persembahkan sebagai bentuk tanggung jawab, patuh, bakti, serta ungkapan terima kasih sebesar-besarnya, kepada:

1. Orang tua saya, Ayah Muhammad Suhaimi dan Ibu Siti Kholifah yang telah membesarkanku dengan penuh cinta, Kakak Merrynda Istiqfari Putri yang selalu memberikan inspirasi, Paman Ir. Akhmad Muslim dan Bibi Puji Rahayu, Om Rudyanto dan Bulik Wahyu Misdiyana yang tak pernah lelah mendukung, serta Nenek Maryam dan Kakek Bejo Suhairi yang senantiasa mendoakan keberhasilanku. Kalian adalah kekuatan terbesar dalam setiap langkah perjalananku.
2. Ibu Ir. Hery Indria Dwi Puspita, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini dari awal hingga akhir.
3. Seluruh jajaran Dosen dari Program Studi S1 Teknik Konstruksi Perkapalan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang selalu memberikan sumbangsih ilmu dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
4. Teman-teman seperjuangan saya Angkatan 2022 (BAHTERA MMXXII) Program Studi S1 Teknik Konstruksi Perkapalan yang telah menemani dan membantu saya selama proses perkuliahan dari awal hingga akhir.

MOTTO

Allah SWT tidak pernah menaruh tanggung jawab di bahu yang salah, kalau kita terpilih berarti kita mampu.

(QS. Al-Baqarah: 286)

Allah memang tidak menjanjikan hidup akan selalu mudah, tetapi dua kali Allah berjanji bahwa "Fa inna ma'al 'usri yusrā"

(QS. Al-Insyirah: 5-6)



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohammad Farezi Rachmadani

NIM : 221910701051

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: Analisis Risiko K3 Proses Pembangunan Kapal Menggunakan Metode FMEA pada PT. XYZ adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 15 April 2026

Yang Menyatakan,



Mohammad Farezi Rachmadani

NIM. 221910701051

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Analisis Risiko K3 Proses Pembangunan Kapal Menggunakan Metode FMEA pada PT. XYZ* telah diuji dan disetujui oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 15 April 2026
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Ir. Hery Indria Dwi Puspita, S.Si., M.T

NIP : 199006162019032026

()

Penguji

1. Penguji 1

Nama : Ir. Waziratus Sakinah, S.Pd., M.T.

NIP : 199010312019032017

()

2. Penguji 2

Nama : Rudianto, S.T., M.T.

NIP : 199103152022031005

()

3. Penguji 3

Nama : Ir. Anita Puji Utami, S.T., M.A.P., I.P.M.

Jabatan: Direktur Utama PT. ASSI

()

ABSTRACT

This study aims to analyze Occupational Health and Safety (OHS) risks in the ship construction process at PT. XYZ using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. Across three construction stages — Fabrication, Assembly, and Erection — a total of 69 potential workplace accident risks were identified, the majority of which fall under the moderate risk category. The most critical risks identified were electric shock hazards caused by damaged or stripped cables during the Fabrication stage with a Risk Priority Number (RPN) of 210, and hearing impairment due to grinding machine noise during the Assembly stage with an RPN of 216. Meanwhile, in the Erection stage, the highest risk identified was exposure to ultraviolet (UV) radiation during Eye Plate welding activities with an RPN of 72. Based on these findings, risk control efforts were prioritized on moderate-risk categories by referring to the risk control hierarchy, which encompasses elimination, substitution, engineering controls, administrative controls, and the use of Personal Protective Equipment (PPE). As control measures, this study recommends replacing damaged cables in accordance with SNI standards, conducting routine toolbox meetings prior to work shifts, performing daily visual inspections of equipment and electrical installations, implementing a Special Work Permit system (Permit to Work), and enforcing the use of complete PPE including wearpack, safety helmet, safety shoes, safety gloves, and ear plugs or earmuffs.

Keywords: *Occupational Health and Safety (OHS), Shipyard, FMEA, Workplace Accident Risk, Personal Protective Equipment (PPE)*

RINGKASAN

Analisis Risiko K3 Proses Pembangunan Kapal Menggunakan Metode FMEA pada PT. XYZ; oleh Mohammad Farezi Rachmadani, 221910701051, Program Studi S1 Teknik Konstruksi Perkapalan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dan mengurangi risiko kecelakaan kerja di PT. XYZ, sebuah perusahaan galangan kapal,

Dalam Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mendeteksi dan menilai risiko kecelakaan kerja. Setiap risiko dinilai dari tiga sisi: *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Ketiga nilai tersebut kemudian dikalikan menjadi angka RPN (*Risk Priority Number*) yang digunakan untuk menentukan risiko mana yang perlu ditangani lebih dulu. Hasil penilaian ini selanjutnya dijadikan acuan dalam menyusun langkah-langkah pengendalian bahaya di lingkungan kerja.

Berdasarkan hasil identifikasi risiko, ditemukan sebanyak 69 potensi risiko kecelakaan kerja yang tersebar pada tiga tahapan pembangunan kapal di PT. XYZ. Potensi risiko tersebut terdiri dari 36 risiko pada tahap *fabrication*, 14 risiko pada tahap *assembly*, dan 19 risiko pada tahap *erection*. Pada tahap *fabrication*, risiko paling kritis yang ditemukan adalah tersengat listrik akibat kabel yang rusak atau terkelupas dengan nilai RPN sebesar 210. Pada tahap *assembly*, risiko tertinggi yang teridentifikasi adalah gangguan pendengaran/ketulian akibat kebisingan mesin gerinda dengan nilai RPN sebesar 216. Sedangkan pada tahap *erection*, risiko tertinggi yang ditemukan adalah terpapar radiasi sinar ultraviolet (UV) saat aktivitas pengelasan dengan nilai RPN sebesar 72.

Berdasarkan temuan tersebut, upaya pengendalian risiko diprioritaskan pada risiko berkategori sedang dengan mengacu pada hierarki pengendalian risiko yang mencakup lima pendekatan, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administrasi, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Secara teknis, pengendalian yang diterapkan meliputi substitusi dengan mengganti kabel yang rusak menggunakan kabel baru berstandar SNI, pengendalian administrasi

melalui pelaksanaan *toolbox meeting* rutin sebelum shift kerja serta inspeksi visual harian terhadap peralatan dan instalasi listrik, dan penerapan sistem Izin Kerja Khusus (*Permit to Work*). Selain itu, seluruh pekerja diwajibkan menggunakan APD lengkap sesuai aturan keselamatan perusahaan, seperti *wearpack*, helm *safety*, sepatu *safety*, sarung tangan *safety*, serta *ear plug* atau *earmuff* sebagai pelindung pendengaran dari kebisingan mesin gerinda.



PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas Rahmat dan karunia-Nya selama ini sehingga dapat terselesaikannya skripsi yang berjudul “Analisis Risiko K3 Proses Pembangunan Kapal Menggunakan Metode FMEA pada PT. XYZ”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada program studi S1 Teknik Konstruksi Perkapalan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan ini masih terdapat kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan kemampuan penulis. Namun, dengan rahmat dan bantuan Allah SWT, serta dukungan, masukan, dan dorongan semangat dari semua pihak yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pemikirannya, akhirnya penyusunan skripsi ini berhasil terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis atas segala dukungan moral dan doa yang selalu terucap sehingga dapat terselesaikannya proposal ini.
2. Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember
3. Ir. Danang Yudistiro S.T., M.T., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Andi Sanata S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Konstruksi Perkapalan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember sekaligus selaku Dosen Pembimbing Akademik yang dari awal hingga akhir perkuliahan banyak memberikan bantuan, masukan dan ilmu.
5. Ir. Hery Indria Dwi Puspita, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dalam pengerjaan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen Teknik Konstruksi Perkapalan Universitas Jember yang selama ini telah memberikan ilmu serta pengalaman bagi saya.

7. Teman-teman seperjuangan saya Angkatan 2022 (BAHTERA MMXXII) Program Studi S1 Teknik Konstruksi Perkapalan yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis dalam keadaan suka maupun duka.
8. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman KKN Genteng Kulon 2025, yaitu Muhammad Ali Syahbana, Vina Rosalina, Cahya Purnama, Meiviana Indah Lestari, Ayu Diana Sevia, Siska Ayu Dewi P., Putri Ghaisani Fildzah, Annissa' Maulidah Zahro, dan Firdha Anugrah Cahyaningtyas, atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah diberikan selama ini. Pengalaman bersama kalian menjadi salah satu kenangan yang sangat berarti bagi penulis.

Jember, 15 April 2026

Mohammad Farezi Rachmadani

NIM. 221910701051

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Pembangunan Kapal	7
2.3 Bahaya (<i>Hazard</i>).....	8
2.4 Risiko	9
2.5 Kecelakaan Kerja.....	11
2.6 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	11
2.7 FMEA	11
2.7.1 Penilaian Risiko	12
2.7.2 Pengendalian Risiko.....	14
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.2 Jadwal Penelitian	18

3.3 Alur Penelitian.....	19
3.4 Jenis dan Sumber Data.....	20
3.4.1 Data Primer	20
3.4.2 Data Sekunder	20
3.5 Teknik dan Pengumpulan Data	20
3.6 Teknik Penyajian dan Analisis Data.....	20
3.6.1 Teknik Penyajian	20
3.6.2 Analisis Data	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Identifikasi Risiko	22
4.1.1 Bahaya, Potensi Risiko dan Penyebab Bahaya Kecelakaan Kerja.....	22
4.1.2 Identifikasi Bahaya <i>fabrication</i>	33
4.1.3 Identifikasi Bahaya <i>assembly</i>	43
4.1.4 Identifikasi Bahaya <i>erection</i>	46
4.2 Penilaian Risiko.....	50
4.2.1 Risiko kecelakaan kerja pada <i>fabrication</i>	50
4.2.2 Analisis nilai RPN tertinggi pada tahap <i>fabrication</i>	55
4.2.3 Risiko Kecelakaan Kerja pada <i>assembly</i>	56
4.2.4 Analisis nilai RPN tertinggi pada tahap <i>assembly</i>	59
4.2.5 Risiko kecelakaan kerja pada <i>erection</i>	60
4.2.6 Analisis nilai RPN tertinggi pada tahap <i>assembly</i>	63
4.3 Pengendalian Risiko.....	64
4.3.1 Pengendalian risiko pada <i>failure mode and effect analysis fabrication, assembly, dan erection</i>	64
4.4 Hasil Analisis Risiko <i>Fabrication, Assembly, dan Erection</i>..	70
BAB 5. PENUTUP.....	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2. 2 <i>Rating</i> Penilaian <i>Saverity</i>	12
Tabel 2. 3 <i>Rating</i> Penilaian <i>Occurrence</i>	13
Tabel 2. 4 <i>Rating</i> Penilaian <i>Detection</i>	13
Tabel 2. 5 Kategori Kekritisn	14
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	18
Tabel 4. 1 Hasil Identifikasi Potensi Bahaya pada Kegiatan <i>Fabrication</i>	22
Tabel 4. 2 Hasil Identifikasi Potensi Bahaya pada Kegiatan <i>Assembly</i>	28
Tabel 4. 3 Hasil Identifikasi Potensi Bahaya pada Kegiatan <i>Erection</i>	30
Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap <i>Fabrication</i>	51
Tabel 4. 5 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap <i>Assembly</i>	57
Tabel 4. 6 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap <i>Erection</i>	61
Tabel 4. 10 Pengendalian Risiko Pada <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> <i>Fabrication</i>	65
Tabel 4. 11 Pengendalian Risiko Pada <i>Failure Mode and Effect Analysis Assembly</i>	67
Tabel 4. 12 Pengendalian Risiko Pada <i>Failure Mode and Effect Analysis Erection</i>	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tahap Pembangunan Kapal.....	7
Gambar 2. 2 Hierarki Pengendalian Risiko.....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	19



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Galangan kapal dapat menjadi penggerak ekonomi yang penting bagi suatu wilayah karena mampu menyediakan banyak lapangan kerja bagi masyarakat. Galangan kapal merupakan area khusus yang dibangun dengan berbagai fasilitas lengkap untuk membangun, merawat, dan memperbaiki beragam jenis kapal mulai dari kapal perdagangan, penumpang, wisata, dan jenis kapal lainnya. Namun, dalam proses pembangunan atau perbaikan kapal terdapat banyak kegiatan kerja yang memiliki tingkat bahaya tinggi, seperti pengelasan di ketinggian, pemotongan logam berat, penggunaan bahan kimia berbahaya, dan pengoperasian alat berat. Walaupun segala risiko berbahaya bagi pekerja harus dikontrol sebelum memulai pekerjaan guna mencegah cedera atau kematian, faktanya masih ada celah dalam penerapan sistem keselamatan kerja (Sulita et al., 2025).

Laporan data Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan dalam periode Januari sampai dengan Agustus 2024, menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan jumlah kecelakaan kerja yang signifikan. Pada periode tersebut tercatat jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia sebanyak 278.564 kasus dengan rincian sebanyak 91,86 persen termasuk peserta penerima upah, 7,23 persen termasuk peserta bukan penerima upah, dan 0,91 persen termasuk peserta jasa konstruksi (Kementerian Ketenagakerjaan, 2024). Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa keselamatan kerja masih sering diabaikan. Oleh karena itu, galangan perlu menekankan pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja untuk menjaga kesejahteraan pekerja dan galangan.

PT. XYZ merupakan perusahaan galangan kapal yang berada di Indonesia. Perusahaan PT. XYZ memproduksi berbagai macam kapal seperti kapal tunda, tongkang, tanker, kapal kargo, dan jenis kapal lainnya, serta melakukan perbaikan kapal. Tingkat risiko pekerjaan yang dilakukan pada galangan kapal cenderung tinggi. Terdapat banyak pekerjaan yang memiliki potensi bahaya seperti pekerjaan

di ketinggian, penggunaan bahan beracun, bahan yang mudah terbakar, gas berbahaya, dan bahaya Kelistrikan. Berdasarkan hal tersebut, dengan adanya potensi bahaya yang muncul, diperlukan manajemen risiko yang meliputi identifikasi bahaya untuk mengetahui risiko yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja, analisis potensi bahaya, penilaian risiko, dan penyusunan rekomendasi guna mengurangi terjadinya kecelakaan kerja (Aprilia et al., 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi dan memberikan usulan perbaikan kondisi kerja guna meminimalisasi bahaya tersebut.

Pada Penelitian yang dilakukan oleh Permana et al. pada tahun 2018 dengan judul "Analisa Risiko Operasional Proses Pembangunan Kapal Baru (Studi Kasus Pembangunan Kapal LPD 124 M di PT. PAL Indonesia (Persero))" menunjukkan bahwa tahap pembangunan kapal yang dijadikan variabel operasional meliputi sub *assembly/assembly* dan *Erection*. Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa kedua tahapan ini memiliki tingkat risiko yang tinggi dalam proses pembangunan kapal. Selain itu, tahap *fabrication* sebagai tahap awal pembangunan kapal juga memerlukan perhatian khusus karena melibatkan produksi komponen-komponen kapal. Salah satu pekerjaan dalam *fabrication* adalah pemotongan (*cutting*) yang termasuk dalam kategori pekerjaan panas (*hot work*), yaitu pekerjaan yang menimbulkan percikan api dan berpotensi memicu kebakaran. Menurut Salami (2015), kebakaran memiliki tingkat risiko yang sangat tinggi dan dapat menyebabkan korban. Berdasarkan temuan-temuan tersebut, penelitian ini memfokuskan pada tahap *fabrication*, *assembly*, dan *erection* untuk melakukan identifikasi risiko.

Mengingat tingginya risiko pada tahap *fabrication*, *assembly*, dan *erection* dalam proses pembangunan kapal, diperlukan metode analisis yang tepat untuk mengidentifikasi dan menangani risiko tersebut. Penelitian Arianto pada tahun 2017 dengan judul "Analisa Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pekerjaan Bangunan Baru Kapal Tanker 17.500 DWT Di PT. LMI Pada Proses *Erection* dan *Outfitting*" telah menunjukkan keefektifan penggunaan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dalam menganalisis risiko keselamatan kerja. Metode

FMEA ini mampu mengidentifikasi penyebab utama terjadinya kegagalan atau cacat dalam proses produksi, termasuk potensi bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode FMEA sebagai pendekatan analisis yang terstruktur untuk mengatasi tantangan identifikasi risiko pada ketiga tahap tersebut.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis ingin mempelajari tentang manajemen risiko K3 melalui laporan tugas akhir dengan judul " Analisis Risiko K3 Proses Pembangunan Kapal Menggunakan Metode FMEA pada PT. XYZ".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, permasalahan yang muncul adalah sebagai berikut ini:

- a. Bagaimana identifikasi risiko K3 yang terjadi dalam proses pembangunan kapal pada tahap *fabrication*, *assembly*, dan *erection*?
- b. Bagaimana penilaian risiko K3 yang terjadi dalam proses pembangunan kapal pada tahap *fabrication*, *assembly*, dan *erection*?
- c. Bagaimana pengendalian risiko terhadap proses pembangunan kapal pada tahap *fabrication*, *assembly*, dan *erection*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan masalah yang sudah diidentifikasi, diperlukan adanya pembatasan masalah penelitian agar lebih terfokus dan jelas, serta keterbatasan kemampuan peneliti. Berikut merupakan batasan masalah yang ditetapkan peneliti:

- a. Penelitian membahas risiko K3 dalam pembangunan kapal pada tahap *Fabrication*, *Assembly* dan *Erection*.
- b. Penelitian tidak membahas anggaran proyek.
- c. Penelitian tidak membahas material dan konstruksi.
- d. Penelitian ini hanya membahas bahaya fisik, bahaya mekanik, bahaya kimia, bahaya ergonomis dan bahaya kelistrikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui bahaya K3 yang terjadi dalam proses pembangunan kapal pada tahap *fabrication*, *assembly*, dan *erection*.
- b. Mengetahui penilaian risiko K3 yang terjadi dalam proses pembangunan kapal pada tahap *fabrication*, *assembly*, dan *erection*.
- c. Mengetahui pengendalian risiko terhadap proses pembangunan kapal pada tahap *fabrication*, *assembly*, dan *erection*.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian, manfaat yang diharapkan penulis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Manfaat bagi Penelitian Selanjutnya
Diharapkan penelitian yang dilakukan dapat menjadi referensi tentang identifikasi bahaya, analisis risiko, dan pengendalian bahaya dalam proses pembangunan kapal menggunakan metode FMEA untuk penelitian-penelitian selanjutnya di bidang keselamatan dan kesehatan kerja.
- b. Manfaat bagi Universitas
Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menambah literatur di perpustakaan universitas guna pertimbangan dalam upaya untuk meningkatkan pembelajaran di bidang keselamatan dan kesehatan kerja (K3), khususnya dalam penerapan metode FMEA pada industri perkapalan.
- c. Manfaat bagi Perusahaan
Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi gambaran tentang kondisi keselamatan dan kesehatan kerja dalam proses pembangunan kapal di PT. XYZ serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan sistem manajemen K3 perusahaan.

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa Rancangan penelitian ini berdasarkan pada referensi dari beberapa studi sebelumnya. Berikut ini adalah penelitian-penelitian yang menjadi dasar sekaligus data sekunder yang dibutuhkan bagi penelitian ini:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul, Penulis Tahun	Metode	Data	Hasil Penelitian
1	Analisa Risiko Operasional Proses Pembangunan Kapal Baru (Studi Kasus Pembangunan Kapal LPD 124 M di PT. PAL Indonesia (Persero)). Candra Permana P, Minto Basuki, dan Erifive Pranatal (2018).	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).	Penelitian fokus pada 2 tahap utama proses pembangunan kapal yaitu <i>sub assembly/assembly</i> dan <i>erection</i> .	Berdasarkan hasil penelitian jurnal tersebut, risiko tertinggi dalam pembangunan kapal terjadi pada tahap <i>erection</i> dengan proses <i>fitting</i> yang memiliki nilai RPN (<i>Risk Priority Number</i>) mencapai 199,8. Sementara itu, pada tahap <i>sub assembly/assembly</i> , risiko tertinggi berada pada proses <i>welding</i> dengan kegagalan retak (RPN 175).
2	Analisa Risiko Keselamatan dan	<i>Failure Mode and</i>	Penelitian fokus pada 2	Berdasarkan hasil penelitian, risiko

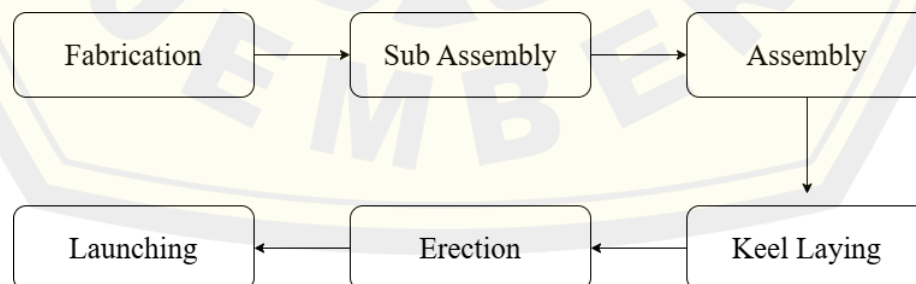
No	Judul, Penulis Tahun	Metode	Data	Hasil Penelitian
	Kesehatan Kerja pada Pekerjaan Bangunan Baru Kapal Tanker 17.500 DWT di PT. LMI pada Proses <i>Erection</i> dan <i>Outfitting</i> . Trianto Hm, Minto Basuki dan Siti Fariya (2017).	<i>Effect Analysis</i> (FMEA).	tahap utama proses pembangunan kapal yaitu <i>erection</i> dan <i>outfitting</i> .	tertinggi dalam pembangunan kapal terjadi pada tahap <i>outfitting</i> dengan proses alat keselamatan (RPN 0.0981), diikuti poses <i>welding</i> dalam tahap <i>Erection</i> (RPN 0.0703).
3	Mitigasi Risiko Operasional Pembangunan Kapal Baru di Galangan Kapal Surabaya Menggunakan Metode FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>) dan BTA (<i>Bowtie Analysis</i>). Penangsang dan Minto Basuki	FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>) dan BTA (<i>Bowtie Analysis</i>)	Penelitian fokus pada 9 tahap utama proses pembangunan kapal yaitu desain, <i>fabrication</i> , sub <i>assembly</i> , <i>assembly</i> , <i>erection</i> , <i>outfitting</i> , peluncuran, <i>sea trial</i> dan <i>delivery</i> .	Berdasarkan hasil penelitian, Peringkat RPN tertinggi diperoleh dari risiko kegagalan produksi yang disebabkan oleh material impor dengan skor RPN 107,59 (8,62%), kemudian disusul oleh kegagalan produksi akibat material domestik dengan skor RPN 100,776 (8,07%).

2.2 Pembangunan Kapal

Moch. Sofi (2008) mengemukakan bahwa industri pembuatan kapal di Indonesia memiliki sistem kerja yang terorganisasi dengan baik, mulai dari tahap perancangan hingga kapal selesai dibuat. Seluruh proses ini melibatkan tiga divisi utama yang bekerja sama secara berkesinambungan, yaitu Bagian Desain, Bagian Produksi, dan Bagian Material.

Proses pembuatan kapal dimulai dari Bagian Desain yang menyerahkan hasil karyanya berupa gambar teknik dan daftar semua material yang dibutuhkan kepada PPC (Bagian Perencanaan dan Pengendalian Produksi). Tim PPC kemudian mengolah informasi tersebut dan membuat dokumen pengajuan material yang diserahkan kepada Bagian Material. Tugas Bagian Material adalah merencanakan strategi pembelian dan melaksanakan pengadaan seluruh material yang diperlukan. Begitu material berhasil diperoleh, Bagian Material segera memberitahukan kepada PPC bahwa semua bahan sudah siap digunakan.

Setelah mendapat konfirmasi ketersediaan material, PPC mengeluarkan gambar kerja dan surat perintah kerja yang memuat informasi lengkap mengenai jenis pekerjaan dan penanggung jawab setiap tugas. Dokumen ini kemudian didistribusikan ke seluruh bengkel produksi. Selanjutnya, PPC juga menyiapkan dokumen pengambilan material dan mengirimkannya ke Bagian Material agar proses pengambilan bahan dapat dilakukan. Setelah material diambil, bengkel yang bertanggung jawab dapat memulai proses produksi sesuai dengan instruksi yang diberikan. Adapun prosedur pembuatan kapal sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Tahap Pembangunan Kapal

1. *Fabrication*

Fabrication adalah tahap pertama pembuatan bagian-bagian kapal yang nantinya akan disambung menjadi blok-blok kapal.

2. *Sub- Assembly* dan *Assembly*

Sub Assembly adalah tahap setelah *fabrication* dalam pembuatan kapal. Pada tahap ini, semua potongan hasil *fabrication* dilas menjadi satu hingga terbentuk panel-panel siap pakai. Setelah selesai dari *sub assembly*, komponen-komponen tersebut akan dikirim ke bagian *assembly* untuk digabungkan menjadi blok-blok yang lebih besar.

3. *Keel Laying*

Pemasangan lunas adalah langkah pertama membangun kapal yang sering diperingati dengan upacara karena dianggap sebagai hari lahir kapal. Tahap ini dimulai dengan pembuatan rangka dasar kapal atau lunas. Usia kapal dihitung mulai dari tanggal pemasangan lunas ini dilakukan di galangan

4. *Erection*

Erection adalah tahap terakhir dari proses *assembly* kapal. Pada tahap ini, semua *block* hasil *assembly* disatukan menjadi kapal utuh. Proses *erection* dimulai dari pemasangan *block* dasar ganda (*double bottom*) yang biasanya bersamaan dengan pemasangan lunas (*keel laying*), kemudian berlanjut ke atas hingga bagian bangunan atas kapal (*superstructure*).

5. *Launching*

Proses pembangunan kapal adalah tahap pemindahan kapal yang sudah selesai dibangun dari tempat pembangunan (*dock* kering atau *slipway*) ke perairan untuk pertama kalinya.

2.3 Bahaya (*Hazard*)

Menurut Tarwaka dalam Atsya et al (2024), bahaya didefinisikan sebagai suatu kondisi atau keadaan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja, seperti cedera, penyakit akibat kerja, kerusakan properti, bahkan kematian. Menurut Soehatman dalam Bayu Dharma et al (2017), jenis-jenis bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) saat berada di tempat kerja sebagai berikut ini:

1. Bahaya Fisik (*Physical Hazard*) Merupakan bahaya yang bersumber dari faktor-faktor fisik lingkungan kerja, meliputi radiasi, temperatur ekstrim, kondisi cuaca, pencahayaan yang tidak memadai, getaran mesin, dan tekanan udara yang tidak normal.
2. Bahaya Kimia (*Chemical Hazard*) Bahaya yang berasal dari bahan kimia dalam bentuk gas, cair, maupun padat yang memiliki sifat-sifat berbahaya, seperti beracun (*toxic*), menyebabkan iritasi (*irritant*), menimbulkan sesak napas (*asphyxia*), mudah terbakar (*flammable*), mudah meledak (*explosive*), dan bersifat korosif (*corrosive*).
3. Bahaya Biologis (*Biological Hazard*) Bahaya yang bersumber dari mikroorganisme patogen yang dapat mengganggu kesehatan pekerja, antara lain bakteri, jamur, dan virus.
4. Bahaya Ergonomis (*Ergonomic Hazard*) Bahaya yang dapat menimbulkan gangguan fisik pada tubuh pekerja akibat ketidaksesuaian desain kerja dan penerapan metode kerja yang tidak tepat.
5. Bahaya Mekanis (*Mechanical Hazard*) Bahaya yang berasal dari peralatan atau benda-benda bergerak yang berpotensi menyebabkan cedera fisik, seperti luka terpotong, tertusuk, tersayat, tergores, terjepit, bahkan kematian.
6. Bahaya Kelistrikan (*Electrical Hazard*) Bahaya yang bersumber dari aliran arus Kelistrikan yang dapat menyebabkan sengatan Kelistrikan, luka bakar, atau kebakaran.
7. Bahaya Psikologis (*Psychological Hazard* atau *Stress Hazard*) Bahaya yang berdampak pada kondisi mental dan psikologis pekerja, meliputi tekanan pekerjaan yang berlebihan, kekerasan di tempat kerja, serta pengaturan jam kerja yang tidak teratur dan terlalu panjang.

2.4 Risiko

Ichsan dalam Hardianti (2023), mendefinisikan risiko sebagai bentuk manifestasi atau realisasi dari potensi bahaya yang dapat meningkatkan probabilitas terjadinya kerugian. Tingkat risiko dapat bervariasi mulai dari kategori ringan hingga berat, tergantung pada metode pengelolaan yang diterapkan.

1. Risiko tidak dapat dieliminasi secara menyeluruh, namun dapat diminimalkan melalui upaya-upaya preventif yang tepat.
2. Risiko dapat dikendalikan dengan menerapkan sistem manajemen yang efektif dan terstruktur.
3. Proses penilaian risiko sangat dipengaruhi oleh faktor persepsi dari pihak-pihak yang terlibat dalam proses tersebut.

Menurut Hardianti (2023), mendefinisikan sumber risiko sebagai berbagai elemen yang secara intrinsik memiliki potensi untuk berkontribusi terhadap munculnya risiko di tempat kerja. Elemen-elemen tersebut pada dasarnya merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat probabilitas dan dampak dari suatu risiko. Klasifikasi sumber risiko dapat dikelompokkan menjadi delapan kategori utama, yaitu:

1. Faktor Manusia.
2. Faktor Ekonomi.
3. Faktor Finansial.
4. Faktor Hukum.
5. Faktor Kejadian.
6. Faktor Lingkungan.
7. Faktor Organisasi.
8. Faktor Konstruksi, Operasi, dan Pemeliharaan.

Menurut Suswinarno dalam Hardianti (2023), Risiko dapat dikategorikan ke dalam dua bentuk, sebagai berikut:

1. Risiko spekulatif

Risiko spekulatif merupakan kondisi ketidakpastian yang dihadapi oleh suatu organisasi atau individu, di mana terdapat kemungkinan untuk memperoleh keuntungan maupun mengalami kerugian. Kategori risiko ini sering disebut juga sebagai risiko bisnis karena erat kaitannya dengan aktivitas investasi dan operasional perusahaan.

2. Risiko murni

Jenis risiko yang hanya dapat menghasilkan kerugian atau tidak menghasilkan dampak apa pun, tanpa adanya kemungkinan untuk memperoleh keuntungan.

2.5 Kecelakaan Kerja

Berdasarkan standar ISO 45001:2018, kecelakaan kerja didefinisikan sebagai *occurrence arising out of, or in the course of, work that could or does result in injury and ill health*, yang dapat diartikan sebagai peristiwa yang timbul dari atau selama pelaksanaan pekerjaan yang berpotensi atau telah menyebabkan cedera dan gangguan kesehatan (Muhammad et al., 2024)

2.6 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Berdasarkan standar OHSAS 18001:2007, keselamatan dan kesehatan kerja (K3) didefinisikan sebagai keseluruhan kondisi dan faktor-faktor yang berpotensi memberikan pengaruh terhadap keselamatan serta kesehatan kerja bagi tenaga kerja dan pihak lain, seperti kontraktor, pemasok, pengunjung, maupun tamu yang berada di lingkungan tempat kerja (Muhammad et al., 2024)

2.7 FMEA

Menurut Mu'adzah & Firmansyah (2020), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan alat untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang menyebabkan kecacatan atau kegagalan selama proses produksi berlangsung. Dengan menggunakan metode ini, perusahaan dapat menentukan skala prioritas dari berbagai risiko yang dapat memicu terjadinya kecelakaan kerja. Selanjutnya, hasil analisis tersebut dijadikan dasar untuk menyusun strategi pengendalian guna mencegah munculnya bahaya yang telah terdeteksi di lingkungan kerja.

Menurut Kustianingsih dalam Wardhani (2019), adapun beberapa langkah-langkah pengerjaan metode FMEA adalah sebagai berikut:

1. Penjabaran proses atau produk beserta fungsinya.
2. Membuat blok diagram, yaitu diagram yang menunjukkan komponen atau langkah proses.
3. Mengidentifikasi potensi kegagalan yang dapat terjadi.
4. Mendaftarkan setiap kegagalan untuk fungsi dari setiap komponen, sub-sistem, sistem, atau proses yang tidak sesuai dengan yang telah ditetapkan.
5. Mendeskripsikan efek dari setiap kegagalan.
6. Menganalisis tingkat keseriusan (*Severity*) terjadinya kegagalan.

7. Menganalisis tingkat kemungkinan (*probability*) terjadinya kegagalan.
8. Menganalisis tingkat deteksi (*Detection*) terhadap kegagalan.

2.7.1 Penilaian Risiko

Himma Firdaus (2015), menjelaskan bahwa faktor-faktor penilaian dalam *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) meliputi:

1. Nilai *Severity* (S) bertujuan untuk mengevaluasi seberapa parah akibat yang ditimbulkan dari suatu mode kegagalan. Setiap kegagalan yang teridentifikasi akan dianalisis tingkat keparahannya secara sistematis. Nilai *severity* memiliki keterkaitan langsung dengan jenis dampak yang dihasilkan. Apabila dampak tersebut bersifat kritis dan mengancam keselamatan atau operasional sistem, maka skor *severity* akan mencapai angka tinggi. Di sisi lain, jika dampak yang terjadi tidak membahayakan dan dapat diabaikan, maka nilai *severity* yang diberikan pun akan sangat kecil. Berdasarkan Tabel 2.2, dapat dilihat bahwa penilaian *severity* menggunakan skala dari 1 hingga 10.

Tabel 2. 2 *Rating* Penilaian *Saverity*

<i>Rating</i>	Dampak Kerusakan Yang Terjadi
1-2	Tidak ada persyaratan hukum; Cedera kecil (pengaruh buruk yang dapat diabaikan); Gangguan kecil; Kerugian materi kecil.
3-4	Cedera ringan; Memerlukan perawatan P3K (langsung dapat ditangani di lokasi kejadian); Kerugian materi sedang..
5-6	Cedera sedang; Hilangnya hari kerja; Memerlukan perawatan medis; Kerugian materi cukup besar.
7-8	Cedera berat; Cacat mengakibatkan cacat atau hilang fungsi tubuh secara total; Kerugian materi besar.
9-10	Kematian; Kerugian materi yang sangat besar.

Sumber: (Wardhani, 2019)

2. Nilai *occurrence* (O) dalam analisis FMEA menggambarkan seberapa sering atau seberapa besar kemungkinan suatu kegagalan dapat terjadi dalam proses atau sistem yang sedang dikaji. Semakin tinggi nilai *occurrence* yang diberikan, maka semakin besar pula frekuensi atau peluang terjadinya mode kegagalan

tersebut. Berdasarkan Tabel 2.3, dapat dilihat *Rating* penilaian *occurrence* yang memakai skala dari 1 hingga 10.

Tabel 2. 3 *Rating* Penilaian *Occurrence*

<i>Rating</i>	Probabilitas	Keterangan
1-2	Jarang terjadi (rare)	Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setahun atau lebih.
3-4	Kecil kemungkinan terjadi (unlikely)	Mungkin terjadi sewaktu-waktu; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap bulan.
5-6	Mungkin dapat terjadi	Dapat terjadi sewaktu-waktu; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap minggu
7-8	Cenderung terjadi (likely)	Sangat mungkin terjadi pada semua keadaan; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap hari.
9-10	Hampir pasti akan terjadi (<i>almost certain</i>)	Terjadi hampir pada semua keadaan; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap shift

Sumber: (Wardhani, 2019; Wijaya et al., 2015)

3. Nilai *detection* (D) merupakan parameter yang mengukur kemampuan sistem atau prosedur pengendalian dalam mengidentifikasi potensi kegagalan sebelum dampaknya benar-benar dirasakan.

Tabel 2. 4 *Rating* Penilaian *Detection*

<i>Rating</i>	Keterangan
1-2	Sangat Mudah (sistem kontrol yang ada dapat dengan mudah mengenali bentuk kegagalan dan penyebabnya)
3-4	Mudah (sistem kontrol masih bisa mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan, meskipun kemampuannya terbatas)

<i>Rating</i>	<i>Keterangan</i>
5-6	Sedang (alat kontrol yang digunakan sekarang mengalami kesulitan cukup besar dalam mengenali bentuk dan penyebab kegagalan)
7-8	Sulit (alat kontrol yang tersedia saat ini hampir tidak mampu mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan)
9-10	Sangat Sulit (belum ada alat kontrol yang dapat mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan ini)

Sumber: (Wardhani, 2019)

4. RPN (*Risk Priority Number*) merupakan parameter yang digunakan untuk menyusun urutan prioritas perbaikan dari berbagai mode kegagalan yang terdeteksi dalam sistem. Semakin tinggi skor RPN, maka semakin penting dan mendesak mode kegagalan tersebut untuk ditangani terlebih dahulu. Nilai RPN dapat diperoleh melalui perhitungan dengan menggunakan rumus berikut:

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Keterangan:

$S = \text{Saverity}$

$O = \text{Occurrence}$

$D = \text{Detection}$

Setelah nilai RPN dihitung, langkah selanjutnya adalah mengelompokkan risiko tersebut berdasarkan tingkat kekeritisannya, mulai dari rendah hingga tinggi.

Tabel 2. 5 Kategori Kekritisian

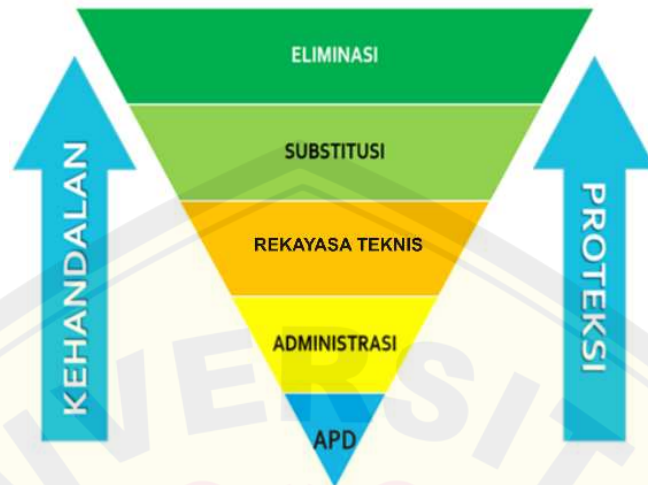
RPN	Katagori Kekritisian
277 - 1000	Tinggi
93 - 276	Sedang
1-92	Rendah

Sumber: Susantho dalam Rahmadani (2025)

2.7.2 Pengendalian Risiko

Heinrich dan Tarwaka dalam Hardianti (2023), mendefinisikan hierarki pengendalian risiko sebagai suatu rangkaian tahapan sistematis dalam upaya pencegahan dan pengendalian risiko yang berpotensi muncul di tempat kerja.

Konsep ini disusun dalam beberapa tingkatan yang harus diterapkan secara berurutan sesuai dengan prioritas efektivitasnya.



Gambar 2. 2 Hierarki Pengendalian Risiko

Sumber: (Hardianti, 2023)

1. Eliminasi (*Elimination*)

Eliminasi merupakan strategi pengendalian risiko dengan cara menghilangkan secara total bahan berbahaya atau tahapan proses yang berisiko tinggi. Pendekatan eliminasi dapat diimplementasikan melalui pemindahan objek kerja atau modifikasi sistem kerja yang terkait dengan lingkungan kerja, terutama pada kondisi di mana keberadaan faktor berbahaya tersebut tidak dapat diterima berdasarkan ketentuan, peraturan, atau standar baku K3 yang berlaku, atau ketika kadar paparan telah melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) yang diizinkan. Eliminasi dianggap sebagai metode pengendalian risiko yang paling optimal karena dapat meniadakan secara menyeluruh potensi terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (Hardianti, 2023).

2. Substitusi

Menurut Hardianti (2023) Substitusi adalah pendekatan pengendalian yang bertujuan untuk mengganti bahan-bahan dan peralatan yang memiliki tingkat bahaya tinggi dengan alternatif yang memiliki tingkat bahaya lebih rendah atau lebih aman, sehingga tingkat paparan dapat dipertahankan dalam batas yang dapat diterima. Contoh implementasi substitusi meliputi:

- a. Penggantian bahan berbentuk serbuk dengan bahan berbentuk pasta untuk mengurangi risiko inhalasi.
- b. Pergantian metode penyapuan manual dengan sistem vakum untuk meminimalkan paparan debu.
- c. Penggantian bahan pelarut dengan bahan detergen yang lebih aman.

3. Rekayasa Teknis (*Engineering Control*)

Rekayasa teknis merupakan upaya pengendalian melalui modifikasi struktur objek kerja untuk mencegah paparan pekerja terhadap potensi bahaya. Implementasi rekayasa teknis dapat berupa pemasangan sistem pengaman mesin, instalasi penutup pada ban berjalan, pembangunan struktur fondasi mesin dengan pengecoran beton, penyediaan alat bantu mekanik, serta pemasangan material penyerap suara pada dinding ruang mesin yang menghasilkan kebisingan tinggi (Hardianti, 2023).

4. Pengendalian Administratif (*Administrative Control*)

Pengendalian administratif adalah strategi pengendalian melalui penyediaan sistem kerja yang dapat mengurangi probabilitas paparan pekerja terhadap potensi bahaya. Efektivitas metode pengendalian ini sangat bergantung pada perilaku pekerja dan memerlukan pengawasan yang konsisten untuk memastikan kepatuhan terhadap sistem yang diterapkan. Ruang lingkup pengendalian administratif mencakup: rekrutmen tenaga kerja yang sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan ditangani, pengaturan jadwal kerja dan waktu istirahat yang optimal, implementasi rotasi kerja untuk mengurangi tingkat kebosanan dan kelelahan, penerapan prosedur kerja yang standar, penataan ulang jadwal kerja, serta penyelenggaraan pelatihan keahlian dan pelatihan K3 (Hardianti, 2023).

5. Alat Pelindung Diri (*Personal Protective Equipment*)

Alat pelindung diri (APD) merupakan opsi terakhir dalam hierarki pengendalian risiko untuk melindungi pekerja dari paparan bahaya. Namun demikian, penggunaan APD tidak dapat mengendalikan sumber bahaya secara langsung, sehingga APD tidak disarankan untuk digunakan sebagai pengganti metode pengendalian risiko lainnya. APD sebaiknya digunakan sebagai pelengkap dari

sistem pengendalian lain agar perlindungan keamanan dan kesehatan kerja dapat lebih efektif. Keberhasilan implementasi APD sangat ditentukan oleh ketepatan dalam pemilihan peralatan pelindung, penggunaan yang benar sesuai prosedur, kesesuaian dengan situasi dan kondisi bahaya yang dihadapi, serta pemeliharaan yang optimal. Oleh karena itu, program pemeliharaan dan pelatihan penggunaan APD merupakan aspek krusial dalam meningkatkan efektivitas manfaat dari peralatan tersebut (Hardianti, 2023).



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Waktu : 5 September 2025 – 26 Januari 2026.

Tempat : PT. XYZ.

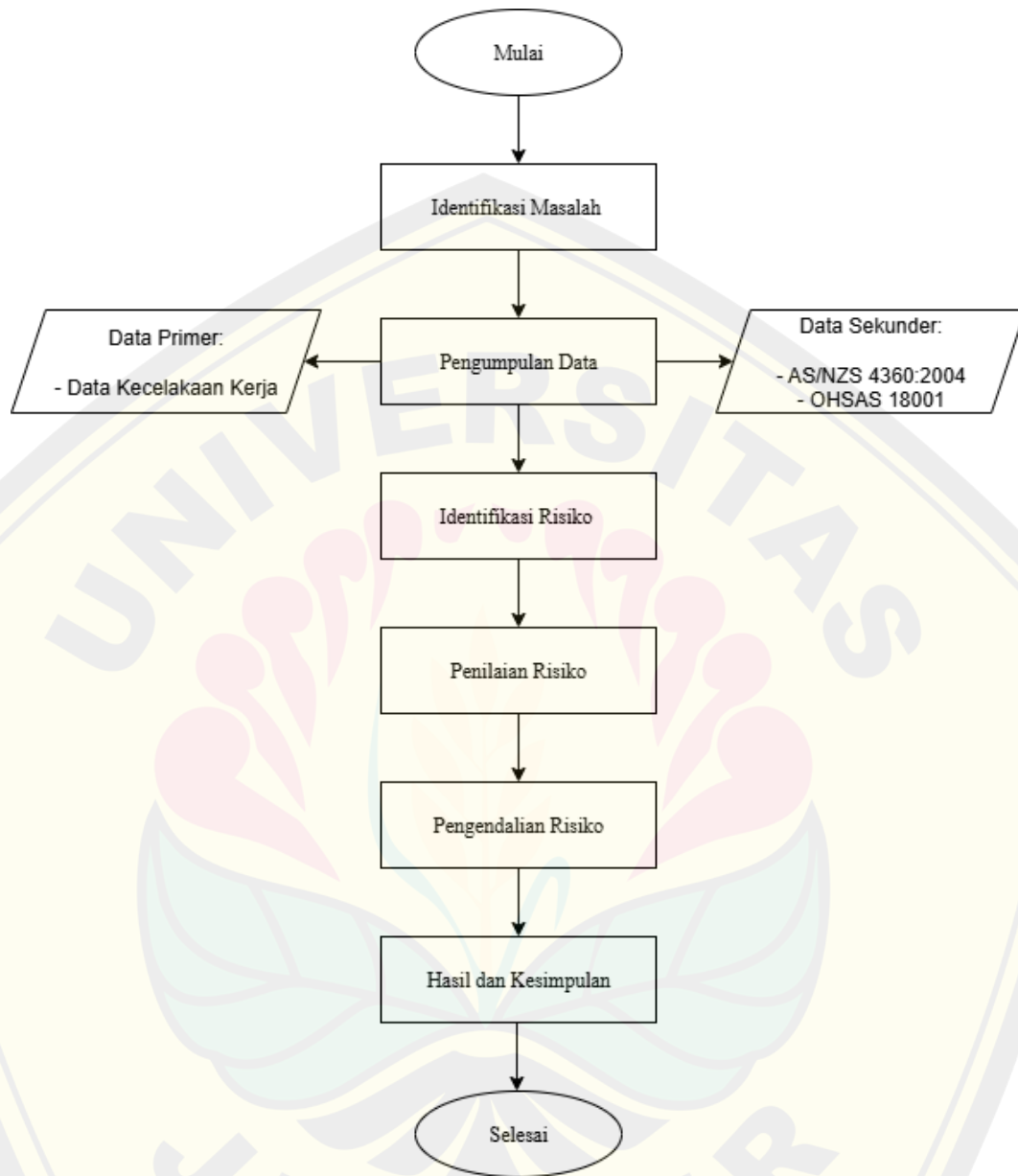
3.2 Jadwal Penelitian

Agar penelitian dapat terlaksana secara sistematis dan terstruktur, maka jadwal penelitian dibuat.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Sept				Okt				Nov				Des				Jan			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Pustaka																				
2	Pengumpulan Data																				
3	Identifikasi Bahaya																				
4	Penilaian Risiko																				
5	Pengendalian Risiko																				
6	Hasil dan Kesimpulan																				

3.3 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.4 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup dua data diantaranya data primer dan data sekunder.

3.4.1 Data Primer

Menurut Sugiyono (2023), data primer didefinisikan sebagai data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dari lapangan. Data primer ini didapatkan melalui observasi di lapangan secara langsung dan wawancara pada pekerja departemen yang akan diteliti di lapangan, yang mencakup berbagai jenis risiko yang umum terjadi, tingkat keparahan tingkat kemungkinan terjadi.

3.4.2 Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2023), data sekunder didefinisikan sebagai data secara tidak langsung kepada peneliti, misalnya melalui pihak ketiga atau dokumen tertulis. Sumber sekunder ini didapatkan dari studi literatur seperti buku atau Jurnal tentang manajemen risiko K3, literatur dari aturan pemerintah tentang K3 yang memiliki kesamaan objek pada penelitian pada saat ini.

3.5 Teknik dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua cara, yaitu observasi dan wawancara. Kegiatan observasi dilaksanakan dengan mengamati secara langsung kondisi nyata di lapangan, sehingga peneliti bisa melihat sendiri potensi bahaya atau risiko yang mungkin terjadi (Azhari & Subawa, 2023). Sementara itu, wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan kepada responden untuk mendapatkan informasi serta pengalaman mereka terkait kondisi keselamatan kerja di lapangan.

3.6 Teknik Penyajian dan Analisis Data

Adapun penjelasan teknik penyajian dan analisis data sebagai berikut:

3.6.1 Teknik Penyajian

Teknik penyajian data dalam penulisan ini disajikan dalam bentuk tabel identifikasi bahaya dan tabel penilaian risiko berupa form FMEA

3.6.2 Analisis Data

Hasil pengamatan manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada tahap *fabrication*, *assembly* dan *erection* dianalisis menggunakan metode FMEA yang dimulai dengan penjabaran proses beserta fungsinya, kemudian membuat blok diagram yang menunjukkan komponen atau langkah proses. Selanjutnya dilakukan identifikasi potensi kegagalan yang dapat terjadi dengan mendaftarkan setiap kegagalan untuk fungsi dari setiap komponen yang tidak sesuai dengan yang telah ditetapkan. Setelah mendeskripsikan efek dari setiap kegagalan, penelitian ini menganalisis tingkat keseriusan (*Severity*), tingkat kemungkinan (*probability*), dan tingkat deteksi (*Detection*) terhadap kegagalan pada tahap *fabrication*, *assembly* dan *erection*. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar pengendalian risiko kecelakaan kerja.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Risiko

Sebelum melakukan penilaian risiko, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi berbagai potensi bahaya dan risiko yang ada. Dalam penelitian ini, proses identifikasi risiko dilakukan dengan menganalisis kondisi aktual di lapangan, menelaah data kecelakaan kerja yang pernah terjadi, serta melakukan wawancara dengan pihak-pihak terkait untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang risiko-risiko yang mungkin muncul.

4.1.1 Bahaya, Potensi Risiko dan Penyebab Bahaya Kecelakaan Kerja

Identifikasi bahaya merupakan tahapan penting untuk mengenali segala kondisi yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Tahap ini mencakup analisis terhadap sumber bahaya, tingkat potensi risiko, penyebab munculnya bahaya, serta kemungkinan dampak yang ditimbulkan. Data identifikasi bahaya untuk kegiatan *fabrication*, *assembly*, dan *erection* di PT. XYZ dikumpulkan melalui dua metode utama. Pertama, melalui wawancara dengan penanggung jawab di masing-masing seksi untuk mendapatkan informasi detail tentang bahaya potensial. Kedua, melalui pengamatan langsung di lokasi kerja untuk melihat kondisi nyata di lapangan. Hasil pengumpulan data tersebut kemudian dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Identifikasi Potensi Bahaya pada Kegiatan *Fabrication*

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
1	Memeriksa kompresor	Bahaya Fisik	Terpeleset di area kerja	Area kerja licin tergenang air	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
		Bahaya Fisik	Tersandung Kabel atau selang kompresor	Banyak kabel atau selang kompresor berserakan di lantai kerja	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
2	Memeriksa mesin CNC sebelum dihidupkan	Bahaya Mekanik	Jatuh di atas <i>grating</i>	Meja CNC menggunakan <i>grating</i> baja permukaannya tidak rata	Terkilir/keseleo pergelangan kaki
3	Memeriksa <i>nozzle</i> CNC	Bahaya Mekanik	Jatuh di atas <i>grating</i>	Meja CNC menggunakan <i>grating</i> baja permukaannya tidak rata	Terkilir/keseleo pergelangan kaki
4	Melakukan pemeriksaan terhadap alat angkat sebelum pengoperasian	Bahaya Fisik	Terpeleset saat memeriksa alat angkat	Area kerja licin tergenang air	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
		Bahaya Fisik	Tersandung kabel atau selang kompresor	Banyak kabel atau kompresor berserakan di lantai kerja	Terkilir/keseleo pergelangan tangan/kaki
5	Menghidupkan Kompresor	Bahaya Kelistrikan	Tersengat aliran Kelistrikan	Kabel Kelistrikan yang basah terkena air	Luka bakar pada kulit di titik kontak

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
		Bahaya Fisik	Tersandung kabel atau selang kompresor	Banyak kabel atau selang kompresor berserakan di lantai kerja	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
6	Hidupkan mesin CNC sebelum memulai pekerjaan	Bahaya Fisik	Tersandung kabel atau selang kompresor	Banyak kabel atau selang kompresor berserakan di lantai kerja	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
7	Menghidupkan alat alat angkat	Bahaya Fisik	Terpeleset ketika memeriksa alat angkat	Area kerja licin	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
		Bahaya Fisik	Tersandung Material	Area kerja kurang rapi den gan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku
8	Mengoperasikan alat berat angkat	Bahaya Mekanik	Kejatuhan material baja	Beban tidak seimbang atau <i>center of gravity</i> tidak tepat	Cidera Berat
9	Mengamati desain pada layar mesin CNC	Bahaya Fisik	Kelelahan Mata	Monitor memancarkan cahaya biru tinggi pada tampilan terang/latar putih	Mata Perih dan Panas Sensasi terbakar atau perih pada mata

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
10.	Menghidupkan <i>Forklift</i> untuk kegiatan <i>Loading/Unloading</i>	Bahaya Kelistrikan	Tersengat aliran Kelistrikan	Kabel Terurai dan Tidak Terlindungi	Luka bakar kecil pada kulit di titik kontak
11.	Mengoperasikan <i>Forklift</i>	Bahaya Fisik	<i>Forklift</i> terguling	Permukaan jalan tidak rata di area galangan	Patah tulang
		Bahaya Ergonomi	Busa kursi rusak dan tidak ergonomis	Busa kursi udah terlalu lama	Nyeri punggung
12.	Mengganti <i>nozzle</i> CNC untuk kebutuhan <i>marking</i>	Bahaya Mekanik	Jatuh di atas <i>grating</i>	Meja CNC menggunakan <i>grating</i> baja permukaannya tidak rata	Terkilir/keseleo pergelangan tangan/kaki
13.	Proses <i>marking</i> menggunakan mesin CNC	Bahaya Mekanik	Jatuh dari mesin CNC	Mesin CNC mulai bergerak sementara pekerja masih di atas meja kerja	Luka memar parah
14.	Persiapan alat <i>marking</i> manual	Bahaya Fisik	Tersandung	Kabel atau selang <i>blender</i> yang berserakan	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
		Bahaya Kelistrikan	Tersengat listrik	kabel rusak/terkelupas yang berserakan di area tempat penyimpanan marker	Luka bakar listrik
15	Proses <i>marking</i> manual	Bahaya Fisik	Tersandung	Kabel atau selang <i>blender</i> yang berserakan	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Posisi jongkok/membungkuk terlalu lama	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot
		Bahaya Kelistrikan	Tersengat listrik	kabel rusak/terkelupas di atas plat yg akan di <i>marking</i>	Luka bakar listrik
16.	Mengganti <i>nozzle</i> CNC untuk kebutuhan <i>cutting</i>	Bahaya Mekanik	Jatuh di atas <i>grating</i>	Meja CNC menggunakan <i>grating</i> baja permukaannya tidak rata	Terkilir/keseleo pergelangan kaki
17.	Proses <i>Cutting</i> menggunakan mesin CNC	Bahaya Mekanik	Jatuh dari mesin CNC	Mesin CNC mulai bergerak sementara pekerja masih di atas meja kerja	Luka memar parah

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
		Bahaya Fisik	Luka bakar saat <i>cutting</i>	Percikan Api	Kulit melepuh
		Bahaya Fisik	Terpapar radiasi	Sinar ultraviolet (UV)	Gangguan pada mata
18.	Persiapan peralatan pemotongan dengan <i>cutting torch</i>	Bahaya Fisik	Tersandung	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku
		Bahaya Kelistrikan	Tersengat listrik	kabel rusak/terkelupas	Luka bakar listrik
19.	Pemotongan plat baja menggunakan <i>cutting torch</i> di area terbuka	Bahaya Kimia	Terhirup asap/ <i>fume</i> hasil <i>cutting</i>	Asap pengelasan atau <i>fume</i>	Gangguan pernapasan
		Bahaya Mekanik	Tegores plat yang tajam	Bagian sisi plat yang tajam	Luka sayat/iris
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Posisi jongkok/membungkuk terlalu lama	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
20.	Menghidupkan mesin pembengkok plat hidrolik	Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
21.	Pengoperasian mesin pembengkok plat hidrolik	Bahaya Mekanik	Terjepit pada <i>punch & die</i>	<i>punch & die</i>	Dapat terjadi amputasi parsial (sebagian) atau total
		Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung material	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku
		Bahaya Mekanik	Plat jatuh menimpa kaki/tubuh	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan	Memar, luka gores

Tabel 4. 2 Hasil Identifikasi Potensi Bahaya pada Kegiatan *Assembly*

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
1	Proses <i>Fit up</i>	Bahaya Ergonomi	<i>Strain</i> /cedera otot saat mengangkat plat	Tidak ada alat bantu angkat	Nyeri punggung/pinggang
		Bahaya Fisik	Tersandung material saat <i>Fit up</i>	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
2	Persiapan peralatan pengelasan untuk <i>Fit up</i>	Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung saat pengelasan	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku
		Bahaya Fisik	Plat jatuh menimpa kaki/tubuh	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan	Memar, luka gores
		Bahaya Fisik	Tersandung	Kabel atau selang <i>blender</i> yang berserakan	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
3	Proses pengelasan untuk <i>Fit up</i>	Bahaya Mekanik	Luka bakar dari percikan las	Percikan Api	Luka bakar kulit
		Bahaya Kimia	Keracunan	Asap pengelasan atau <i>fume</i>	Sesak napas akut
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Posisi jongkok/membungkuk terlalu lama	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot
		Bahaya Kelistrikan	Melepuh	kabel terkelupas	Luka bakar

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
		Bahaya Fisik	Paparan radiasi	Sinar ultraviolet (UV)	Mata merah dan berair terus-menerus
4	Persiapan peralatan gerinda untuk penghalusan hasil las	Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung oleh material	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku
		Bahaya Fisik	Tersandung	Kabel atau selang <i>blender</i> yang berserakan	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
5	Proses <i>Grinding</i> /penghalusan hasil las	Bahaya Fisik	Gangguan pendengaran/kebutuhan	Kebisingan	Gangguan pendengaran sementara
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Posisi jongkok/membungkuk terlalu lama	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot

Tabel 4. 3 Hasil Identifikasi Potensi Bahaya pada Kegiatan *Erection*

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
1	<i>Alignment centerline</i> kapal menggunakan kawat sebagai acuan pengukuran	Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung oleh material	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
		Bahaya Fisik	Tersandung	Kabel atau selang <i>blender</i> yang berserakan	Memar, luka gores
2.	Pemasangan pengait kawat untuk <i>Alignment Centerline</i> kapal	Bahaya Mekanik	Terpukul palu	Kurangnya kontrol saat memukul palu sehingga mengenai tangan	Luka memar, luka tergores
3.	Persiapan pondasi	Bahaya Mekanik	Kejatuhan pondasi	Beban tidak seimbang saat diangkat	Luka memar/terjepit-Patah tulang
4.	Pengelasan kupingan/ <i>Eye Plate</i>	Bahaya Kimia	Keracunan	Asap pengelasan atau <i>fume</i>	Sesak napas
		Bahaya Kelistrikan	Kebakaran	kabel terkelupas	Luka bakar
		Bahaya Fisik	Terpapar Radiasi	Sinar ultraviolet (UV)	Mata merah dan berair terus-menerus
5.	Proses <i>Grinding</i> /penghalusan hasil las kupingan	Bahaya Fisik	Gangguan pendengaran/ke-tulian	Kebisingan	Gangguan pendengaran sementara
		Bahaya Kelistrikan	Luka bakar dari gerinda	Percikan Api	Luka bakar kulit
6.	Pengangkatan struktur besar dengan <i>Crane</i>	Bahaya Mekanik	Tertimpa struktur yang jatuh	<i>Center of gravity</i> salah	Kematian

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
7.	Pemasangan kotrek/ <i>Lever chain hoist</i>	Bahaya Fisik	Jatuh dari ketinggian	Posisi tubuh yang tidak stabil saat melakukan pemasangan	Patah tulang
8.	Pengelasan ketika <i>Section di gabungkan/Joint Erection</i>	Bahaya Kelistrikan	Luka bakar	Percikan api	Luka bakar kulit
		Bahaya Kimia	Keracunan	Asap pengelasan atau <i>fume</i>	Sesak napas
		Bahaya Ergonomi	<i>Strain</i> otot	Posisi jongkok/membungkuk terlalu lama	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot
		Bahaya Kelistrikan	Kebakaran	kabel terkelupas	Luka bakar
		Bahaya Fisik	Jatuh dari ketinggian	Posisi tubuh yang tidak stabil saat melakukan pemasangan	Patah tulang
9.	Proses grinda setelah pengelasan <i>Section</i> atau menggabungkan	Bahaya Fisik	Gangguan pendengaran/ke tuli-an	Kebisingan	Gangguan pendengaran sementara
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Posisi jongkok/membungkuk terlalu lama	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot
		Bahaya Fisik	Jatuh dari ketinggian	Posisi tubuh tidak stabil saat pemasangan	Patah tulang

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya yang telah dilakukan, ditemukan total 69 potensi risiko dari tiga tahapan kerja di PT. XYZ dengan rincian tahap *fabrication* memiliki 36 potensi risiko, tahap *assembly* sebanyak 14 potensi risiko, dan tahap *erection* tercatat 19 potensi risiko. Dalam upaya pengelolaan risiko, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengenali potensi bahaya yang mungkin timbul di lingkungan kerja, dimana setiap tempat kerja memiliki karakteristik berbeda sehingga cara mengidentifikasi sumber bahaya pun bisa bermacam-macam, disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan yang ada. Untuk keperluan penelitian ini, metode yang dipilih adalah wawancara mendalam dengan penanggung jawab proyek, dimana di PT. XYZ ketiga tahapan tersebut *fabrication*, *assembly*, dan *erection* ditangani oleh satu orang PIC yang bertanggung jawab penuh dan beliau dipilih sebagai narasumber utama karena terlibat langsung dalam seluruh kegiatan dan memahami betul kondisi lapangan serta risiko-risiko yang ada di setiap tahapan pekerjaan. Hasil dari identifikasi bahaya ini kemudian dijadikan acuan utama untuk menyusun strategi kerja yang lebih aman dengan harapan perusahaan bisa mengambil langkah-langkah pencegahan yang tepat agar tidak terjadi kecelakaan atau insiden yang merugikan di lingkungan kerja PT. XYZ.

4.1.2 Identifikasi Bahaya *fabrication*

a. Memeriksa kompresor

Kegiatan pemeriksaan kompresor pada tahap *fabrication* pembangunan kapal umumnya mencakup sejumlah langkah penting supaya peralatan dapat beroperasi secara maksimal dan terhindar dari kendala teknis. Dalam pelaksanaan pekerjaan ini, terdapat beragam potensi risiko kecelakaan kerja yang harus diantisipasi dengan baik. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Terpeleset di area kerja

Terpeleset di area kerja saat memeriksa kompresor pada tahap *fabrication* merupakan kejadian dimana pekerja kehilangan keseimbangan dan jatuh akibat permukaan lantai yang licin atau tidak rata di sekitar lokasi kompresor. Kondisi ini biasanya disebabkan oleh tumpahan oli atau cairan pelumas dari kompresor yang

bocor, permukaan lantai yang basah terkena air hujan, dan berminyak karena kurangnya pembersihan rutin.

2) Tersandung kabel

Potensi bahaya kecelakaan kerja yang terjadi ketika pekerja kehilangan keseimbangan akibat kaki tersangkut atau mengenai kabel listrik dan selang udara kompresor yang terbentang di area kerja.

b. Memeriksa mesin CNC sebelum dihidupkan

Memeriksa mesin CNC sebelum dihidupkan adalah prosedur inspeksi keselamatan dan operasional yang dilakukan operator atau teknisi terhadap mesin CNC sebelum memulai proses produksi. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Jatuh di atas *grating*

Jatuh di atas *grating* kecelakaan kerja berupa terjatuh, tergelincir, atau tersandung di permukaan *grating* yang merupakan meja atau lantai kerja mesin CNC. *grating* adalah struktur berbentuk kisi-kisi atau jeruji logam dengan celah-celah yang dipasang sebagai permukaan meja mesin CNC. Risiko jatuh terjadi karena permukaan *grating* memiliki lubang-lubang yang dapat menyebabkan kaki tersangkut, tergelincir, atau kehilangan keseimbangan.

c. Memeriksa *nozzle* CNC

Kegiatan memeriksa *nozzle* pada mesin CNC dalam proses *fabrication* kapal merupakan prosedur pemeriksaan kondisi ujung pemotong atau kepala *torch* yang digunakan untuk melakukan *marking* dan *cutting* material pelat baja. Pemeriksaan ini dilakukan untuk memastikan *nozzle* masih dalam kondisi baik tanpa kerusakan seperti lubang yang tersumbat, ujung yang terbakar atau aus.

1) Jatuh di atas *grating*

Jatuh di atas *grating* saat memeriksa *nozzle* CNC adalah kecelakaan kerja berupa terjatuh, tergelincir, atau tersandung di permukaan *grating* (lantai berkisi-kisi logam) yang terjadi ketika operator melakukan inspeksi *nozzle* mesin CNC. Risiko jatuh timbul karena permukaan *grating* memiliki celah-celah dan lubang-lubang yang dapat menyebabkan kaki tersangkut, tergelincir, atau kehilangan

keseimbangan, terutama saat operator harus menjangkau atau memposisikan tubuh untuk memeriksa kondisi *nozzle*.

d. Melakukan pemeriksaan terhadap alat angkat sebelum pengoperasian

Prosedur inspeksi keselamatan yang dilakukan operator terhadap kondisi dan fungsi alat angkat sebelum digunakan, meliputi pengecekan komponen struktural, sistem pengaman, kapasitas beban, kondisi *wire rope* atau rantai, serta memastikan alat dalam kondisi layak dan aman untuk beroperasi guna mencegah kecelakaan kerja. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain

1) Terpeleset saat memeriksa alat angkat

kecelakaan kerja berupa kehilangan keseimbangan dan jatuh yang terjadi ketika operator melakukan inspeksi terhadap kondisi alat angkat sebelum pengoperasian. Risiko terpeleset timbul karena permukaan lantai area alat angkat yang licin akibat oli, genangan air.

2) Tersandung kabel atau selang kompresor

Potensi kecelakaan kerja yang terjadi ketika pekerja kehilangan keseimbangan akibat kaki tersangkut kabel listrik atau selang udara kompresor yang terbentang di area kerja selama melakukan inspeksi terhadap peralatan *lifting* seperti *hoist crane*.

e. Menghidupkan Kompresor

Prosedur pengoperasian sistem kompresor udara yang berfungsi menyuplai udara bertekanan untuk mendukung operasional mesin CNC. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Tersengat aliran listrik

Bahaya kecelakaan kerja yang terjadi ketika pekerja bersentuhan langsung dengan komponen berarus listrik pada saat mengoperasikan atau menyalakan mesin kompresor.

2) Tersandung Kabel atau selang kompresor

Potensi kecelakaan kerja yang terjadi ketika pekerja kehilangan keseimbangan akibat kaki tersangkut kabel listrik atau selang udara bertekanan yang terbentang di sekitar unit kompresor selama proses pengoperasian

f. Hidupkan mesin CNC sebelum memulai pekerjaan

Sebelum mesin CNC mulai memotong material, operator harus menyalakan dulu tombol power utama, kemudian mengaktifkan komputer kontrolnya. Setelah itu, operator mengecek apakah semua sistem sudah berjalan dengan baik sebelum proses pemotongan dimulai. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Tersandung akabel atau selang kompresor

Kecelakaan kerja berupa kehilangan keseimbangan dan jatuh yang terjadi ketika kaki operator tersangkut atau tertabrak kabel atau selang udara kompresor yang tergeletak, terbentang, atau melintang di area kerja mesin CNC.

g. Menghidupkan alat alat angkat

Proses menghidupkan alat angkat pada tahap *fabrication* kapal melibatkan berbagai risiko kecelakaan kerja yang harus diperhatikan dengan serius. Beberapa risiko yang mungkin muncul selama tahap ini antara lain:

1) Terpeleset ketika memeriksa alat angkat

Kecelakaan kerja berupa kehilangan keseimbangan dan jatuh yang terjadi ketika operator melakukan inspeksi terhadap kondisi alat angkat sebelum pengoperasian. Risiko terpeleset timbul karena permukaan lantai area alat angkat yang licin akibat oli, genangan air.

2) Tersandung Material

Kecelakaan kerja yang terjadi ketika seseorang terantuk, terpeleset, atau jatuh akibat adanya material, benda, atau objek yang berada di jalur lintasan/area kerja secara tidak teratur atau tidak pada tempatnya.

h. Mengoperasikan alat berat angkat

Proses mengoperasikan alat berat angkat pada tahap *fabrication* kapal melibatkan berbagai risiko kecelakaan kerja yang harus diperhatikan dengan serius. Beberapa risiko yang mungkin muncul selama tahap ini antara lain:

1) Kejatuhan material baja

Kejatuhan material baja dari pengoperasian *hoist Crane* adalah kecelakaan kerja berupa jatuhnya material baja (pelat, profil, blok, atau komponen) dari ketinggian saat proses pengangkatan atau pemindahan menggunakan *hoist Crane*.

Risiko kejatuhan terjadi akibat kegagalan *sling*/pengikat, posisi COG (*center of gravity*) tidak tepat, beban melebihi kapasitas, *hook* terlepas, kerusakan komponen *hoist*, atau *human error* dalam pengoperasian, yang dapat menyebabkan cedera serius hingga kematian bagi pekerja di bawah area pengangkatan.

i. Mengamati desain pada layar mesin CNC

Kegiatan operator untuk melihat, memeriksa, dan memverifikasi program CNC, gambar CAD, *toolpath*, atau simulasi proses *machining* yang ditampilkan pada monitor atau panel kontrol mesin CNC sebelum atau selama proses produksi berlangsung. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Kelelahan Mata

Kondisi gangguan penglihatan berupa rasa lelah, perih, kering, atau tidak nyaman pada mata yang terjadi akibat penggunaan mata secara terus-menerus dalam waktu lama, seperti saat mengamati layar mesin CNC, komputer, atau melakukan pekerjaan detail yang membutuhkan fokus visual tinggi.

j. Menghidupkan *Forklift* untuk kegiatan *Loading/Unloading*

Proses menghidupkan *forklift* untuk kegiatan *loading/unloading* pada tahap *fabrication* kapal melibatkan berbagai risiko kecelakaan kerja yang harus diperhatikan dengan serius. Beberapa risiko yang mungkin muncul selama tahap ini antara lain:

1) Tersengat aliran listrik

Kecelakaan kerja berupa kontak langsung antara tubuh operator dengan arus listrik yang berasal dari kabel terkelupas, kabel putus, atau komponen kelistrikan *forklift* yang rusak. Risiko tersengat terjadi karena isolasi kabel yang aus, terkikis, atau terkelupas sehingga kawat konduktor terbuka dan dapat menghantarkan arus listrik ke tubuh operator saat menyentuh bagian *forklift*, yang dapat menyebabkan cedera ringan hingga berat seperti luka bakar.

k. Mengoperasikan *Forklift*

Kegiatan menjalankan dan mengendalikan *forklift* untuk memuat, membongkar, mengangkat, dan memindahkan material dari satu lokasi ke Lokasi

lain di area *fabrication* atau gudang. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) *Forklift* terguling

Kecelakaan kerja berupa *forklift* kehilangan keseimbangan dan terbalik ke samping atau ke depan yang disebabkan oleh permukaan tanah tidak rata, bergelombang, berlubang, atau miring. Risiko terguling meningkat saat *forklift* membawa beban berat, bergerak di permukaan tidak stabil, melakukan belokan tajam di medan tidak rata, atau saat beban terangkat tinggi pada permukaan miring.

2) Sakit pinggang

Gangguan muskuloskeletal berupa nyeri, pegal, atau kaku pada area pinggang dan punggung bawah yang disebabkan oleh duduk dalam waktu lama di kursi dengan busa yang sudah rusak, kempes, atau tidak empuk lagi.

1. Mengganti *nozzle* CNC untuk kebutuhan *marking*

Proses ini dilakukan untuk melepas atau memasang *nozzle*, karena *nozzle* untuk *marking* memiliki ukuran lubang, bentuk, dan spesifikasi yang berbeda dengan *nozzle* untuk *cutting* (pemotongan). Tujuannya adalah untuk menghasilkan garis penanda yang presisi, tipis, dan jelas pada permukaan pelat baja tanpa memotong material. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Jatuh di atas *grating*

Kecelakaan kerja berupa terjatuh, tergelincir, atau tersandung di permukaan *grating* (lantai berkisi-kisi logam) yang terjadi ketika operator melakukan inspeksi *nozzle* mesin CNC. Risiko jatuh timbul karena permukaan *grating* memiliki celah-celah dan lubang-lubang yang dapat menyebabkan kaki tersangkut, tergelincir, atau kehilangan keseimbangan, terutama saat operator harus menjangkau atau memposisikan tubuh untuk memeriksa kondisi *nozzle*.

m. Proses *marking* menggunakan mesin CNC

Proses pembuatan tanda, kode, garis, atau pola pada permukaan material (biasanya logam) menggunakan mesin selang (CNC). Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Jatuh dari mesin CNC

Insiden kecelakaan kerja di mana operator kehilangan keseimbangan atau terlempar dari meja kerja mesin karena adanya pergerakan mekanis yang tidak terduga saat operator masih berada di area kerja untuk melakukan inspeksi atau pemeliharaan.

n. Persiapan alat *marking* manual

Proses pembuatan garis panduan, titik potong, atau identifikasi pada permukaan material (pelat baja) secara manual menggunakan spidol cat (*paint marker*) permanen. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Tersandung

Kecelakaan ini terjadi ketika kaki pekerja terhambat oleh rintangan berupa kabel listrik atau selang *blender* (seperti selang *cutting touch*) yang melintang di jalur pejalan kaki, sehingga mengakibatkan hilangnya keseimbangan dan jatuh.

2) Tersengat listrik dari kabel yang rusak/terkelupas

Peristiwa terjadinya kontak fisik antara tubuh manusia dengan konduktor (tembaga/kawat) yang dialiri arus listrik secara langsung. Hal ini terjadi karena lapisan isolator (pembungkus luar) kabel mengalami kerusakan, keretakan, atau terkoyak, sehingga aliran listrik "bocor" dan mengalir ke tubuh manusia yang menyentuhnya.

o. Proses *marking* manual

Aktivitas pemberian tanda, garis panduan, atau identifikasi pada permukaan material secara konvensional yang dilakukan langsung oleh tangan pekerja (tanpa otomatisasi mesin). Penggunaan warna putih (biasanya spidol jenis *paint marker*) bertujuan untuk menghasilkan kontras yang tinggi agar marka tetap terlihat jelas pada permukaan material yang gelap, berkarat, atau kusam seperti pelat baja. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Tersandung

Insiden kecelakaan kerja yang terjadi akibat adanya hambatan fisik di jalur pejalan kaki atau area kerja. Kaki pekerja tersangkut pada kabel listrik atau selang

blender yang tidak tertata rapi, menyebabkan hilangnya keseimbangan secara tiba-tiba.

2) Cedera otot punggung

Gangguan kesehatan pada sistem otot dan rangka (Ergonomi) yang disebabkan oleh tekanan berlebih pada cakram tulang belakang dan otot punggung akibat mempertahankan posisi tubuh yang tidak alami dalam waktu lama.

3) Tersengat listrik

Kondisi di mana tubuh manusia menjadi jalur aliran listrik karena bersentuhan langsung dengan bagian konduktor (tembaga kabel) yang tidak terlindungi oleh isolator.

p. Mengganti *nozzle* CNC untuk kebutuhan *cutting*

Proses ini dilakukan untuk melepas atau memasang *nozzle*, karena *nozzle* untuk *Cutting* memiliki ukuran lubang, bentuk, dan spesifikasi yang berbeda dengan *nozzle* untuk *marking*. Tujuannya adalah untuk menghasilkan aliran gas bertekanan tinggi yang mampu menembus dan memotong material pelat baja secara presisi, rapi, dan efisien sesuai dengan jalur pemotongan yang diinginkan. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Jatuh di atas *grating*

Kecelakaan kerja yang berpotensi terjadi adalah terjatuh, terpeleset, atau tersandung di atas permukaan *grating* (lantai logam berkisi) saat operator melakukan inspeksi pada *nozzle* mesin CNC. Risiko ini muncul karena adanya celah dan lubang pada *grating* yang dapat menyebabkan kaki tersangkut, terpeleset, atau hilangnya keseimbangan, terutama ketika operator harus menjangkau area tertentu atau menyesuaikan posisi tubuh untuk memeriksa kondisi *nozzle*.

q. Proses *Cutting* menggunakan mesin CNC

Proses pemotongan material (pelat baja, logam) secara otomatis menggunakan mesin CNC (*computer numerical control*) yang dikendalikan oleh program komputer untuk menghasilkan bentuk dan dimensi sesuai desain. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Memar jatuh dari meja CNC

Cedera berupa lebam atau memar akibat terjatuh dari ketinggian meja kerja mesin CNC yang disebabkan oleh mesin yang tiba-tiba bergerak saat pekerja masih berada di atas meja atau area *grating*.

2) Luka bakar saat *cutting*

Cedera pada kulit berupa luka bakar dapat terjadi akibat percikan api atau pancaran panas yang dihasilkan dari proses pemotongan material menggunakan mesin CNC *cutting*. Percikan api yang terlempar dari area pemotongan berisiko mengenai kulit operator yang tidak terlindungi oleh APD (Alat Pelindung Diri), sehingga dapat menyebabkan luka bakar ringan hingga berat.

3) Terpapar radiasi

Kondisi mata pekerja terkena pancaran sinar UV yang dihasilkan dari proses pengelasan (*welding*), plasma *cutting*, atau *arc cutting* pada mesin CNC.

r. Persiapan peralatan pemotongan dengan *cutting torch*

Aktivitas awal sebelum melakukan pemotongan material logam atau pelat baja pada proses *fabrication* kapal. Aktivitas ini meliputi pemeriksaan kondisi tabung gas oksigen dan asetilen, pemasangan regulator, pengecekan selang dan sambungan untuk memastikan tidak ada kebocoran. Beberapa risiko yang mungkin terjadi selama proses tersebut antara lain.

1) Tersandung

Potensi kecelakaan kerja yang terjadi ketika pekerja kehilangan keseimbangan akibat kaki mengenai material, selang, kabel, atau peralatan lain yang berserakan di area kerja *fabrication*.

2) Tersengat listrik

Bahaya keselamatan kerja yang terjadi ketika pekerja bersentuhan langsung dengan konduktor listrik yang terbuka akibat isolasi kabel yang rusak, terkelupas, atau aus.

s. Pemotongan plat baja menggunakan *cutting torch* di area terbuka galangan

1) Terhirup asap/*fume* hasil *cutting*

Bahaya kesehatan kerja yang terjadi ketika pekerja partikel halus yang dihasilkan dari proses pemotongan pelat baja menggunakan *cutting torch* atau plasma *cutting* dalam aktivitas *fabrication* kapal.

2) Tegores plat yang tajam

Cedera kerja yang terjadi ketika kulit pekerja bersentuhan dengan tepi atau sisi pelat baja yang memiliki permukaan tajam hasil pemotongan, *grinding*, atau *fabrication* dalam proses pembangunan kapal.

3) Cedera otot punggung

Gangguan muskuloskeletal yang terjadi ketika pekerja mempertahankan postur kerja yang tidak ergonomis dalam waktu yang berkepanjangan selama aktivitas *fabrication*.

t. Menghidupkan mesin pembengkok plate hidrolik

Proses menghidupkan mesin pembengkok plate hidrolik pada tahap *Fabrication* kapal melibatkan berbagai risiko kecelakaan kerja yang harus diperhatikan dengan serius. Beberapa risiko yang mungkin muncul selama tahap ini antara lain:

1) Terpeleset atau tersandung

Area kerja terdapat material berserakan adalah kecelakaan kerja berupa kehilangan keseimbangan dan jatuh yang disebabkan oleh kaki operator yang menginjak, tersangkut, atau tertabrak material seperti potongan pelat, serpihan logam, atau komponen lain yang tidak tertata rapi dan berserakan di lantai area kerja.

u. Pengoperasian mesin pembengkok plat hidrolik

Kegiatan menjalankan dan mengendalikan mesin *press brake* atau *plate bending machine* untuk membengkokkan pelat baja sesuai sudut, radius, dan bentuk yang diinginkan menggunakan tekanan hidrolik. Beberapa risiko yang mungkin muncul selama tahap ini antara lain:

1) Terjepit pada *Punch & Die*

Kecelakaan kerja berupa terjepit atau tertindihnya bagian tubuh pekerja (jari, tangan, atau lengan) di antara *punch* (alat penekan atas) dan *die* (cetakan bawah) pada mesin bending hidrolik saat proses pembengkokan pelat berlangsung.

2) Terpeleset/Tersandung material

Kecelakaan kerja berupa kehilangan keseimbangan dan jatuh yang terjadi saat operator bergerak di sekitar area mesin bending hidrolik karena menginjak, tersangkut, atau tertabrak material pelat, atau komponen yang berserakan di lantai area kerja.

3) Plat jatuh menimpa kaki/tubuh

Kecelakaan kerja berupa jatuhnya pelat baja dari posisi berdiri, tumpukan material, atau posisi tidak stabil yang menimpa bagian tubuh pekerja seperti kaki, tungkai, atau badan.

4.1.3 Identifikasi Bahaya *Assembly*

a. Proses *Fit up*

Kegiatan memposisikan dan menyesuaikan komponen atau material dari sub *assembly* (rakitan bagian) ke posisi yang tepat sesuai gambar kerja sebelum dilakukan pengelasan atau pemasangan permanen. Beberapa risiko yang mungkin muncul selama tahap ini antara lain:

1) *Strain*/cedera otot saat mengangkat plat

Gangguan muskuloskeletal berupa keseleo, ketegangan, atau robekan pada otot dan ligamen (terutama di punggung, bahu, lengan, atau pinggang) yang terjadi ketika dua orang pekerja mengangkat pelat baja secara manual tanpa menggunakan alat bantu angkat mekanis.

2) Tersandung material saat *Fit up*

Kecelakaan kerja berupa kehilangan keseimbangan dan jatuh yang terjadi ketika pekerja bergerak di area kerja untuk memposisikan atau menyesuaikan komponen saat proses *fit up*, namun kaki tersangkut atau tertabrak material seperti pelat, potongan baja, atau peralatan lain yang berserakan dan tidak tertata rapi di lantai area *assembly*.

b. Persiapan peralatan pengelasan untuk *Fit up*

Kegiatan menyiapkan dan memeriksa kelengkapan peralatan las yang akan digunakan untuk *tack welding* (pengelasan titik sementara) guna mengunci posisi komponen saat proses *fit-up*. Kegiatan ini meliputi persiapan mesin las, kabel las, serta perlengkapan pendukung lainnya. Beberapa risiko yang mungkin muncul selama tahap ini antara lain:

1) Terpeleset/Tersandung saat pengelasan

Kecelakaan kerja berupa kehilangan keseimbangan dan jatuh saat *welder* bergerak di area kerja untuk menyiapkan peralatan las, yang disebabkan kaki terpeleset pada permukaan licin atau tersandung kabel las, selang gas, potongan baja, dan peralatan lain yang berserakan di lantai area *assembly*.

2) Plat jatuh menimpa kaki/tubuh

Kecelakaan kerja serius yang terjadi ketika pelat baja yang disimpan atau disandarkan secara tidak stabil di area kerja *fabrication* terjatuh dan mengenai pekerja. Kondisi area kerja yang tidak rapi dengan material berserakan seperti pelat-pelat yang ditumpuk sembarangan, disandarkan dengan sudut tidak aman, tanpa penyangga yang memadai, atau diletakkan di permukaan yang tidak rata menyebabkan pelat mudah tergelincir atau roboh.

3) Tersandung

Potensi kecelakaan yang terjadi ketika pekerja kehilangan keseimbangan akibat kaki tersangkut kabel listrik atau selang *blender cutting touch* yang tidak tertata rapi selama tahap persiapan.

c. Proses pengelasan untuk *Fit up*

Aktivitas penyambungan sementara atau permanen komponen-komponen struktur kapal menggunakan las listrik dalam fase perakitan. *fit up welding* atau *tack welding* merupakan pengelasan titik sementara untuk menahan dan memposisikan komponen seperti pelat, profil, atau *frame* agar tetap pada posisi yang tepat sebelum dilakukan pengelasan permanen.

1) Luka bakar dari percikan las

Cedera termal yang terjadi ketika partikel logam panas yang terlempar dari proses pengelasan mengenai kulit pekerja yang tidak terlindungi dengan baik.

2) Keracunan

Kondisi kesehatan akut atau kronis yang terjadi akibat menghirup uap logam yang dihasilkan dari proses pengelasan

3) Cedera otot punggung

Gangguan muskuloskeletal yang dialami pekerja las ketika harus mempertahankan postur kerja tidak ergonomis dalam waktu berkepanjangan untuk mengakses sambungan las di lokasi yang sulit dijangkau atau pada posisi material yang rendah.

4) Melepuh

Luka bakar listrik yang terjadi ketika pekerja las bersentuhan dengan konduktor tembaga yang terbuka pada kabel las atau kabel listrik yang isolasinya rusak atau terkelupas.

5) Paparan radiasi

Bahaya kesehatan yang terjadi ketika pekerja atau orang di sekitar area pengelasan terpapar radiasi UV yang sangat intens yang dipancarkan oleh busur las.

d. Persiapan peralatan gerinda untuk penghalusan hasil las

Tahap awal sebelum melakukan proses *grinding* yang meliputi pemeriksaan kondisi mesin gerinda, pemeriksaan guard pelindung, serta memastikan fungsi tombol on/off, serta membersihkan area kerja dari material mudah terbakar karena gerinda menghasilkan percikan api yang intensif.

1) Terpeleset/tersandung oleh material

Kecelakaan kerja yang terjadi ketika pekerja kehilangan keseimbangan dan jatuh akibat menginjak atau tersangkut material yang berserakan di lantai area kerja yang tidak tertata dengan baik.

2) Tersandung

Potensi kecelakaan yang terjadi ketika pekerja kehilangan keseimbangan akibat kaki tersangkut kabel las atau selang *blender cutting torch* yang tidak diatur dengan rapi selama fase persiapan peralatan gerinda untuk penghalusan hasil las.

e. Proses *Grinding*/Penghalusan

Aktivitas *finishing* yang dilakukan untuk meratakan, menghaluskan, dan menghilangkan kelebihan material las seperti *spatter*, *slag*, atau ketidaksempurnaan

permukaan sambungan las agar memenuhi standar kualitas dan spesifikasi teknis pembangunan kapal.

1) Gangguan pendengaran/ketulian

Kerusakan permanen pada sistem pendengaran yang terjadi akibat paparan berulang terhadap tingkat suara yang sangat tinggi dari operasi mesin gerinda.

2) Cedera otot punggung

Gangguan muskuloskeletal yang terjadi ketika pekerja harus mempertahankan postur kerja yang tidak ergonomis untuk mengakses dan menggerinda sambungan las di lokasi yang rendah, atau pada di sudut sempit yang memaksa posisi tubuh yang tidak nyaman.

4.1.4 Identifikasi Bahaya *Erection*

a. *Alignment Centerline* Kapal Menggunakan Kawat sebagai Acuan Pengukuran

Alignment Centerline kapal menggunakan kawat adalah proses pengukuran dan penentuan garis tengah longitudinal kapal yang menjadi referensi utama untuk memastikan kesimetrisan dan kelurusan struktur kapal selama proses pembangunan. Aktivitas ini melibatkan pemasangan kawat baja atau *steel wire* yang ditarik kencang secara horizontal sepanjang sumbu memanjang kapal dari haluan hingga buritan, dengan posisi dan ketinggian yang telah ditentukan.

1) Terpeleset/tersandung oleh material

Kecelakaan kerja yang terjadi ketika pekerja kehilangan keseimbangan akibat menginjak atau tersangkut material yang berserakan di lantai area pengukuran yang tidak diatur dengan rapi.

2) Tersandung

Potensi kecelakaan yang terjadi ketika pekerja kehilangan keseimbangan akibat kaki tersangkut kabel las atau selang *blender cutting torch* yang terbentang tidak beraturan selama tahap persiapan area *alignment centerline*.

b. Pemasangan Pengait Kawat untuk *Alignment Centerline* Kapal

Pemasangan kawat tipis yang ditarik kencang secara memanjang ini berfungsi sebagai patokan lurus untuk memastikan posisi garis tengah (*Centerline*) kapal.

1) Terpukul palu

Cedera traumatik yang terjadi ketika pekerja tidak dapat mengendalikan arah atau kekuatan ayunan palu dengan baik sehingga kepala palu meleset dari target dan mengenai tangan sendiri atau tangan rekan kerja yang sedang memegang atau memposisikan.

c. Persiapan Pondasi

Tahapan krusial dalam pembangunan kapal yang melibatkan perencanaan, *fabrication*, dan instalasi struktur penyangga permanen atau semi-permanen yang dirancang untuk mendistribusikan beban kapal secara merata ke tanah atau lantai galangan selama proses konstruksi.

1) Kejatuhan pondasi

kecelakaan kerja serius yang terjadi ketika balok pondasi atau *keel block* yang sedang diangkat dengan *crane* atau *forklift* mengalami ketidakstabilan akibat *center of gravity* yang tidak tepat.

d. Pengelasan Kupingan/*Eye Plate*

Proses penyambungan sementara komponen berbentuk pelat dengan lubang (*eye*) menggunakan las untuk menciptakan *lifting point* atau *anchor point* pada struktur kapal yang digunakan untuk pengangkatan.

1) Keracunan

Kondisi kesehatan akut atau kronis yang terjadi akibat menghirup uap logam yang dihasilkan dari proses pengelasan.

2) Kebakaran

Bahaya kecelakaan yang terjadi ketika kabel las atau kabel listrik dengan isolasi yang rusak atau terkelupas mengalami hubungan pendek (*short circuit*) yang menghasilkan percikan api atau panas berlebih yang dapat membakar material mudah terbakar di sekitar area kerja.

3) Terpapar radiasi

Bahaya kesehatan yang terjadi ketika pekerja atau orang di sekitar area pengelasan terekspos radiasi UV intensitas sangat tinggi yang dipancarkan oleh busur las listrik tanpa menggunakan pelindung yang memadai.

e. Proses *Grinding*/Penghalusan Hasil Las Kupingan

Aktivitas finishing yang dilakukan untuk meratakan, menghaluskan, dan menghilangkan *spatter*, *slag*, *undercut*, atau cacat permukaan lainnya pada sambungan las *eye plate* agar memenuhi standar kualitas visual, dimensi, dan kekuatan yang dipersyaratkan dalam spesifikasi teknis.

1) Gangguan pendengaran/ketulian

Kerusakan pada sistem pendengaran yang terjadi akibat paparan berulang terhadap tingkat suara sangat tinggi yang dihasilkan oleh mesin gerinda yang beroperasi.

2) Luka bakar dari percikan gerinda

Cedera termal yang terjadi ketika partikel logam panas yang terlempar dengan kecepatan tinggi dari proses *grinding* mengenai kulit pekerja yang tidak terlindungi dengan baik oleh alat pelindung diri.

f. Pengangkatan Struktur Besar dengan *Crane*

Operasi kritis dalam pembangunan kapal yang melibatkan *lifting* dan positioning komponen struktur berukuran besar dan berat yang dapat mencapai puluhan hingga ratusan ton menggunakan tower *crane*, *gantry crane*, atau *mobile crane*.

1) Tertimpa struktur yang jatuh

Kecelakaan fatal yang terjadi ketika struktur besar yang sedang diangkat dengan *Crane* mengalami ketidakstabilan akibat kesalahan perhitungan atau penentuan titik berat (*center of gravity*) yang menyebabkan struktur berputar, miring, atau lepas dari rigging dan jatuh menimpa pekerja di bawah atau di sekitar area *lifting*.

g. Pemasangan Kotrek/*Lever chain hoist*

Kegiatan penyetelan (*fitting*) yang bertujuan untuk menarik, merapatkan, atau menyatukan dua bagian komponen plat agar berada pada posisi yang presisi sebelum dilakukan proses pengelasan permanen.

1) Jatuh dari ketinggian

Kecelakaan kerja serius yang terjadi ketika pekerja yang bekerja di scaffolding, platform, tangga, atau struktur kapal di ketinggian kehilangan

keseimbangan saat memasang atau mengaitkan *chain hoist* pada *eye plate*.

h. Pengelasan Ketika *Section* Digabungkan

Proses penyambungan permanen antara dua atau lebih *section* atau *block* besar struktur kapal yang telah melalui tahap *assembly*, menggunakan metode pengelasan untuk membentuk sebuah kapal.

1) Luka bakar

Cedera termal yang terjadi ketika partikel logam panas yang terlempar dari busur las mengenai kulit pekerja yang tidak terlindungi dengan baik.

2) Keracunan

Kondisi kesehatan akut atau kronis yang terjadi akibat menghirup uap logam yang dihasilkan dari proses pengelasan.

3) *Strain* otot

Cedera muskuloskeletal yang terjadi ketika pekerja harus mempertahankan postur kerja yang tidak ergonomis dalam durasi yang berkepanjangan untuk mengakses dan mengelas sambungan antara *section* yang berada di posisi rendah, di sudut sempit, atau di area yang sulit dijangkau.

4) Kebakaran

Kabel las atau kabel listrik yang kulit pelindungnya sudah terkelupas atau rusak sangatlah berbahaya. Jika bagian tembaga di dalamnya saling bersentuhan (korsleting), akan muncul percikan api yang sangat panas atau suhu kabel akan meningkat drastis secara mendadak. Panas yang berlebihan ini bisa dengan cepat menyambar bahan-bahan yang gampang terbakar di sekitar kapal, sehingga kebakaran besar sulit dihindari.

5) Jatuh dari ketinggian

Kecelakaan kerja serius yang terjadi ketika pekerja yang bekerja di scaffolding, platform, tangga, atau struktur kapal di ketinggian kehilangan keseimbangan saat melakukan pengelasan.

i. Proses *Grinding* Setelah Pengelasan *Section* atau Menggabungkan

Aktivitas finishing dilakukan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan cacat las seperti *spatter*, *slag*, serta *undercut* pada sambungan las

setelah proses penyambungan antar blok atau seksi (*Joint block/section*) selesai dilakukan.

1) Gangguan pendengaran/ketulian

Penurunan fungsi pendengaran dapat terjadi akibat paparan bising secara kronis (berulang) dari pengoperasian mesin gerinda dengan tingkat tekanan suara yang melampaui ambang batas

2) Cedera otot punggung

Gangguan muskuloskeletal serius yang terjadi ketika pekerja harus mempertahankan postur kerja yang sangat tidak ergonomis dalam durasi yang sangat panjang untuk mengakses dan menggerinda sambungan yang berada di posisi rendah

3) Jatuh dari ketinggian

Kecelakaan kerja serius yang terjadi ketika pekerja yang bekerja di scaffolding, platform, tangga, atau struktur kapal di ketinggian kehilangan keseimbangan saat melakukan *grinding*

4.2 Penilaian Risiko

4.2.1 Risiko kecelakaan kerja pada *fabrication*

a. Mengidentifikasi tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection*

Dalam mengidentifikasi tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada tahap *fabrication* di PT. XYZ, penilaian dilakukan melalui observasi lapangan dan diskusi langsung bersama penanggung jawab proyek. Dari hasil penelitian tersebut, ketiga aspek penilaian ini masing-masing menunjukkan rentang skor yang bervariasi dari nilai terendah hingga tertinggi pada setiap tahapan pekerjaan. Tingkat *severity* mencerminkan seberapa parah dampak atau akibat yang dapat ditimbulkan dari suatu aktivitas kerja, sementara *occurrence* menggambarkan seberapa sering kejadian atau potensi risiko tersebut dapat muncul, dan *detection* menunjukkan sejauh mana risiko tersebut dapat terdeteksi sebelum berdampak lebih lanjut. Ketiganya dinilai menggunakan skala yang sama, yakni nilai 1–3 untuk kategori risiko rendah, nilai 4–6 untuk kategori risiko sedang, dan nilai 7–10 untuk kategori risiko tinggi. Dengan pendekatan penilaian yang seragam ini, setiap

potensi risiko pada tahap *fabrication* dapat dipetakan secara lebih terstruktur dan objektif sehingga memudahkan proses pengendalian risiko secara keseluruhan.

Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap *Fabrication*

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
1	Memeriksa kompresor	Bahaya Fisik	Terpeleset di area kerja	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	4	6	72
		Bahaya Fisik	Tersandung Kabel atau selang kompresor	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	5	6	90
2	Memeriksa mesin CNC sebelum dihidupkan	Bahaya Mekanik	Jatuh di atas <i>grating</i>	Terkilir/keseleo pergelangan kaki	3	3	6	54
3	Memeriksa <i>nozzle</i> CNC	Bahaya Mekanik	Jatuh di atas <i>grating</i>	Terkilir/keseleo pergelangan kaki	3	3	6	54
4	Melakukan pemeriksaan terhadap alat angkat	Bahaya Fisik	Terpeleset saat memeriksa alat angkat	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	4	6	72
		Bahaya Fisik	Tersandung kabel atau selang kompresor	Terkilir/keseleo pergelangan tangan/kaki	3	5	6	90
5	Menghidupkan Kompresor	Bahaya Kelistrikan	Tersengat aliran listrik	Luka bakar pada kulit di titik kontak	5	4	6	120

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
		Bahaya Fisik	Tersandung Kabel atau selang kompresor	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	4	6	72
6	Hidupkan mesin CNC sebelum memulai pekerjaan	Bahaya Fisik	Tersandung kabel atau selang kompresor	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	4	6	72
7	Menghidupkan alat alat angkat	Bahaya Fisik	Terpeleset ketika memeriksa alat angkat	Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	4	6	72
		Bahaya Fisik	Tersandung material	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku	3	7	6	126
8	Mengoperasikan alat berat angkat	Bahaya Mekanik	Kejatuhan material baja	Cidera Berat	8	1	6	48
9	Mengamati desain pada layar mesin CNC	Bahaya Fisik	Kelelahan Mata	Mata Perih dan Panas Sensasi terbakar atau perih pada mata	3	4	8	96
10	Menghidupkan <i>forklift</i> untuk kegiatan loading/unloading	Bahaya Kelistrikan	Tersengat aliran listrik	Luka bakar kecil pada kulit di titik kontak	3	7	6	126

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
11	Mengoperasikan <i>forklift</i>	Bahaya Fisik	<i>Forklift</i> terguling	Patah tulang	8	1	6	48
		Bahaya Ergonomi	Sakit pinggang	Nyeri pinggang	1	10	6	60
12	Mengganti <i>nozzle</i> CNC untuk kebutuhan <i>marking</i>	Bahaya Mekanik	Jatuh di atas <i>grating</i>	Terkilir/keseleo pergelangan tangan/kaki	3	9	6	162
13	Proses <i>marking</i> menggunakan mesin CNC	Bahaya Mekanik	Jatuh dari mesin CNC	Luka memar parah	5	1	6	30
14	Persiapan alat <i>marking</i> manual	Bahaya Fisik	Tersandung	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	7	6	126
		Bahaya Kelistrikan	Tersengat listrik	Luka bakar listrik	5	7	6	210
15	Proses <i>marking</i> manual	Bahaya Fisik	Tersandung	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	7	6	126
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot	1	10	6	60
		Bahaya Kelistrikan	Tersengat listrik	Luka bakar listrik	5	7	6	210

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
16	Mengganti <i>nozzle</i> CNC untuk kebutuhan <i>cutting</i>	Bahaya Mekanik	Jatuh di atas <i>grating</i>	Terkilir/keseleo pergelangan kaki	3	9	6	162
17	Proses <i>cutting</i> menggunakan mesin CNC	Bahaya Mekanik	Memar jatuh dari meja CNC	Luka memar parah	5	1	6	30
		Bahaya Fisik	Luka bakar saat <i>cutting</i>	Kulit melepuh	3	2	6	36
		Bahaya Fisik	Terpapar radiasi	Gangguan pada mata	3	4	8	96
18	Persiapan peralatan pemotongan dengan <i>cutting torch</i>	Bahaya Fisik	Tersandung	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku	3	7	6	126
		Bahaya Kelistrikan	Tersengat listrik	Luka bakar listrik	5	7	6	210
19	Pemotongan plat baja menggunakan <i>cutting torch</i> di area terbuka	Bahaya Kimia	Terhirup asap/ <i>fume</i> hasil <i>cutting</i>	Gangguan pernapasan	3	5	6	90
		Bahaya Mekanik	Tegores plat yang tajam	Luka sayat/iris	3	4	6	72

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Nyeri punggung/lutu, Cedera otot	1	10	7	70
20	Menghidupkan mesin pembengkok plat hidrolik	Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	4	6	72
21	Pengoperasian mesin pembengkok plat hidrolik	Bahaya Mekanik	Terjepit pada <i>Punch & Die</i>	Dapat terjadi amputasi parsial (sebagian) atau total	8	1	6	48
		Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung material	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku	3	5	6	90
		Bahaya Mekanik	Plat jatuh menimpa kaki/tubuh	Memar, luka gores	4	5	6	120

4.2.2 Analisis nilai RPN tertinggi pada tahap *fabrication*

Berdasarkan Tabel 4.4, terdapat risiko dengan nilai *risk priority number* (RPN) tertinggi, yaitu sebesar 210, yang diperoleh dari aktivitas proses marking manual. Aktivitas tersebut mendapatkan skor *severity* sebesar 5 karena terdapat potensi risiko tersengat listrik. Dampak yang ditimbulkan dari risiko tersebut dapat menyebabkan luka bakar pada pekerja, sehingga mengakibatkan hilangnya hari kerja sekitar 5–7 hari dan memerlukan perawatan medis sebelum pekerja dapat kembali beraktivitas. Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa alat pelindung diri (APD) yang digunakan pekerja saat melakukan aktivitas *marking*

manual meliputi *wearpack*, helm *safety*, dan sepatu *safety*. Penyebab risiko tersengat listrik tersebut adalah kondisi kabel las yang terkelupas pada pelat yang akan di-*marking*, sehingga berpotensi menghantarkan arus listrik ke tubuh pekerja. Berdasarkan pertimbangan dampak dan kondisi tersebut, nilai *severity* ditetapkan sebesar 5 yang termasuk dalam kategori risiko sedang.

Selanjutnya, aktivitas *marking* manual mendapatkan skor *occurrence* sebesar 7 karena terdapat potensi risiko tersengat listrik pada aktivitas tersebut. Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan *marking* manual dilakukan sebanyak 2–3 kali dalam sehari, sehingga frekuensi paparan terhadap risiko tersengat listrik tergolong cukup tinggi. APD yang digunakan pekerja pada saat melakukan aktivitas tersebut meliputi *wearpack*, helm *safety*, dan sepatu *safety*. Berdasarkan pertimbangan frekuensi kejadian dan kondisi tersebut, nilai *occurrence* ditetapkan sebesar 7 yang termasuk dalam kategori risiko tinggi.

Adapun nilai *detection* pada aktivitas *marking* manual ditetapkan sebesar 6 karena terdapat potensi risiko tersengat listrik pada aktivitas tersebut. Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan *marking* manual dilakukan sebanyak 2–3 kali dalam sehari, dengan APD yang digunakan meliputi *wearpack*, helm *safety*, dan sepatu *safety*. Terkait penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di perusahaan, pengendalian risiko pada aktivitas *marking* manual hanya dilakukan melalui pengawasan singkat tanpa adanya prosedur pendeteksian bahaya yang terstruktur, sehingga kemampuan perusahaan dalam mendeteksi dan mencegah risiko tersebut masih tergolong terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, nilai *detection* ditetapkan sebesar 6 yang termasuk dalam kategori risiko sedang.

4.2.3 Risiko Kecelakaan Kerja pada *assembly*

a. Mengidentifikasi tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection*

Dalam mengidentifikasi tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada tahap *assembly* di PT. XYZ, penilaian dilakukan melalui observasi lapangan dan diskusi langsung bersama penanggung jawab proyek. Dari hasil penelitian tersebut, ketiga aspek penilaian ini masing-masing menunjukkan rentang skor yang bervariasi dari nilai terendah hingga tertinggi pada setiap tahapan pekerjaan.

Tingkat *severity* mencerminkan seberapa parah dampak atau akibat yang dapat ditimbulkan dari suatu aktivitas kerja, sementara *occurrence* menggambarkan seberapa sering kejadian atau potensi risiko tersebut dapat muncul, dan *detection* menunjukkan sejauh mana risiko tersebut dapat terdeteksi sebelum berdampak lebih lanjut. Ketiganya dinilai menggunakan skala yang sama, yakni nilai 1–3 untuk kategori risiko rendah, nilai 4–6 untuk kategori risiko sedang, dan nilai 7–10 untuk kategori risiko tinggi. Dengan pendekatan penilaian yang seragam ini, setiap potensi risiko pada tahap *assembly* dapat dipetakan secara lebih terstruktur dan objektif sehingga memudahkan proses pengendalian risiko secara keseluruhan.

Tabel 4. 5 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap *Assembly*

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
1	Proses <i>fit up</i>	Bahaya Ergonomi	<i>Strain</i> /cedera otot saat mengangkat plat	Nyeri punggung/pinggang	1	10	7	70
		Bahaya Fisik	Tersandung material saat <i>fit up</i>	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku	3	7	6	126
2.	Persiapan peralatan pengelasan untuk <i>fit up</i>	Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung saat pengelasan	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku	3	7	6	126
		Bahaya Fisik	Plat jatuh menimpa kaki/tubuh	Memar, luka gores	4	5	6	120

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
		Bahaya Fisik	Tersandung	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	7	6	126
3	Proses pengelasan untuk <i>fit up</i>	Bahaya Mekanik	Luka bakar dari percikan las	Luka bakar kulit	5	7	6	210
		Bahaya Kimia	Keracunan	Sesak napas akut	4	5	6	120
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot	1	10	7	70
		Bahaya Kelistrikan	Melepuh	Luka bakar	5	7	6	210
		Bahaya Fisik	Paparan radiasi	Mata merah dan berair terus-menerus	3	9	4	108
4	Persiapan peralatan gerinda untuk penghalusan hasil las	Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung oleh material	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku	3	7	6	126
		Bahaya Fisik	Tersandung	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki	3	7	6	126
5	Proses grinding/penghalusan hasil las	Bahaya Fisik	Gangguan pendengaran/ketulian	Gangguan pendengaran sementara	6	9	4	216

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot	1	9	4	36

4.2.4 Analisis nilai RPN tertinggi pada tahap *assembly*

Berdasarkan Tabel 4.5, terdapat risiko dengan nilai *risk priority number* (RPN) tertinggi, yaitu sebesar 216, yang diperoleh dari aktivitas *grinding* atau penghalusan hasil las. Aktivitas tersebut mendapatkan skor *severity* sebesar 6 karena terdapat potensi risiko gangguan pendengaran. Dampak yang ditimbulkan dari risiko tersebut dapat menyebabkan gangguan pendengaran sementara pada pekerja, sehingga mengakibatkan hilangnya hari kerja sekitar 1–4 minggu dan memerlukan perawatan medis sebelum pekerja dapat kembali beraktivitas. Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa alat pelindung diri (APD) yang digunakan pekerja saat melakukan aktivitas *grinding* atau penghalusan hasil las meliputi *wearpack*, helm *safety*, dan sepatu *safety*. Penyebab utama risiko gangguan pendengaran tersebut adalah kebisingan yang dihasilkan oleh mesin gerinda selama proses pengerjaan berlangsung. Berdasarkan pertimbangan dampak dan kondisi tersebut, nilai *severity* ditetapkan sebesar 6 yang termasuk dalam kategori risiko sedang.

Selanjutnya, aktivitas *grinding* atau penghalusan hasil las mendapatkan skor *occurrence* sebesar 9 karena terdapat potensi risiko gangguan pendengaran pada aktivitas tersebut. Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan *grinding* atau penghalusan hasil las dilakukan sebanyak 2–3 kali dalam satu shift kerja, sehingga frekuensi paparan pekerja terhadap risiko gangguan pendengaran tergolong sangat tinggi. APD yang digunakan pekerja saat melakukan aktivitas tersebut meliputi *wearpack*, helm *safety*, dan sepatu *safety*. Berdasarkan pertimbangan frekuensi kejadian dan kondisi tersebut, nilai *occurrence* ditetapkan sebesar 9 yang termasuk dalam kategori risiko tinggi.

Adapun nilai *detection* pada aktivitas *grinding* atau penghalusan hasil las ditetapkan sebesar 4 karena terdapat potensi risiko gangguan pendengaran pada aktivitas tersebut. Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan *grinding* atau penghalusan hasil las dilakukan sebanyak 2–3 kali dalam satu shift kerja, dengan APD yang digunakan meliputi *wearpack*, helm *safety*, dan sepatu *safety*. Terkait penerapan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di perusahaan, pengendalian risiko pada aktivitas *grinding* atau penghalusan hasil las masih sepenuhnya mengandalkan kewaspadaan individu pekerja dalam merespons kebisingan yang dihasilkan oleh mesin gerinda, tanpa adanya sistem pendeteksian bahaya yang terstruktur dan terstandarisasi. Berdasarkan kondisi tersebut, nilai *detection* ditetapkan sebesar 4 yang termasuk dalam kategori risiko rendah.

4.2.5 Risiko kecelakaan kerja pada *erection*

a. Mengidentifikasi Tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection*

Dalam mengidentifikasi tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada tahap *erection* di PT. XYZ, penilaian dilakukan melalui observasi lapangan dan diskusi langsung bersama penanggung jawab proyek. Dari hasil penelitian tersebut, ketiga aspek penilaian ini masing-masing menunjukkan rentang skor yang bervariasi dari nilai terendah hingga tertinggi pada setiap tahapan pekerjaan. Tingkat *severity* mencerminkan seberapa parah dampak atau akibat yang dapat ditimbulkan dari suatu aktivitas kerja, sementara *occurrence* menggambarkan seberapa sering kejadian atau potensi risiko tersebut dapat muncul, dan *detection* menunjukkan sejauh mana risiko tersebut dapat terdeteksi sebelum berdampak lebih lanjut. Ketiganya dinilai menggunakan skala yang sama, yakni nilai 1–3 untuk kategori risiko rendah, nilai 4–6 untuk kategori risiko sedang, dan nilai 7–10 untuk kategori risiko tinggi. Dengan pendekatan penilaian yang seragam ini, setiap potensi risiko pada tahap *erection* dapat dipetakan secara lebih terstruktur dan objektif sehingga memudahkan proses pengendalian risiko secara keseluruhan.

Tabel 4. 6 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap *Erection*

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
1.	<i>Alignment Centerline</i> kapal menggunakan kawat sebagai acuan pengukuran	Bahaya Fisik	Terpeleset/Tersandung oleh material	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku	3	3	6	54
		Bahaya Fisik	Tersandung	Memar, luka gores	3	3	6	54
2.	Pemasangan pengait kawat untuk <i>Alignment Centerline</i> kapal	Bahaya Mekanik	Terpukul palu	Luka memar, luka tergores	4	3	4	48
3.	Persiapan pondasi	Bahaya Mekanik	Kejatuhan pondasi	Luka memar/terjepit-Patah tulang	4	1	4	16
4.	Pengelasan kupingan/ <i>Eye Plate</i>	Bahaya Kimia	Keracunan	Sesak napas	4	3	4	48
		Bahaya Kelistrikan	Kebakaran	Luka bakar	4	2	4	32
		Bahaya	Terpapar Radiasi	Mata merah dan berair terus-menerus	3	3	8	72

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
5.	Proses grinding/penghalusan hasil las kupingan	Bahaya Fisik	Gangguan pendengaran/ketuliaan	Gangguan pendengaran sementara	5	3	4	60
		Bahaya Kelistrikan	Luka bakar dari gerinda	Luka bakar kulit	4	3	4	48
6.	Pengangkatan struktur besar dengan crane	Bahaya Mekanik	Tertimpa struktur yang jatuh	Kematian	9	1	5	45
7.	Pemasangan kotrek/ <i>lever chain hoist</i>	Bahaya Fisik	Jatuh dari ketinggian	Patah tulang	7	2	5	70
8.	Pengelasan ketika <i>section</i> di gabungkan/ <i>joint erection</i>	Bahaya Kelistrikan	Luka bakar	Luka bakar kulit	4	3	4	48
		Bahaya Kimia	Keracunan	Sesak napas	4	3	4	48
		Bahaya Ergonomi	Strain otot	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot	1	3	7	21
		Bahaya Kelistrikan	Kebakaran	Luka bakar	4	2	4	32
		Bahaya Fisik	Jatuh dari ketinggian	Patah tulang	7	2	5	70

No	Aktivitas Kerja	Jenis Bahaya	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
9.	Proses gerinda setelah pengelasan <i>section</i> atau menggabungkan	Bahaya Fisik	Gangguan pendengaran/ketuliaan	Gangguan pendengaran sementara	6	3	4	72
		Bahaya Ergonomi	Cedera otot punggung	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot	1	3	7	21
		Bahaya Fisik	Jatuh dari ketinggian	Patah tulang	7	2	5	70

4.2.6 Analisis nilai RPN tertinggi pada tahap assembly

Berdasarkan Tabel 4.6, terdapat risiko dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu sebesar 72, yang diperoleh dari aktivitas pengelasan *kupingan* atau *eye plate*. Aktivitas tersebut mendapatkan skor *severity* sebesar 3 karena terdapat potensi risiko terpapar radiasi sinar las. Dampak yang ditimbulkan dari risiko tersebut dapat menyebabkan mata merah dan berair secara terus-menerus pada pekerja, sehingga membutuhkan waktu istirahat sekitar 15–30 menit sebelum pekerja dapat kembali beraktivitas. Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa alat pelindung diri (APD) yang digunakan pekerja saat melakukan aktivitas pengelasan *kupingan* atau *eye plate* meliputi *wearpack*, helm *safety*, dan sepatu

safety. Penyebab utama risiko terpapar radiasi tersebut adalah pancaran sinar las yang dihasilkan selama proses pengelasan berlangsung tanpa perlindungan mata yang memadai. Berdasarkan pertimbangan dampak dan kondisi tersebut, nilai *severity* ditetapkan sebesar 3 yang termasuk dalam kategori risiko rendah.

Selanjutnya, aktivitas pengelasan *kupingan* atau *eye plate* mendapatkan skor *occurrence* sebesar 3 karena terdapat potensi risiko terpapar radiasi pada aktivitas tersebut. Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan pengelasan *kupingan* atau *eye plate* hanya dilakukan sebanyak satu kali dalam lebih dari satu bulan, sehingga frekuensi paparan pekerja terhadap risiko terpapar radiasi tergolong sangat rendah. APD yang digunakan pekerja saat melakukan aktivitas tersebut meliputi *wearpack*, helm *safety*, dan sepatu *safety*. Berdasarkan pertimbangan frekuensi kejadian dan kondisi tersebut, nilai *occurrence* ditetapkan sebesar 3 yang termasuk dalam kategori risiko rendah.

Adapun nilai *detection* pada aktivitas pengelasan *kupingan* atau *eye plate* ditetapkan sebesar 8 karena terdapat potensi risiko terpapar radiasi pada aktivitas tersebut. Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan pengelasan *kupingan* atau *eye plate* hanya dilakukan sebanyak satu kali dalam lebih dari satu bulan, dengan APD yang digunakan meliputi *wearpack*, helm *safety*, dan sepatu *safety*. Terkait penerapan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di perusahaan, pengendalian risiko pada aktivitas pengelasan *kupingan* atau *eye plate* belum didukung oleh sistem maupun perangkat pendeteksian bahaya radiasi yang memadai, sehingga kemampuan perusahaan dalam mendeteksi dan mencegah risiko tersebut masih tergolong sangat terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, nilai *detection* ditetapkan sebesar 8 yang termasuk dalam kategori risiko tinggi.

4.3 Pengendalian Risiko

4.3.1 Pengendalian Risiko Pada *Failure Mode and Effect Analysis Fabrication, Assembly, dan Erection*

Tabel 4. 7 Pengendalian Risiko Pada *Failure Mode and Effect Analysis Fabrication*

No	Aktivitas Kerja	Risiko	Dampak	Penilaian Risiko		Pengendalian Risiko
				Nilai Level Risiko	Kategori/Tingkat	
1	Proses <i>marking</i> manual	Tersengat listrik dari kabel yang rusak/terkelupas	Luka bakar listrik	210	Sedang	Eliminasi: - Substitusi: Ganti kabel yang rusak dengan kabel baru berstandar SNI Rekayasa Teknis: - Administrasi: Inspeksi visual kabel dan instalasi listrik setiap hari sebelum operasi serta menerapkan sistem Izin Kerja Khusus (<i>Permit to Work</i>) APD: APD lengkap sesuai aturan keselamatan perusahaan seperti <i>wearpack</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan <i>safety</i> dan sepatu <i>safety</i>

Pada Tabel 4.10 terdapat aktivitas proses *marking* manual yang mengandung risiko tersengat listrik akibat kabel rusak atau terkelupas. Kondisi ini terjadi karena kabel yang rusak atau terkelupas berada di atas pelat yang akan

dilakukan proses *marking*, sehingga berpotensi menyebabkan luka bakar pada pekerja.

Pengendalian risiko yang diterapkan pertama adalah substitusi, yaitu mengganti kabel yang rusak dengan kabel baru berstandar SNI sebagai upaya pengendalian terhadap risiko tersengat listrik. Hal ini sejalan dengan peraturan menteri ketenagakerjaan nomor 12 tahun 2015 tentang keselamatan dan kesehatan kerja (k3) listrik di tempat kerja, yang mewajibkan pengusaha dan/atau pengurus untuk melaksanakan K3 di bidang listrik. Peraturan tersebut secara langsung mengharuskan penggunaan peralatan listrik yang memenuhi standar keselamatan, termasuk kabel instalasi.

Pengendalian berikutnya adalah secara administratif, yaitu melakukan inspeksi visual terhadap kabel dan instalasi listrik setiap hari sebelum operasi dimulai, serta menerapkan sistem izin kerja khusus (*permit to work*). Pengendalian ini berlandaskan pada peraturan pemerintah nomor 50 tahun 2012 tentang sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3), yang mewajibkan perusahaan untuk mendokumentasikan seluruh kegiatan pengendalian risiko, termasuk inspeksi rutin dan sistem izin kerja. Peraturan ini menekankan pentingnya identifikasi bahaya, penilaian risiko, pengendalian risiko, serta pemantauan dan peninjauan berkala terhadap program K3. Oleh karena itu, pelaksanaan inspeksi harian dan *permit to work* wajib tercatat dalam dokumentasi SMK3 perusahaan.

Selanjutnya, pengendalian risiko dilakukan melalui penggunaan alat pelindung diri (APD) lengkap sesuai aturan keselamatan perusahaan, meliputi *wearpack*, helm *safety*, sarung tangan *safety*, dan sepatu *safety*. Kewajiban ini didasarkan pada undang-undang nomor 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja yang merupakan landasan hukum utama k3 di Indonesia. Pasal 9 undang-undang tersebut mewajibkan pengusaha untuk menjelaskan kepada setiap tenaga kerja mengenai kondisi dan bahaya yang dapat timbul di tempat kerja, serta mewajibkan penggunaan APD yang diperlukan. Lebih lanjut, Pasal 14 huruf (c) menegaskan kewajiban pengusaha untuk menyediakan APD secara cuma-cuma bagi seluruh tenaga kerja.

Tabel 4. 8 Pengendalian Risiko Pada *Failure Mode and Effect Analysis Assembly*

No	Aktivitas Kerja	Risiko	Dampak	Penilaian Risiko		Pengendalian Risiko
				Nilai Level Risiko	Kategori/Tingkat	
1	Proses <i>grinding</i> /penghalusan hasil las	Gangguan pendengaran/ketulian	Gangguan pendengaran sementara	216	Sedang	Eliminasi: - Substitusi: - Rekayasa Teknis: - Administrasi: Mengadakan sesi <i>Toolbox meeting</i> rutin untuk memberikan pemahaman kepada tim mengenai bahaya kerusakan pendengaran permanen yang diakibatkan oleh suara bising mesin gerinda secara terus-menerus APD: APD lengkap sesuai aturan keselamatan perusahaan seperti <i>wearpack</i> , helm <i>safety</i> , sepatu <i>safety</i> dan diutamakan menggunakan <i>ear plug</i> atau <i>earmuff</i>

Pada Tabel 4.11 terdapat aktivitas proses *grinding*/penghalusan hasil las yang mengandung risiko gangguan pendengaran atau ketulian. Kondisi ini terjadi karena paparan suara bising yang ditimbulkan oleh mesin gerinda secara terus-

menerus, sehingga berpotensi menyebabkan gangguan pendengaran sementara maupun permanen pada pekerja. Berdasarkan hasil penilaian risiko, aktivitas ini memperoleh nilai level risiko sebesar 216 dengan kategori tingkat risiko sedang.

Pengendalian risiko yang diterapkan pada aktivitas ini tidak mencakup eliminasi, substitusi, maupun rekayasa teknis, mengingat proses *grinding* merupakan bagian yang tidak dapat dihilangkan dari tahapan produksi. Pengendalian yang diterapkan dimulai dari sisi administratif, yaitu mengadakan sesi *toolbox meeting* rutin untuk memberikan pemahaman kepada tim mengenai bahaya kerusakan pendengaran permanen yang diakibatkan oleh suara bising mesin gerinda secara terus-menerus. Pengendalian ini berlandaskan pada peraturan menteri ketenagakerjaan nomor 5 tahun 2018 tentang keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan kerja, yang menetapkan nilai ambang batas (NAB) kebisingan sebesar 85 dBA untuk paparan selama 8 jam kerja. Peraturan tersebut mewajibkan pengusaha untuk mengendalikan faktor fisika di lingkungan kerja, termasuk kebisingan yang bersumber dari pengoperasian mesin produksi. Selain itu, pelaksanaan *toolbox meeting* sebagai bentuk komunikasi dan edukasi K3 juga sejalan dengan peraturan pemerintah nomor 50 tahun 2012 tentang sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3), yang menekankan pentingnya pemantauan, peninjauan berkala, serta peningkatan kompetensi dan kesadaran tenaga kerja terhadap potensi bahaya di tempat kerja.

Selanjutnya, pengendalian risiko dilakukan melalui penggunaan alat pelindung diri (APD) lengkap sesuai aturan keselamatan perusahaan, meliputi *wearpack*, helm *safety*, sepatu *safety*, dan diutamakan menggunakan *ear plug* atau *earmuff* guna meredam paparan kebisingan langsung ke telinga pekerja. Kewajiban ini didasarkan pada undang-undang nomor 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja yang merupakan landasan hukum utama k3 di indonesia. Pasal 9 undang-undang tersebut mewajibkan pengusaha untuk menjelaskan kepada setiap tenaga kerja mengenai kondisi dan bahaya yang dapat timbul di tempat kerja, serta mewajibkan penggunaan APD yang diperlukan. Lebih lanjut, Pasal 14 huruf (c) menegaskan

kewajiban pengusaha untuk menyediakan APD secara cuma-cuma bagi seluruh tenaga kerja.

Tabel 4. 9 Pengendalian Risiko Pada *Failure Mode and Effect Analysis Erection*

No	Aktivitas Kerja	Risiko	Dampak	Penilaian Risiko		Pengendalian Risiko
				Nilai Level Risiko	Kategori/ Tingkat	
1	Pengelasan kupingan/ <i>eye plate</i>	Terpapar Radiasi	Mata merah dan berair terus-menerus	72	Rendah	Eliminasi: - Substitusi: - Rekayasa Teknis: - Administrasi: <i>Toolbox meeting</i> sebelum shift serta menerapkan sistem Izin Kerja Khusus (<i>Permit to Work</i>) APD: APD lengkap sesuai aturan keselamatan perusahaan seperti <i>wearpack</i> , helm <i>safety</i> , sepatu <i>safety</i> dan diutamakan menggunakan kacamata <i>safety</i>

Pada Tabel 4.12 terdapat aktivitas penjelasan kupingan/*eye plate* yang mengandung risiko terpapar radiasi. Kondisi ini terjadi karena pekerja terpapar radiasi secara terus-menerus selama proses penjelasan berlangsung, sehingga berpotensi menyebabkan mata merah dan berair pada pekerja. Berdasarkan hasil penilaian risiko, aktivitas ini memperoleh nilai level risiko sebesar 72 dengan kategori tingkat risiko rendah.

Pengendalian risiko yang diterapkan pada aktivitas ini tidak mencakup eliminasi, substitusi, maupun rekayasa teknis, mengingat proses penjelasan kupingan/*eye plate* merupakan bagian yang tidak dapat dihilangkan dari tahapan produksi. Pengendalian yang diterapkan dimulai dari sisi administratif, yaitu mengadakan *toolbox meeting* sebelum shift dimulai serta menerapkan sistem izin kerja khusus (*Permit to Work*). Pengendalian ini berlandaskan pada peraturan pemerintah nomor 50 tahun 2012 tentang sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3), yang mewajibkan perusahaan untuk mendokumentasikan seluruh kegiatan pengendalian risiko, termasuk pelaksanaan *briefing* sebelum kerja dan sistem izin kerja. Peraturan ini menekankan pentingnya identifikasi bahaya, penilaian risiko, pengendalian risiko, serta pemantauan dan peninjauan berkala terhadap program K3. Oleh karena itu, pelaksanaan *toolbox meeting* sebelum *shift* dan *permit to work* wajib tercatat dalam dokumentasi smk3 perusahaan.

Selanjutnya, pengendalian risiko dilakukan melalui penggunaan alat pelindung diri (APD) lengkap sesuai aturan keselamatan perusahaan, meliputi *wearpack*, helm *safety*, sepatu *safety*, dan diutamakan menggunakan kacamata *safety* guna melindungi mata pekerja dari paparan radiasi secara langsung. Kewajiban ini didasarkan pada undang-undang nomor 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja yang merupakan landasan hukum utama K3 di Indonesia. Pasal 9 undang-undang tersebut mewajibkan pengusaha untuk menjelaskan kepada setiap tenaga kerja mengenai kondisi dan bahaya yang dapat timbul di tempat kerja, serta mewajibkan penggunaan APD yang diperlukan. Lebih lanjut, Pasal 14 huruf (c) menegaskan kewajiban pengusaha untuk menyediakan APD secara cuma-cuma bagi seluruh tenaga kerja.

4.4 Hasil Analisis Risiko *Fabrication, Assembly, dan Erection*

Proses identifikasi risiko di PT. XYZ pada tiga tahapan kerja (*fabrication, assembly, dan erection*) berhasil menemukan total 69 potensi risiko, yang terdiri dari 36 risiko pada tahap *fabrication*, 14 pada tahap *assembly*, dan 19 pada tahap *Erection*. Penilaian risiko dilakukan dengan menghitung nilai *risk priority number* (RPN) berdasarkan tingkat keparahan, frekuensi, dan kemampuan deteksi, di mana

ditemukan bahwa risiko-risiko utama pada ketiga tahapan tersebut didominasi oleh kategori risiko sedang. risiko tertinggi pada tahap *fabrication* adalah tersengat listrik dari kabel rusak dengan nilai rpn 210, sementara itu, pada tahap *assembly*, risiko tertinggi adalah gangguan pendengaran/ketulian akibat kebisingan mesin gerinda saat proses *grinding*/penghalusan hasil las dengan nilai RPN 216 berkategori risiko sedang. Adapun pada tahap *erection*, risiko yang memerlukan perhatian adalah terpapar radiasi sinar ultraviolet (UV) saat pengelasan kupingan/*eye plate* dengan nilai rpn 72 berkategori risiko rendah. strategi pengendalian yang diterapkan untuk tahap *assembly* meliputi pengendalian administrasi melalui pelaksanaan *toolbox meeting* rutin guna memberikan pemahaman kepada tim mengenai bahaya kerusakan pendengaran permanen akibat suara bising mesin gerinda secara terus-menerus, serta penggunaan APD lengkap seperti *wearpack*, helm *safety*, sepatu *safety*, dan diutamakan menggunakan *ear plug* atau *earmuff*. Sedangkan pengendalian pada tahap *erection* meliputi pengendalian administrasi melalui *toolbox meeting* sebelum shift serta penerapan sistem izin kerja khusus (*Permit to Work*), dan penggunaan APD lengkap seperti *wearpack*, helm *safety*, sepatu *safety*, serta diutamakan menggunakan kacamata *safety*.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian “Analisis Risiko K3 Proses Pembangunan Kapal Menggunakan Metode FMEA pada PT. XYZ”

- a. Ditemukan total 69 potensi risiko kecelakaan kerja pada tiga tahapan pembangunan kapal di PT. XYZ. Rinciannya adalah 36 potensi risiko pada tahap *fabrication*, 14 potensi risiko pada tahap *assembly*, dan 19 potensi risiko pada tahap *erection*.
- b. Hasil penilaian menunjukkan bahwa risiko di ketiga tahapan tersebut didominasi oleh kategori risiko sedang. Risiko yang paling kritis (tertinggi) adalah bahaya tersengat listrik akibat kabel rusak pada tahap *fabrication* (RPN 210), gangguan pendengaran akibat kebisingan mesin gerinda pada tahap *assembly* (RPN 216) dan terpapar radiasi akibat sinar ultraviolet (UV) pada tahap *erection* (RPN 72).
- c. Langkah pengendalian difokuskan pada risiko kategori sedang melalui substitusi berupa penggantian kabel sesuai standar SNI, pengendalian administratif melalui *toolbox meeting* dan inspeksi harian, serta kewajiban penggunaan APD lengkap seperti *earplug* atau *earmuff*, helm, dan sepatu *safety*.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan kepada perusahaan sebagai lokasi pelaksanaan penelitian serta untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Perusahaan sebaiknya segera menerapkan langkah-langkah pencegahan yang telah diusulkan dalam penelitian ini. Hal ini sangat penting untuk menekan angka kecelakaan kerja dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi seluruh karyawan.
- b. Bagi peneliti yang ingin melanjutkan topik ini, disarankan untuk menggali potensi bahaya secara lebih mendalam dan menyeluruh. Selain itu, sangat penting untuk bekerja sama langsung atau berdiskusi dengan tim K3 perusahaan

agar data yang didapat lebih akurat dan solusi yang diberikan benar-benar tepat sasaran

- c. Peneliti berikutnya juga bisa mencoba menggunakan metode analisis risiko yang berbeda. Tujuannya adalah untuk melihat perbandingan hasil dan memperkaya sudut pandang dalam upaya meningkatkan keselamatan kerja.



DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, S. P., Suhardi, B., & Astuti, R. D. (2020). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP) : Studi Kasus PT. Nusa Palapa Gemilang. *Media Ilmiah Teknik Industri*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.20961/performa.19.1.39385>
- Arianton, T., Basuki, M., & Fariya, S. (2017). Analisa Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pekerjaan Bangunan Baru Kapal Tanker 17. 500 Dwt Di PT. Lmi Pada Proses *Erection* dan Outfitting. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan V 2017*, D71–D76.
- Azhari, I. F., & Subawa, S. (2023). Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Di PT Wahana Ajitama. *Jurnal Mahasiswa Bina Insani*, 7(2), 159–168.
- Bayu Dharma, A. A., Adnyana Putera, I. G. A., & Parami Dewi, A. A. D. (2017). Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Jambuluwuk Hotel & Resort Petitenget. *Jurnal Spektran*, 5(1), 47–55. <https://doi.org/10.24843/spektran.2017.v05.i01.p06>
- Dien, S., & Purwaningsih, R. (2024). Pengendalian Risiko K3 dalam Aktivitas Muat Material Plat dengan ShipCrane Menggunakan Pendekatan HIRARC (Studi Kasus: PT Krakatau Bandar Samudera). *Industrial Engineering Online Journal*, 13(4), 1–11.
- Djaja, I., & Sofi'i, M. (2008). *Teknik Konstruksi Kapal Baja Jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Hardianti, D. (2023). *Program K3* (R. Gunadi (ed.)). DEEPUBLISH DIGITAL.
- Himma Firdaus, T. W. (2015). *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) sebagai Tindakan Pencegahan pada Kegagalan Pengujian*. January 2016, 250–260.
- Kementerian Ketenagakerjaan. (2024). *Kasus Kecelakaan Kerja, Agustus Tahun 2024*. Satu Data Kemnaker. <https://satudata.kemnaker.go.id/data/kumpulan-data/1965>

- Mu'adzah, M., & Firmansyah, N. A. (2020). Analisis Enterprise Risk Management Menggunakan FMEA pada PT XYZ. *Teknoin*, 26(2), 154–164. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol26.iss2.art6>
- Muhammad, K., Sulfiani, Syahrir, M., Rahman, & Fitriani. (2024). *Dasar-Dasar Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3)* (A. Ilyas (ed.)). CV. CAHAYA BINTANG CEMERLANG.
- Permana, C., Basuki, M., & Pranatal, E. (2018). Analisa Risiko Operasional Proses Bangunan Kapal Baru (Studi Kasus Pembangunan Kapal LPD 124 M Di PT. Pal Indonesia (Persero)). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan IV 2018 ITATS, VI*, 149–156.
- Rahmadani, K. (2025). *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode FMEA dan RCA di PT. Yasa Wahana Tirta Samudera*. Universitas Jember.
- Salami, I. (2015). *Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan Kerja* (Pram (ed.)). Gadjah Mada University Press.
- Sugiyono, P. D. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (M. Sutopo, S.Pd (ed.)). ALFABETA, cv.
- Sulita, I., Rasyid, A., Fauziah, N., & Wahyudi, A. (2025). Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Produksi Kapal di Galangan Kapal PT Palindo Marine Batam. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 63–69.
- Wardhani, S. (2019). *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proses Pengolahan Santan Menggunakan Metode FMEA, RCA, dan TOPSIS (Studi Kasus: PT XYZ)*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Wijaya, A., Panjaitan, T. W. S., & Palit, H. C. (2015). Evaluasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Metode HIRARC pada PT. Charoen Pokphand Indonesia. *Charoen Pokphand Indonesia/ Jurnal Titra*, 3(1), 29–34.

LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Surat Pernyataan Telah Melakukan Wawancara dan Mentoring Penelitian Tugas Akhir
- Lampiran 2 : Surat Pernyataan Ketersediaan Menjadi Informan
- Lampiran 3 : Hasil Wawancara *Project New Build*
- Lampiran 4 : Hasil Wawancara HSE
- Lampiran 5 : Tabel Identifikasi *Fabrication*
- Lampiran 6 : Tabel Identifikasi Risiko *Assembly*
- Lampiran 7 : Tabel Identifikasi Risiko *Erection*
- Lampiran 8 : Tabel Hasil Perhitungan Nilai RPN *Fabrication*
- Lampiran 9 : Tabel Hasil Perhitungan Nilai RPN *Assembly*
- Lampiran 10 : Tabel Hasil Perhitungan Nilai RPN *Erection*
- Lampiran 11 : Tabel Pengendalian Risiko FMEA *Fabrication*
- Lampiran 12 : Tabel Pengendalian Risiko FMEA *Assembly*
- Lampiran 13 : Tabel Pengendalian Risiko FMEA *Erection*
- Lampiran 14 : Dokumentasi Skripsi

