

**ANALISIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)
MENGUNAKAN METODE HIRADC DAN JSA DI PT.
YOGYA AERO KOMPOSIT INDUSTRI**

TUGAS AKHIR

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



Disusun oleh :

Nama : Indra Dermawan
No. Mahasiswa 19522280

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

2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Juni 2026



Indra Dermawan

19522280

SURAT BUKTI PENELITIAN



PT KARYATAMA KOMPOSIT TEKNOLOGI
Jl. Tanjungsari Kencana Sukoharjo, Kel. Sukoharjo, Kec. Ngaglik, Kab.
Sleman, Prov. Daerah Istimewa Yogyakarta, 55584
Phone: 082221462582 Email: karyatamagarage@gmail.com

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Nomor: 09.002/SKet/VI/2026
Yogyakarta, 23 Juni 2026

Kepada Yth,
Ketua Program Studi Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang KM 14,5 Sleman
Di Yogyakarta

Perihal : Surat Keterangan Selesai Penelitian

Dengan hormat,

Menerangkan bahwa, mahasiswa atas nama:

Nama : Indra Dermawan
Nim : 19522280
Prodi : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia (UII)

Bahwa yang bersangkutan telah selesai melakukan penelitian di PT. Yogya Aero Komposit Industri dengan pembimbing Supervisor Produksi Sdr. Muhammad Uaish Alqornizal.

Pelaksanaan penelitian mulai dari 1 November 2025 s/d 1 Desember 2025 dengan judul penelitian "Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode HIRADC dan JSA di PT. Yogya Aero Komposit Industri".

Sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan perusahaan bahwa yang bersangkutan wajib menyerahkan 1 (satu) exemplar karya tulis hasil penelitian sebagai arsip di PT. Yogya Aero Komposit Industri.

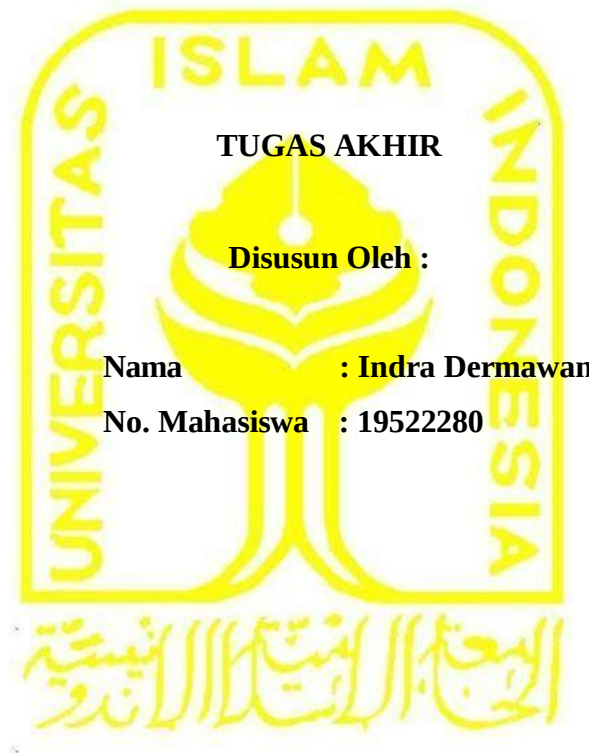
Hormat Kami,
Manager HRGA



Gyan Cassandra Suwito

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)
MENGGUNAKAN METODE HIRADC DAN JSA DI PT. YOGYA
AERO KOMPOSIT INDUSTRI



Yogyakarta, Juni 2026

Dosen Pembimbing

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., IPM., ASEAN Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**ANALISIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)
MENGUNAKAN METODE HIRADC DAN JSA DI PT. YOGYA
AERO KOMPOSIT INDUSTRI****TUGAS AKHIR****Disusun Oleh :****Nama : Indra Dermawan****No. Mahasiswa : 19522280**

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

Yogyakarta, Tanggal – Juli 2026

Tim Penguji

**Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., IPM.,
ASEAN Eng.**

Ketua

Dian Janari, S.T., M.T.

Anggota I

Dr. Joko Sulistio, S.T., M.Sc., M.T

Anggota II



**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, sumber segala ilmu dan kekuatan. Untuk kedua orang tuaku tercinta yang telah mendidik dengan kasih sayang dan doa yang tiada henti. Keluarga yang selalu memberi dukungan serta sahabat-sahabat yang senantiasa menemani dalam suka dan duka. Semoga langkah kecil ini dapat menjadi *amal jariyah* dan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

MOTTO

Ilmu bukanlah apa yang dihafal, tetapi apa yang bermanfaat bagi orang lain.

Imam Syafi'i

Jika kamu tidak menyerah pada dirimu sendiri saat orang lain meragukanmu,
kerja kerasmu pada akhirnya akan memaksa mereka untuk menghargaimu.

Tom Brady (Legenda Besar NFL / American Football)

Dan barangsiapa memelihara kehidupan seorang manusia, maka seakan-akan dia
telah memelihara kehidupan semua manusia.

QS. Al-Ma'idah: 32

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode HIRADC dan JSA Di Pt. Yogya Aero Komposit Industri dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa proses penyusunan skripsi ini penuh dengan tantangan dan menguras energi. Namun, sebagaimana pesan mulia dari hadis riwayat Muslim, "Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga." Penulis juga selalu memegang prinsip dari legenda basket Kobe Bryant bahwa dedikasi berarti terus melangkah dan mengulang proses tanpa memedulikan rasa lelah. Keyakinan dan kerja keras itulah yang senantiasa membakar semangat penulis untuk menyelesaikan karya ini hingga akhir.

Keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, petunjuk, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M. IPM., ASEAN Eng selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar dan penuh perhatian telah memberikan arahan, masukan, serta bimbingan hingga terselesaikannya tugas ini.
4. Kedua orang tua tercinta yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayang, motivasi, serta dukungan moril dan materil yang tiada henti.
5. Kakak-kakak serta saudara penulis yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan perkuliahan hingga tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen Teknik Industri, yang telah memberikan ilmu dan bimbingan sejak awal perkuliahan hingga akhir studi.

Yogyakarta, Juni 2026



Indra Dermawan
NIM 19522280

ABSTRAK

Industri manufaktur komposit karbon memiliki potensi risiko kecelakaan kerja yang tinggi akibat keterlibatan bahan kimia berbahaya, peralatan mekanis, serta partikel debu serat karbon. PT. Yogya Aero Komposit Industri mencatat 66 kasus kecelakaan kerja dalam enam bulan terakhir, meliputi tertimpa cetakan, tergores material, terpapar bahan kimia, hingga kelelahan fisik dan mental. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta merumuskan rekomendasi pengendalian risiko yang tepat di PT. Yogya Aero Komposit Industri dengan menerapkan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC) dan *Job Safety Analysis* (JSA). Evaluasi dilakukan pada enam tahapan produksi: persiapan cetakan, *prepare material*, lay-up serat karbon, *vacuum infusion*, *trimming*, dan *finishing*. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara ahli HSE, dan pengamatan lapangan. Hasil identifikasi menemukan 16 potensi bahaya, dengan rincian risiko sebesar 18,75% kategori tinggi (*high risk*), 25% sedang (*moderate risk*), dan 56,25% rendah (*low risk*). Aktivitas dengan risiko tertinggi diidentifikasi pada proses *vacuum infusion* dan *trimming*. Rekomendasi pengendalian risiko disusun berdasarkan prinsip *hierarchy of control*. Setelah penerapan rekomendasi tersebut, seluruh aktivitas dengan kategori risiko tinggi berhasil diturunkan menjadi kategori sedang atau rendah.

Kata Kunci: Keselamatan dan Kesehatan Kerja, HIRADC, JSA, Risiko Kerja, Komposit Karbon

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
SURAT BUKTI PENELITIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	1
MOTTO.....	2
KATA PENGANTAR	3
ABSTRAK.....	4
DAFTAR ISI	5
DAFTAR TABEL	7
DAFTAR GAMBAR.....	7
BAB I PENDAHULUAN	8
1.1 Latar Belakang.....	9
1.2 Rumusan Masalah.....	12
1.3 Tujuan Penelitian	12
1.4 Manfaat Penelitian	13
1.5 Batasan Penelitian.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	14
2.1 Kajian Literatur.....	14
2.2 Kajian Deduktif	32
2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).....	32
2.2.2 Kecelakaan Kerja	33
2.2.3 Bahaya	33
2.2.4 Identifikasi Bahaya.....	35
2.2.5 <i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control</i> (HIRADC)37	
2.2.6 Pengendalian Bahaya (<i>Determining Control</i>).....	41
2.2.7 Job Safety Analysis (JSA).....	43
BAB III METODE PENELITIAN	46
3.1 Objek Penelitian	46
3.2 Subjek Penelitian	46
3.3 Jenis Data	46

3.4	Alur Penelitian.....	48
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		53
4.1	Pengumpulan Data.....	53
4.1.1	Deskripsi Perusahaan.....	53
4.1.2	Gambaran Kegiatan Proses Produksi	54
4.1.3	Proses Produksi	54
4.2	Pengolahan Data.....	60
4.3	Identifikasi Risiko.....	60
4.4	Penilaian Risiko.....	62
4.4.1	Hazard Identification Risk Assesment (HIRADC)	64
4.4.2	Job Safety Analysis (JSA).....	68
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		82
5.1	HIRADC	82
5.1.1	Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian.....	82
5.1.2	Analisis Pengendalian Risiko yang Dilakukan	84
5.1.3	Analisis Penilaian Risiko Sesudah Pengendalian.....	88
5.2	Job Safety Analysis (JSA).....	91
BAB VI PENUTUP		95
6.1	Kesimpulan.....	95
6.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN		100

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Literatur	14
Tabel 2.2 Skala Consequence	39
Tabel 2.3 Skala Likelihood.....	39
Tabel 2.4 Skala <i>Risk Rating</i>	40
Tabel 2.5 <i>Job Safety Analysis</i>	44
Tabel 4.1 Jadwal Kegiatan Produksi PT. YAKI	54
Tabel 4.2 Potensi Bahaya Yang Telah Teridentifikasi.....	62
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Tingkat Resiko	63
Tabel 4.4 HIRADC	65
Tabel 4.5 JSA Pada Proses Mempersiapkan Cetakan	69
Tabel 4.6 Peralatan Proses Mempersiapkan Cetakan.....	70
Tabel 4.7 JSA Proses <i>Prepare Material</i>	71
Tabel 4.8 Peralatan Proses <i>Prepare Material</i>	72
Tabel 4.9 JSA Proses <i>Lay-up</i> Serat Karbon.....	73
Tabel 4.10 Peralatan Proses <i>Lay-up</i> Serat Karbon.....	74
Tabel 4.11 Proses <i>Vacuum Infusion</i>	76
Tabel 4.12 Peralatan Proses <i>Vacuum Infusion</i>	77
Tabel 4.13 Proses <i>Trimming</i>	78
Tabel 4.14 Peralatan Proses <i>Trimming</i>	79
Tabel 4.15 JSA Proses <i>Finishing</i>	80
Tabel 4.16 Peralatan Proses <i>Finishing</i>	81
Tabel 5.1 Nilai Resiko Pada Proses Produksi.....	82
Tabel 5.2 Jumlah Tingkat Risiko Pada Tiap Proses Sesudah Pengendalian	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Hierarchy of Control</i>	42
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	48
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Alur Proses Produksi.....	55
Gambar 4.2 Aktivitas (<i>Prepare Mold</i>)	56
Gambar 4.3 Aktivitas cutting material	57
Gambar 4.4 Aktivitas <i>lay-up</i> serat karbon.....	57
Gambar 4.5 Aktivitas proses <i>vacuum infusion</i>	58
Gambar 4.6 Aktivitas proses <i>trimming</i>	59
Gambar 4.7 Aktivitas <i>finishing</i>	60
Gambar 5.1 Grafik Perbandingan Tingkat Resiko Sebelum Dan Sesudah Pengendalian.....	90

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur dalam beberapa waktu terakhir menunjukkan pertumbuhan yang cukup pesat, khususnya pada perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang komposit karbon. Kondisi ini mendorong perusahaan untuk terus meningkatkan kualitas pelayanan dan produk di berbagai aspek. Selain itu, perusahaan juga dituntut untuk memiliki kemampuan dalam mengelola risiko kerja secara lebih efektif dan efisien. Proses produksi yang melibatkan berbagai tahapan, mulai dari pengolahan bahan baku hingga menghasilkan produk jadi. Hal tersebut memiliki potensi risiko operasional yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja apabila tidak dikelola dengan baik.

Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan, jumlah kecelakaan kerja di Indonesia menunjukkan tren peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Tercatat sebanyak 221.740 kasus pada tahun 2020, meningkat menjadi 234.370 kasus pada tahun 2021, kemudian mencapai 297.725 kasus pada tahun 2022, dan sebanyak 360.635 kasus hingga November 2023 (Saputra, 2024). Data tersebut menunjukkan bahwa penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menjadi aspek yang sangat penting bagi dunia usaha, baik di sektor industri, perkantoran, usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), maupun sektor lainnya. Oleh karena itu, perusahaan wajib memastikan bahwa penerapan K3 dilaksanakan sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP) yang telah ditetapkan guna melindungi tenaga kerja.

PT YOGYA AERO KOMPOSIT INDUSTRI (PT. YAKI) merupakan perusahaan manufaktur komposit karbon yang berlokasi di Yogyakarta, Indonesia. Perusahaan ini didirikan sejak 2025. PT. YAKI berfokus pada proses perancangan dan pembuatan produk berbahan komposit serat karbon. Dalam menjalankan proses produksinya perusahaan menerapkan sistem produksi *make to order* yang merupakan sistem yang diterapkan untuk memenuhi permintaan produk custom sesuai pesanan konsumen.

Permasalahan K3 yang dihadapi oleh PT. YAKI terjadi pada berbagai tahapan proses produksi. Beberapa pekerja mengalami gejala gangguan pernapasan akibat terpapar debu serat karbon yang dihasilkan selama proses produksi. Pada tahap *lay-up*, proses penempatan lembaran serat karbon dan kevlar ke dalam cetakan serta pelapisan resin berpotensi menimbulkan risiko iritasi kulit dan paparan uap bahan kimia berbahaya. Proses *vacuum bagging* yang digunakan untuk mengeluarkan udara dari material komposit juga memiliki potensi risiko kebocoran, yang dapat menyebabkan paparan resin dan bahan kimia terhadap pekerja. Selain itu, tahap curing yang melibatkan proses pemanasan material komposit untuk mengeringkan resin memiliki risiko terjadinya kebakaran atau ledakan apabila pengendalian oven *curing* tidak optimal, serta risiko luka bakar akibat paparan suhu tinggi.

Hasil survei di lapangan menunjukkan bahwa masih terdapat pekerja yang belum menggunakan alat pelindung diri (APD) secara lengkap dan konsisten selama bekerja, sehingga menimbulkan berbagai keluhan kesehatan ringan hingga meningkatkan potensi kecelakaan kerja. Data kecelakaan kerja selama enam bulan terakhir menunjukkan bahwa terdapat 66 kasus kecelakaan kerja, yang meliputi kejadian tertimpa cetakan, cedera mekanis saat pengangkatan atau pelepasan produk, paparan bahan kimia, terhirup debu dan serpihan serat karbon, tergores alat kerja, kegagalan mesin vakum, serta kelelahan fisik dan mental. Kasus kecelakaan kerja dapat dilihat pada table sebagai berikut:

Tabel 1 - 1 Data Kecelakaan Kerja Pada Proses Produksi PT. Yogya Aero Komposit Industri

No.	Jenis Kecelakaan Kerja	Jumlah
1	Kelelahan secara fisik maupun psikologis akibat beban kerja	7 kasus
2	Kontak langsung dengan bahan kimia berbahaya berupa lem atau resin	6 kasus
No.	Jenis Kecelakaan Kerja	Jumlah

3	Luka gores pada tangan atau jari akibat penggunaan gunting	5 kasus
4	Terhirup partikel serat karbon yang berbahaya bagi saluran pernapasan	6 kasus
5	Luka gores akibat tepi tajam material atau cetakan	7 kasus
6	Luka gores akibat mesin poles saat proses pendempulan dan pengamplasan	8 kasus
7	Kegagalan operasional mesin vacuum infusion	2 kasus
8	Cedera mekanis saat proses pengangkatan atau pelepasan produk dari cetakan	5 kasus
9	Kontak dengan alat pemotong yang menyebabkan cedera pada pekerja	5 kasus
10	Tertimpa cetakan atau material produksi	7 kasus
11	Terpapar serpihan dan partikel debu material produksi	8 kasus
Total Kasus		66

Untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan akibat kerja, diperlukan upaya pengendalian risiko yang tepat. Upaya tersebut antara lain meliputi penggunaan APD sesuai standar, penyediaan sistem ventilasi yang memadai untuk mengurangi paparan debu dan uap bahan kimia, pelaksanaan pelatihan keselamatan kerja bagi seluruh pekerja, penggunaan peralatan kerja yang sesuai standar serta pemeriksaan dan perawatan rutin terhadap alat produksi, serta penerapan prosedur tanggap darurat dan penyediaan alat pemadam kebakaran. Dengan penerapan langkah-langkah pengendalian tersebut diharapkan risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja dapat diminimalkan.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi dan mengendalikan risiko K3 adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC). Metode HIRADC merupakan pendekatan yang sistematis dan komprehensif untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai

tingkat risiko, serta menentukan langkah pengendalian yang sesuai dengan tingkat risikonya. Proses ini melibatkan partisipasi aktif dari berbagai pihak, mulai dari manajemen hingga pekerja, sehingga diharapkan menghasilkan analisis yang akurat dan pengendalian risiko yang efektif. Selain itu, *Job Safety Analysis* (JSA) merupakan metode analisis pekerjaan yang lebih spesifik, yang berfokus pada identifikasi bahaya pada setiap tahapan kerja, analisis potensi risiko, serta penetapan tindakan pencegahan yang diperlukan. Penerapan JSA membantu memecah pekerjaan menjadi langkah-langkah kerja yang lebih rinci sehingga memudahkan dalam pengendalian risiko pada setiap tahapan pekerjaan.

Penerapan metode HIRADC dan JSA di PT. YAKI diharapkan mampu menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat, meningkatkan efisiensi operasional, serta menurunkan biaya yang timbul akibat kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Dengan demikian, perusahaan tidak hanya memenuhi kewajiban hukum dalam penerapan K3, tetapi juga memberikan perlindungan maksimal bagi seluruh pekerja serta membangun budaya kerja yang berorientasi pada keselamatan dan kesehatan kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah :

1. Bagaimana bahaya yang terdapat pada proses produksi di PT. YAKI ?
2. Mengetahui pekerjaan dengan nilai risiko tertinggi pada proses produksidi PT. YAKI?
3. Apa usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keselamatan pada proses produksi di PT. YAKI ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan hasil analisi potensi bahaya yang terjadi pada PT. YAKI
2. Mengidentifikasi tahapan proses kerja yang memiliki tingkat risiko paling tinggi dalam alur produksi di PT. YAKI

3. Untuk memberikan alternatif usulan untuk mengurangi nilai risiko pada PT. YAKI

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini bermanfaat bagi perusahaan dalam bentuk saran dan masukan untuk perbaikan K3 di PT. YAKI dengan menggunakan metode HIRADC dan JSA meningkatkan keuntungan dan mengurangi proses yang tidak dibutuhkan
2. Penelitian ini bermanfaat bagi perguruan tinggi yang dapat membantu memberikan referensi atau pembandingan mengenai industri komposit untuk penelitian yang akan datang

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini bertujuan untuk memfokuskan kajian yang dilaksanakan agar dapat mencapai tujuan dengan baik. Adapun batasan penelitian yang ada pada penelitian ini adalah :

1. Pengambilan data di lakukan di proses produksi PT. YAKI
2. Penelitian ini dilakukan untuk menghitung penilaian risiko dengan metode HIRADC dan JSA dengan daftar risiko yang di dapat dari hasil observasi selama berada di PT. YAKI
3. penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi risiko dalam 5 tahun ke depan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kajian Literatur

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
1	(Samara, 2023)	<i>Analysis of Occupational Health and Safety Using HIRADC (Hazard Identification Assessment Risk and Determining Control) Method</i>	HIRADC	Kelancaran proyek konstruksi sangat bertumpu pada manajemen yang solid di setiap lini kerja. Tanpa tata kelola yang baik, proyek rentan menghadapi risiko kerugian akibat cedera pekerja, konflik operasional, hingga kerusakan lingkungan. Isu mendasar pada aspek K3 ini biasanya berakar dari rendahnya kesadaran pekerja dalam mematuhi aturan keselamatan. Hal ini selaras dengan UU No. 1 Tahun 1970 yang memandang kecelakaan kerja sebagai kejadian tak terduga yang menghambat aktivitas

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				produksi serta merusak aset maupun membahayakan jiwa manusia. Fokus kajian ini adalah mengidentifikasi ancaman keselamatan, mengevaluasi potensi bahaya, dan menentukan strategi mitigasi pada pekerjaan <i>bored pile</i>. Melalui observasi langsung di lapangan, draf formulir HIRADC disusun untuk merancang skenario pengendalian bahaya, yang kemudian ditinjau bersama staf HSE. Evaluasi risiko final diverifikasi oleh tim HSE guna mematangkan rencana tindakan. Penerapan kontrol risiko pada proyek pondasi jembatan dengan metode <i>bored pile</i> ini berhasil memitigasi bahaya secara signifikan. Pasca-intervensi, risiko

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				berkategori tinggi berhasil ditiadakan sepenuhnya, menyisakan sebaran berupa 27 titik risiko tingkat sedang (51,9%) dan 25 titik risiko tingkat ringan (48,1%).
2	(Anggraini et al., 2024)	<i>Analysis of the Risk of Work Accidents for Field Officers PT PLN West Tanjung Jabung Regency, Jambi Province using the Hiradc Method</i>	HIRADC	Kajian ini bertujuan menganalisis risiko kecelakaan kerja pada petugas lapangan PT. PLN di Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi, dengan menggunakan metode HIRADC. Desain penelitian ini mengacu pada filsafat post-positivisme untuk menganalisis kondisi lapangan secara objektif dan alamiah tanpa intervensi eksperimental. Data diperoleh dari tujuh informan, yang meliputi satu informan kunci (Petugas Pelaksana K3L PT. PLN Ranting Kuala

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				Tungkal), dua informan utama (Kepala Bagian K3L dan Analis Kinerja PT. PLN Kuala Tungkal), serta empat informan pendukung dari staf lapangan. Evaluasi risiko pada divisi operasi produksi listrik berhasil mengidentifikasi 11 potensi bahaya utama. Dari hasil pemetaan risiko, tercatat 15 risiko (37,5%) berkategori sedang, 22 risiko (55%) berkategori tinggi, dan 3 risiko (7,5%) berkategori ekstrem (sangat tinggi). Analisis lebih mendalam terhadap prosedur kerja mengindikasikan adanya ketidaksesuaian antara instruksi kerja di lapangan dengan standar operasional, serta kurangnya kedisiplinan pekerja dalam mengenakan Alat

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				Pelindung Diri (APD) saat bertugas.
3	(Tenda & Soeharto,	<i>Assessment Of Job Risks In The Chemical Laboratory Of The Pharmacy Study Program With Job Safety Analysis (JSA) Techniques</i>	JSA	Risiko kerja pada pelaksanaan praktikum kimia farmasi kuantitatif di laboratorium kimia tergolong dalam kategori dapat diterima, asalkan disertai supervisi yang memadai. Prosedur titrasi diidentifikasi sebagai titik kritis yang memerlukan pengawasan ketat karena memegang profil risiko tertinggi. Lebih lanjut, hasil kajian mengungkapkan adanya inefisiensi akibat terlalu banyaknya dokumen JSA yang dibuat untuk aktivitas yang kendala beserta alur prosedurnya seharusnya dirumuskan secara matang sebelum inisiasi JSA dilakukan.

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
4	(Soesilo, 2023)	<i>JSA and HIRADC Analysis of Mold Replacement Process on Inject Stretch Blow Machine</i>	JSA & HIRADC	Evaluasi keselamatan kerja pada tahapan penggantian cetakan mesin ISBM menemukan 23 potensi bahaya yang melekat pada seluruh aktivitas operasionalnya. Melalui penilaian risiko lebih lanjut terhadap 23 temuan ini, diperoleh sebaran tingkat ancaman berupa 6 titik risiko tinggi, 11 risiko tingkat sedang, dan 6 risiko tingkat rendah
5	(Yuvendra et al., 2023)	<i>Occupational Risks of Firefighters in Jakarta: Jobs Safety Analysis Approach</i>	JSA	Tugas operasional pemadam kebakaran di Kota Administrasi Jakarta Timur mayoritas berada pada skala bahaya tingkat sedang hingga tinggi. Rincian persentase tingkat bahaya ini menunjukkan bahwa kategori risiko tinggi menempati porsi sebesar 40%, risiko sedang sebesar 50%, sementara 10% lainnya

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				diklasifikasikan sebagai kategori risiko ringan.
6	(Wijaya, 2024)	<i>Risk Analysis in Concrete Structure Work Using The HIRADC Method on The Hermina Ciawi Hospital Project</i>	HIRADC	Mengingat tingginya kerawanan kecelakaan pada proyek konstruksi, identifikasi risiko menjadi tahapan wajib guna menjamin keselamatan kerja di lapangan. Penyelidikan dimulai dengan inventarisasi variabel penelitian, yang dilanjutkan dengan pengumpulan penilaian responden mengenai peluang terjadinya bahaya dan dampak yang ditimbulkan. Kerangka analisis yang digunakan adalah HIRADC, yang mengevaluasi risiko berdasarkan frekuensi kejadian dan tingkat fatalitasnya. Riset ini dirancang untuk mendeteksi potensi bahaya, menentukan area berisiko tinggi, serta menetapkan langkah

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				mitigasi yang sesuai. Hasil studi menunjukkan adanya 39 potensi bahaya dengan 10 risiko berkategori tinggi, yang masing-masing telah dilengkapi dengan rancangan solusi pencegahan berbasis hierarki pengendalian risiko.
7	(Rotinsulu et al., 2023)	<i>Risk Analysis Potential Using Hazard Identification Risk Assessment and Determine Control (HIRADC) and Job Safety Analysis (JSA) Methods</i>	HIRADC & JSA	Sebagai bagian dari program Kementerian PUPR di sektor Sumber Daya Air, Proyek Revitalisasi Danau Tondano Tahap I diselenggarakan di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Penggunaan peralatan kerja yang masih dikendalikan secara manual dalam proyek semi-otomatis ini mendatangkan risiko keselamatan yang cukup tinggi bagi pekerja. Hal

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				ini menuntut adanya supervisi yang ketat guna menekan probabilitas kecelakaan kerja sepanjang siklus konstruksi berlangsung. Untuk memetakan bahaya tersebut, riset ini mengaplikasikan metode HIRADC serta JSA melalui teknik observasi, wawancara mendalam, dan kuesioner. Hasil kajian menunjukkan adanya 233 temuan potensi risiko yang terbagi ke dalam sembilan kategori pekerjaan.
8	(Kurniawan & Kurniawan, 2020)	<i>Risk Management Related to Identifying Work Accidents in Loading and Unloading Container Activities at</i>	HIRADC	Terminal Berlian merupakan infrastruktur penanganan petikemas di lingkungan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya yang dikelola oleh PT BJTI PORT. Mengingat kompleksitas aktivitas bongkar muat di kawasan ini, jaminan keselamatan

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
		<i>Berlian The Terminal Tanjung Perak Surabaya with The Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) Method</i>		kerja menjadi isu krusial yang dapat diupayakan melalui kerangka kerja HIRADC. Pendekatan ini memfasilitasi identifikasi bahaya dengan meninjau hubungan timbal balik antara pekerja, instruksi tugas, peralatan operasional, serta kondisi lingkungan kerja. Studi deskriptif ini kami lakukan untuk menelaah sejauh mana penerapan HIRADC mampu menekan tingkat risiko kecelakaan kerja dilokasi tersebut. Sebanyak 52 pekerja dilibatkan sebagai sampel penelitian dengan teknik <i>total sampling</i>. Untuk memperoleh data yang komprehensif mengenai profil responden, produktivitas, serta keandalan program K3, peneliti melakukan pengamatan dan

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				observasi langsung di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang memiliki produktivitas
9	(Fernando et al., 2022)	<i>Safety Risk Management Analysis At PT. XYZ Using The HIRADC And FMEA Approach</i>	HIRADC	Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa beberapa aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja belum telah dilaksanakan dengan baik dalam pelaksanaan proses produksi. Salah satu yang paling umum adalah tidak menggunakan APD sepenuhnya. Kondisi ini terjadi karena kerugian karyawan, seperti terkena percikan api saat mengelas, jatuh tersungkur karena tidak menggunakan sepatu safety, tangan bergesekan karena tidak menggunakan APD lengkap. Setelah mengidentifikasi masalah dan melakukan analisis

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				menggunakan HIRADC, analisis <i>Why to why</i> , dan FMEA, ditemukan beberapa sumber masalah seperti sumber daya manusia, material, mesin, lingkungan, dan metode.
10	(Lestari, 2024)	<i>The Analysis of Risk Assessment on Fiber Optic Production Line Using The Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC)</i>	HIRADC	Lonjakan permintaan kabel serat optik guna memenuhi prasyarat Industri 4.0 menjadi peluang strategis bagi produsen untuk meningkatkan kinerja bisnis mereka. Walakin, faktor keselamatan para pekerja di industri serat kaca—terutama staf operasional di garis depan produksi—tetap merupakan komitmen Kami memetakan seluruh potensi bahaya serta menentukan peringkat risiko dari setiap tahapan tersebut. Data penelitian merekomendasikan kontrol tambahan untuk

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				mengeliminasi potensi kecelakaan pada fase <i>stripping</i> , <i>curing</i> , <i>trimming</i> , <i>crimping</i> dan <i>inspection</i> . Rekomendasi ini ditujukan untuk memacu kapasitas produksi serat optic PT. JK tanpa mengorbankan aspek keselamatan selaras dengan prinsip SDG 9 mengenai pembangunan industri berkelanjutan yang mengutamakan keselamatan kerja.
11	(Balili & Yuamita, 2022)	Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Bagian Mekanik Pada Proyek Pltu Ampana (2x3 Mw) Menggunakan Metode Job	JSA	Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa terdapat 4 aktivitas kerja yang termasuk dalam kategori risiko rendah (<i>low risk</i>), 3 aktivitas dengan kategori risiko sedang (<i>medium risk</i>), 13 aktivitas yang berada pada kategori risiko tinggi (<i>high risk</i>) sehingga memerlukan

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
		<i>Safety Analysis</i> (JSA)		perhatian khusus dari pihak manajemen, serta 3 aktivitas yang tergolong risiko sangat tinggi (<i>extremely high risk</i>) yang membutuhkan penanganan dan tindakan segera.
12	(Harahap et al., 2022)	Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC dan Metode JSA Pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa	HIRADC & JSA	Hasil penilaian risiko yang dilakukan berdasrkan severity index dan matriks risiko maka diperoleh tingkat risiko pada setiap item identifikasi risiko, dimana terdapat 38,9% identifikasi risiko dengan tingkat sedang, 59,2% identifikasi risiko tinggi, 1,9% untuk risiko ekstrem sedang, 59,2% identifikasi risiko tinggi, 1,9% untuk risiko ekstrem
13	(Rahmawati et al., 2023)	Edukasi dan Implementasi Keselamatan Hasil	JSA & HIRRARC	Penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) memiliki peran penting dalam mencegah terjadinya kecelakaan

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
		Identifikasi Bahaya dan Pengendalian Risiko dengan Metode JSA dan HIRRARC		maupun gangguan kesehatan akibat kerja, sehingga pekerja, lingkungan, dan aset perusahaan dapat terlindungi dengan baik. Selain berfungsi sebagai bentuk perlindungan, K3 juga berkontribusi terhadap peningkatan efektivitas dan efisiensi proses produksi. PT. PLN UL PLTGU Tanjung Batu merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembangkitan tenaga listrik berbasis gas dan uap. Dalam kegiatan ini dilakukan identifikasi serta penilaian risiko terhadap potensi bahaya pada pekerjaan penggantian baterai di area <i>battery room peaking</i> . Analisis dilakukan menggunakan metode JSA dan HIRARC, sedangkan data diperoleh melalui kegiatan observasi serta

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				wawancara dengan pekerja. Hasil identifikasi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam penyusunan dan penyampaian langkah-langkah pengendalian risiko kepada pekerja. Hasil kajian terhadap aktivitas penggantian accu pada MCC menunjukkan adanya kebutuhan untuk melakukan perbaikan pada prosedur kerja yang telah diterapkan. Upaya tersebut bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko kerja melalui penerapan langkah-langkah pengendalian sesuai hirarki pengendalian, mulai dari eliminasi sumber bahaya, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, hingga

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				penggunaan APD oleh pekerja.
14	(Ekayogiharso et al., 2023)	<i>Manajemen Pengendalian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kerja Saat Instalasi Lift Menggunakan Teknik JSA dan HIRADC di Gedung XYZ Jakarta Selatan</i>	HIRADC & JSA	Hasil penelitian menunjukkan persentase tingkat risiko yang diperoleh berdasarkan data wawancara terhadap 30 pekerja di bidang instalasi lift. Berdasarkan penerapan manajemen keselamatan kerja, risiko kecil memiliki persentase sebesar 70%, risiko sedang 7%, risiko berat 5%, dan risiko sangat tinggi 18%.
15	(Firdaus & Yuamita, 2022)	<i>Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Proses Grading Tbs Kelapa Sawit di PT. Sawindo</i>	HIRADC & JSA	Pada area loading ramp sering sekali terjadi kecelakaan yang disebabkan oleh bak truk sehingga terkategori nilai resiko 9, sering sekali oprator terjepit tangannya dan menyebabkan patah

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
		<i>Kencana Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA)</i>		tulang. ada kegiatan menurunkan tandan buah segar (TBS) dari truk, terdapat potensi bahaya berupa tangan pekerja tertusuk duri TBS yang dapat mengakibatkan lecet atau luka pada tangan. Risiko ini terjadi di area loading ramp dengan nilai skor risiko sebesar 8. Selain itu, pada kegiatan membuka pintu bak truk, terdapat potensi kecelakaan kerja berupa tangan pekerja terjepit pintu bak yang dapat menyebabkan cedera serius hingga patah tulang pada tangan. Bahaya tersebut juga terjadi di area loading ramp dengan nilai skor risiko sebesar 9. Sementara itu, pada proses pemeriksaan tandan buah segar di bagian bawah bak truk, terdapat potensi bahaya yang perlu diidentifikasi

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
				dan dikendalikan guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja. penampungan terdapat potensi kecelakaan kerja terjatuh ke tumpukkan buah menyebabkan lecet atau luka di tangan dan lutut yang terjadi pada area loading ramp dengan nilai skor risiko 9

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Kecelakaan kerja merupakan kejadian yang tidak diharapkan dan umumnya terjadi tanpa diduga sebelumnya, yang dapat menimbulkan berbagai bentuk kerugian, baik dari segi waktu, biaya, aset, maupun hilangnya nyawa, khususnya dalam proses kerja di lingkungan industri atau aktivitas yang berkaitan dengannya. Dampak dari kecelakaan kerja tersebut tidak hanya terbatas pada kerugian materi, tetapi juga dapat menimbulkan kerugian non-materi.

(Makadao, E., Kawet, L., & Rondonuwu, 2017) menyatakan bahwa keselamatan kerja merupakan upaya perlindungan terhadap tenaga kerja dari potensi cedera akibat kecelakaan yang berhubungan dengan pekerjaan. Keselamatan kerja mencakup berbagai aspek, antara lain penggunaan mesin, peralatan dan alat kerja, bahan serta proses pengolahan, kondisi tempat kerja dan lingkungan kerja, serta prosedur dan metode pelaksanaan pekerjaan dalam proses produksi.

2.2.2 Kecelakaan Kerja

Menurut Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, kecelakaan industri didefinisikan sebagai suatu kejadian yang tidak direncanakan dan tidak diharapkan, yang dapat mengganggu kelancaran proses kerja serta berpotensi menimbulkan korban jiwa maupun kerugian harta benda. Sementara itu, Undang-Undang Nomor 3 Tahun 1992 tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja menyatakan bahwa kecelakaan industri merupakan kecelakaan yang terjadi di tempat kerja, termasuk kecelakaan yang dialami pekerja dalam perjalanan dari rumah menuju tempat kerja dan sebaliknya melalui jalur yang biasa dilalui.

Secara umum, kecelakaan kerja dapat dipahami sebagai suatu peristiwa yang terjadi secara tiba-tiba dan tidak dikehendaki, yang dapat menyebabkan cedera pada tenaga kerja, kerusakan terhadap harta benda, hilangnya waktu kerja, hingga berakibat fatal berupa kematian.

Salah satu teori yang menjelaskan mekanisme terjadinya kecelakaan industri dikemukakan oleh H.W. Heinrich melalui konsep yang dikenal sebagai *Teori Domino Heinrich*. Teori ini menyatakan bahwa kecelakaan kerja terjadi akibat rangkaian beberapa faktor yang saling berkaitan secara berurutan. Faktor-faktor tersebut meliputi:

1. Kondisi kerja yang tidak aman,
2. Kelalaian atau kelemahan pribadi,
3. Tindakan atau perbuatan berbahaya,
4. Terjadinya kecelakaan, dan
5. Timbulnya cedera atau kerugian.

Apabila salah satu faktor dalam rangkaian tersebut dapat dikendalikan atau dihilangkan, maka kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dapat diminimalkan.

2.2.3 Bahaya

Menurut (Heinrich, 1959), bahaya merupakan suatu kondisi atau situasi yang memiliki potensi untuk menimbulkan kecelakaan, kerusakan, maupun kerugian. Bahaya pada dasarnya adalah faktor atau keadaan yang dapat menjadi

penyebab terjadinya kecelakaan di tempat kerja. Potensi bahaya (*hazard*) dapat diartikan sebagai kondisi atau situasi yang terdapat dalam proses kerja, peralatan, bahan, maupun metode kerja yang secara alami atau intrinsik memiliki kemampuan untuk menyebabkan cedera, luka berat, bahkan kematian pada manusia, serta berpotensi menimbulkan kerusakan terhadap peralatan dan lingkungan di sekitarnya. Selanjutnya, Susihono dan Rini (2013) menjelaskan bahwa bahaya (*danger*) merupakan kondisi *hazard* yang telah terpapar atau terekspos pada lingkungan sekitar sehingga memiliki peluang yang lebih besar untuk menyebabkan terjadinya kecelakaan atau insiden.

Sementara itu, (Harrianto, 2015) mendefinisikan bahaya kerja sebagai setiap kondisi di lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan akibat kerja. Berdasarkan jenisnya, bahaya kerja dapat diklasifikasikan ke dalam lima kelompok utama, yaitu :

1. Bahaya Kimia

Bahaya kimia meliputi potensi risiko yang berasal dari paparan uap, gas, aerosol, serta partikel debu atau asap yang terdapat di lingkungan kerja, yang dapat berdampak buruk terhadap kesehatan pekerja.

2. Bahaya Fisik

Bahaya fisik mencakup kondisi lingkungan kerja seperti tingkat kebisingan, getaran, suhu ekstrem (terlalu panas atau terlalu dingin), paparan radiasi, serta tekanan udara yang dapat memengaruhi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja.

3. Bahaya Biologis

Bahaya biologis meliputi ancaman yang berasal dari makhluk hidup, seperti serangga, jamur, bakteri, virus, dan mikroorganisme lainnya. Risiko ini umumnya ditemukan pada pekerjaan yang berkaitan dengan penanganan bahan biologis dari tumbuhan atau hewan, proses pengolahan makanan, pengelolaan limbah dengan sanitasi yang kurang baik, serta lingkungan kerja yang tidak higienis.

4. Bahaya Ergonomis

Bahaya ergonomis berkaitan dengan ketidaksesuaian desain alat kerja, mesin, dan kondisi kerja dengan kemampuan pekerja. Aktivitas seperti mengangkat beban berat, jangkauan kerja yang berlebihan, pencahayaan yang kurang memadai, getaran, serta gerakan berulang dengan posisi kerja yang tidak ergonomis dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal.

5. Bahaya Psikologis

Bahaya psikologis mencakup faktor-faktor seperti komunikasi yang tidak efektif, konflik antarindividu, ketidaksesuaian antara tuntutan pekerjaan dan tujuan organisasi, terbatasnya kesempatan pengembangan diri, keterbatasan wewenang dan sumber daya, beban kerja yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, sistem kerja lembur atau shift malam, serta kondisi lingkungan kerja yang kurang mendukung, yang dapat berdampak pada kesehatan mental pekerja.

2.2.4 Identifikasi Bahaya

Proses pemeriksaan pada setiap wilayah kerja dilakukan melalui proses identifikasi bahaya dengan tujuan untuk mengenali seluruh potensi risiko yang berkaitan dengan suatu tugas atau pekerjaan. Wilayah kerja yang dimaksud meliputi mesin dan peralatan kerja, ruang laboratorium, area perkantoran, gudang, serta sarana transportasi. Sumber potensi risiko dalam proses kerja dapat dikelompokkan ke dalam lima kategori utama, yaitu manusia (*man*), metode kerja (*method*), material, mesin (*machine*), dan lingkungan kerja (*environment*).

1. Man (Manusia)

Manusia dapat menjadi salah satu sumber bahaya di tempat kerja pada saat melakukan aktivitas kerja. Setiap jenis pekerjaan memiliki potensi risiko masing-masing, misalnya pada pekerjaan pengelasan yang dapat menimbulkan berbagai jenis bahaya seperti paparan panas, percikan api, dan asap las (Ramli, 2010).

2. Method (Metode Kerja)

Proses produksi di tempat kerja melibatkan berbagai proses, baik yang bersifat fisik maupun kimia. Proses produksi yang diterapkan di perusahaan umumnya merupakan rangkaian proses yang kompleks. Setiap tahapan proses

tersebut berpotensi menimbulkan risiko bahaya, antara lain paparan debu, asap, panas, kebisingan, dan risiko lainnya (Ramli, 2010).

3. Material (Bahan)

Material yang digunakan, baik berupa bahan baku maupun hasil produksi, memiliki potensi bahaya yang berbeda-beda sesuai dengan sifat dan karakteristiknya. Sebagai contoh, material berupa bahan kimia dapat menimbulkan dampak negatif seperti iritasi, keracunan, pencemaran lingkungan, serta risiko kebakaran (Ramli, 2010).

4. Machine (Mesin dan Peralatan)

Peralatan kerja yang digunakan di lingkungan kerja, seperti mesin produksi, alat berat, peralatan angkat, alat transportasi, tangga, dan peralatan lainnya, berpotensi menjadi sumber risiko bagi pekerja yang berinteraksi dengannya. Sebagai contoh, penggunaan tangga yang dalam kondisi tidak layak atau rusak dapat meningkatkan risiko terjatuh dari ketinggian (Ekayogiharso et al., 2023). Mesin yang digunakan dalam proses produksi di PT Berkarya Abadi Selalu antara lain excavator, dozer, dan dump truck.

5. Environment (Lingkungan Kerja)

Lingkungan kerja merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan kegiatan kerja. Proses produksi di tempat kerja dijalankan berdasarkan sistem dan prosedur operasional yang disesuaikan dengan jenis dan karakteristik aktivitas. Meskipun sistem dan prosedur tersebut tidak secara langsung menimbulkan risiko, penerapannya dapat menciptakan potensi munculnya berbagai jenis bahaya apabila tidak dirancang dan diterapkan dengan baik (Ekayogiharso et al., 2023).

Tingginya angka kecelakaan kerja pada berbagai bidang pekerjaan umumnya disebabkan oleh faktor yang bersifat multifaktor. Salah satu penyebab utama kecelakaan kerja adalah tidak dilaksanakannya analisis potensi bahaya dan penilaian risiko terhadap bahaya yang ada, sehingga upaya pencegahan yang memadai terhadap kemungkinan terjadinya kecelakaan di perusahaan tidak dapat diterapkan secara optimal.

2.2.5 Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)

1. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Berdasarkan standar AS/NZS 4360 (1999), identifikasi risiko merupakan tahapan awal dalam proses manajemen risiko yang bertujuan untuk mengenali risiko-risiko yang akan dikelola. Penyusunan proses identifikasi secara sistematis sangat penting untuk menghasilkan identifikasi yang komprehensif. Risiko yang tidak teridentifikasi pada tahap ini tidak akan dapat dianalisis lebih lanjut pada tahapan berikutnya. Oleh karena itu, identifikasi bahaya harus mencakup seluruh potensi risiko, baik yang telah maupun yang belum berada dalam pengendalian organisasi. Identifikasi bahaya dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui potensi bahaya yang berasal dari bahan, peralatan, maupun sistem kerja (Department of Occupational Safety and Health).

ISO 45001:2018 menegaskan bahwa organisasi wajib menerapkan prosedur yang mencakup identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), serta penetapan pengendalian risiko (*determining controls*) sebagai bagian dari sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja. Selanjutnya, OHSAS 18001 (2007) menyatakan bahwa dalam melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko, organisasi perlu memperhatikan beberapa aspek penting, antara lain:

- a. Aktivitas kerja yang bersifat rutin maupun tidak rutin,
- b. Aktivitas seluruh personel yang memiliki akses ke tempat kerja, termasuk kontraktor dan tamu,
- c. Perilaku manusia, kemampuan, serta faktor individu lainnya,
- d. Bahaya yang berasal dari luar tempat kerja yang dapat berdampak terhadap kesehatan dan keselamatan personel dalam kendali organisasi,
- e. Bahaya yang muncul di sekitar lokasi hasil aktivitas kerja yang berada dalam kendali organisasi,

- f. Prasarana, peralatan, dan material di tempat kerja yang disediakan oleh organisasi maupun pihak lain,
- g. Perubahan atau usulan perubahan dalam organisasi, aktivitas kerja, atau material yang digunakan,
- h. Modifikasi dalam sistem manajemen K3, termasuk perubahan sementara, serta dampaknya terhadap operasional, proses, dan aktivitas kerja,
- i. Kewajiban peraturan perundang-undangan yang relevan terkait dengan penilaian risiko dan penerapan pengendalian yang diperlukan, dan Perancangan area kerja, proses, instalasi, mesin atau peralatan, prosedur operasional, serta organisasi kerja, termasuk penyesuaiannya dengan kemampuan manusia.

Metodologi yang digunakan organisasi dalam melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a. Metode ditetapkan dengan mempertimbangkan ruang lingkup, sifat, dan waktu pelaksanaan untuk memastikan pendekatan yang bersifat proaktif, serta
- b. Mampu menyediakan identifikasi, penentuan prioritas, dan dokumentasi risiko, serta penerapan pengendalian sesuai dengan kebutuhan.

2. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko bertujuan untuk membedakan risiko yang masih dapat diterima dengan risiko utama yang memerlukan pengendalian lebih lanjut, serta menyediakan data yang diperlukan dalam proses evaluasi dan pengendalian risiko. Metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) merupakan instrumen inti dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) modern untuk mengelola risiko operasional secara proaktif. Panduan penilaian HIRADC wajib mengikuti alur baku yang meliputi klasifikasi jenis bahaya, penentuan parameter penilaian melalui matriks risiko, dan penentuan prioritas tindakan (Friend & Kohn, 2018). Berikut ini skala penilaian risiko dan keterangan yang digunakan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2.2 Skala *Severity*

Level	Indeks	Description
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi kecelakaan manusia dan menyebabkan kerugian kecil.
2	<i>Minor</i>	Kecelakaan menimbulkan luka ringan, dan menyebabkan kerugian kecil
3	<i>Moderate</i>	Kecelakaan diperlukan penanganan secaramedis, dan menyebabkan kerugian yang besar
4	<i>Major</i>	Kecelakaan berat, kehilangan kemampuan produksi/operasi, menyebabkan kerugian
5	<i>Catastrophic</i>	Bahaya radiasi dengan efek penyebaran yang luas, menyebabkan kerugian yang cukup besar

Sumber: *Friend, M. A., & Kohn, J. P. (2018). Fundamentals of occupational safety and health (7th ed.). Bernan Press.*

Keterangan severity

Skala 1 (Tidak Signifikan/*Insignificant*): Cedera ringan tanpa kehilangan hari kerja, cukup ditangani dengan kotak P3K (first aid).

Skala 2 (*Minor*): Cedera ringan yang memerlukan perawatan medis luar dan menyebabkan hilangnya hari kerja minimal (1–3 hari).

Skala 3 (Sedang/*Moderate*): Cedera yang memerlukan perawatan medis intensif di rumah sakit dan menyebabkan Lost Time Injury (LTI) yang signifikan tanpa cacat permanen.

Skala 4 (Mayor/*Major*): Cedera berat yang mengakibatkan cacat tetap (parsial maupun total) pada fungsi tubuh pekerja.

Skala 5 (Katastropik/*Catastrophic*): Insiden berakibat fatal yang menyebabkan kematian (fatality) tunggal atau massal, atau kehancuran total pada fasilitas.

Tabel 2.3 Skala Likelihood

Level	Indeks	Description
1	<i>Rare</i>	Jarang Terjadi
2	<i>Unlikely</i>	Kemungkinan terjadi rendah
3	<i>Possible</i>	<i>Moderate</i> , dapat terjadi suatu waktu
4	<i>Likely</i>	Kemungkinan dapat terjadi di semua situasi
5	<i>Almost Certain</i>	Pasti hampir terjadi disemua situasi

Sumber: *Friend, M. A., & Kohn, J. P. (2018). Fundamentals of occupational safety and health (7th ed.). Bernan Press*

Keterangan *likelihood*

Skala 1 (Jarang/Rare): Insiden hampir mustahil terjadi, atau hanya terjadi dalam kondisi yang sangat tidak biasa.

Skala 2 (Kecil Kemungkinan/Unlikely): Insiden bisa terjadi namun sangat jarang dalam siklus operasional tahunan.

Skala 3 (Mungkin/Possible): Insiden sesekali dapat terjadi dalam periode waktu tertentu.

Skala 4 (Besar Kemungkinan/Likely): Insiden sangat mungkin terjadi dalam kondisi operasional normal.

Skala 5 (Hampir Pasti/Almost Certain): Bahaya terus-menerus terpapar dan insiden dipastikan terjadi dalam waktu dekat jika tidak diintervensi.

Tabel 2.4 Skala *Risk Rating*

<i>Likelihood (L)</i>		<i>Consequences (S)</i>				
		<i>Insignifacant</i> 1	<i>Minor</i> 2	<i>Moderate</i> 3	<i>Major</i> 4	<i>Catastrophic</i> 5
<i>Almost Certain</i>	5	H	H	E	E	E
<i>Likely</i>	4	M	H	H	E	E
<i>Moderate</i>	3	L	M	H	E	E
<i>Unlikely</i>	2	L	L	M	H	E
<i>Rare</i>	1	L	L	M	H	H

Sumber: Friend, M. A., & Kohn, J. P. (2018). *Fundamentals of occupational safety and health* (7th ed.). Bernan Press

Keterangan

E = Risiko sangat tinggi (*Extreme risk*), membutuhkan tindakan segera.

H = Risiko Tinggi (*High risk*), membutuhkan perencanaan untuk pelaksanaan tindakan manajemen yang spesifik.

M = Risiko sedang (*moderate risk*), dilakukan prosedur pemantauan dengan tanggung jawab manajemen.

L = Risiko rendah (*low risk*), dilakukan dengan prosedur rutin dan tidak memerlukan Tindakan yang spesifik.

Nilai tingkat risiko dapat didapatkan pada tabel matriks risiko berdasarkan peraturan (AS/NZS 4630 (1999) digunakan persamaan berikut:

$$(RR) = L \times C \quad (2.1)$$

Keterangan :

RR = *Risk Rating* (tingkat risiko) L

= *Likelihood* (kemungkinan) C =

Consequences (keparahan)

Penerapan identifikasi bahaya dan penilaian risiko perlu dilakukan oleh organisasi untuk menentukan control yang diperlukan mengurangi risiko kecelakaan. Tujuan proses penilaian risiko secara keseluruhan adalah untuk mengenali dan memahami bahaya yang mungkin terjadi dalam kegiatan organisasi dan memastikan bahwa risiko terhadap orang – orang yang terjadi dari bahaya tersebut dinilai, diutamakan dan dikendalikan ke tingkat yang diterima. Berdasarkan standar (Roughton & Mercurio, 2002) sebagaimana memuat seluruh persyaratan dan pedoman yang menunjukkan cara pendaftaran serta pengimplementasiannya.

2.2.6 Pengendalian Bahaya (*Determining Control*)

Berdasarkan ISO 45001:2018, setelah proses penilaian risiko dilakukan dan pengendalian yang ada telah diperhitungkan, organisasi harus menentukan apakah pengendalian tersebut sudah memadai atau masih perlu ditingkatkan, maupun apakah diperlukan penerapan pengendalian baru. Apabila pengendalian baru atau penguatan pengendalian diperlukan, maka langkah-langkah tersebut harus diprioritaskan dan ditetapkan sesuai dengan prinsip pengendalian risiko, dimulai dari upaya penghapusan bahaya yang paling memungkinkan secara praktis. Selanjutnya pengendalian dilakukan melalui pengurangan risiko baik dengan menurunkan kemungkinan terjadinya bahaya maupun mengurangi tingkat keparahan cedera atau dampak yang ditimbulkan. Penggunaan alat pelindung diri (APD) merupakan alternatif terakhir dalam hierarki pengendalian risiko.

Sejalan dengan hal tersebut, OHSAS 18002 (2008) menyatakan bahwa setelah penilaian risiko selesai dilakukan dengan mempertimbangkan pengendalian yang telah ada, organisasi perlu mengevaluasi kecukupan pengendalian tersebut. Jika pengendalian yang ada dinilai belum memadai, maka diperlukan peningkatan atau penerapan pengendalian baru. Penetapan pengendalian dilakukan secara berurutan sesuai dengan hierarki pengendalian risiko, yaitu dengan mengutamakan penghapusan bahaya, kemudian pengurangan risiko melalui pengendalian teknis dan administratif, dan menjadikan penggunaan alat pelindung diri sebagai pilihan terakhir. Hierarki pengendalian risiko ini bertujuan untuk meminimalkan potensi terjadinya kecelakaan dan dampak bahaya di tempat kerja (Dzikruloh et al., 2023).

Berikut ini adalah hierarki dari pengendalian risiko dapat dilihat pada gambar 2 – 1 dibawah ini:



Gambar 2.1 *Hierarchy of Control*

1. Eliminasi (*Elimination*)

Memberi perubahan desain untuk menghilangkan bahaya seperti memperkenalkan alat pengangkat mekanis untuk menghilangkan bahaya penanganan manual.

2. Substitusi (*Substitution*)

Melakukan pergantian bahan yang kurang berbahaya atau mengurangi energi sistem seperti menurunkan arus listrik, tekanan, gaya, suhu, dan lain – lain.

3. Kontrol Teknik (*Engineering Control*)

Menerapkan pengendalian bahaya untuk melindungi tenaga kerja dari bahaya yang ada maupun *human error*. Beberapa pengendalian bahaya seperti pengecekan serta perawatan peralatan, menyediakan tempat penyimpanan peralatan dan material, memasang pengaman.

4. Kontrol Administrasi (*Administrative Control*)

Pengendalian bahaya berdasarkan peraturan maupun rencana kerja yang terkait dengan keselamatan dan kesehatan kerja seperti memberikan pelatihan, melakukan inspeksi K3 secara berkala, mengawasi pelaksanaan pembangunan terkait pelaksanaan K3 di proyek.

5. Alat Pelindung Diri atau APD (*Personal Protective Equipment / PPE*)

Penggunaan APD merupakan pilihan terakhir pada hierarki pengendalian risiko untuk mengurangi kecelakaan kerja. Menggunakan body hardness, sarung tangan, helm proyek, kacamata pelindung merupakan bagian dari penerapan APD terkait K3.

2.2.7 Job Safety Analysis (JSA)

Setelah diketahui kegiatan atau item pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi, selanjutnya dilakukan tindakan lanjutan dengan menggunakan metode *Job Safety Analysis (JSA)*. Penerapan metode ini bertujuan untuk meminimalkan potensi terjadinya kecelakaan kerja pada kegiatan atau pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi. (Roughton & Mercurio, 2002) menjelaskan bahwa *Job Safety Analysis* merupakan suatu metode analisis bahaya terhadap suatu pekerjaan dengan teknik yang berfokus pada tugas kerja sebagai upaya untuk mengidentifikasi potensi bahaya sebelum terjadinya insiden atau kecelakaan kerja. Metode ini menekankan pada keterkaitan antara pekerja, tugas yang dilakukan, peralatan yang digunakan, serta lingkungan kerja tempat aktivitas tersebut berlangsung.

Setelah dilakukan identifikasi terhadap bahaya yang belum dapat dikendalikan, selanjutnya ditetapkan langkah-langkah pengendalian untuk menghilangkan atau mengurangi tingkat risiko hingga berada pada batas yang dapat diterima oleh pekerja. Penerapan metode JSA memiliki beberapa manfaat dan keunggulan, antara lain memberikan pemahaman yang seragam kepada pekerja

mengenai cara melakukan pekerjaan dengan aman, menjadi elemen penting dalam daftar keselamatan kerja, serta membantu dalam penyusunan dan pendokumentasian prosedur keselamatan kerja secara sistematis (Friend & Kohn, 2007).

Prosedur pelaksanaan JSA terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pemilihan pekerjaan yang akan dianalisis, pembagian pekerjaan ke dalam langkah-langkah kerja, identifikasi bahaya dan potensi kecelakaan kerja pada setiap langkah, serta pengembangan solusi atau tindakan pengendalian yang sesuai (Jannah, 2017).

Template *Job Safety Analysis* yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2.5 *Job Safety Analysis*

Pekerjaan		:	
APD		:	
Fasilitas / peralatan		:	
Proses		Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan
1			
2			

Pada tabel *Job Safety Analysis* (JSA) tersebut disajikan beberapa informasi penting, antara lain nama pekerjaan yang dianalisis, alat pelindung diri (APD) yang diperlukan, fasilitas atau peralatan yang digunakan, serta tahapan pelaksanaan kegiatan atau pekerjaan. Selain itu, tabel tersebut juga memuat jenis potensi bahaya yang dapat muncul pada setiap aktivitas atau tahapan pekerjaan, disertai dengan

tindakan atau prosedur keselamatan yang direkomendasikan sebagai upaya untuk meminimalkan tingkat risiko dari potensi bahaya yang mungkin terjadi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT YOGYA AERO KOMPOSIT INDUSTRI (PT. YAKI) yang berlokasi di Jl. Sambisari Timur, Sambisari, Purwomartani, Kec. Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55571. Pada penelitian ini difokuskan pada proses pembuatan pesawat *drone*. Objek penelitian ini adalah seluruh aktivitas dalam proses produksi, mulai dari pengolahan bahan baku hingga menjadi produk jadi. Penelitian dilaksanakan di PT. YAKI dengan tujuan untuk mengidentifikasi berbagai potensi bahaya yang mungkin terjadi selama proses produksi, serta menentukan bentuk pengendalian yang diperlukan untuk meminimalkan risiko bahaya.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah PT. YAKI. Subjek penelitian berperan sebagai sumber data dalam kegiatan identifikasi dan pengendalian bahaya yang berpotensi terjadi selama proses produksi berlangsung. Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung di lapangan serta wawancara dengan para pekerja yang terlibat dalam proses produksi pesawat *drone* di PT. YAKI.

3.3 Jenis Data

Dalam proses pengumpulan data, jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer merupakan data lapangan yang diperoleh secara langsung dari PT. YAKI. Untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lokasi penelitian serta wawancara dengan para pekerja yang terlibat dalam proses produksi di PT. YAKI. Selain itu observasi juga dilakukan dengan mengamati penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di lingkungan kerja serta pelaksanaan proses produksi. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi seluruh aktivitas

dalam proses produksi, jenis-jenis bahaya yang berpotensi terjadi, serta kondisi lingkungan kerja di PT. YAKI. Metode pengolahan data yang dikumpulkan dalam penelitian ini diperoleh dengan cara sebagai berikut :

1. Observasi

Observasi dapat diartikan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap unsur – unsur yang Nampak dalam suatu gejala pada objek penelitian (Widoyoko, 2014) pada penelitian kali ini, observasi dilakukan mengenai Kesehatan dan keselamatan kerja pada pekerja di PT. YAKI.

2. Wawancara

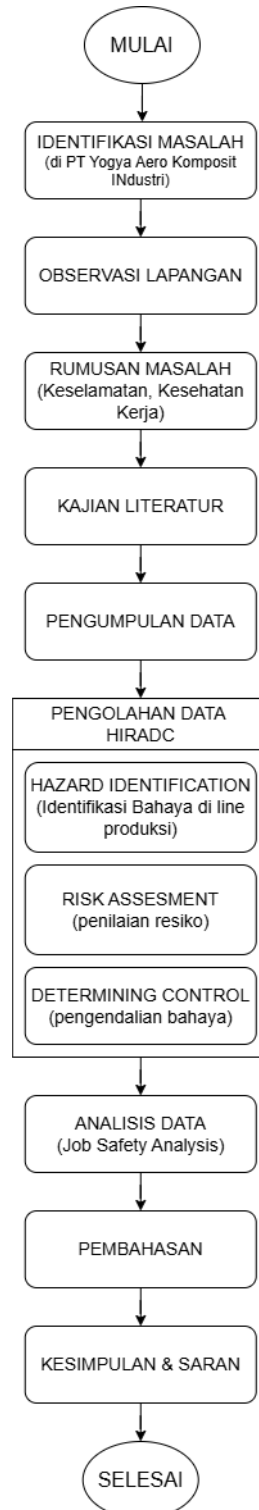
Wawancara adalah cara sistematis guna memperoleh informasi – informasi dalam bentuk pertanyaan – pertanyaan lisan tentang suatu objek atau peristiwa masa lalu, masa kini, dan masa akan datang.

3. Studi literatur

Studi literatur dilakukan sebagai data pendukung untuk membantu peneliti dalam memperoleh landasan teori dan informasi yang relevan dengan topik penelitian. Sumber literatur yang digunakan meliputi buku, hasil penelitian ilmiah, artikel, serta jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

3.4 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian yang dilakukan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari alur penelitian di atas adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah

Tahap awal penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan. Permasalahan tersebut dapat berkaitan dengan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3), efisiensi proses produksi, maupun kualitas produk yang dihasilkan. Data awal diperoleh melalui observasi langsung di lapangan serta wawancara dengan pihak-pihak terkait di perusahaan.

2. Observasi

Menentukan objek yang digunakan serta melakukan pemangamatan pada objek penelitian guna mengetahui sumber – sumber bahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan di lapangan

3. Perumusan Masalah

Setelah permasalahan teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah merumuskan masalah dalam bentuk pertanyaan penelitian atau tujuan penelitian. Tahap ini bertujuan untuk memfokuskan arah penelitian agar lebih terstruktur dan terarah pada upaya penyelesaian permasalahan yang relevan.

4. Kajian Literatur

Pada tahap ini dilakukan penelusuran literatur dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal ilmiah, dan standar atau regulasi industri. Kajian literatur bertujuan untuk memperoleh landasan teori serta metode atau pendekatan yang relevan dengan topik penelitian, termasuk penelitian-penelitian terdahulu yang sejenis.

5. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan menganalisis setiap tahapan proses produksi di PT. YAKI. Kegiatan ini meliputi pengamatan terhadap alur kerja, bahan yang digunakan, teknologi yang diterapkan, serta potensi risiko yang dapat muncul selama proses produksi. Pemahaman yang komprehensif terhadap proses produksi diperlukan untuk mengidentifikasi potensi bahaya secara lebih rinci.

6. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control). Metode ini digunakan secara sistematis untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan langkah pengendalian guna meminimalkan risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (PAK). Proses pengolahan data dibagi menjadi tiga tahapan utama sebagai berikut.

6.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Tahap pertama adalah memetakan dan mengidentifikasi seluruh potensi bahaya yang ada di setiap aktivitas kerja atau area operasional. Data diperoleh melalui observasi lapangan secara langsung, wawancara dengan pekerja/supervisor, serta peninjauan dokumen. Potensi bahaya yang diidentifikasi dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, seperti bahaya Fisik (kebisingan, suhu ekstrem, pencahayaan, radiasi), bahaya Kimia (debu, uap bahan kimia, cairan korosif), bahaya ergonomi (posisi kerja janggal, pengangkatan beban berat secara manual).

6.2 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko dilakukan untuk menentukan tingkat signifikansi dari masing-masing bahaya tersebut. Penilaian risiko dihitung menggunakan rumus 2.1. Matriks penilaian risiko mengkategorikan tingkat risiko ke dalam tingkatan *low risk* (risiko rendah), *moderate risk* (risiko sedang), *high risk* (risiko tinggi), *extreme risk* (risiko sangat tinggi)

6.3 Pengendalian Bahaya (*Determining Control*)

Pengendalian yang tepat untuk menurunkan tingkat risiko hingga mencapai batas yang dapat diterima (*acceptable risk*). Penentuan ini didasarkan pada prinsip Hierarki Pengendalian K3 (ISO 45001) yang disusun secara berurutan dari efektivitas tertinggi hingga terendah. Eliminasi, menghilangkan sumber bahaya sepenuhnya dari tempat kerja (misalnya, membuang mesin yang rusak). Substitusi, mengganti bahan, proses, atau peralatan berbahaya dengan yang lebih aman (misalnya, mengganti bahan kimia pelarut organik dengan yang berbahan dasar air). Rekayasa teknik (*engineering control*), melakukan

modifikasi desain alat atau lingkungan kerja (misalnya, memasang pelindung mesin atau sistem ventilasi pembuangan). Alat pelindung diri (APD) menyediakan perlengkapan pelindung bagi pekerja sebagai pertahanan terakhir (misalnya, helm, masker, sarung tangan, *safety shoes*).

7. Analisis Data (*Job Safety Analysis*)

Job Safety Analysis (JSA) didefinisikan sebagai metode sistematis untuk menganalisis prosedur kerja suatu pekerjaan guna mengidentifikasi bahaya potensial dan menentukan pengendalian terbaik sebelum bahaya tersebut menyebabkan kecelakaan kerja. Penentuan prioritas tugas yang dianalisis didasarkan pada kriteria frekuensi kecelakaan, tingkat keparahan (*severity*) pekerjaan baru dan pekerjaan non-rutin. Frekuensi kecelakaan, sering menyebabkan kecelakaan atau nyaris celaka (*near-miss*). Tingkat keparahan (*severity*) pekerjaan yang berpotensi menyebabkan cedera fatal, cacat, atau penyakit akibat kerja yang parah, meskipun jarang terjadi. Pekerjaan baru atau modifikasi tugas-tugas baru, proses yang mengalami perubahan prosedur, atau penggunaan peralatan baru. Pekerjaan non-rutin aktivitas perawatan (*maintenance*) berkala atau perbaikan darurat yang jarang dilakukan oleh pekerja.

8. Pembahasan

Peneliti mengevaluasi efektivitas pengendalian bahaya yang diusulkan serta dampaknya terhadap tingkat risiko di PT. YAKI. Hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko dibandingkan dengan standar dan regulasi keselamatan kerja yang berlaku untuk memastikan kesesuaiannya. Selain itu, dibahas pula dampak penerapan pengendalian bahaya terhadap keselamatan pekerja dan kelancaran proses produksi, serta diidentifikasi kendala atau tantangan yang muncul selama pelaksanaan pengendalian.

9. Kesimpulan dan Saran

Peneliti menyimpulkan temuan-temuan utama terkait potensi bahaya signifikan serta tingkat risiko yang memengaruhi keselamatan dan operasional di PT. YAKI. Selanjutnya disusun rekomendasi pengendalian bahaya dengan tingkat efektivitas yang bervariasi. Penelitian ini juga memberikan saran untuk

perbaikan jangka pendek dan jangka panjang, seperti peningkatan pelatihan K3 bagi pekerja, penggunaan alat pelindung diri (APD) yang sesuai, serta pemantauan berkala terhadap penerapan pengendalian bahaya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilaksanakan di PT. YAKI yang secara spesifik berpusat pada Departemen Produksi dan Departemen SPV Produksi. Proses pengumpulan data dilakukan dalam rentang waktu 1 November 2025 hingga 1 desember 2025, dengan proporsi pelaksanaan sebesar 50% secara daring (*online*) dan 50% secara luring (*offline*). Data diperoleh melalui serangkaian wawancara yang melibatkan pembimbing lapangan (SPV Produksi), kepala departemen, satu orang karyawan Departemen Produksi, serta dua orang karyawan Departemen SPV Produksi. Selain melalui wawancara, pengumpulan data turut dilaksanakan secara langsung di lapangan guna memperoleh informasi yang berkaitan dengan implementasi metode HIRADC, mencakup identifikasi jenis pekerjaan beserta tingkat risiko yang terdapat pada setiap aktivitas kerja, serta kegiatan observasi lapangan untuk memenuhi kebutuhan data dalam penerapan metode HIRADC dan *Job Safety Analysis* (JSA).

4.1.1 Deskripsi Perusahaan

PT. YAKI merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur komposit karbon yang berkedudukan di Yogyakarta dan didirikan pada tahun 2025 oleh para pelaku industri yang memiliki minat mendalam di bidang aviasi. Perusahaan ini memusatkan aktivitas usahanya pada perancangan dan produksi material komposit serat karbon untuk berbagai komponen aviasi, salah satunya *drone*. PT. YAKI telah berhasil mengembangkan produk komposit karbon berkualitas tinggi. Perusahaan ini menegaskan komitmennya terhadap penggunaan bahan baku berkualitas tinggi serta penerapan teknologi mutakhir dalam proses produksi, guna menghasilkan produk yang tidak hanya memenuhi aspek estetika, tetapi juga memiliki nilai fungsionalitas yang optimal. Perusahaan ini pun senantiasa membuka diri terhadap masukan dari konsumen sebagai landasan dalam upaya peningkatan kualitas produk dan pemenuhan kebutuhan pasar yang terus berkembang.

4.1.2 Gambaran Kegiatan Proses Produksi

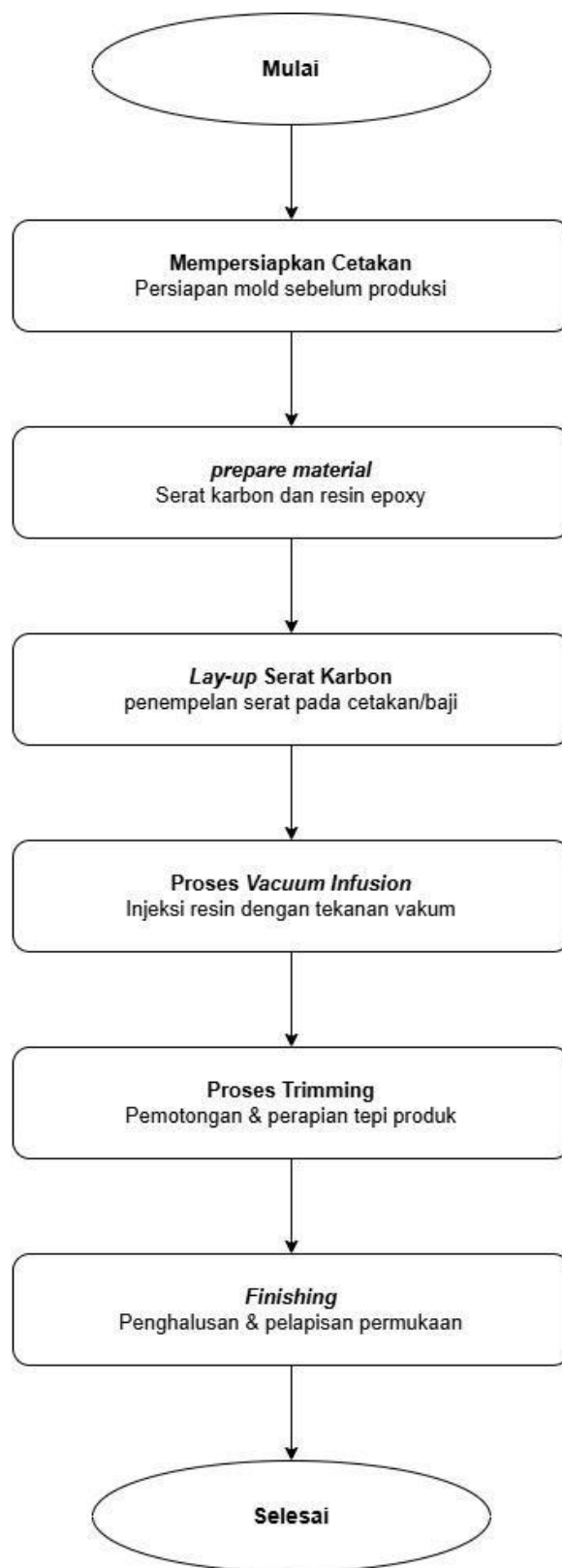
Jam kerja pada kegiatan proses produksi pada PT. YAKI selama 6 hari kerja dalam satu minggu yang dimulai pada hari Senin – Sabtu dengan waktu jam kerja selama 7 jam kerja dalam sehari, dimulai pukul 08:00 – 16:00 WIB, dengan waktu istirahat selama 1 jam sehari, dari jam 12:00 – 13:00. Untuk mempermudah visualisasi berikut disajikan tabel :

Tabel 4.1 Jadwal Kegiatan Produksi PT. YAKI

Hari	Waktu	Lama Istirahat
Senin	08:00-16:00	1 Jam
Selasa	08:00-16:00	1 Jam
Rabu	08:00-16:00	1 Jam
Kamis	08:00-16:00	1 Jam
Jumat	08:00-16:00	1 Jam
Sabtu	08:00-16:00	1 Jam

4.1.3 Proses Produksi

Berikut merupakan kegiatan proses produksi yang dilakukan pada PT. YAKI :

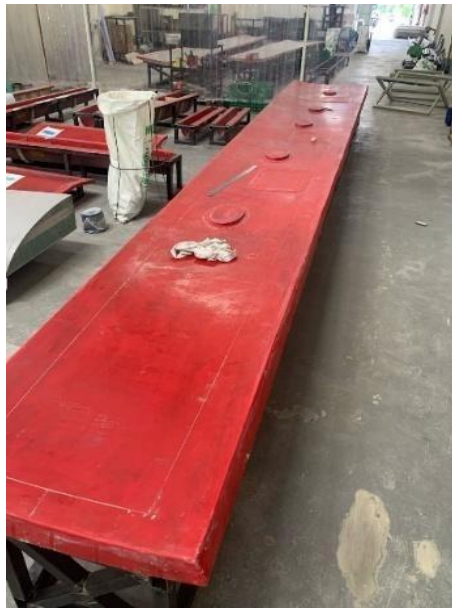


Gambar 4.1 *Flowchart* Alur Proses Produksi

Berikut merupakan penjelasan dari diagram proses produksi diatas:

1. Mempersiapkan Cetakan (*Prepare Mold*)

Tahapan ini dilaksanakan dengan mempersiapkan cetakan (*mold*) sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan berdasarkan permintaan pelanggan. Tahapan ini memiliki peranan yang sangat krusial dalam keseluruhan proses produksi, karena menentukan hasil akhir permukaan produk dan kualitasnya. Berikut adalah visualisasi dari persiapan cetakan :



Gambar 4.2 Aktivitas (*Prepare Mold*)

2. Proses *Prepare Material*

Tahapan ini dilaksanakan melalui proses penyiapan seluruh material yang diperlukan dalam kegiatan produksi selanjutnya. Tahapan ini juga mencakup penempelan label pada material. Berikut adalah visualisasi dari *prepare material* material :



Gambar 4.3 Aktivitas cutting material

3. Proses *Lay-up* serat karbon

Tahapan ini dilaksanakan melalui proses *lay-up* serat karbon pada permukaan cetakan/*molding* dengan menyusun serat karbon secara berlapis (*carbon fiber fabric*) di atas cetakan sesuai dengan spesifikasi desain yang telah ditentukan. Berikut adalah visualisasi dari *lay-up* serat karbon pada cetakan :



Gambar 4.4 Aktivitas *lay-up* serat karbon

4. Proses *Vacuum Infusion*

Pada tahapan proses ini seluruh permukaannya ditutup menggunakan membran vakum (*vacuum bag*) yang disegel secara rapat untuk mencegah kebocoran udara. Pompa vakum kemudian dinyalakan untuk menghisap seluruh udara di dalam membran sehingga tercipta kondisi bertekanan rendah di dalam sistem. Kondisi tersebut memungkinkan resin mengalir masuk melalui saluran yang telah disiapkan dan meresap secara merata ke seluruh lapisan serat karbon akibat perbedaan tekanan yang terjadi. Setelah resin terdistribusi secara merata, produk dibiarkan mengeras (*curing*) pada suhu dan durasi waktu tertentu hingga struktur komposit terbentuk sempurna. Berikut merupakan visualisasi dari proses *vacuum infusion* :



Gambar 4.5 Aktivitas proses *vacuum infusion*

5. Proses *Trimming*

Pada tahapan ini dilakukan proses pelepasan produk dari cetakan (*demold*) serta pengukuran dimensi produk dan pemotongan sisa material karbon yang berlebih pada proses sebelumnya. Berikut merupakan visualisasi dari proses *trimming* :



Gambar 4.6 Aktivitas proses *trimming*

6. Proses *Finishing*

Pada pada tahapan proses akhir adalah finising dengan cara pengamplasan guna memastikan bahwa surface produk dan tepi produk bersih dan tumpul sehingga memenuhi spesifikasi bentuk yang telah ditetapkan sebelumnya. Di samping itu, dilakukan pula proses penimbangan part karbon dan *painting clear*, sebagai upaya untuk meningkatkan tampilan estetika produk sehingga menghasilkan permukaan yang berkilap sekaligus meningkatkan ketahanan produk dalam jangka panjang.



Gambar 4.7 Aktivitas *finishing*

4.2 Pengolahan Data

Pengumpulan data dilaksanakan melalui proses identifikasi risiko dan penilaian risiko dengan menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC). Penerapan metode tersebut bertujuan untuk mengetahui besaran tingkat risiko yang terdapat pada setiap aktivitas kerja sebelum dilaksanakannya tindakan pengendalian, sehingga dapat dirumuskan langkah-langkah pengendalian yang tepat dan efektif guna meminimalkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Selanjutnya penyusunan tabel *Job Safety Analysis* (JSA) pada aktivitas pekerjaan yang teridentifikasi memiliki tingkat risiko tinggi, sebagai instrumen pendukung dalam upaya pengelolaan keselamatan dan kesehatan kerja secara sistematis dan terstruktur.

4.3 Identifikasi Risiko

Menurut (Chuzaini, 2020) identifikasi risiko merupakan suatu proses analisis yang dilaksanakan secara sistematis dan berkesinambungan dalam rangka mengidentifikasi potensi kerugian yang dapat mengancam keberlangsungan operasional suatu perusahaan atau lembaga, baik pada aktivitas yang sedang direncanakan, sedang dilaksanakan, maupun yang telah beroperasi. Proses

identifikasi risiko diawali dengan dua tahapan mendasar. Pertama, pemahaman mendalam mengenai konsep risiko itu sendiri, di mana risiko didefinisikan sebagai tingkat ketidakpastian atas terwujud atau tidak terwujudnya suatu tujuan dalam kurun waktu tertentu. Kedua, pengenalan terhadap berbagai jenis risiko yang pada umumnya dihadapi oleh setiap pelaku usaha, yang mencakup pendefinisian risiko-risiko yang berpotensi memberikan dampak terhadap jalannya suatu proyek serta pendokumentasian karakteristik dari masing-masing risiko yang teridentifikasi.

Identifikasi risiko dalam penelitian ini dilaksanakan melalui pengamatan langsung terhadap aktivitas pemasangan *dry carbon*. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, diperoleh beberapa potensi bahaya yang teridentifikasi, antara lain tertimpa material, tergores benda tajam, terpapar bahan kimia, tergelincir, terpapar debu material, serta potensi bahaya lainnya yang relevan. Hasil keseluruhan identifikasi risiko tersebut selanjutnya dirangkum dalam bentuk rekapitulasi terhadap objek penelitian sebagaimana disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.2 Potensi Bahaya Yang Telah Teridentifikasi

No.	Proses	Bahaya	Risiko
1	Mempersiapkan Cetakan	Tertimpa cetakan, tergores material tajam, cedera mekanis saat mengangkat cetakan	Luka, cedera tergores, luka memar
2	<i>Prepare</i> material	Terkena bahan kimia Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	Iritasi kulit dan mata, gangguan pernapasan luka, cedera, memar
3	<i>Lay-up</i> serat karbon	Melakukan aktivitas berulang tergores ujung material/cetakan, terkena bahan kimia, terhirup serpihan serat karbon, tergores gunting pada tangan/jari, kelelahan fisik dan mental	Kelelahan, tergores, cedera, luka-luka iritasi, gangguan pernapasan, jari terpotong/goresan, depresi, kurang fokus
4	Proses Vacuum Infusion	Terpapar tumpahan resin, kegagalan mesin vacuum	Iritasi kulit dan gangguan pernapasan
5	Proses Trimming	Terkena alat pemotong, terkena paparan debu material	Cedera panas, meledak Gangguan pernapasan
6	Finishing	Tergores oleh mesin <i>polish</i> , tergores saat pengamplasan	Jari terpotong/goresan, cedera goresan

4.4 Penilaian Risiko

Setelah tahapan Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*) dilaksanakan, proses selanjutnya adalah Penilaian Risiko (*Risk Assessment*) yang bertujuan untuk mengevaluasi besaran risiko beserta skenario dampak yang berpotensi ditimbulkannya. Penilaian risiko difungsikan sebagai langkah strategis dalam menentukan tingkat risiko (*Risk Rating*) dengan berpedoman pada standar *Australian Standard/New Zealand Standard For Risk Management* (AS/NZS 4360:2004). Terdapat dua parameter utama yang digunakan dalam proses penilaian risiko, yaitu kemungkinan terjadinya suatu kejadian (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan (*severity/consequence*)

Tahapan berikutnya adalah pelaksanaan analisis risiko yang bertujuan untuk menetapkan tingkat risiko melalui perhitungan nilai yang dihasilkan dari perpaduan dua faktor tersebut. Hasil perhitungan tingkat risiko dimaksud selanjutnya dapat dilihat secara rinci pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Tingkat Resiko

No.	Proses	Bahaya	L	C	RR
1	Mempersiapkan Cetakan	Tertimpa cetakan	2	2	L
		Cedera mekanisme saat mengangkat cetakan	2	2	L
2	Prepare material	Terkena bahan kimia	1	2	L
		Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	2	2	L
3	Lay-up serat karbon	Melakukan aktivitas berulang	3	1	L
		Tergores ujung material/cetakan	3	2	M
		Terkena bahan kimia (Lem)	2	2	L
		Terhirup serpihan serat karbon	3	2	M
		Tergores gunting pada tangan/jari	3	2	M
		Kelelahan fisik dan mental	3	1	L
4	Proses Vacuum Infusion	Terpapar bahan kimia resin	2	4	H
		Kegagalan mesin vacuum	1	4	H
5	Proses Trimming	Terkena paparan debu material	3	2	M
		Terkena alat pemotong (gerinda tangan)	1	4	H
6	Finishing	Tergores oleh mesin polish	2	2	L
		Tergores saat pengamplasan	3	1	L

4.4.1 Hazard Identification Risk Assesment (HIRADC)

HIRADC merupakan salah satu persyaratan wajib yang harus dipenuhi dalam penerapan standar OHSAS 18001:2007 (klausul 4.3.1) dan ISO 14001:2004. Standar OHSAS 18001:2007 juga mewajibkan setiap perusahaan untuk melakukan peninjauan ulang terhadap HIRADC sekurang-kurangnya satu kali dalam setahun. HIRADC dapat diuraikan ke dalam beberapa komponen utama, yakni identifikasi bahaya (*Hazard Identification*), penilaian risiko (*Risk Assessment*), serta penetapan pengendalian risiko (*Risk Control*). Hasil yang diperoleh dari proses HIRADC selanjutnya dijadikan sebagai landasan utama dalam penyusunan tujuan dan target Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), yaitu mencegah, meminimalkan, bahkan meniadakan risiko kecelakaan kerja (*zero accident*) yang menjadi sasaran yang ingin dicapai oleh setiap perusahaan maupun industri.

Setelah seluruh kegiatan atau pekerjaan teridentifikasi, dilakukan pengendalian risiko pada setiap aktivitas kerja melalui penyusunan tabel HIRADC guna menghitung nilai tingkat risiko sebelum dan sesudah dilaksanakannya tindakan pengendalian pada masing-masing pekerjaan. Dalam proses penyusunan tabel HIRADC tersebut, penulis didampingi oleh tenaga ahli di bidang *Health, Safety, and Environment* (HSE), yaitu Bapak Uaish selaku Ketua Departemen HSE di PT. YAKI, yang turut berperan aktif dalam memverifikasi dan memvalidasi penyusunan tabel HIRADC agar sesuai dengan kondisi aktual di lapangan serta memenuhi standar penerapan K3 yang berlaku di perusahaan. Hasil penyusunan tabel HIRADC secara lengkap dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.4 HIRADC

No	Proses	Bahaya	Penilaian Risiko		Σ	Level	Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		Σ	Level
1	Mempersi apkan Cetakan	Tertimpa cetakan	2	2	4	L	Tambahkan prosedur pengamanan alat angkat sebelum digunakan. Gunakan alat bantu angkat seperti <i>suction cup filter</i> .	1	2	2	L
		Cedera mekanisme saat mengangkat cetakan	2	2	4	L	Lakukan pelatihan rutin tentang ergonomi dan teknik pengangkatan aman bagi pekerja.	1	2	2	L
2	Prepare Material	Terkena bahan kimia	1	2	2	L	Sediakan area pencucian darurat (<i>emergency eyewash</i>) dan <i>shower</i> untuk kasus paparan bahan kimia. Gunakan sarung tangan tahan bahan kimia, <i>goggles</i> , dan masker.	1	2	2	L
		Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	2	2	4	L		1	2	2	L
3	Lay-up Serat Karbon	Melakukan aktivitas berulang	3	1	3	L	Pasang rambu peringatan di area penyimpanan bahan kimia dan sediakan bahan penyerap tumpahan di lokasi kerja.	2	1	2	L
		Tergores ujung material/cetakan	3	2	6	M	Lakukan rotasi kerja untuk mengurangi beban fisik berulang dan lakukan pemeriksaan kesehatan ergonomis berkala. Pastikan adanya postur kerja ergonomis.	2	2	4	L
		Terkena Lem	2	2	4	L	Lakukan inspeksi rutin pada cetakan untuk memastikan tidak ada ujung tajam	1	2	2	L

No	Proses	Bahaya	Penilaian Risiko		Σ	Level	Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		Σ	Level
		Terhirup serpihan serat karbon	3	2	6	M	Sediakan pelatihan penggunaan bahan kimia dan tempatkan lem di area	2	2	2	L
		Tergores gunting pada tangan/jari	3	2	6	M	Gunakan sarung tangan pelindung. Buat kebijakan penyimpanan alat tajam di tempat khusus setelah selesai digunakan untuk meminimalkan risiko kontak.	1	2	2	L
		Kelelahan fisik dan mental	3	1	3	L	Sediakan ruang istirahat yang nyaman dan dorong pekerja untuk menggunakan alat pelindung ergonomis seperti kursi pendukung.	2	1	2	L
4	Proses Vacuum Infusione	Terpapar bahan kimia resin	2	4	8	H	Gunakan sarung tangan (anti potong) Pasang sensor keamanan pada alat pemotong (misalnya sensor deteksi tangan) untuk mencegah kecelakaan.	1	3	3	M
		Kegagalan mesin vacuum	1	4	4	H	bahan kimia otomatis (detektor gas/serpihan resin).	2	3	6	M
5	Proses Trimming	Terkena paparan debu material	3	2	6	M	Lakukan inspeksi berkala dengan daftar periksa (<i>checklist</i>) untuk memantau kondisi mesin <i>vacuum</i> dan sistem pendukungnya, serta gunakan alat pelindung panas (<i>vest</i>) saat bekerja di sekitar mesin.	2	3	6	M
		Terkena alat pemotong (gerinda tangan)	1	4	4	H	Gunakan masker pernapasan dan tambahkan pelindung <i>enclosure</i> pada mesin pemotong untuk mengurangi penyebaran debu.	2	2	4	L

No	Proses	Bahaya	Penilaian Risiko		Σ	Level	Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		Σ	Level
6	Proses <i>Finnishing</i>	Tergores oleh alat polish	2	2	4	L	Gunakan APD lengkap dan pastikan pelatihan keselamatan khusus alat polish dilakukan dan operator memiliki sertifikasi kerja aman untuk alat tersebut.	1	2	2	L
		Tergores saat pengamplasan	3	1	3	L	Gunakan pelindung tangan dan masker. Sediakan area kerja terpisah untuk proses pengamplasan guna meminimalkan potensi kecelakaan dengan alat atau bahan lainnya.	1	1	1	L

Berdasarkan hasil penilaian risiko yang tersaji pada tabel di atas, diketahui bahwa terdapat beberapa aktivitas kerja yang memiliki nilai kategori risiko tinggi, yakni pada proses vacuum infusion dan penggunaan alat pemotong (gerinda tangan), di mana kedua proses tersebut terklasifikasi ke dalam kategori Risiko Tinggi. Potensi bahaya yang teridentifikasi pada proses tersebut adalah paparan bahan kimia resin dengan nilai *likelihood* sebesar 2 dan nilai *consequences* sebesar 4.

Setelah diterapkannya tindakan pengendalian, hasilnya terbukti efektif dalam mereduksi sebagian besar tingkat risiko ke level yang dapat diterima. Kategori Risiko Tinggi berhasil dieliminasi, dan sejumlah besar aktivitas kerja berhasil diturunkan ke dalam kategori risiko rendah. Meskipun demikian, risiko pada kategori sedang seperti paparan bahan kimia resin masih tetap ada mengingat tingkat konsekuensi yang ditimbulkannya masih tergolong signifikan. Oleh karena itu, diperlukan rekomendasi pengendalian tambahan yang mencakup peningkatan pengendalian secara teknis maupun administratif guna lebih mengoptimalkan tingkat keselamatan kerja secara menyeluruh.

4.4.2 Job Safety Analysis (JSA)

Job Safety Analysis (JSA) merupakan suatu metode yang diterapkan untuk melakukan pengkajian risiko secara sistematis pada setiap tahapan aktivitas atau pekerjaan yang akan dilaksanakan. Penerapan metode JSA diperlukan sebagai upaya untuk mengidentifikasi potensi bahaya beserta dampak yang ditimbulkannya, sekaligus menetapkan tindakan pengendalian yang tepat guna mencegah terjadinya kejadian yang tidak diinginkan dalam pelaksanaan pekerjaan yang memiliki tingkat risiko ekstrem.

Berdasarkan hasil penilaian risiko yang telah diuraikan sebelumnya, diketahui terdapat tiga aktivitas pekerjaan yang teridentifikasi memiliki tingkat risiko tinggi, yaitu paparan bahan kimia resin, kegagalan mesin, serta kontak dengan alat pemotong (gerinda tangan). Oleh karena itu, dalam penyusunan JSA ini setiap tahapan pekerjaan didefinisikan secara terperinci dan komprehensif. Mengingat perusahaan belum menerapkan metode JSA sebelumnya, maka

pendefinisian tahapan aktivitas pekerjaan dilakukan melalui wawancara langsung dengan tenaga ahli di bidang *Health, Safety, and Environment* (HSE), yaitu Bapak Uais selaku Ketua Departemen HSE di PT. YAKI. Berikut merupakan hasil penyusunan *Job Safety Analysis* yang telah disusun pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.5 JSA Pada Proses Mempersiapkan Cetakan

Pekerjaan		:	Proses mempersiapkan cetakan	
APD		:	Sarung tangan pelindung, helm <i>safety</i>, sepatu <i>safety</i>, sabuk penyangga punggung	
Fasilitas / peralatan		:	<i>Hoist, trolley</i>, peralatan pengunci cetakan	
Proses			Potensi Bahaya	prosedur keselamatan
1	Proses Mempersiapkan Cetakan		Tertimpa Cetakan	Gunakan sarung tangan pelindung, sepatu <i>safety</i> , pastikan cetakan stabil sebelum diangkat.
			Cedera mekanisme saat mengangkat cetakan	Gunakan sabuk penyangga punggung, terapkan teknik yang benar.

Visualisasi alat yang digunakan pada tabel 4.5 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.6 Peralatan Proses Mempersiapkan Cetakan

No	Nama Alat	Gambar	Kegunaan
1	Sarung Tangan		Mengurangi resiko cedera akibat tertimpa cetakan
2	sepatu <i>safety anti slip</i>		Mengurangi resiko cedera akibat tertimpa cetakan
3	Sabuk Penyangga Punggung		Mengurangi resiko cedera mekanisme saat mengangkat cetakan

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan kedua, yaitu proses *prepare material* yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.7 JSA Proses *Prepare Material*

Pekerjaan		:	Proses <i>Prepare Material</i>	
APD		:	Sarung tangan anti kimia, masker respirator, kacamata pelindung, pakaian pelindung tahan bahan kimia	
Fasilitas / peralatan		:	<i>Exhaust fan</i> , rak penyimpanan bahan kimia, peralatan penakar bahan kimia.	
Proses			Potensi Bahaya	prosedur keselamatan
1	<i>Prepare Material</i>		Terkena Bahan Kimia	Gunakan sarung tangan tahan bahan kimia dan masker respirator, menyediakan ventilasi yang baik.
			Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	Segera bersihkan tumpahan, gunakan sepatu <i>anti-slip</i> , dan sediakan alas <i>anti-slip</i>

Visualisasi alat yang digunakan pada tabel 4.7 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.8 Peralatan Proses *Prepare Material*

No	Nama Alat	Gambar	Kegunaan
1	Sarung Tangan		Mengurangi resiko terkena bahan kimia yang berbahaya
2	sepatu <i>safety anti-slip</i>		Mengurangi resiko terjatuh akibat menginjak bahan kimia
3	<i>Respirator</i>		Mengurangi resiko terpapar bahan kimia melalui pernafasan

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan ketiga, yaitu proses *Lay-up* serat karbon yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.9 JSA Proses *Lay-up* Serat Karbon

Pekerjaan		:	Proses <i>Lay-up</i> Serat Karbon	
APD		:	Sarung tangan pelindung, masker respirator	
Fasilitas / peralatan		:	Alat <i>press roller</i>, alat pemotong serat karbon	
Proses			Potensi Bahaya	prosedur keselamatan
1	<i>Lay-up</i> Serat Karbon		Melakukan aktivitas berulang	Lakukan rotasi kerja secara berkala untuk menghindari kelelahan, pastikan adanya postur kerja ergonomis
			Tergores Ujung Material	Gunakan pelindung tangan dan pelindung tubuh
			Terkena bahan Kimia	Gunakan masker sarung tangan, kacamata dan ventilasi yang baik
			Terhirup Serpihan Serat Karbon	Gunakan masker pernapasan, kacamata dan sediakan sistem filtrasi udara di area kerja
			Tergores gunting pada tangan atau jari	Gunakan sarung tangan pelindung,

Pekerjaan	:	proses <i>Lay-up</i> Serat Karbon	
APD	:	sarung tangan pelindung, masker respirator	
Fasilitas / peralatan	:	alat <i>press roller</i>, alat pemotong serat karbon	
Proses		Potensi Bahaya	prosedur keselamatan
			• pastikan pemotong tajam disimpan dengan aman • Terapkan waktu istirahat yang cukup dan rotasi

Visualisasi alat yang digunakan pada tabel 4.9 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.10 Peralatan Proses *Lay-up* Serat Karbon

No	Nama Alat	Gambar	Kegunaan
1	Sarung Tangan		Mengurangi resiko terkena benda tajam dan bahan kimia berbahaya

No	Nama Alat	Gambar	Kegunaan
2	Kacamata		Mengurangi resiko terkena benda tajam, serat karbon dan bahan kimia berbahaya pada area mata
3	Masker Medis		Mengurangi resiko terhirup bahan kimia berbahaya, serat karbon

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan keempat, yaitu proses *vacuum infusion* yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.11 Proses *Vacuum Infusion*

Pekerjaan		:	<i>Vacuum Infusion</i>
APD		:	Sarung tangan pelindung, masker respirator, goggles, pakaian pelindung anti serat, pelindung wajah.
Fasilitas / peralatan		:	Resin perekat, mesin <i>vacuum infusion</i>, pompa <i>vacuum</i>, alat penekan, alat injeksi resin, <i>exhaust fan</i>.
Proses		Potensi Bahaya	prosedur keselamatan
1	Proses <i>Vacuum Infusion</i>	Terpapar bahan kimia resin	Gunakan sarung tangan tahan kimia dan ventilasi yang baik.
		Kegagalan (ledakan) mesin <i>vacuum</i>	• Lakukan pemeriksaan mesin secara berkala. • Gunakan alat pelindung panas saat bekerja di sekitar mesin.

Visualisasi alat yang digunakan pada tabel 4.11 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.12 Peralatan Proses *Vacuum Infusion*

No	Nama Alat	Gambar	Kegunaan
1	Sarung Tangan		Mengurangi resiko terkena bahan kimia berbahaya
2	Apron		Mengurangi resiko terkena panas pada area tubuh

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan kelima, yaitu proses *trimming* yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.13 Proses *Trimming*

Pekerjaan		:	Proses <i>trimming</i>			
APD		:	Sarung tangan, masker respirator, kacamata pelindung, sepatu <i>safety</i>			
Fasilitas / peralatan		:	Mesin pemotong (gergaji listrik, pemotong manual), sistem penyedot debu, alat ukur presisi			
Proses		Potensi Bahaya			prosedur keselamatan	
1	Proses <i>trimming</i>	1.1	Terkena paparan debu material		1.1.1	Gunakan masker pernapasan dan pastikan ventilasi atau sistem penyedot debu di tempat kerja.
		1.2	Terkena alat pemotong		1.2.1	• Gunakan sarung tangan anti-potong. • Pastikan mesin pemotong dilengkapi dengan pengaman

Visualisasi alat yang digunakan pada tabel 4.13 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.14 Peralatan Proses *Trimming*

No	Nama Alat	Gambar	Kegunaan
1	Masker Medis		Mengurangi resiko terhirup bahan kimia berbahaya dan debu serat karbon
2	Sarung Tangan		Mengurangi resiko terkena benda tajam
3	Baju Pelindung		Mengurangi resiko terkena benda tajam dan bahan kimia berbahaya pada area tubuh saat proses <i>trimming</i>

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan keenam, yaitu proses *finishing* yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.15 JSA Proses *Finishing*

Pekerjaan		:	<i>Finishing</i>			
APD		:	Sarung tangan, masker debu, kacamata pelindung.			
Fasilitas / peralatan		:	Mesin pengamplas manual atau otomatis, alat <i>polish</i>, sistem penyedot debu.			
Proses			Potensi Bahaya		prosedur keselamatan	
1	Proses <i>Finishing</i>	1.1	Tergores oleh alat <i>polish</i>		1.1.1	Gunakan APD lengkap (sarung tangan, pelindung wajah) saat menggunakan <i>polish</i>
		1.2	Tergores saat pengamplasan		1.2.1	Gunakan pelindung tangan dan masker. Pastikan ada alat pengaman pada mesin pengamplas otomatis

Visualisasi alat yang digunakan pada tabel 4.15 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.16 Peralatan Proses *Finishing*

No	Nama Alat	Gambar	Kegunaan
1	Sarung Tangan		Mengurangi resiko terkena benda tajam dan bahan kimia yang berbahaya
2	Sarung Tangan		Mengurangi resiko terkena benda tajam dan bahan kimia berbahaya pada area wajah
3	Masker Medis		Mengurangi resiko terhirup bahan kimia berbahaya

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 HIRADC

5.1.1 Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian

Penilaian risiko dilaksanakan dengan tujuan untuk menentukan tingkat risiko pada setiap aktivitas kerja sebelum diterapkannya tindakan pengendalian. Proses penilaian risiko tersebut ditinjau berdasarkan dua parameter utama, yaitu tingkat keparahan (*consequence*) dan tingkat kemungkinan (*likelihood*). Hasil perhitungan tingkat risiko yang telah diperoleh selanjutnya dievaluasi guna menetapkan kategorisasi risiko pada masing-masing aktivitas pekerjaan. Adapun rekapitulasi tingkat risiko pada pekerjaan pemasangan *dry carbon* sebelum dilaksanakannya tindakan pengendalian disajikan secara lengkap pada tabel sebagai berikut :

Tabel 5.1 Nilai Resiko Pada Proses Produksi

No.	Jenis Pekerjaan	Kategori Tingkat Risiko				Jumlah Bahaya
		Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrem	
1	Mempersiapkan Cetakan	2	-	-	-	2
2	<i>Prepare Material</i>	2	-	-	-	2
3	<i>Lay-up</i> Serat Karbon	3	3	-	-	6
4	Proses <i>Vacuum Infusione</i>	-	-	2	-	2
5	Proses <i>Trimming</i>	-	1	1	-	2
6	<i>Finishing</i>	2	-	-	-	2
Total Resiko Bahaya		9	4	3	0	16

Berdasarkan hasil rekapitulasi Tabel HIRADC, teridentifikasi sebanyak 16 risiko bahaya pada keseluruhan aktivitas pekerjaan. Adapun hasil penilaian tingkat risiko pada pekerjaan pemasangan *dry carbon* sebelum dilaksanakannya tindakan pengendalian dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Tahapan persiapan cetakan teridentifikasi memiliki 2 potensi bahaya, dengan 1 bahaya terklasifikasi ke dalam kategori tingkat risiko rendah.

2. Tahapan *Prepare Material* teridentifikasi memiliki 2 potensi bahaya, di mana keseluruhan bahaya tersebut terklasifikasi ke dalam kategori tingkat risiko rendah.
3. Tahapan *Lay-up Serat Karbon* teridentifikasi memiliki 6 potensi bahaya, dengan 3 bahaya terklasifikasi ke dalam kategori tingkat risiko rendah dan 3 bahaya lainnya terklasifikasi ke dalam kategori tingkat risiko sedang.
4. Tahapan proses *vacuum infusion* teridentifikasi memiliki 2 potensi bahaya, di mana keseluruhan bahaya tersebut terklasifikasi ke dalam kategori tingkat risiko tinggi.
5. Tahapan proses *trimming* teridentifikasi memiliki 2 potensi bahaya, dengan 1 bahaya terklasifikasi ke dalam kategori tingkat risiko sedang dan 1 bahaya lainnya terklasifikasi ke dalam kategori tingkat risiko tinggi.
6. Tahapan *finishing* teridentifikasi memiliki 2 potensi bahaya, di mana keseluruhan bahaya tersebut terklasifikasi ke dalam kategori tingkat risiko rendah.

Berdasarkan hasil terdapat data keseluruhan 16 bahaya dari 6 pekerjaan dari analisis HIRADC dijadikan ke dalam bentuk bilangan persentase maka didapatkan hasil data sebagai berikut :

1. Risiko Rendah = $(9 \text{ bahaya} / 16 \text{ total risiko bahaya}) \times 100\% = 56,25\%$
2. Risiko Sedang = $(4 \text{ bahaya} / 16 \text{ total risiko bahaya}) \times 100\% = 25\%$
3. Risiko Tinggi = $(3 \text{ bahaya} / 16 \text{ total risiko bahaya}) \times 100\% = 18,75\%$
4. Risiko Ekstrem = $(0 \text{ bahaya} / 16 \text{ total risiko bahaya}) \times 100\% = 0\%$

Berdasarkan hasil penilaian risiko, dapat diketahui bahwa data yang diperoleh masih menunjukkan kondisi sebelum pengendalian risiko dilakukan. Meskipun demikian, potensi bahaya tetap ada karena pada pekerjaan pemasangan *dry carbon* selalu terdapat kemungkinan munculnya risiko yang dapat terjadi sewaktu-waktu selama aktivitas kerja berlangsung.

Pengendalian yang diterapkan untuk mengurangi risiko, khususnya risiko cedera pada tangan akibat alat dan material kerja, antara lain penggunaan sarung tangan yang layak pada seluruh aktivitas kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD) secara lengkap dan benar sesuai prosedur kerja, serta pemberian penyuluhan dan pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) kepada tenaga kerja. Selain itu, setiap kategori risiko memerlukan penanganan yang tepat agar tingkat risiko dapat diminimalkan setelah tindakan pengendalian diterapkan.

Namun demikian, beberapa risiko masih berpotensi terjadi meskipun pengendalian telah dilakukan. Risiko dengan tingkat tinggi, seperti paparan bahan kimia resin dan bahaya akibat penggunaan mesin pemotong, tetap dapat muncul sewaktu-waktu selama pekerjaan berlangsung. Hal ini disebabkan karena risiko tersebut tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, meskipun pekerja telah menggunakan APD yang sesuai, seperti sarung tangan tahan bahan kimia, *respirator mask*, kacamata pelindung, dan pelindung wajah. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan yang berkelanjutan serta peningkatan kepatuhan terhadap prosedur K3 untuk memastikan risiko dapat dikendalikan pada tingkat yang dapat diterima.

5.1.2 Analisis Pengendalian Risiko yang Dilakukan

Setelah dilakukan penilaian dan analisis risiko menggunakan metode HIRADC, langkah selanjutnya adalah melakukan pengendalian risiko untuk mengurangi kemungkinan terjadinya bahaya di tempat kerja. Dalam menentukan pengendalian risiko, peneliti mengacu pada hierarki pengendalian yang meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, dan alat pelindung diri (APD) dengan menyesuaikan kondisi di lapangan.

Berdasarkan hasil penilaian risiko, upaya pengendalian yang diterapkan meliputi eliminasi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan APD. Pengendalian dilakukan dengan mengurangi sumber bahaya, memperbaiki kondisi kerja, menerapkan prosedur kerja yang aman, memberikan pelatihan K3 kepada pekerja, serta mewajibkan penggunaan APD sesuai dengan jenis pekerjaan. Dengan adanya pengendalian tersebut, diharapkan tingkat risiko dapat berkurang sehingga keselamatan dan kesehatan kerja dapat lebih terjamin.

Pada penelitian ini, upaya pengendalian yang dilakukan meliputi empat aspek, yaitu eliminasi, rekayasa teknik, administratif, dan alat pelindung diri (APD). Berikut adalah pengendalian yang diterapkan pada pekerjaan *dry carbon* di PT. YAKI.

1. Mempersiapkan Cetakan

Pada pekerjaan mempersiapkan cetakan, upaya pengendalian yang dilakukan meliputi :

- Rekayasa Teknik

Pengendalian dilakukan dengan menggunakan alat bantu angkat, seperti *suction cup lifter*, untuk mengurangi kontak langsung pekerja dengan cetakan yang memiliki beban berat serta meminimalkan risiko cedera saat proses pemindahan.

- Alat Pelindung Diri (APD)

Pekerja diwajibkan menggunakan sepatu keselamatan (*safety shoes*) dan sarung tangan pelindung selama bekerja untuk mengurangi risiko cedera akibat tertimpa atau tergores material.

2. *Prepare Material*

Pada pekerjaan *prepare material*, upaya pengendalian yang dilakukan meliputi beberapa aspek sebagai berikut :

- Rekayasa Teknik

Pengendalian dilakukan dengan menambahkan ventilasi khusus dan sistem drainase yang aman di area kerja untuk mengurangi paparan bahan kimia serta mencegah terjadinya genangan atau tumpahan bahan.

- Administratif

Pengendalian dilakukan dengan memasang rambu peringatan dan menyediakan prosedur evakuasi yang jelas untuk menangani keadaan darurat akibat paparan bahan kimia.

- Alat Pelindung Diri (APD)

Pekerja diwajibkan menggunakan *goggles*, sarung tangan pelindung, dan masker respirator untuk mengurangi risiko paparan

bahan kimia selama proses kerja.

3. *Lay-up* Serat Karbon

Pada pekerjaan *lay-up* serat karbon, upaya pengendalian yang diterapkan mencakup beberapa aspek sebagai berikut :

- Eliminasi

Pengendalian dilakukan dengan mengurangi pekerjaan manual yang bersifat berulang melalui penerapan proses yang lebih otomatis, sehingga risiko kelelahan dan gangguan muskuloskeletal dapat diminimalkan.

- Rekayasa Teknik

Pengendalian dilakukan dengan memasang sistem penyaringan udara menggunakan HEPA filter untuk mengurangi penyebaran dan paparan serpihan serat karbon di area kerja.

- Administratif

Pengendalian dilakukan melalui pemberian pelatihan mengenai ergonomi kerja serta penerapan rotasi pekerjaan guna mengurangi kelelahan dan meningkatkan efektivitas kerja pekerja.

- Alat Pelindung Diri (APD)

Pekerja diwajibkan menggunakan respirator, sarung tangan pelindung, dan pelindung mata sebagai upaya perlindungan terhadap paparan serpihan serat karbon, bahan kimia, maupun potensi cedera selama proses kerja.

4. Proses Vacuum Infusion

Pada pekerjaan *vacuum infusion*, upaya pengendalian yang diterapkan meliputi beberapa aspek sebagai berikut:

- Eliminasi

Pengendalian dilakukan dengan mengganti jenis resin yang berpotensi menghasilkan uap berbahaya dengan resin yang lebih aman bagi pekerja.

- Rekayasa Teknik

Pengendalian dilakukan dengan memasang detektor kebocoran

resin yang dilengkapi sistem alarm otomatis sebagai peringatan dini apabila terjadi kebocoran selama proses kerja.

- Administratif

Pengendalian dilakukan melalui inspeksi dan perawatan mesin vakum secara berkala menggunakan daftar pemeriksaan (*checklist*) yang telah ditetapkan.

- Alat Pelindung Diri (APD)

Pekerja diwajibkan menggunakan sarung tangan tahan bahan kimia serta pelindung panas untuk mengurangi risiko paparan bahan berbahaya dan suhu tinggi selama proses berlangsung.

5. Proses Trimming

Pada pekerjaan *trimming*, upaya pengendalian yang dilakukan meliputi beberapa aspek sebagai berikut:

- Eliminasi

Pengendalian dilakukan dengan memanfaatkan mesin pemotong otomatis untuk mengurangi kontak langsung pekerja dengan alat pemotong.

- Rekayasa Teknik

Pengendalian dilakukan dengan menambahkan pelindung (*enclosure*) pada mesin pemotong guna mengurangi penyebaran debu serta meminimalkan risiko kontak langsung dengan bagian mesin yang bergerak.

- Administratif

Pengendalian dilakukan melalui pemberian pelatihan penggunaan alat pemotong yang aman serta pengawasan secara rutin terhadap pelaksanaan prosedur kerja.

- Alat Pelindung Diri (APD)

Pekerja diwajibkan menggunakan masker respirator dan sarung tangan anti-potong untuk melindungi diri dari paparan debu dan risiko cedera akibat alat pemotong.

6. Finishing

Pada pekerjaan *finishing*, upaya pengendalian yang dilakukan meliputi beberapa aspek sebagai berikut:

- Eliminasi

Pengendalian dilakukan dengan menghilangkan penggunaan alat yang memiliki tingkat risiko tinggi apabila tidak diperlukan dalam proses kerja.

- Substitusi

Pengendalian dilakukan dengan mengganti alat pengamplasan biasa menggunakan alat yang memiliki desain pegangan ergonomis untuk meningkatkan kenyamanan dan mengurangi risiko kelelahan.

- Rekayasa Teknik

Pengendalian dilakukan dengan memisahkan area *finishing* dari proses kerja lainnya guna mengurangi potensi interaksi dengan sumber bahaya lain di lingkungan kerja.

- Administratif

Pengendalian dilakukan melalui pemberian pelatihan khusus mengenai penggunaan mesin *finishing* yang aman serta penerapan prosedur keselamatan kerja yang sesuai.

- Alat Pelindung Diri (APD)

Pekerja diwajibkan menggunakan pelindung mata, sarung tangan, dan masker selama proses *finishing* untuk mengurangi risiko cedera dan paparan debu.

5.1.3 Analisis Penilaian Risiko Sesudah Pengendalian

Pada tahapan ini diketahui berapa besar penurunan tingkat risiko terhadap potensi bahaya yang terjadi setelah dilakukan pengendalian risiko dengan pendekatan menggunakan metode HIRADC. Hasil penilaian level risiko setelah dilakukan pengendalian dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 5.2 Jumlah Tingkat Risiko Pada Tiap Proses Sesudah Pengendalian

No.	Jenis Pekerjaan	Kategori Tingkat Risiko				Jumlah Bahaya
		Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrem	
1	Mempersiapkan Cetakan	2	-	-	-	2
2	<i>Prepare Material</i>	2	-	-	-	2
3	<i>Lay-up</i> Serat Karbon	6	-	-	-	6
4	Proses <i>Vacuum Infusione</i>	-	2	-	-	2
5	Proses <i>Trimming</i>	1	1	-	-	2
6	<i>Finishing</i>	2	-	-	-	2
Total Resiko Bahaya		13	3	0	0	16

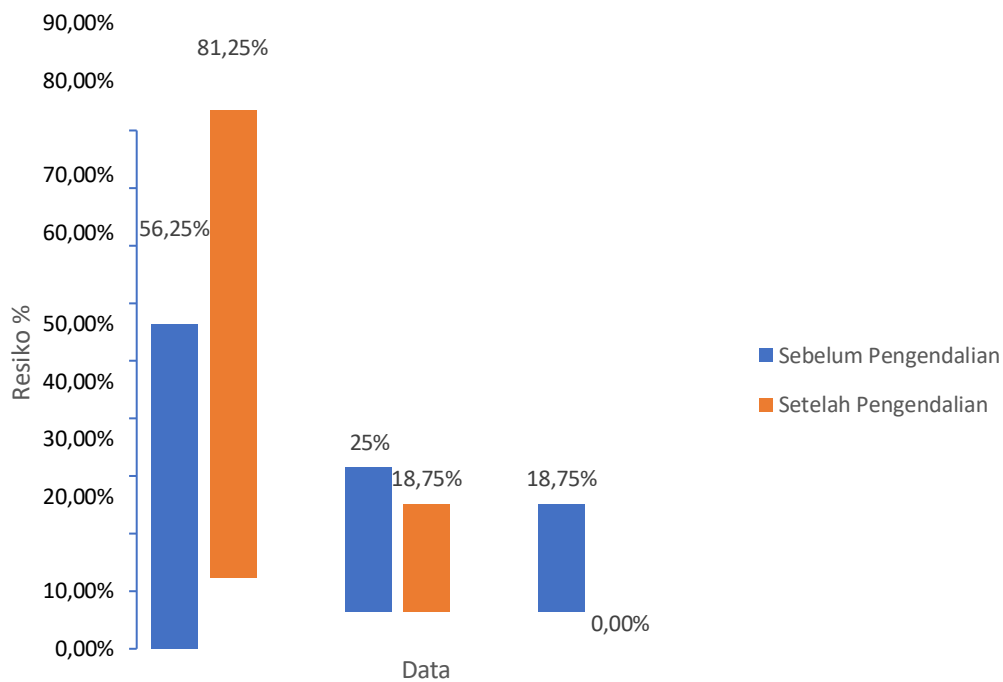
Setelah dilakukan pengendalian terhadap risiko bahaya, terjadi penurunan tingkat risiko pada setiap proses pekerjaan. Berdasarkan hasil penilaian risiko setelah pengendalian, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Tidak terdapat potensi bahaya yang termasuk dalam kategori risiko ekstrem (*extreme risk*).
2. Potensi bahaya yang termasuk dalam kategori risiko sedang (*moderate risk*) berjumlah 3 bahaya, yaitu terpapar bahan kimia resin dan kegagalan mesin vakum pada proses *vacuum infusion*, serta terkena alat pemotong pada proses *trimming*.
3. Potensi bahaya yang termasuk dalam kategori risiko rendah (*low risk*) berjumlah 13 bahaya, meliputi tertimpa cetakan dan cedera saat pengangkatan produk pada proses mempersiapkan cetakan terpapar bahan kimia dan tergelincir akibat tumpahan bahan kimia pada proses *prepare material* aktivitas berulang, tergores ujung material atau cetakan, terpapar lem atau resin, terhirup serpihan serat karbon, tergores gunting pada tangan atau jari, serta kelelahan fisik dan mental pada proses *lay-up* serat karbon terpapar debu material pada proses *trimming* serta tergores oleh alat *polish* saat pendempulan dan tergores saat pengamplasan pada proses *finishing*.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa pengendalian yang telah diterapkan mampu menurunkan tingkat risiko pada sebagian besar potensi

bahaya. Adapun persentase tingkat risiko setelah pengendalian adalah sebagai berikut:

1. Risiko Rendah = $(13 \text{ bahaya} / 16 \text{ total risiko bahaya}) \times 100\% = 81,25\%$
2. Risiko Sedang = $(3 \text{ bahaya} / 16 \text{ total risiko bahaya}) \times 100\% = 18,75\%$
3. Risiko Tinggi = $(0 \text{ bahaya} / 16 \text{ total risiko bahaya}) \times 100\% = 0\%$
4. Risiko Ekstrem = $(0 \text{ bahaya} / 16 \text{ total risiko bahaya}) \times 100\% = 0\%$



Gambar 5.1 Grafik Perbandingan Tingkat Resiko Sebelum Dan Sesudah Pengendalian

Berdasarkan hasil grafik perbandingan di atas, dapat disimpulkan bahwa tindakan pengendalian yang telah diterapkan terbukti efektif dalam mengalihkan sebagian besar tingkat risiko pada masing-masing aktivitas pekerjaan dalam proses pemasangan *dry carbon* dari kategori risiko tinggi ke kategori risiko rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa strategi pengendalian yang ditetapkan terhadap potensi bahaya yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja merupakan langkah yang krusial dalam upaya menjamin keselamatan dan kesehatan kerja secara menyeluruh.

5.2 Job Safety Analysis (JSA)

Tahapan JSA dalam penelitian ini mencakup penilaian risiko pada setiap aktivitas dalam proses pemasangan *dry carbon*, yang terdiri dari enam tahapan utama, yaitu persiapan cetakan, *prepare material*, *lay-up* serat karbon, proses *vacuum infusion*, *trimming*, dan *finishing*. Berikut merupakan pembahasan mengenai *Job Safety Analysis* (JSA) dari masing-masing tahapan tersebut di PT. YAKI :

1. Proses Persiapan Cetakan

Tahapan ini memegang peranan penting dalam menghasilkan cetakan berkualitas yang menjadi landasan bentuk akhir produk serat karbon. Proses diawali dengan pengamplasan permukaan cetakan apabila ditemukan bagian yang tidak rata, kemudian dilanjutkan dengan pelapisan menggunakan *wax* sebagai lapisan pelepas tambahan guna memudahkan pelepasan produk dari cetakan tanpa menimbulkan kerusakan. Cetakan harus dipastikan dalam kondisi bersih, halus, dan bebas dari cacat, mengingat kondisi cetakan secara langsung memengaruhi kualitas permukaan akhir produk karbon. Adapun potensi bahaya yang teridentifikasi pada tahapan ini meliputi cedera akibat tertimpa cetakan, yang dapat dikendalikan dengan penggunaan pelindung tangan, sepatu *safety*, serta memastikan kestabilan cetakan sebelum diangkat, serta cedera mekanis saat proses pengangkatan atau pelepasan produk, yang dapat diminimalkan melalui penggunaan sabuk penyangga punggung dan penerapan teknik pengangkatan yang benar.

2. Proses *Prepare Material*

Pada tahapan ini dilaksanakan pemotongan serat karbon sesuai dengan pola atau dimensi cetakan yang telah ditentukan, serta penyiapan dan pencampuran resin sesuai dengan perbandingan yang tepat. Ketepatan dalam penggunaan resin dan serat karbon sangat menentukan kekuatan dan ketahanan struktural produk yang dihasilkan. Pola pemotongan serat karbon perlu diperhatikan secara seksama agar orientasi serat dapat mendukung kekuatan struktural komponen

sekaligus menghasilkan tampilan estetika pola serat yang rapi. Potensi bahaya yang teridentifikasi pada tahapan ini meliputi iritasi kulit akibat kontak dengan bahan kimia, yang dapat dikendalikan melalui penggunaan alat pelindung diri (APD) berupa masker dan sarung tangan, serta risiko reaksi panas berlebih yang dapat dicegah dengan menghindari pencampuran resin dalam jumlah besar pada satu wadah secara bersamaan.

3. Proses *Lay-up* Serat Karbon

Pada tahapan ini, serat karbon yang telah dipotong ditempelkan pada cetakan, kemudian resin dioleskan secara merata ke seluruh permukaan serat karbon guna memastikan tidak terdapat gelembung udara di bawahnya. Selanjutnya dilakukan aplikasi epoksi di atas lapisan serat karbon untuk memastikan seluruh serat tertutup dan terikat dengan kuat, dilanjutkan dengan proses pengeringan atau pengerasan selama beberapa jam hingga *epoxy* mengeras sempurna. Selama proses ini berlangsung, lokasi kerja harus terbebas dari getaran maupun gangguan eksternal. Potensi bahaya yang teridentifikasi meliputi luka tersayat akibat permukaan cetakan yang tajam, yang dapat dikendalikan melalui penggunaan sarung tangan pelindung dan pencahayaan yang memadai saat proses pemeriksaan, serta risiko paparan bahan kimia yang dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata, yang dapat diminimalkan dengan penggunaan sarung tangan tahan bahan kimia, *goggles*, masker, serta memastikan ventilasi ruangan yang baik.

4. Proses *Vacuum Infusion*

Pada tahapan *vacuum infusion* terdapat dua sub-proses yang dilaksanakan. Sub-proses pertama adalah persiapan pengoperasian pompa vakum untuk mengeluarkan udara dari dalam kantong vakum dan memastikan tidak terdapat kebocoran udara. Potensi bahaya yang teridentifikasi pada sub-proses ini adalah risiko kegagalan atau ledakan mesin *vacuum infusion* akibat kebocoran udara yang menyebabkan pemasangan yang tidak sempurna. Tindakan pengendalian yang

diterapkan adalah melakukan pemeriksaan kebocoran sebelum proses dimulai serta mewajibkan penggunaan APD saat melakukan pengecekan alat vakum. Sub-proses kedua adalah penginfusan resin ke dalam serat karbon, dengan potensi bahaya berupa paparan resin yang berbahaya bagi kulit dan saluran pernapasan. Tindakan pengendalian yang diterapkan meliputi penggunaan sarung tangan tahan bahan kimia, pemastian ventilasi ruangan yang memadai, serta penanganan tumpahan secara segera menggunakan alat yang tepat.

5. Proses *Trimming*

Pada proses *trimming* terdapat dua sub-proses yang dilaksanakan. Sub-proses pertama adalah persiapan pemotongan dan pembentukan produk sesuai ukuran yang ditentukan, dengan potensi bahaya berupa cedera pada tangan atau jari akibat penggunaan alat pemotong tajam seperti gerinda, gergaji, atau pisau. Tindakan pengendalian yang diterapkan meliputi penggunaan APD berupa sarung tangan anti-potong serta memastikan setiap mesin pemotong dilengkapi dengan pengaman yang sesuai. Sub-proses kedua adalah *fine sanding*, dengan potensi bahaya berupa paparan serpihan karbon atau debu yang berbahaya bagi saluran pernapasan dan mata, sehingga berpotensi menimbulkan cedera serius bagi pekerja. Tindakan pengendalian yang diterapkan meliputi penggunaan APD berupa masker respirator dan *goggles*, serta memastikan ketersediaan sistem ventilasi atau penyedot debu yang memadai di area kerja guna meminimalkan risiko cedera.

6. Proses *Finishing*

Tahapan akhir dari proses pemasangan serat karbon ini mencakup pelepasan produk dari cetakan, pengamplasan permukaan untuk merapikan tepi, penimbangan part karbon guna mengetahui bobot part, serta pengaplikasian *clear coat* guna meningkatkan nilai estetika dan ketahanan produk terhadap paparan sinar UV serta kelembapan. Proses ini juga dapat mencakup pemolesan (*polishing*) untuk menghasilkan tampilan akhir yang mengkilap (*glossy*). Secara keseluruhan, *finishing*

merupakan proses penyempurnaan akhir pada permukaan produk komposit setelah proses utama selesai dilaksanakan, yang bertujuan untuk memperbaiki penampilan visual, menghilangkan ketidaksempurnaan permukaan, serta memberikan perlindungan tambahan pada lapisan luar material dari berbagai faktor lingkungan seperti sinar matahari, kelembapan, dan debu. Potensi bahaya yang teridentifikasi pada tahapan ini meliputi cedera pada tangan atau jari akibat serpihan tajam, yang dapat dikendalikan melalui penggunaan APD lengkap berupa sarung tangan dan *goggles*, serta memastikan setiap peralatan dilengkapi dengan pengaman yang memadai.

Berdasarkan hasil analisis JSA yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga jenis aktivitas pekerjaan yang teridentifikasi memiliki tingkat risiko tinggi, yaitu pada proses *vacuum infusion* dan proses *trimming*. Pada proses *vacuum infusion*, aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi adalah paparan bahan kimia resin dan kegagalan mesin saat proses berlangsung, dengan rekomendasi pengendalian berupa penggunaan sarung tangan tahan bahan kimia, pemasangan *exhaust fan*, serta penggunaan APD secara menyeluruh berupa masker dan sarung tangan. Sementara itu, pada proses *trimming*, aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi adalah kontak dengan alat pemotong gerinda tangan saat aktivitas *trimming* dilaksanakan, dengan rekomendasi pengendalian berupa pemastian kelengkapan pengaman mesin pemotong guna mencegah percikan dan potongan material yang terbang, serta penggunaan APD berupa sarung tangan anti-slip, pelindung pendengaran, dan sepatu *safety*.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Potensi bahaya yang teridentifikasi dalam proses produksi di PT. YAKI mencakup paparan bahan kimia, debu serat karbon, serta berbagai risiko yang diperoleh melalui metode HIRADC. Adapun potensi bahaya yang berhasil diidentifikasi meliputi tertimpa material cetakan, cedera mekanis saat pengangkatan atau pelepasan produk, kontak dengan bahan kimia berbahaya, tergelincir akibat tumpahan bahan kimia, tergores ujung material atau cetakan, terpapar bahan kimia berupa lem, terhirup serpihan serat karbon, tergores gunting pada tangan atau jari, kelelahan fisik dan mental, paparan bahan kimia resin, kegagalan mesin *vacuum*, terpapar debu material, kontak dengan alat pemotong (gerinda tangan), tergores mesin *polish* saat pendempulan, serta tergores pada saat proses pengamplasan berlangsung.
2. Aktivitas pekerjaan yang memiliki nilai risiko tertinggi adalah pekerjaan pada proses *vacuum infusion* dengan persentase bahaya sebesar 18,75%, yang mencakup potensi bahaya berupa paparan bahan kimia resin dan kegagalan mesin *vacuum*. Sementara itu, nilai risiko sedang tercatat dengan persentase sebesar 25%, dan nilai risiko rendah tercatat dengan persentase sebesar 56,25%.
3. Rekomendasi perbaikan pengendalian risiko yang diusulkan meliputi penggunaan alat pelindung diri (APD), penyelenggaraan pelatihan keselamatan kerja, serta penyempurnaan prosedur kerja yang berlaku. Berdasarkan penerapan metode HIRADC dan JSA, teridentifikasi dua aktivitas pekerjaan yang termasuk dalam kategori risiko tinggi (*high risk*), yaitu paparan bahan kimia resin dan kegagalan mesin pada proses *vacuum*

infusion, serta kontak dengan alat pemotong saat aktivitas *trimming* dilaksanakan. Guna mereduksi nilai risiko di PT.YAKI, disarankan penerapan pengendalian risiko secara komprehensif dengan mengacu pada prinsip *hierarchy of control*, yang mencakup :

- **Eliminasi:** Penerapan otomatisasi pada proses yang dilakukan secara manual guna menghindari paparan langsung terhadap bahan kimia berbahaya serta meminimalkan potensi cedera akibat penggunaan peralatan berat.
- **Rekayasa Teknik:** Pemasangan sistem ventilasi dan penyedot debu (*exhaust* dan *HEPA filter*) serta penambahan pengaman pada seluruh mesin pemotong yang digunakan.
- **Administratif:** Penyelenggaraan pelatihan keselamatan kerja secara berkala, penerapan rotasi kerja untuk mencegah kelelahan, serta pelaksanaan inspeksi yang ketat terhadap kepatuhan penggunaan APD oleh seluruh pekerja.
- **Alat Pelindung Diri (APD):** Penyediaan APD yang disesuaikan dengan spesifikasi risiko masing-masing pekerjaan, seperti sarung tangan tahan bahan kimia, masker respirator, kaca mata pelindung, dan sepatu *safety*, disertai dengan pengawasan yang konsisten terhadap kepatuhan pemakaiannya. Langkah-langkah pengendalian tersebut terbukti efektif dalam menurunkan kategori risiko tinggi menjadi risiko sedang atau rendah, terutama pada proses *vacuum infusion* dan *trimming* yang sebelumnya terklasifikasi sebagai kategori *high risk*.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang diajukan sebagai bahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya maupun sebagai masukan konstruktif bagi PT. YAKI, yaitu sebagai berikut:

1. Perusahaan diharapkan dapat mempertimbangkan seluruh rekomendasi pengendalian risiko yang telah diusulkan oleh peneliti sebagai upaya preventif dalam meminimalkan potensi bahaya yang sewaktu-waktu dapat terjadi selama proses produksi berlangsung.

2. Diperlukan pelaksanaan inspeksi yang tegas dan menyeluruh terhadap kepatuhan penggunaan APD oleh seluruh tenaga kerja, guna memastikan terjaminnya keselamatan dan keamanan setiap pekerja sepanjang proses kerja berlangsung.
3. Perusahaan diharapkan dapat mempersiapkan dan menyediakan sejumlah rekomendasi APD tambahan yang relevan sebagai langkah konkret dalam meminimalkan potensi terjadinya kecelakaan kerja di lingkungan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Sari, Aswin, Rini, & Kusmawan. (2024). *Analysis of the Risk of Work Accidents for Field Officers PT PLN West Tanjung Jabung Regency, Jambi Province using the Hiradc Method*.
- Balili, S. S., & Yuamita, F. (2022). *Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Bagian Mekanik Pada Proyek Pltu Ampana (2x3 Mw) Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA)*. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*. 61–69.
- Chuzaini, A. (2020). *Analisis Kinerja Biaya dan Waktu pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Earned Value (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Rusunawa Medic UMM)*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Dzikruloh, M., Vitasari, P., & Haryanto, S. (2023). *Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Pendekatan Job Safety Analysis Pada Pabrik Kayu Palet Di Kebotohan*.
- Ekayogiharso, Abdullah, S., & Ramli, S. (2023). *Manajemen Pengendalian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kerja Saat Instalasi Lift Menggunakan Teknik JSA dan HIRADC di Gedung XYZ Jakarta Selatan*. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*.
- Fernando, Yakup, Gozali, & Ali. (2022). *Safety Risk Management Analysis At PT. XYZ Using The HIRADC And FMEA Approach*.
- Firdaus, A., & Yuamita, F. (2022). *Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Proses Grading Tbs Kelapa Sawit di PT. Sawindo Kencana Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA)*. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*. 155–162.
- Friend, M. A., & Kohn, J. P. (2007). *Fundamentals of Occupational Safety and Health*.
- Harahap, I. M., Firdasari, & Purwandito, M. (2022). *Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC dan Metode JSA Pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa*. *Menara : Jurnal Teknik Sipil*. 43–50.
- Harrianto, R. (2015). *Buku Ajar Kesehatan Kerja*.
- Heinrich, H. W. (1959). *Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach*.
- Jannah, M. R. (2017). *Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) melalui Pendekatan HIRADC dan Metode Job Safety Analysis (JSA) pada Studi Kasus Proyek Pembangunan Menara X di Jakarta*. Universitas Brawijaya.
- Kurniawan, A. Y., & Kurniawan, F. (2020). *Risk Management Related to Identifying Work Accidents in Loading and Unloading Container Activities at*

- The Berlian Terminal Tanjung Perak Surabaya with The Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) Method. Neutron. 26–32.*
- Lestari, N. T. (2024). *The Analysis of Risk Assessment on Fiber Optic Production Line Using The Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC). Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS). 314–318.*
- Makadao, E., Kawet, L., & Rondonuwu, C. N. (2017). *Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja terhadap Kinerja Karyawan PT. Bimoli Bitung." Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi.,*
- Rahmawati, D., Febriyanto, K., Rahman, F. F., Kinanti, Z. P., Ramadani, M., Saputri, K. R., & Darjani, F. (2023). *Education and Implementation of Safety Result of Hazard Identification and Risk Control with JSA and HIRARC Methods. ABDIMAYUDA: Indonesia Journal of Community Empowerment for Health. 43–49.*
- Rotinsulu, F. N., Dundu, A. K., Malingkas, G. Y., Mondoringin, M. R., & Thambas, A. H. (2023). *Risk Potential Analysis Using Hazard Identification Risk Assessment and Determine Control (HIRADC) and Job Safety Analysis (JSA) Methods. Journal of Engineering, Social and Health. 1133–1141.*
- Roughton, J. E., & Mercurio, J. J. (2002). *Developing an Effective Safety Culture: A Leadership Approach.*
- Samara, A. H. (2023). *Analysis of Occupational Health and Safety Using HIRADC (Hazard Identification Assessment Risk and Determining Control) Method.*
- Saputra, L. A. (2024). *Kecelakaan Kerja Makin Marak dalam Lima Tahun Terakhir.* Kompas.Id.
<https://www.kompas.id/baca/humaniora/2024/01/03/kecelakaan-kerja-makin-marak-dalam-lima-tahun-terakhir>
- Soesilo, R. (2023). *JSA and HIRADC Analysis of Mold Replacement Process on Inject Strech Blow Machine.*
- Widoyoko, E. P. (2014). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian.*
- Wijaya, R. (2024). *Risk Analysis in Concrete Structure Work Using The HIRADC Method on The Hermina Ciawi Hospital Project. Calamity: A Journal of Disaster Technology and Engineering. 105–113.*
- Yuvendra, I., Sukwika, T., & Ramli, S. (2023). *Occupational Risks of Firefighters in Jakarta: Job Safety Analysis Approach. International journal of innovation in Engineering. 60–65.*

LAMPIRAN

