
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Table Of Contents

Journal Cover 1
Author[s] Statement..... 3
Editorial Team 4
Article information 5
 Check this article update (crossmark) 5
 Check this article impact 5
 Cite this article..... 5
Title page..... 6
 Article Title 6
 Author information 6
 Abstract 6
Article content..... 7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14106

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

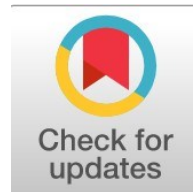
How to submit to this journal ([link](#))

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14106

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Integrated HIRARC Fishbone Identifies Critical Crane Handling Risk: Model HIRARC Fishbone Terintegrasi Mengidentifikasi Risiko Kritis dalam Pengoperasian Derek

Adnan Albaharits, 22032010058@student.upnjatim.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

Tranggono Tranggono, tranggono.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

Rizqi Novita Sari, rizqi.novita.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Occupational health and safety remains a critical concern in manufacturing operations where unrecognized hazards contribute to workplace accidents. **Specific Background:** In agricultural machinery production, the production department still encounters multiple hazards, limited supervision, and low compliance with safety standards despite the establishment of a dedicated safety unit. **Knowledge Gap:** Prior studies applying Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) predominantly focus on identification and assessment stages, with limited integration of root cause analysis for high and extreme risks. **Aims:** This study aims to systematically identify hazards, assess risk levels, and determine appropriate control measures through an integrated HIRARC and Fishbone approach. **Results:** The analysis identified 27 risk events, comprising 10 low, 8 medium, 8 high, and 1 extreme risk, with the most critical risk associated with crane-based material handling operations requiring immediate control prioritization. Root causes of high and extreme risks were linked to human, machine, method, material, and environmental factors. **Novelty:** The study introduces an integrated HIRARC–Fishbone framework to prioritize risk control while simultaneously identifying root causes in manufacturing processes. **Implications:** This approach provides a structured basis for prioritizing critical risks and supports systematic accident prevention strategies, contributing to improved occupational safety performance in industrial environments.

Highlights:

- Twenty-seven hazard-related activities were classified into four risk categories.
- Crane-based material handling emerged as the most critical hazard source.
- Human-related factors dominated the root causes across high-risk scenarios.

Keywords: Fishbone Diagram, HIRARC, Manufacturing Industry, Occupational Health and Safety

Published date: 2026-05-04

Pendahuluan

Kemajuan teknologi di sektor industri telah meningkatkan produktivitas dan kenyamanan, tetapi juga meningkatkan potensi risiko kecelakaan kerja. Kecelakaan ini dapat membahayakan pekerja secara fisik dan psikologis, mengganggu operasional, dan mengurangi produktivitas [1]. Menurut Menteri Ketenagakerjaan, kecelakaan kerja meningkat setiap tahunnya. BPJS Ketenagakerjaan mendata selama 2015 jumlah peserta yang mengalami kecelakaan kerja sebanyak 105.182 kasus [2]. Rendahnya pemahaman serta kesadaran pekerja mengenai K3 dan potensi bahaya di lingkungan kerja menjadi salah satu faktor yang memicu terjadinya kecelakaan kerja [3]. Dalam proses produksi, potensi bahaya kecelakaan kerja kerap ditemukan, baik selama berlangsungnya produksi maupun akibat kondisi lingkungan pabrik, seperti bahaya ergonomis atau bahaya lingkungan kerja. Selain itu, faktor kontribusi pekerja juga memengaruhi risiko kecelakaan, Banyak insiden kecelakaan kerja terjadi akibat kurangnya perhatian pekerja dalam melaksanakan pekerjaan mereka. [4].

PT. XYZ adalah perusahaan yang berdiri sejak 2011 dan berfokus menyediakan alat serta mesin pertanian. Namun, dalam kenyataannya perusahaan menghadapi berbagai potensi bahaya kerja, Selain membahayakan keselamatan pekerja, risiko kecelakaan kerja juga dapat menimbulkan kerugian material, menurunkan produktivitas, hingga mengganggu kelancaran distribusi produk ke pelanggan. Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah masih ditemukannya risiko kecelakaan kerja pada departemen produksi yang terdiri dari 5 divisi yaitu, fabrikasi, *assembly*, *re-manufacture*, *warehouse*, *QC&finishing*. Risiko kecelakaan kerja tersebut berpotensi menjadi sebuah kecelakaan kerja jika tidak dilakukan penanganan secara tepat dan efektif. Kondisi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti penggunaan mesin dan peralatan kerja, aktivitas produksi yang cukup kompleks, serta kurang optimalnya penerapan prosedur keselamatan kerja. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh kurangnya pengawasan dari personal HSE, area kerja yang belum aman, serta kurangnya kepatuhan karyawan terhadap standar K3 yang sering kali menjadi penyebab munculnya insiden kecelakaan kerja.

Penerapan analisis risiko dan upaya perbaikan menjadi krusial mengingat kecelakaan kerja kerap dipicu oleh kelalaian pekerja, prosedur kerja yang belum optimal, serta pengawasan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang masih terbatas. Tanpa penilaian serta pengendalian risiko yang memadai, kejadian kecelakaan berpotensi meningkat dan mengganggu keselamatan serta produktivitas [5]. Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak diharapkan oleh para pekerja yang berdampak merugikan kepada pihak perusahaan ataupun pekerja yang bekerja di perusahaan tersebut [6]. Dengan demikian, penilaian risiko secara sistematis diperlukan guna mengidentifikasi potensi bahaya dan menentukan prioritas penanganan berdasarkan tingkat risikonya.

Menghadapi persoalan risiko kecelakaan kerja di departemen produksi, diperlukan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, serta mengendalikan potensi bahaya. Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) merupakan salah satu pendekatan efektif dalam mengidentifikasi bahaya serta menilai tingkat risiko di lingkungan kerja. HIRARC digunakan untuk memastikan setiap potensi bahaya dapat dianalisis secara sistematis sehingga memudahkan dalam penentuan langkah pengendalian yang tepat [7]. HIRARC adalah pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko serta teknik pengendalian risiko yang diterapkan dalam menilai seluruh proses maupun operasi secara terstruktur [8]. Dengan menerapkan metode HIRARC, perusahaan dapat mengidentifikasi potensi bahaya secara sistematis, menilai tingkat risiko pada setiap aktivitas kerja, serta menentukan langkah pengendalian yang tepat guna mengurangi risiko kecelakaan kerja di departemen produksi. Langkah selanjutnya adalah memberikan usulan perbaikan agar penerapan metode HIRARC dapat berjalan secara efektif, sehingga diperlukan analisis *Fishbone* untuk mengidentifikasi akar penyebab risiko dan membantu menentukan langkah pengendalian yang lebih tepat dan terarah [9]. Diagram *fishbone* biasanya dibuat untuk mendefinisikan dan menampilkan langkah langkah pemrosesan berisiko tinggi dan tindakan korektif yang sesuai. Analisis *fishbone* akan membantu menyelesaikan masalah secara efektif. Analisis *fishbone* dapat dengan jelas menunjukkan bahaya risiko yang lebih tinggi di tempat kerja sehingga perusahaan dapat menyelesaikan bahaya dengan prioritas sesuai dengan analisis yang ditunjukkan [10]. Diagram *fishbone*, yang juga dikenal sebagai diagram Ishikawa, merupakan alat visual untuk mengilustrasikan secara grafis dan terstruktur berbagai penyebab atau faktor yang berkaitan dengan suatu masalah tertentu [11].

Meskipun metode HIRARC telah banyak digunakan dalam analisis risiko K3, sebagian besar penelitian masih terbatas pada tahap identifikasi dan penilaian risiko tanpa mengkaji akar penyebab secara mendalam, khususnya pada risiko kategori tinggi dan ekstrem. Selain itu, integrasi HIRARC dengan analisis *Fishbone* masih jarang diterapkan, terutama pada industri manufaktur alat dan mesin pertanian. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan metode HIRARC dan *Fishbone* untuk menganalisis serta mengendalikan risiko secara lebih komprehensif, dengan fokus pada risiko kategori *high risk* dan *extreme risk* di departemen produksi PT. XYZ. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan pendekatan yang lebih sistematis dan komprehensif dalam pengendalian risiko kecelakaan kerja, sehingga dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, menurunkan tingkat kecelakaan kerja, serta meningkatkan produktivitas perusahaan secara berkelanjutan..

Metode

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT XYZ yang berlokasi di Jawa Timur, pada periode Oktober 2025 hingga April 2026.

B. Metode Pengumpulan Data

Data penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui observasi,

wawancara dengan *stakeholder* terkait, serta *brainstorming* untuk proses identifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko kecelakaan kerja. Berikut ini penjabarannya:

1. Observasi, bertujuan untuk mengamati obyek-obyek penelitian untuk mengerti tentang obyek penelitian tersebut. Hasil observasi berupa dokumentasi, data primer dan data sekunder.
2. Wawancara (*interview*), suatu langkah dalam penelitian dengan menggunakan proses komunikasi verbal untuk mencapai informasi dari seseorang atau dari kelompok. Wawancara dilakukan menggunakan format semi-terstruktur, sehingga memungkinkan peneliti memperoleh informasi yang lebih mendalam terkait kondisi aktual di lapangan. Responden dalam penelitian ini terdiri dari ketua HSE dan satu orang supervisor departemen produksi, yang dipilih karena memiliki pemahaman dan tanggung jawab langsung terhadap penerapan K3 di lingkungan kerja
3. *Brainstorming*, yaitu kegiatan bertukar pikiran secara bersama-sama dengan tujuan untuk mengumpulkan sebanyak mungkin ide dan pendapat dari setiap anggota kelompok

Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, seperti data jumlah kecelakaan kerja, data jenis-jenis kecelakaan kerja dan data kecelakaan kerja tiap tahun. Data sekunder juga didukung oleh literatur yang relevan dengan metode HIRARC dan *Fishbone diagram* sebagai dasar dalam analisis penelitian.

C. Identifikasi Variabel

Variabel penelitian ini terbagi menjadi variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat merujuk pada variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas atau yang mengalami dampak dari suatu perubahan. Pada penelitian ini, variabel terikat adalah risiko bahaya keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di departemen produksi. Sementara itu, variabel bebas merupakan faktor penyebab atau elemen yang dapat memicu perubahan pada variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel bebas berupa data kecelakaan kerja yang dialami pekerja departemen produksi.

D. Langkah-Langkah Dalam Memecahkan Masalah

Berikut ini merupakan *flowchart* yang menampilkan alur pemecahan masalah serta tahapan penelitian yang dilakukan atau langkah-langkah penelitian ini yang dapat ditampilkan pada Gambar 1.

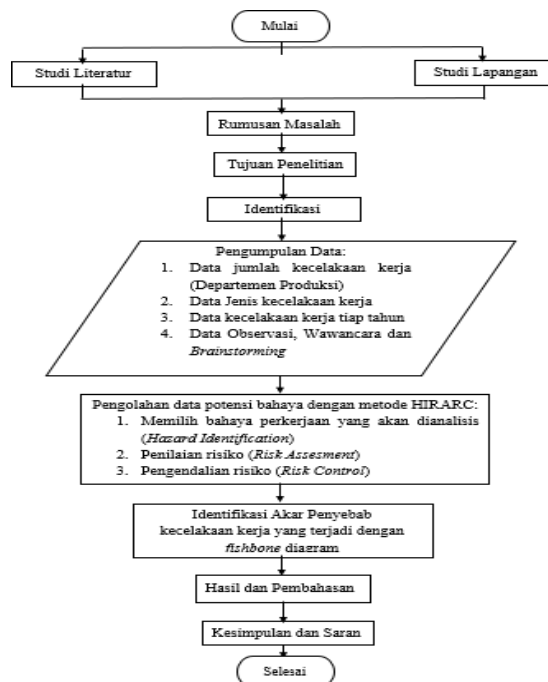


Figure 1. Langkah Pemecahan Masalah

Berikut adalah penjelasan alur proses dan tahapan yang menggambarkan langkah-langkah penelitian dan pemecahan masalah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Tahap ini meliputi pengumpulan data jumlah kecelakaan kerja, data jenis kecelakaan kerja, data kecelakaan kerja tiap tahun, serta data dari hasil observasi, wawancara dan *brainstorming*.

2. Pengolahan Data

a . Hazard Identification

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah melakukan identifikasi bahaya yang terdapat dalam suatu kegiatan atau suatu item pekerjaan proyek. Identifikasi bahaya merupakan tahap penting dalam proses pengendalian risiko [12].

b . Risk Assesment

Penilaian risiko dalam penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada parameter *likelihood* (kemungkinan) dan *severity* (tingkat keparahan). Penentuan nilai *likelihood* didasarkan pada frekuensi kejadian kecelakaan kerja yang diperoleh dari data historis perusahaan, sedangkan nilai *severity* ditentukan berdasarkan tingkat dampak atau konsekuensi yang ditimbulkan terhadap pekerja maupun operasional perusahaan. Penilaian tersebut mempertimbangkan kemungkinan terjadinya kejadian (*likelihood*) dan tingkat dampaknya (*severity*), yang selanjutnya digunakan untuk menetapkan peringkat risiko (*risk rating*). Besaran risiko dihitung melalui rumus perkalian antara tingkat keparahan bahaya (*hazard severity*) dan probabilitas kejadian (*probability of occurrence*) [13]. Berikut rumus yang digunakan [13]. Berikut rumus yang digunakan:

$$\text{Risk} = \text{Severity} \times \text{likelihood} \quad (1)$$

Skala penilaian *likelihood* dan *severity* yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada standar yang umum digunakan dalam analisis risiko K3. Adapun klasifikasi skala *likelihood* dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan klasifikasi skala *severity* ditampilkan pada Tabel 2 [14]. Setelah menentukan nilai *likelihood* dan *severity*, langkah selanjutnya adalah mengombinasikan kedua parameter tersebut dalam matriks risiko untuk menentukan tingkat risiko akhir. Matriks risiko ini digunakan untuk mengelompokkan risiko ke dalam beberapa kategori seperti rendah, sedang, tinggi, hingga ekstrem, sehingga memudahkan dalam penentuan prioritas tindakan pengendalian. Matriks risiko yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Skala Ukur *Likelihood*

Nilai	Kemungkinan <i>Likelihood</i>	Keterangan
1	<i>Rare</i>	Mungkin tidak akan pernah terjadi (kurang dari sekali dalam 10 tahun)
2	<i>Unlikely</i>	Mungkin sekali dalam 10 tahun
3	<i>Possible</i>	mungkin sekali dalam 5 tahun
4	<i>Likely</i>	mungkin sekali dalam setahun
5	<i>Almost certain</i>	mungkin lebih dari sekali dalam setahun

Tabel 2. Skala Ukur *Severity*

Tingkatan	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Insignificant</i>	Kerugian materi sangat kecil, tidak menyebabkan hilangnya pekerjaan, tidak adanya cedera,
2	<i>Minor</i>	Kerugian materi sedang, masih bisa bekerja di shift yang sama, memerlukan perawatan P3K.
3	<i>Moderate</i>	memerlukan perawatan medis, kerugian materi cukup besar, kehilangan hari kerja
4	<i>Major</i>	terjadinya cacat atau hilangnya fungsi tubuh secara total akibat kecelakaan kerja, kerugian materi besar, tidak hadir kerja 3 hari atau lebih.
5	<i>Catastrophic</i>	Menyebabkan kematian, mengalami kerugian materi sangat besar yang berdampak panjang, kehilangan hari kerja selamanya

Tabel 3. Matrik Risiko

Likelihood	Severity				
	1	2	3	4	5
5	H	H	E	E	E
4	M	H	H	E	E
3	L	M	H	E	E
2	L	L	M	H	E
1	L	L	M	H	H

c. Risk Control

Tahapan terakhir dalam HIRARC adalah pengendalian risiko yaitu mengendalikan risiko yang telah diidentifikasi mulai dari risiko dengan level tertinggi hingga level terendah. Upaya pengendalian risiko ini diharapkan dapat mengurangi kecelakaan yang terjadi sebelumnya [15]. Pengendalian risiko dilakukan dengan mengurangi kemungkinan atau keparahan dengan mengikuti hirarki pengendalian pada Gambar 2. sebagai berikut [16].:

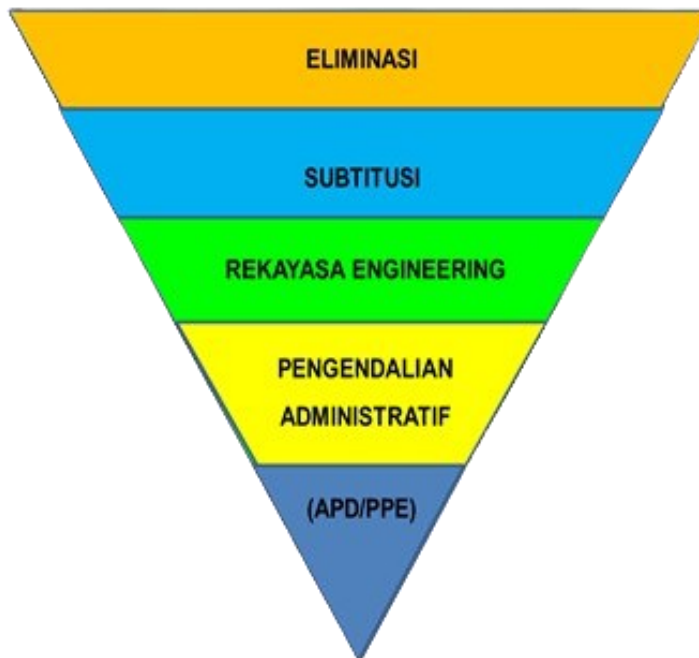


Figure 2. Hierarki Pengendalian

- 1) **Eliminasi (E)** adalah teknik pengendalian dengan menghilangkan sumber hazard,
- 2) **Substitusi (S)** adalah teknik pengendalian hazard dengan mengganti alat, bahan, sistem atau prosedur yang berbahaya dengan lebih aman atau lebih rendah bahayanya.
- 3) **Rekayasa Teknis (R)** sumber *hazard* biasanya berasal dari peralatan atau sarana teknis yang ada di lingkungan kerja.
- 4) **Administratif (A)** dilakukan secara administratif misalnya mengatur jadwal kerja, istirahat, cara kerja / prosedur kerja yang lebih aman, rotasi, atau pemeriksaan kesehatan.
- 5) **Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)** memakai alat pelindung diri (sepatu, sarung tangan, masker).

d. Fishbone Diagram

Tahap ini dirancang untuk menganalisis masalah dengan mengurai penyebab dan akibat dalam bentuk visual menyerupai kerangka ikan. Diagram *Fishbone* dipilih karena mampu merinci setiap masalah secara mendalam, memungkinkan semua pihak yang terlibat untuk berkontribusi dengan memberikan saran atau pendapat mengenai kemungkinan penyebab masalah tersebut [17].

Hasil dan Pembahasan

A. Pengumpulan Data

Data jumlah kecelakaan kerja pada departemen produksi PT. XYZ selama periode 2020–2024 dianalisis untuk mengetahui tren kejadian kecelakaan yang terjadi setiap tahunnya. Data ini disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah visualisasi dan interpretasi pola kecelakaan kerja. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, jumlah kecelakaan kerja mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun, dengan jumlah tertinggi terjadi pada tahun 2020 dan cenderung menurun pada tahun-tahun berikutnya meskipun sempat mengalami peningkatan kembali pada tahun 2023. Secara keseluruhan, data tersebut memberikan gambaran bahwa masih terdapat potensi bahaya yang perlu dikendalikan secara lebih optimal guna menekan angka kecelakaan kerja di lingkungan produksi.

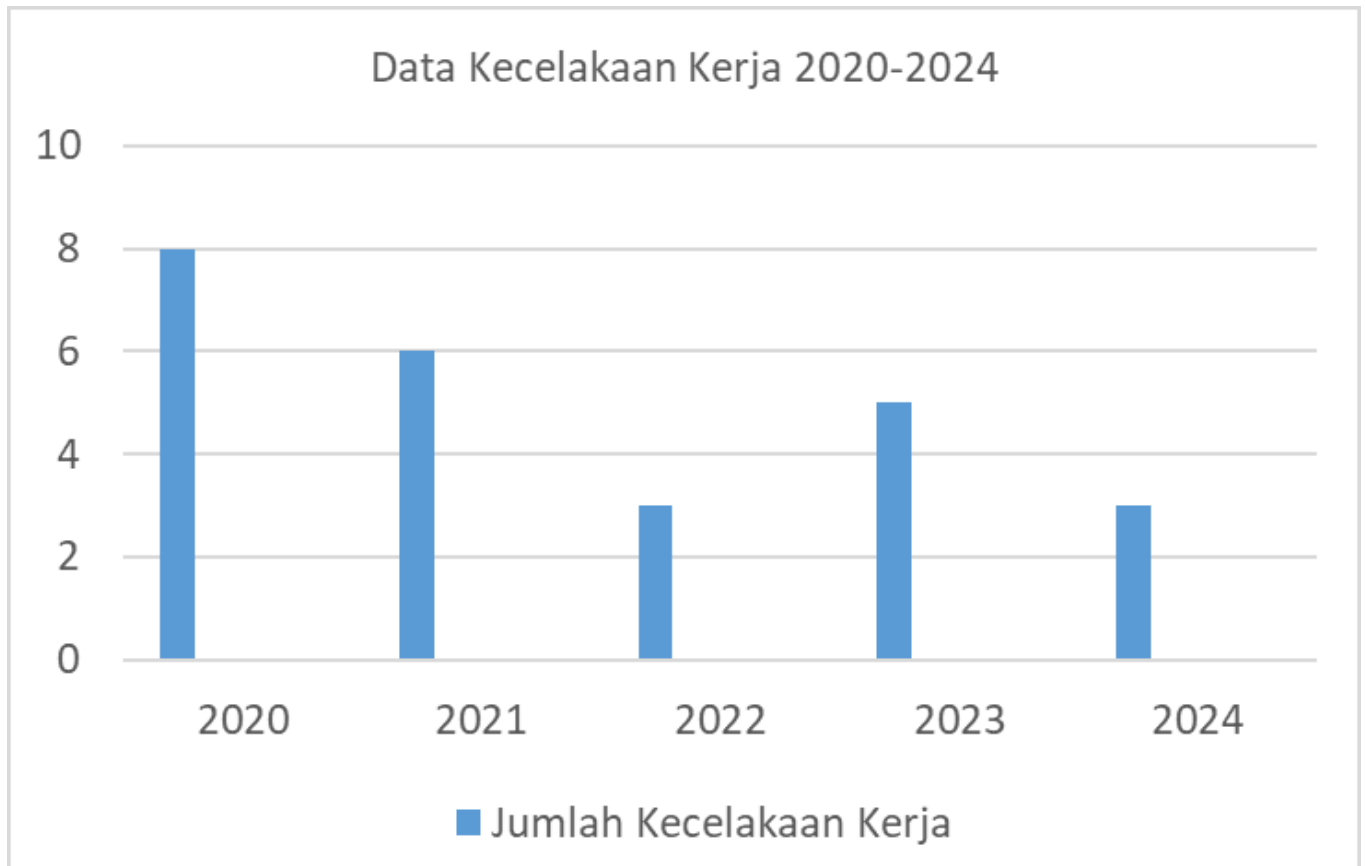


Figure 3. Data kecelakaan kerja 2020-2024 di PT XYZ

B. Pengolahan Data

Setelah data dikumpulkan dan dikelompokkan menurut jenis kecelakaan kerjanya, selanjutnya dilakukan berbagai tahapan proses pengolahan data menggunakan metode HIRARC terhadap pekerja departemen produksi guna mengetahui seberapa besar jumlah kecelakaan kerja terhadap proses produksi.

1. HIRARC

Hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko pada departemen produksi PT. XYZ dilakukan menggunakan metode HIRARC dan disajikan secara rinci pada Tabel 4, sampai dengan Tabel 8, untuk masing-masing divisi, yaitu *Fabrication*, *Assembly*, *Re-Manufacture*, *Warehouse*, serta *QC & Finishing*.

a. HIRARC Divisi *Fabrication*

Tabel 4. HIRARC Pada Divisi *Fabrication*

No	Proses Kerja	Bahaya	Risiko	S	L	Nilai	Risk Level	Pengendalian Risiko
1	Menyiapkan alat dan material	Terpeleset saat membawa material berat	Cedera otot, dan terkilir	1	1	1	Low Risk	(S) Mengganti proses pengangkutan material berat secara manual dengan alat bantu angkut seperti troli/ <i>forklift</i> . (A) Pemasangan rambu peringatan "Hati-hati Lantai Licin"

No	Proses Kerja	Bahaya	Risiko	S	L	Nilai	Risk Level	Pengendalian Risiko
								(APD) Sepatu <i>safety</i> , helm, sarung tangan
2	Pembuatan desain oleh tim <i>drafter</i>	Posisi duduk tidak ergonomis	Nyeri punggung	1	1	1	Low Risk	(S) Mengganti kursi kerja biasa dengan kursi ergonomis yang dapat disesuaikan tingginya. (A) Melakukan stretching secara berkala saat bekerja.
3	Pemotongan komponen sesuai desain dengan mesin CNC	Terkena bagian mesin/alat pemotong	Luka pada tangan	1	3	3	Medium Risk	(R) Pemasangan pelindung mesin (<i>machine guarding</i>) pada area alat potong. (APD) Sarung tangan, kacamata <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , <i>earplug</i>
4	Pembuatan ulir dengan mesin bubut	Terkena serpihan logam panas	Iritasi mata	3	3	9	High Risk	(R) Pemasangan pelindung mesin bubut (<i>chip guard</i>) pada area kerja. (APD) Sarung tangan <i>safety</i> , Kacamata <i>safety</i> , <i>face shield</i>
5	Pembentukan material dengan mesin bending	Jari terjepit bagian mesin	Luka robek, cedera jari	3	3	9	High Risk	(A) Penyusunan dan penerapan SOP pengoperasian mesin bending yang aman. (APD) Sarung tangan, sepatu <i>safety</i> Kacamata <i>safety</i> .
6	Penggabungan komponen dengan mesin las	Terkena percikan las	Luka bakar	4	2	8	Medium Risk	(R) Penggunaan <i>welding booth</i> tertutup untuk menghindari percikan. (A) Pemasangan rambu peringatan "Bahaya Percikan Las" (APD) <i>Welding gloves</i> , helm las, sepatu <i>safety</i> Kacamata <i>safety</i> . Baju <i>welder</i>
7	Pemotongan/penghalusan material dengan mesin gerinda	Tersayat mata gerinda	Luka gores	4	2	8	High Risk	(R) Memasang cover pelindung (<i>guard</i>) untuk mengurangi risiko terkena percikan. (APD) Kacamata <i>safety</i> , Sarung tangan, helm <i>safety</i>

b. HIRARC Divisi Assembly

Tabel 5. HIRARC Pada Divisi Assembly

No	Proses Kerja	Bahaya	Risiko	S	L	Nilai	Risk Level	Pengendalian Risiko
1	Menyiapkan alat dan material	Tersandung material yang berserakan	Luka memar	1	2	2	Low Risk	(A) Jadwal pembersihan rutin di setiap shift, Penerapan program 5R/5S (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin). (APD) Sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i>
2	Pengambilan komponen dari area gudang dan fabrikasi	Kejatuhan komponen saat pengambilan dengan <i>crane</i>	Luka berat	3	4	12	Extreme Risk	(A) Pemasangan rambu "Dilarang berada dibawah area <i>crane</i> yang sedang beroperasi" (R) Pemeriksaan rutin <i>crane</i> dan tali pengikat sebelum digunakan (APD) Sarung tangan, sepatu <i>safety</i> helm <i>safety</i> .
3	Proses penggabungan komponen menjadi sebuah unit	Terjatuh dari ketinggian saat pemasangan komponen	Dislokasi sendi	4	2	8	High Risk	(E) Menghilangkan pekerjaan pemasangan di ketinggian dengan merakit komponen di permukaan tanah (<i>ground assembly</i>) (R) menambahkan fasilitas tangga portable untuk pemasangan unit yang sulit dijangkau. (APD) Sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan
4	Pemasangan kelistrikan dan Sistem GPS	Tersengat arus listrik	Luka bakar	2	3	6	Medium Risk	(A) Penataan kabel menggunakan <i>cable tray</i> atau <i>conduit</i> . (A) Memastikan sumber listrik dalam kondisi mati (<i>power off</i>) sebelum pemasangan sistem kelistrikan dan GPS. (APD) sarung tangan isolasi, sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i>
5	Pengujian Unit dan inspeksi	Terjepit komponen saat pengujian	Luka robek	1	3	3	Medium Risk	(A) Membatasi akses area uji hanya untuk petugas yang berwenang (APD) sarung tangan, sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> .

c. HIRARC Divisi *Re-manufacture*

Tabel 6. HIRARC Pada Divisi *Re-manufacture*

No	Proses Kerja	Bahaya	Risiko	S	L	Nilai	Risk Level	Pengendalian Risiko
1	Menerima unit atau komponen rusak dari <i>Warehouse/assembly</i>	Tersayat tepi tajam atau bagian komponen yang rusak	Luka robek	1	2	2	Low Risk	(R) Menggunakan alat bantu seperti tang, <i>hook</i> , atau penjepit untuk memindahkan atau memegang komponen rusak. (APD) Sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan
2	Pembongkaran unit yang akan diperbaiki	Tangan terjepit komponen saat pembongkaran	Luka gores	1	2	2	Low Risk	(R) Menggunakan alat bantu seperti tang, <i>hook</i> , atau penjepit untuk memindahkan atau memegang komponen rusak. (APD) Sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan.
3	Melakukan perbaikan pada komponen	Terkena kontak langsung dengan cairan kimia (oli, air aki, bensin)	Iritasi kulit	1	3	3	Medium Risk	(R) Penyediaan majun untuk mengelap tumpahan cairan pada komponen. (APD) Sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan kima (<i>nitrile</i>)
4	Penghalusan dengan mesin gerinda dan polisher t	Terkena mata gerinda/polisher	Luka robek	4	2	8	High Risk	(A) mengganti mata amplas polisher jika sudah tidak layak untuk digunakan, membersihkan area kerja baik sebelum/ sesudah penghalusan (APD) Sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan
5	Menggantung komponen pada <i>konveyor overhead</i>	Terbentur dan kejatuhan komponen yang digantung	Luka memar	3	2	6	Medium Risk	(A) Pembatasan area di bawah konveyor (<i>safety zone</i>). Pemasangan rambu peringatan "Dilarang Berdiri di Bawah Beban yang digantung". (APD) sarung tangan, sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> .
6	Proses <i>Re-Painting</i>	Terpeleset akibat tumpahan cat atau thinner	Terkilir	1	2	2	Low Risk	(A) Pemasangan rambu peringatan "Lantai Licin" di area kerja. (APD) sarung tangan, sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i>

d. HIRARC Divisi *Warehouse*

Tabel 7. HIRARC Pada Divisi *Warehouse*

No	Proses Kerja	Bahaya	Risiko	S	L	Nilai	Risk Level	Pengendalian Risiko
1	Bongkar muat barang dari <i>container</i>	Terjatuh saat naik atau turun dari <i>container</i>	Keseleo	1	2	2	Low Risk	(A) Pembatasan akses naik-turun <i>container</i> hanya untuk pekerja yang bertugas (APD) sarung tangan, sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i>
2	Proses pemindahan material	Terjepit plat/besi dari palet	Luka gores	3	3	9	High Risk	(S) Mengganti palet bahan besi/kayu dengan bahan plastik untuk mengurangi resiko tersayat/terjepit (APD) Sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan
3	Penyimpanan material ke rak	Material jatuh dari rak penyimpanan	Cedera kepala	1	3	3	Medium Risk	(E) Menghilangkan pekerjaan pemasangan di ketinggian dengan merakit komponen di permukaan tanah (<i>ground assembly</i>) (R) menambahkan fasilitas tangga portable untuk pemasangan unit yang sulit dijangkau. (APD) Sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i> , sarung tangan
4	Proses pengambilan material	Kejatuhan material/ <i>sparepart</i>	Luka memar	1	2	2	Low Risk	(A) Pemasangan rambu peringatan "Lantai licin". (APD) sarung tangan, sepatu <i>safety</i> , helm <i>safety</i>

e. HIRARC Divisi QC&finishing

Tabel 8. HIRARC Pada Divisi QC & finishing

No	Proses Kerja	Bahaya	Risiko	S	L	Nil ai	Risk Level	Pengendalian Risiko
1	Penerimaan Unit Siap kirim	Terbentur bagian unit	Luka memar	1	2	2	Low Risk	(A) Pemasangan marka lantai (garis warna untuk jalur unit dan jalur pejalan kaki). (APD) sarung tangan, sepatu safety, helm safety
2	Pengisian / pengecekan aki, oli & bahan bakar	Terkena percikan cairan mesin	Luka bakar dan iritasi	2	3	6	Medium Risk	(A) Penerapan SOP pengisian dan pengecekan cairan mesin. (APD) sarung tangan latex, sepatu safety, helm safety, face shield
3	Pemasangan Sticker, Label	Tergores atau terluka saat menggunakan cutter	Luka robek	4	2	8	High Risk	(S) mengganti proses pemotongan manual menggunakan cutter dengan paper cutter. (APD) sarung tangan, sepatu safety
4	Pengujian fungsional (engine test, sistem kelistrikan, sistem mekanis)	Terbakar ringan akibat kontak langsung dengan bagian mesin	Luka bakar	4	2	8	High Risk	(A) Pemasangan rambu peringatan panas pada area yang strategis (APD) sarung tangan isolator, sepatu safety, helm safety
5	Pemasangan Bubblewrap dan surat jalan	Gangguan ergonomi akibat posisi kerja yang tidak sesuai	Nyeri punggung	1	1	1	low Risk	(R) Penyesuaian ketinggian objek kerja agar sejajar dengan posisi tubuh. (APD) sarung tangan, sepatu safety, helm safety

Tabel diatas merupakan hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko menggunakan metode HIRARC di departemen produksi PT. XYZ di masing-masing divisi, yaitu *Fabrication, Assembly, Re-Manufacture, Warehouse*, serta *QC & Finishing*. Setiap tabel memuat urutan proses kerja, potensi bahaya, serta risiko yang mungkin terjadi. Penilaian risiko dilakukan berdasarkan nilai kemungkinan (*Likelihood*) dan keparahan (*Severity*), yang kemudian dikalikan ($L \times S$) untuk menentukan tingkat risiko (*Risk Level*). Pada kolom terakhir ditampilkan rekomendasi pengendalian risiko yang mengacu pada hirarki pengendalian, meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD).

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode HIRARC pada seluruh aktivitas di departemen produksi PT. XYZ, diperoleh hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta usulan pengendalian risiko yang disajikan pada tabel diatas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat 27 proses kerja yang memiliki potensi bahaya, dengan rincian 10 proses termasuk kategori *low risk*, 8 proses *medium risk*, 8 proses *high risk*, dan 1 proses *extreme risk*, dengan risiko tertinggi ditemukan pada proses pengangkutan material menggunakan *crane*.

2. Fishbone Diagram

Penyebab utama dari kecelakaan kerja diidentifikasi melalui penggunaan diagram *fishbone* dengan tujuan mencari faktor-faktor yang memicu terjadinya kecelakaan kerja dalam proses produksi di perusahaan CV.XYZ. Dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang memicu kecelakaan kerja tersebut, akan lebih efisien dalam menemukan solusi atau metode pencegahan yang tepat. Analisis *Fishbone* dalam penelitian ini difokuskan hanya pada risiko kategori *high risk* dan *extreme risk*.

a. Fishbone diagram high risk

Berdasarkan diagram *fishbone* pada Gambar 4. kecelakaan kerja kategori *high risk* disebabkan oleh lima faktor utama, yaitu manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Pada faktor manusia, risiko dipengaruhi oleh kurangnya kesadaran penggunaan APD, keterampilan operator yang rendah, sikap kerja yang kurang hati-hati, serta kelelahan dan terburu-buru saat bekerja. Faktor mesin berkaitan dengan kurangnya perawatan dan kondisi mesin yang tidak layak pakai. Pada faktor metode, penyebab utama meliputi teknik pengoperasian yang salah, belum adanya SOP pada aktivitas tertentu, serta ketidakpatuhan terhadap SOP yang berlaku. Selanjutnya, faktor material disebabkan oleh penggunaan material yang tidak sesuai, kondisi material yang licin, serta peralatan yang sudah tidak layak dan penataan material yang tidak rapi. Sementara itu, faktor lingkungan mencakup area kerja yang kurang bersih, pencahayaan yang tidak memadai, lantai licin, dan kondisi kerja yang tidak nyaman.

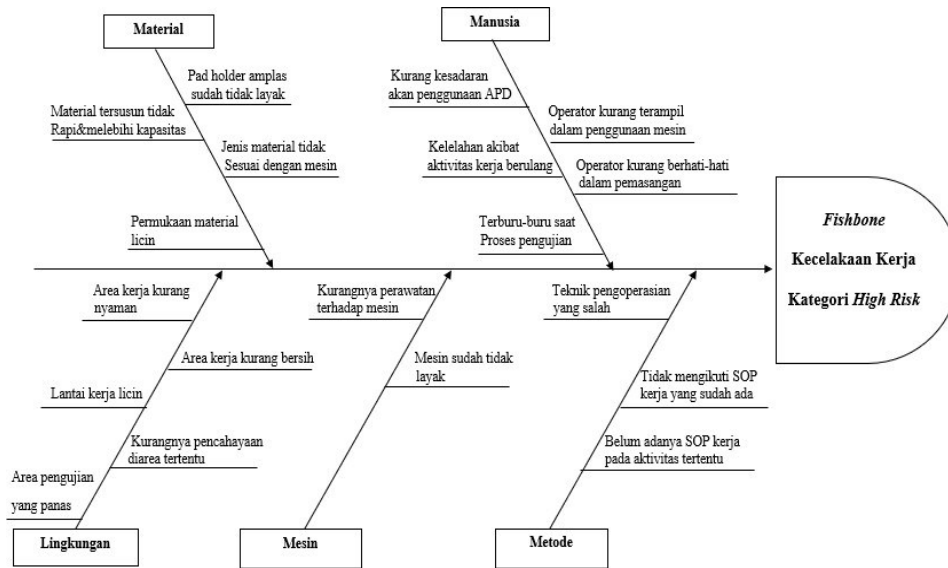


Figure 4. Fishbone Kecelakaan Kerja Kategori High Risk

Pengendalian risiko pada kategori *high risk* wajib diterapkan secara terintegrasi. Untuk faktor manusia, langkah pengendalian meliputi peningkatan kesadaran serta disiplin pemakaian alat pelindung diri (APD), pelatihan berkala keterampilan operator, dan pengaturan jadwal kerja untuk mengurangi kelelahan serta mencegah pekerjaan yang tergesa-gesa. Pada faktor mesin, diperlukan pemeliharaan serta inspeksi rutin, disertai penggantian mesin atau komponen yang tidak lagi layak untuk menjamin keamanan operasional. Selanjutnya, faktor metode dikendalikan melalui penyusunan dan penyempurnaan SOP kerja yang jelas serta terstandar, beserta penegakan kepatuhan terhadapnya pada setiap kegiatan. Sementara itu, dari aspek material, pengendalian difokuskan pada pemilihan material sesuai spesifikasi mesin, pemeliharaan kondisi material agar tidak licin, serta penataan yang rapi tanpa melebihi kapasitas. Sementara itu, pada faktor lingkungan kerja, perlu dilakukan perbaikan kondisi area kerja melalui peningkatan kebersihan, penyediaan pencahayaan yang memadai, serta memastikan area kerja aman dan nyaman untuk mendukung aktivitas operasional.

b. Fishbone diagram extreme risk

Berdasarkan diagram *fishbone* pada Gambar 5, kecelakaan kerja kategori *extreme risk* dipengaruhi oleh lima faktor utama, yaitu manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Pada faktor manusia, risiko disebabkan oleh kurangnya kesadaran dalam penggunaan APD serta operator yang belum memiliki sertifikasi (SIO) dalam pengoperasian crane. Faktor mesin timbul dari kondisi alat bantu, seperti tali pengikat yang sudah tidak layak pakai, yang berpotensi menyebabkan kegagalan selama proses kerja. Untuk faktor metode, kecelakaan disebabkan oleh kesalahan dalam pengangkatan material serta ketidakpatuhan terhadap SOP yang telah ditetapkan. Aspek material menimbulkan risiko karena beban yang diangkat melebihi kapasitas yang ditentukan. Adapun faktor lingkungan mencakup ketiadaan rambu keselamatan di area operasi crane serta kebisingan lingkungan kerja yang mengganggu komunikasi dan instruksi operator.

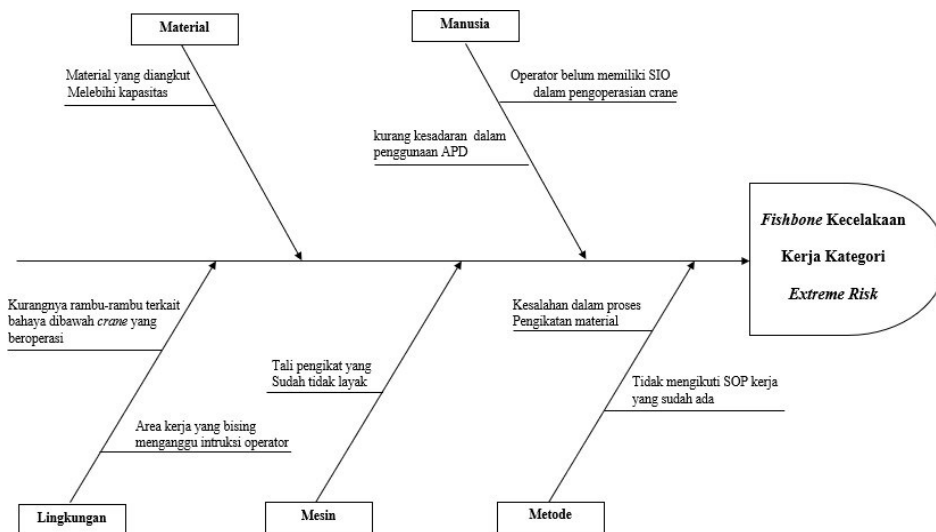


Figure 5. Fishbone Kecelakaan Kerja Kategori Extreme Risk

Pengendalian risiko pada kategori *extreme risk* wajib dilakukan secara ketat dan terintegrasi. Untuk faktor manusia, upaya

pengendalian meliputi peningkatan kesadaran pemakaian APD serta verifikasi bahwa operator memiliki sertifikasi (SIO) dan kompetensi dalam mengoperasikan *crane*. Pada faktor mesin, lakukan pemeriksaan rutin beserta penggantian alat bantu seperti tali pengikat yang tidak layak untuk mencegah kegagalan pengangkatan material. Faktor metode dikendalikan melalui penerapan prosedur pengangkatan material yang tepat serta penegakan disiplin terhadap SOP. Dari segi material, pastikan beban angkut tidak melampaui kapasitas yang ditetapkan. Sementara faktor lingkungan diatasi dengan memasang rambu keselamatan di zona operasi *crane* dan mengurangi kebisingan agar komunikasi serta instruksi operator dapat didengar dengan jelas.

C. Analisis Pembahasan

Berdasarkan Hasil analisis menggunakan metode HIRARC menunjukkan bahwa dari 27 potensi risiko yang teridentifikasi, masih terdapat risiko kategori *high risk* dan *extreme risk* yang memerlukan penanganan prioritas, khususnya pada aktivitas pengangkatan material menggunakan *crane*. Temuan ini sejalan dengan teori keselamatan kerja yang menyatakan bahwa pekerjaan dengan tingkat kompleksitas tinggi dan penggunaan alat berat memiliki potensi bahaya yang lebih besar serta memerlukan pengendalian yang lebih ketat. Selain itu, hasil analisis *Fishbone* menunjukkan bahwa faktor manusia menjadi penyebab dominan kecelakaan kerja, diikuti oleh faktor mesin, metode, material, dan lingkungan kerja, yang juga sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa *human error* merupakan faktor utama dalam terjadinya kecelakaan kerja di industri manufaktur. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, hasil penelitian ini memiliki kesamaan dalam mengidentifikasi tingkat risiko dan faktor penyebab kecelakaan kerja, namun memberikan kontribusi lebih melalui integrasi metode HIRARC dan *Fishbone* yang difokuskan pada risiko kategori *high risk* dan *extreme risk*, sehingga tidak hanya mampu mengidentifikasi dan menilai risiko, tetapi juga menganalisis akar penyebab secara lebih mendalam sebagai dasar dalam penentuan pengendalian risiko yang lebih efektif dan tepat sasaran..

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, analisis risiko keselamatan kerja menggunakan metode HIRARC pada departemen produksi PT. XYZ menunjukkan bahwa terdapat 27 aktivitas kerja dengan potensi bahaya, dimana 10 aktivitas termasuk kategori *low risk*, 8 aktivitas termasuk kategori *medium risk*, 8 aktivitas termasuk kategori *high risk* dan 1 aktivitas termasuk *extreme risk*, dengan risiko tertinggi ditemukan pada proses pengangkatan material menggunakan *crane*. Sementara itu, analisis akar penyebab melalui diagram *Fishbone* difokuskan pada kategori *high risk* dan *extreme risk*, sebab keduanya menunjukkan tingkat dampak serta probabilitas tertinggi yang dapat memicu kecelakaan kerja serius hingga fatal. Hasilnya mengindikasikan bahwa kecelakaan pada kategori tersebut dipengaruhi oleh lima faktor pokok, meliputi manusia, mesin, metode, material, serta lingkungan kerja. Faktor yang paling dominan meliputi rendahnya kesadaran penggunaan APD, kurangnya keterampilan dan sertifikasi operator, kondisi mesin dan alat bantu yang tidak layak, ketidakpatuhan terhadap SOP, serta kondisi lingkungan kerja yang kurang aman. Berdasarkan temuan tersebut, diperlukan upaya pengendalian yang terintegrasi melalui penerapan hirarki pengendalian risiko, meliputi perbaikan rekayasa teknik seperti pemasangan pelindung mesin (*machine guarding*) dan perawatan rutin peralatan, penguatan pengendalian administratif melalui penyusunan dan penegakan SOP serta peningkatan pengawasan, serta peningkatan kompetensi dan kesadaran pekerja melalui pelatihan dan disiplin penggunaan APD. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, antara lain jumlah responden yang terbatas pada ketua HSE dan supervisor, serta fokus analisis yang hanya pada risiko kategori *high risk* dan *extreme risk*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan lebih banyak responden dari berbagai level organisasi serta mengombinasikan metode analisis risiko lainnya agar hasil yang diperoleh lebih komprehensif dan dapat memberikan gambaran yang lebih luas terkait pengelolaan risiko K3 di industri manufaktur. Dengan penerapan pengendalian yang tepat dan berkelanjutan, diharapkan tingkat risiko, khususnya pada kategori *high* dan *extreme*, dapat diminimalkan sehingga tercipta lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT XYZ atas kontribusi dan kerja sama yang telah diberikan, khususnya dalam penyediaan data serta informasi operasional yang sangat mendukung pelaksanaan penelitian ini. Selain itu, penulis juga mengapresiasi Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur atas bimbingan dan dukungan akademik yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

References

1. N. Hudaningsih, R. Fauzi, and I. Adiasa, "Analisis Risiko Bahaya Di PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk. Pada Proyek Pembangunan Bendungan Tiu Suntuk Menggunakan Metode HIRARC," *Hexagon Journal of Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 177–194, 2024, doi: 10.36761/hexagon.v3i1.1340.
2. Taqwanur and M. B. Suryawantiningtyas, "G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan," *G-Tech Journal of Applied Technology*, vol. 6, no. 2, pp. 295–305, 2022, doi: 10.33379/gtech.v6i2.
3. I. A. K. Khotimah, A. R. Pramesti, A. F. P. Putra, F. Kautsar, V. Kartikasari, and D. Yuniawan, "Analisis Potensi Bahaya K3 Confined Space PT. X Pada Perawatan Groundtank Menggunakan Metode Job Safety Analysis," *Journal of Industrial View*, vol. 5, no. 2, pp. 63–75, 2023, doi: 10.26905/jiv.v5i2.11422. [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/b459/9f53842f3abcddde7b227694ca55fe7174e6.pdf>
4. G. Smarandana, A. Momon, and J. Arifin, "Penilaian Risiko K3 Pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 7, no. 1, pp. 56–62, 2021, doi: 10.30656/intech.v7i1.2709.
5. F. R. Jelita, M. Ilyas, and F. Chandra, "Analisis Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Pekerja PT. Putra Karangetang Kabupaten Minahasa Selatan," *Indonesian Journal of Science and Public Health*, vol.

- 1, no. 3, pp. 53–61, 2024. [Online]. Available: <https://yici-journal.id/ijsph/article/view/6>
6. S. Sari and N. Nouryend, "Identifikasi Potensi Bahaya Dan Pengendaliannya Dengan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control," *Jurnal Industrial Services*, vol. 7, no. 2, p. 217, 2022, doi: 10.36055/jiss.v7i2.12265.
 7. Y. V. Pramesthi, "Identifikasi Dan Pengendalian Bahaya K3 Pada Aktivitas Suplai Air Bersih Untuk Kapal Di Dermaga XYZ Menggunakan Metode JSA Dan HIRARC," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 12326–12334, 2025. [Online]. Available: <https://repository.upnjatim.ac.id/id/eprint/37901>
 8. A. Ressa and M. P. Sari, "Analisis Bahaya, Penilaian Risiko Dan Pengendalian Risiko K3 Dengan HIRARC Di PT. ABC," *Jurnal Inkofar*, vol. 7, no. 1, pp. 93–104, 2023. [Online]. Available: <https://politeknikmeta.ac.id/meta/ojs/index.php/inkofar/article/view/287/135>
 9. L. Leonardo and E. Sarvia, "Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) of Safety Junior Supervisor in a Construction Company," *Jurnal Industrial Services*, vol. 8, no. 1, p. 99, 2022, doi: 10.36055/jiss.v8i1.14719.
 10. N. I. N. Ilmi, V. A. J. Semnasti, and M. C. P. I. Semnasti, "Penggunaan Metode HIRARC Dan Diagram Fishbone Dalam Analisis Risiko K3 Pada Industri Baja Karbon," *Waluyo Jatmiko Proceeding*, vol. 16, no. 1, pp. 431–440, 2023, doi: 10.33005/wj.v16i1.65.
 11. M. Fuad, M. Indrayadi, and S. M. Nuh, "Penerapan K3 Menggunakan Metode HIRADC Dan JSA Pada Proyek Pembangunan Gedung Direktorat Reserse Kriminal Khusus Polda KalBar," *JeLAST Journal of Coastal, Urban, Civil, and Mining Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 1–5, 2019. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmhms/article/view/35913>
 12. R. Jaya, T. A. Pawitra, and D. Widada, "Analisis Risiko Keselamatan Kerja Pada Proses Perbaikan Kapal Dengan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC)," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 4, no. 4, pp. 2035–2044, 2025, doi: 10.55826/jtmit.v4i4.949.
 13. C. A. Mau, "Identifikasi Bahaya, Penilaian Dan Pengendalian Risiko Menggunakan Metode HIRARC Dan FMEA Di PT. Surya Karya Setiabudi, Yogyakarta," *Seminar Nasional Penelitian Mahasiswa Teknik*, pp. 7–17, 2023. [Online]. Available: <https://seminar.ustjogja.ac.id/index.php/SINLIMATEK/article/view/1962>
 14. R. M. Zein, M. Jufriyanto, and Y. Pandu, "Manajemen Risiko Pada Proses Produksi Tanki Air: Metode Hazard Identification Risk Assessment Risk Control (HIRARC)," *SITEKIN Journal*, vol. 19, no. 2, 2022, doi: 10.24014/sitekin.v19i2.17546.
 15. K. R. Ririh, M. J. D. Fajrin, and D. R. Ningtyas, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Menggunakan Metode HIRARC Dan Diagram Fishbone Pada Divisi Warehouse Di PT. Bhineka Ciria Artana," *Seminar Nasional Rekayasa Teknologi (SEMRESTEK)*, pp. 8–13, 2020. [Online]. Available: <http://teknik.univpancasila.ac.id/semrestek/prosiding/index.php/12345/article/view/376>
 16. K. I. Daratofic, "Risiko Ergonomi Pekerja Perspektif Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan," *Journal of Islamic Business Law*, vol. 8, no. 1, pp. 61–79, 2024, doi: 10.18860/jibl.v8i1.8518.
 17. C. Febryan, N. L. P. Lilis, S. Setiawati, and F. A. R. Teknik, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode HIRARC (Studi Kasus: CV. XYZ)," *Jurnal Taguchi*, vol. 4, no. 2, pp. 31–41, 2024, doi: 10.46306/tgc.v4i2.