

Penerapan Metode HIRARC dalam Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pelatihan Pengelasan SMAW di UPTD BLK Kota Probolinggo

Endik Zainur Ridwan¹⁾, Trismawati^{1)*}, Kurnia Iswardani¹⁾, Mustakim¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Panca Marga, Probolinggo 67271, Jawa Timur, Indonesia

*Email: trismawati@upm.ac.id

Abstrak

Pelatihan pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) memiliki risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) tinggi, terutama pada bahaya percikan logam panas, radiasi busur las, asap las, serta bahaya kelistrikan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, serta mengevaluasi efektivitas pengendalian risiko pada pelatihan SMAW di UPTD BLK Kota Probolinggo menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Penilaian risiko dilakukan berdasarkan standar AS/NZ 4360:2004 dengan pendekatan *likelihood* dan *severity*, kemudian dihitung *risk rating* sebelum dan sesudah pengendalian. Hasil menunjukkan bahwa beberapa bahaya utama berada pada kategori ekstrem dengan nilai *risk rating* tertinggi 20. Setelah penerapan pengendalian teknis, administratif, dan penggunaan APD, seluruh risiko ekstrem dan tinggi berhasil diturunkan ke kategori moderat dan rendah, dengan penurunan signifikan berdasarkan *risk rating*. Evaluasi efektivitas juga menunjukkan penurunan insiden pelatihan sekitar 82% setelah implementasi pengendalian. Temuan ini menegaskan bahwa HIRARC efektif digunakan sebagai dasar penguatan standar K3 pada pelatihan kerja berbasis kompetensi, khususnya untuk peserta pemula.

Kata kunci: evaluasi efektivitas, HIRARC, keselamatan dan kesehatan kerja, pengelasan SMAW, risiko kerja

Abstract

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) training involves high occupational safety and health (OSH) risks, particularly related to hot metal sparks, welding arc radiation, welding fumes, and electrical hazards. This study aims to identify hazards, assess risk levels, and evaluate the effectiveness of risk control measures in SMAW training at UPTD BLK Kota Probolinggo using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) method. Risk assessment was conducted based on the AS/NZ 4360:2004 standard using likelihood and severity parameters, followed by the calculation of risk ratings before and after control implementation. The results indicate that several major hazards were classified as extreme risks, with the highest risk rating reaching 20. After the application of engineering controls, administrative controls, and the use of personal protective equipment (PPE), all extreme and high risks were successfully reduced to moderate and low risk categories, showing a significant decrease in risk ratings. The effectiveness evaluation also revealed an approximately 82% reduction in training-related incidents after the implementation of risk controls. These findings confirm that HIRARC is effective as a foundation for strengthening OSH standards in competency-based job training, particularly for novice participants.

Keywords: effectiveness evaluation, HIRARC, occupational safety and health, risk assessment, SMAW welding

1. PENDAHULUAN

Kegiatan pengelasan merupakan salah satu proses kerja dengan tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang relatif tinggi. Berbagai penelitian menunjukkan

bahwa aktivitas pengelasan berpotensi menimbulkan bahaya fisik, kimia, dan ergonomi, seperti paparan radiasi busur las, percikan logam panas, asap las, kebisingan, serta risiko kelistrikan yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja (Cahyono & Susiati, 2024; Pradityatama *et al.*, 2023). Kondisi ini menjadi semakin krusial ketika pengelasan dilakukan dalam konteks pelatihan kerja, di mana peserta umumnya masih memiliki keterbatasan pengalaman dan pemahaman terhadap prosedur K3.

Penerapan manajemen risiko K3 yang sistematis diperlukan untuk meminimalkan potensi kecelakaan kerja. Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) banyak digunakan sebagai pendekatan terstruktur dalam mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan pengendalian risiko berdasarkan hierarki pengendalian (Ayyubi *et al.*, 2022; Smarandana *et al.*, 2021). Beberapa studi menunjukkan bahwa penerapan HIRARC mampu menurunkan tingkat risiko dari kategori tinggi atau ekstrem menjadi sedang hingga rendah setelah pengendalian diterapkan (Pramudyo *et al.*, 2024; Wati & Nugroho, 2023).

Meskipun demikian, penelitian terkait penerapan HIRARC pada kegiatan pelatihan pengelasan SMAW, khususnya di lembaga pelatihan kerja pemerintah, masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada sektor industri manufaktur dan konstruksi (Lalenoh *et al.*, 2022; Maulana *et al.*, 2024). Oleh karena itu, diperlukan kajian yang secara spesifik menganalisis risiko K3 pada pelatihan pengelasan SMAW serta mengevaluasi efektivitas pengendalian risiko yang diterapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan mengevaluasi efektivitas pengendalian risiko K3 pada pelatihan pengelasan SMAW di UPTD BLK Kota Probolinggo menggunakan metode HIRARC. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan dalam peningkatan penerapan K3 pada pelatihan berbasis kompetensi.

Berbeda dengan studi HIRARC pada aktivitas pengelasan di lingkungan industri, konteks penelitian ini berada pada pelatihan kerja berbasis kompetensi di lembaga pelatihan pemerintah (UPTD BLK), di mana peserta pelatihan didominasi oleh pemula (*novice trainee*) dengan pengalaman kerja yang terbatas. Kondisi ini menyebabkan karakteristik risiko K3 menjadi lebih kompleks karena dipengaruhi oleh faktor perilaku, kepatuhan penggunaan APD, serta variasi kemampuan teknik dasar peserta. Selain itu, penelitian ini tidak hanya memetakan risiko, namun juga menambahkan tahap evaluasi efektivitas pengendalian risiko secara kuantitatif melalui perbandingan *risk rating pre-control* dan *post-control* serta analisis

penurunan insiden selama periode pelatihan. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini terletak pada penerapan HIRARC dalam konteks pelatihan kerja pemerintah dan penguatan evaluasi efektivitas pengendalian risiko pada peserta pemula. (Afriza & Dewi, 2024; Pradityatama *et al.*, 2023; Smarandana *et al.*, 2021).

2. METODE

2.1. Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan metode HIRARC karena mampu memberikan evaluasi risiko secara sistematis melalui pendekatan numerik berbasis *likelihood* dan *severity*, sehingga memudahkan penentuan prioritas pengendalian risiko pada aktivitas berisiko tinggi seperti pengelasan. Penelitian dilaksanakan pada pelatihan pengelasan SMAW di UPTD BLK Kota Probolinggo pada bulan Oktober - November tahun 2025, dengan jumlah peserta sebanyak 16 orang dan didampingi oleh 2 instruktur, 1 asisiten intruktur dan 1 kepala jurusan selama durasi pelatihan 30 hari / 240JP (Ayyubi *et al.*, 2022; Smarandana *et al.*, 2021).

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*). Pengumpulan data dilakukan pada kegiatan pelatihan pengelasan SMAW di UPTD BLK Kota Probolinggo. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder.

Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap aktivitas pelatihan pengelasan SMAW, wawancara dengan instruktur dan peserta pelatihan, serta pengisian lembar identifikasi bahaya dan penilaian risiko. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi tahapan kerja, kondisi lingkungan kerja, serta potensi bahaya yang muncul selama proses pengelasan berlangsung. Data sekunder diperoleh dari dokumen pendukung seperti standar operasional prosedur (SOP), laporan kecelakaan kerja, serta literatur yang relevan terkait keselamatan dan kesehatan kerja, khususnya yang membahas penerapan metode HIRARC pada aktivitas berisiko tinggi seperti pengelasan.

2.2. Tahap metode HIRARC

Metode HIRARC digunakan untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko keselamatan dan kesehatan kerja secara sistematis. Tahapan dalam metode HIRARC pada penelitian ini meliputi identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko.

2.2.1 Tahap identifikasi bahaya (*hazard identification*)

Tahap identifikasi bahaya dilakukan dengan mengkaji setiap aktivitas kerja pada pelatihan pengelasan SMAW. Identifikasi bahaya bertujuan untuk mengenali seluruh potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja atau gangguan kesehatan. Potensi bahaya yang diidentifikasi meliputi bahaya fisik, kimia, ergonomi, dan kelistrikan.

Proses identifikasi bahaya dilakukan melalui observasi langsung dan diskusi dengan instruktur pelatihan. Setiap aktivitas kerja dianalisis untuk mengetahui sumber bahaya, jenis bahaya, serta kemungkinan dampak yang ditimbulkan. Hasil identifikasi bahaya kemudian dicatat dalam lembar HIRARC sebagai dasar untuk tahap penilaian risiko.

2.2.2 Tahap penilaian risiko (*risk assessment*)

Tahap penilaian risiko dilakukan dengan menentukan tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) dari setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi. Nilai *likelihood* menggambarkan seberapa sering suatu bahaya dapat terjadi, sedangkan nilai *severity* menunjukkan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan apabila bahaya tersebut terjadi.

Nilai *risk rating* diperoleh dari hasil perkalian antara *likelihood* dan *severity*. Selanjutnya, nilai *risk rating* diklasifikasikan ke dalam kategori risiko rendah, sedang, tinggi, dan ekstrem. Hasil penilaian risiko ini digunakan untuk menentukan prioritas pengendalian risiko, di mana bahaya dengan nilai *risk rating* tertinggi menjadi fokus utama dalam penerapan pengendalian. Perhitungan tingkat risiko dilakukan menggunakan rumus:

$$Risk\ rating = Likelihood \times Severity \quad (1)$$

Untuk meminimalkan subjektivitas dalam penentuan nilai *likelihood* dan *severity*, penilaian risiko dilakukan melalui diskusi terarah (*expert judgment*) yang melibatkan Kepala Jurusan, instruktur dan asisten instruktur pelatihan pengelasan SMAW dan peneliti sebagai observer. Penilaian dilakukan berdasarkan hasil observasi langsung pada setiap aktivitas kerja, wawancara, serta pencatatan kejadian tidak aman (*unsafe act/unsafe condition*) selama proses pelatihan. Selanjutnya, nilai *likelihood* dan *severity* disepakati melalui konsensus penilai agar menghasilkan *risk rating* yang konsisten. Pendekatan ini umum digunakan pada penerapan HIRARC di lingkungan kerja dengan keterbatasan data kuantitatif historis (Lalenoh *et al.*, 2022; Smarandana *et al.*, 2021).

Hasil penilaian risiko selanjutnya diklasifikasikan menjadi empat kategori:

1. L = *Low* (Rendah)
2. M = *Moderate* (Sedang)

3. H = *High* (Tinggi)
4. E = *Extreme* (Ekstrem / Sangat Tinggi)

Tabel 1. Skala *likelihood* menurut standar AS/NZ 4360:2004

Level	Indikator	Rincian
A (5)	Hampir pasti terjadi (<i>almost certain</i>)	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal; frekuensi sangat tinggi (>17 kali/tahun)
B (4)	Sering terjadi (<i>likely</i>)	Terjadi beberapa kali dalam periode waktu tertentu (13–16 kali/tahun)
C (3)	Mungkin (<i>occasionally / possible</i>)	Risiko dapat terjadi namun tidak sering (9–12 kali/tahun)
D (2)	Kadang-Kadang (<i>unlikely</i>)	Kadang-kadang terjadi (5–8 kali/tahun)
E (1)	Jarang sekali terjadi (<i>rare</i>)	Dapat terjadi hanya pada keadaan tertentu (0–4 kali/tahun)

(Sumber : AS/NZ 4360:2004 dalam (Fahera *et al.*, 2025))

Tabel 2. Skala *severity/consequence* pada standar AS/NZ 4360

Level	Kriteria	Deskripsi Keparahannya Cedera	Dampak Hari Kerja
1	Tidak signifikan (<i>insignificant</i>)	Tidak menyebabkan kerugian atau cedera pada manusia	Tidak menyebabkan kehilangan hari kerja
2	Kecil (<i>minor</i>)	Memerlukan perawatan P3K; kerugian material kecil	Masih dapat bekerja pada hari yang sama
3	Sedang (<i>moderate</i>)	Memerlukan perawatan medis; cedera dengan cacat tidak tetap; kerugian material cukup besar	Kehilangan hari kerja < 3 hari
4	Berat (<i>major</i>)	Cedera menyebabkan cacat permanen; proses produksi terganggu; kerugian material besar	Kehilangan hari kerja ≥ 3 hari
5	Bencana (<i>catastrophic</i>)	Mengakibatkan kematian; kerugian material sangat besar	Kehilangan hari kerja selamanya

(Sumber : AS/NZ 4360:2004 dalam (Fahera *et al.*, 2025))

Tabel 3. Skala *risk matrix* pada standar AS/NZ 4360

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

(Sumber : AS/NZ 4360:2004 dalam (Fahera *et al.*, 2025))

Keterangan :

- E = *Extreme Risk* (Tidak boleh dilaksanakan/ dilanjutkan dan pengendalian kegiatan)
- H = *High Risk* (Tidak boleh dilaksanakan /dilanjutkan dan pengendalian)
- M = *Moderate Risk* (diperlukan tindakan demi mengurangi risiko)
- L = *Low Risk* (Risiko yang masih bisa ditoleransi oleh perusahaan)

Tabel 4. Nilai Risk matrix pada standar AS/NZ 4360

Likelihood	Severity/ consequence				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

(Sumber : AS/NZ 4360:2004 dalam (Fahera *et al.*, 2025))

2.2.3 Tahap pengendalian risiko (*risk control*)

Tahap terakhir dalam penerapan metode HIRARC adalah menentukan strategi pengendalian risiko berdasarkan hirarki kontrol. Pengendalian dilakukan untuk mencegah sekaligus meminimalisasi potensi bahaya yang ditemukan selama proses identifikasi dan penilaian risiko. Prioritas pengendalian ditentukan berdasarkan tingkat risiko yang telah diperoleh.

Hirarki pengendalian risiko yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Eliminasi → Menghilangkan sumber bahaya secara langsung.
Contoh: memastikan area pelatihan bebas dari material mudah terbakar agar percikan api tidak menimbulkan kebakaran.
2. Substitusi → Mengganti bahan atau peralatan dengan yang lebih aman.
Contoh: menggunakan kabel listrik dengan isolasi standar SNI untuk mencegah risiko sengatan listrik.
3. Rekayasa teknik (*Engineering Control*) → Melakukan perbaikan atau modifikasi pada peralatan maupun lingkungan kerja.
Contoh: pemasangan *exhaust fan* atau sistem ventilasi untuk mengurangi paparan asap las.
4. Administrasi → Pengaturan prosedur kerja, instruksi, pelatihan, dan jadwal kerja.
Contoh: penyusunan SOP pengelasan, pemberian pelatihan K3 kepada peserta, serta pembatasan jam pelatihan agar tidak kelelahan.
5. Alat Pelindung Diri (APD) → Memberikan perlindungan terakhir bagi peserta pelatihan.
Contoh: penggunaan helm las, sarung tangan, kacamata las, masker, serta sepatu *safety*.



Gambar 1. Hirarki Pengendalian Risiko

2.3. Tahap Evaluasi Efektivitas Pengendalian Risiko

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai keberhasilan penerapan pengendalian risiko. Evaluasi ini dilakukan dengan cara:

1. Membandingkan nilai *risk rating* sebelum dan sesudah pengendalian,
2. Mengamati perubahan perilaku penggunaan APD,
3. Mengevaluasi tingkat kepatuhan peserta terhadap SOP,
4. Menganalisis data kecelakaan setelah implementasi kontrol.

Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa pengendalian yang diterapkan benar-benar efektif dalam menurunkan tingkat risiko dan mengurangi kecelakaan kerja, sesuai tujuan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Identifikasi bahaya (*hazard identification*) pada pelatihan pengelasan SMAW

Hasil identifikasi bahaya menunjukkan bahwa aktivitas pelatihan pengelasan SMAW memiliki potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja yang cukup tinggi. Identifikasi dilakukan pada seluruh tahapan aktivitas, mulai dari persiapan area kerja, pemeriksaan peralatan, proses pengelasan, hingga kegiatan chipping slag. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip identifikasi bahaya dalam metode HIRARC yang menekankan pemetaan aktivitas kerja secara sistematis untuk mengungkap potensi risiko K3 (Afriza & Dewi, 2024; Smarandana *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil observasi lapangan, bahaya dominan yang teridentifikasi meliputi percikan api dan logam panas, paparan radiasi sinar ultraviolet dari busur las, serta bahaya kelistrikan akibat kondisi kabel las yang berpotensi terkelupas. Temuan ini sejalan dengan penelitian pada aktivitas pengelasan yang menyebutkan bahwa paparan panas, radiasi, dan

listrik merupakan sumber bahaya utama yang sering menyebabkan kecelakaan kerja apabila tidak dikendalikan secara memadai (Pradityatama *et al.*, 2023; Wisudawati, 2022).

Tabel 5. Hazard Identification berdasarkan setiap aktivitas

No	Aktivitas	Bahaya	Dampak	Penyebab
1	Persiapan area kerja	Material mudah terbakar	Kebakaran	Area tidak ditata dengan standar keselamatan
2	Pemeriksaan & penyiapan mesin las	Kabel rusak / terkelupas	Sengatan listrik	Tidak ada inspeksi rutin
3	<i>Setting</i> arus mesin	Arus tidak stabil	Percikan besar, luka bakar	Mesin tidak diservis
4	Penyiapan elektroda	Elektroda panas	Luka bakar ringan-sedang	Tidak mengecek suhu elektroda
5	Pengelasan SMAW /flat	Percikan api & logam panas	Luka bakar serius	Teknik pengelasan tidak stabil
6	Pengelasan SMAW/horizontal	Asap las (<i>fume</i>)	Iritasi pernapasan	Ventilasi buruk
7	Pengelasan posisi 3G / vertical	<i>Spatter</i> jatuh dari atas	Luka bakar	Posisi kerja <i>vertical</i>
8	Penggantian elektroda	Elektroda panas	Luka bakar	Tidak menunggu pendinginan
9	<i>Chipping Slag</i>	Serpihan <i>Slag</i>	Iritasi mata	<i>Face shield</i> tidak diturunkan
10	<i>Chipping Slag</i>	Cedera jari	Luka sedang	Teknik salah
11	<i>Grinding</i>	Serpihan logam	Iritasi mata	<i>Goggles</i> tidak rapat
12	Pendinginan benda kerja	Menyentuh benda panas	Luka bakar	Tidak mengecek suhu
13	Pembersihan area	Debu <i>Slag</i>	Iritasi mata/pernapasan	<i>Face shield</i> dinaikkan
14	Kelelahan fisik	Penurunan fokus	Cedera	Durasi latihan panjang
15	Risiko kebakaran	Percikan mengenai material	Kebakaran	Material mudah terbakar dekat area
16	Sumber listrik & <i>grounding</i>	Sengatan listrik	Cedera berat/fatal	Kabel rusak, <i>grounding</i> lemah

Tabel 6. Hazard Identification berdasarkan kelompok bahaya utama

No	Kelompok bahaya	Rincian bahaya spesifik
1	Bahaya fisik	• Percikan api dan logam panas • Radiasi UV dari busur las • Benda kerja panas • Serpihan logam dari <i>chipping</i> dan <i>grinding</i>
2	Bahaya kimia	• Asap las (<i>welding fumes</i>)
3	Bahaya listrik	• Kabel mesin las terkelupas • <i>Grounding</i> tidak stabil • Tangan basah saat menyentuh <i>holder</i>
4	Bahaya mekanis	• Cedera dari pahat <i>chipping</i> • Kejatuhan <i>slag</i> atau benda kerja
5	Bahaya ergonomi	• Posisi kerja tidak stabil pada pengelasan 3G /vertical • Gerakan kerja berulang pada durasi latihan panjang

Selain itu, bahaya ergonomi juga ditemukan pada aktivitas pengelasan posisi 3G atau overhead akibat postur kerja yang tidak alamiah dan dilakukan dalam durasi tertentu. Kondisi ini berpotensi menimbulkan gangguan muskuloskeletal apabila tidak diimbangi dengan pengaturan kerja yang baik (Trismawati *et al.*, 2024).

Tabel 7. Temuan Kecelakaan Selama Periode Penelitian

Jenis Insiden	Jumlah Insiden
Luka ringan akibat percikan api	4 kejadian
Iritasi mata akibat radiasi UV	3 kejadian
Luka lecet akibat <i>chipping</i>	2 kejadian
Nyeri otot/kelelahan	3 kejadian
<i>Near miss</i> (hampir cedera)	5 kejadian
<i>Total</i>	17 Kejadian

3.2. Penilaian risiko (*risk assessment*)

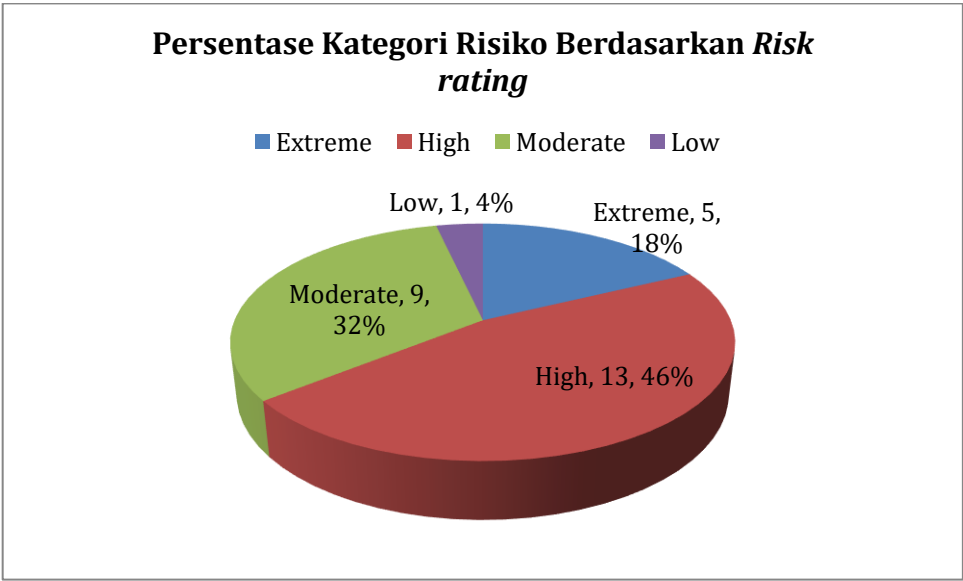
Penilaian risiko dilakukan dengan menentukan nilai *likelihood* dan *severity* pada setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi. Penilaian ini dilakukan menggunakan matriks risiko HIRARC untuk memperoleh nilai *risk rating* sebagai dasar pengambilan keputusan pengendalian risiko (Lalenoh *et al.*, 2022; Wati & Nugroho, 2023). Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa beberapa potensi bahaya memiliki nilai *risk rating* yang tergolong tinggi (Tabel 7 dan Tabel 8).

Tabel 8. *Risk rating* berdasarkan setiap aktivitas pelatihan pengelasan SMAW

No	Aktivitas	L	S	L × S	Kategori Risiko
1	Persiapan area kerja	3	4	12	High
2	Pemeriksaan & penyiapan mesin las	3	5	15	High
3	<i>Setting</i> arus mesin	3	4	12	High
4	Penyiapan elektroda	2	2	4	Low
5	Pengelasan SMAW (<i>flat</i>)	4	4	16	High
6	Pengelasan SMAW (<i>horizontal</i>)	3	4	12	High
7	Pengelasan posisi 3G / <i>vertical</i>	4	3	12	High
8	Penggantian elektroda	3	2	6	Moderate
9	<i>Chipping Slag</i>	3	3	9	Moderate
10	<i>Chipping Slag</i> (lanjutan)	2	3	6	Moderate
11	<i>Grinding</i>	3	3	9	Moderate
12	Pendinginan benda kerja	3	2	6	Moderate
13	Pembersihan area	3	3	9	Moderate
14	Kelelahan fisik	3	4	12	High
15	Risiko kebakaran	2	5	10	Moderate
16	Sumber listrik & <i>grounding</i>	3	5	15	High

Tabel 9. Risk rating berdasarkan kelompok bahaya utama pelatihan pengelasan SMAW

No	Kelompok Bahaya	Jenis Bahaya	L	S	L × S	Kategori Risiko
1	Bahaya Fisik	Percikan api & logam panas	4	5	20	Extreme
2	Bahaya Fisik	Radiasi UV busur las	4	5	20	Extreme
3	Bahaya Fisik	Benda kerja panas	3	4	12	High
4	Bahaya Fisik	Serpihan logam chipping/grinding	4	4	16	High
5	Bahaya Kimia	Asap las (fumes)	3	4	12	High
6	Bahaya Listrik	Kabel terkelupas	4	5	20	Extreme
7	Bahaya Listrik	Grounding tidak stabil	4	5	20	Extreme
8	Bahaya Listrik	Tangan basah menyentuh holder	3	5	15	High
9	Bahaya Mekanis	Cedera pahat chipping	3	4	12	High
10	Bahaya Mekanis	Kejatuhan Slag/benda kerja	4	5	20	Extreme
11	Bahaya Ergonomi	Posisi kerja tidak stabil	3	3	9	Moderate
12	Bahaya Ergonomi	Gerakan berulang/kelelahan	2	3	6	Moderate



Gambar 2. Persentase kategori risiko berdasarkan risk rating

Bahaya percikan api dan logam panas, paparan radiasi sinar ultraviolet, serta bahaya kelistrikan masing-masing memiliki nilai *risk rating* sebesar 20. Nilai tersebut menunjukkan kombinasi kemungkinan kejadian yang sering dan tingkat keparahan yang tinggi, sehingga dikategorikan sebagai risiko tinggi yang memerlukan pengendalian segera (Afriza & Dewi, 2024; Fadili *et al.*, 2025). Tingginya nilai risiko pada aktivitas pengelasan SMAW mengindikasikan bahwa pekerjaan ini termasuk dalam kategori pekerjaan berisiko tinggi

apabila tidak disertai dengan penerapan sistem manajemen K3 yang efektif. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pengelasan merupakan aktivitas kerja dengan tingkat risiko kecelakaan yang signifikan (Cahyono & Susiati, 2024; Trismawati & Utomo, 2023).

3.3. Pengendalian risiko (*risk control*)

Pengendalian risiko dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian risiko yang meliputi pengendalian teknis, administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Pendekatan ini sesuai dengan konsep pengendalian risiko dalam metode HIRARC yang menekankan penerapan pengendalian secara bertahap dan sistematis (Smarandana *et al.*, 2021; Ikhsan, 2025). Pengendalian teknis yang diterapkan meliputi pemeriksaan rutin kondisi mesin las dan instalasi listrik, serta penggantian kabel yang rusak untuk mencegah sengatan listrik. Pengendalian administratif dilakukan melalui penerapan SOP pengelasan, pelaksanaan *safety briefing*, dan pengawasan langsung oleh instruktur selama pelatihan berlangsung.

Strategi ini sejalan dengan penelitian yang menyebutkan bahwa kombinasi pengendalian teknis dan administratif mampu menurunkan tingkat kecelakaan kerja secara signifikan (Herdawan, 2019; Fitra *et al.*, 2024). Selain itu, penggunaan APD seperti helm las, sarung tangan tahan panas, apron, dan sepatu keselamatan diwajibkan bagi seluruh peserta pelatihan. Penggunaan APD merupakan bentuk pengendalian terakhir yang berperan penting dalam mengurangi tingkat keparahan cedera akibat kecelakaan kerja (Trismawati, 2025).

Tabel 10. Bentuk pengendalian (*Risk Control*) dan nilai *risk rating* setelah pengendalian risiko

No	Jenis Bahaya / Aktivitas	L	S	LXS	Kategori Risiko	Bentuk pengendalian (<i>Risk Control</i>)
1	Persiapan area kerja	2	4	8	High → Moderate	Housekeeping, penataan area kerja
2	Pemeriksaan & penyiapan mesin las	2	5	10	High → Moderate	SOP & <i>checklist</i> mesin las
3	Setting arus mesin	2	4	8	High → Moderate	Pengawasan instruktur
4	Penyiapan elektroda	1	2	2	Low → Low	Prosedur kerja aman
5	Pengelasan SMAW (flat)	3	4	12	High → Moderate	APD lengkap & pengawasan
6	Pengelasan SMAW (vertical/horizontal)	2	4	8	High → Moderate	Pembatasan posisi & <i>briefing</i>
7	Pengelasan posisi 3G / <i>overhead</i>	3	3	9	High → Moderate	Tirai las & pengawasan ketat
8	Penggantian elektroda	2	2	4	Moderate → Low	SOP penggantian elektroda
9	Chipping <i>slag</i>	2	3	6	Moderate → Low	Kacamata & <i>face shield</i>
10	Chipping <i>slag</i> (lanjutan)	1	3	3	Moderate → Low	Area kerja khusus
11	Grinding	2	3	6	Moderate → Low	Pelindung wajah & SOP
12	Pendinginan benda kerja	2	2	4	Moderate → Low	Sarung tangan tahan panas
13	Pembersihan area	2	3	6	Moderate → Low	Jadwal <i>housekeeping</i>
14	Kelelahan fisik	2	4	8	High → Moderate	Pengaturan waktu kerja
15	Risiko kebakaran	1	5	5	Moderate → Low	APAR & kontrol bahan mudah terbakar

No	Jenis Bahaya / Aktivitas	L	S	LXS	Kategori Risiko	Bentuk pengendalian (<i>Risk Control</i>)
16	Sumber listrik & <i>grounding</i>	2	5	10	<i>High → Moderate</i>	<i>Grounding</i> standar & inspeksi
17	Percikan api & logam panas	3	4	12	<i>Extreme → Moderate</i>	Tirai las & APD lengkap
18	Radiasi UV busur las	2	4	8	<i>Extreme → Moderate</i>	Helm las standar
19	Benda kerja panas	2	4	8	<i>High → Moderate</i>	Penandaan benda panas
20	Serpihan logam <i>chipping/grinding</i>	2	3	6	<i>High → Moderate</i>	Pelindung wajah
21	Asap las (<i>fumes</i>)	2	3	6	<i>High → Moderate</i>	Ventilasi & masker
22	Kabel terkelupas	2	5	10	<i>Extreme → Moderate</i>	Penggantian kabel
23	<i>Grounding</i> tidak stabil	2	5	10	<i>Extreme → Moderate</i>	Standarisasi <i>grounding</i>
24	Tangan basah menyentuh holder	2	5	10	<i>High → Moderate</i>	Sarung tangan & <i>briefing</i>
25	Cedera pahat <i>chipping</i>	2	4	8	<i>High → Moderate</i>	SOP & APD
26	Kejatuhan slag/benda kerja	2	5	10	<i>Extreme → Moderate</i>	Pembatas area kerja
27	Posisi kerja tidak stabil	2	3	6	<i>Moderate → Low</i>	Penyesuaian meja kerja
28	Gerakan berulang/kelelahan	1	3	3	<i>Moderate → Low</i>	Rotasi kerja & istirahat

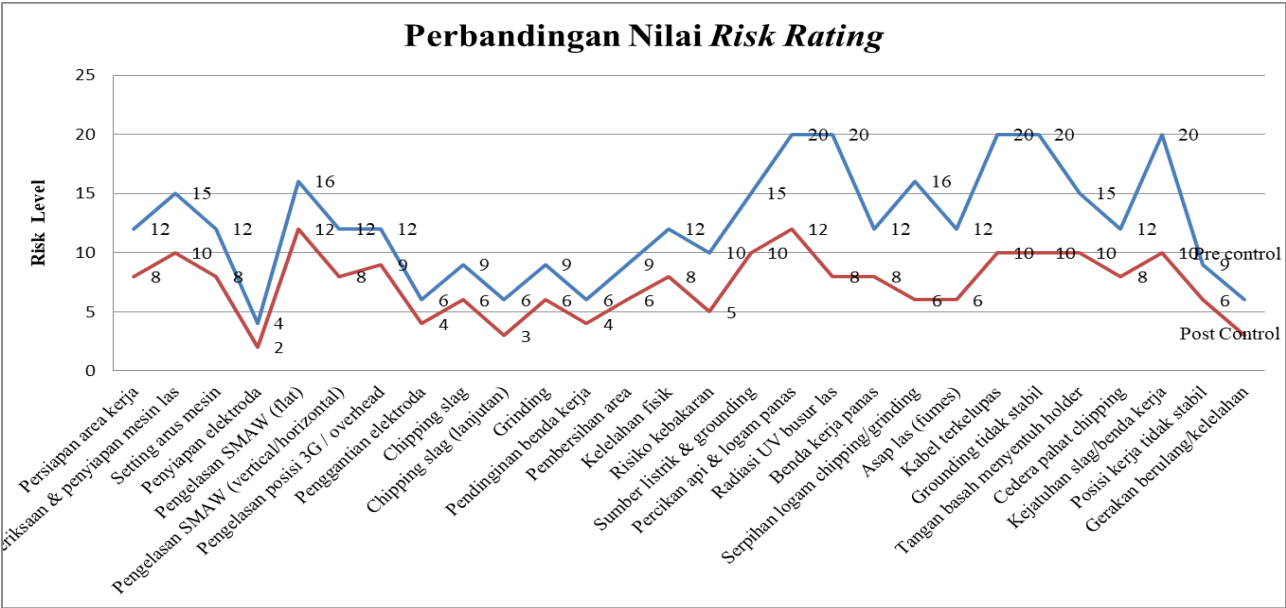
Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penerapan HIRARC mampu menurunkan risk rating pada aktivitas pengelasan dari kategori tinggi atau ekstrem menjadi moderat hingga rendah setelah penerapan pengendalian. Studi Pradityatama *et al.* (2023) melaporkan bahwa bahaya dominan pada proses pengelasan adalah percikan logam panas, radiasi busur las, dan bahaya kelistrikan, yang juga ditemukan pada penelitian ini. Dengan demikian, temuan penelitian memperkuat bahwa hazard utama pengelasan bersifat berulang pada berbagai konteks kerja, namun tingkat risikonya dapat ditekan melalui pengendalian yang terstruktur. (Pradityatama *et al.*, 2023; Wati & Nugroho, 2023).

3.4. Evaluasi Efektivitas Pengendalian Risiko

Evaluasi efektivitas pengendalian risiko dilakukan dengan membandingkan nilai *risk level* (RL) pada kondisi sebelum pengendalian (*pre-control*) dan setelah pengendalian (*post-control*) menggunakan pendekatan metode HIRARC. Perbandingan ini bertujuan untuk menilai sejauh mana tindakan pengendalian mampu menurunkan tingkat risiko kerja secara kuantitatif, sebagaimana direkomendasikan dalam evaluasi penerapan HIRARC pada aktivitas berisiko tinggi (Afriza & Dewi, 2024; Fadili *et al.*, 2025).

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pada kondisi *pre-control*, beberapa aktivitas pengelasan SMAW memiliki nilai *risk rating* pada kisaran 12–16, bahkan mencapai nilai tertinggi sebesar 20 pada kelompok bahaya utama seperti percikan api dan logam panas, radiasi ultraviolet dari busur las, kabel terkelupas, *grounding* yang tidak stabil, serta kejatuhan slag. Nilai tersebut termasuk dalam kategori risiko tinggi hingga ekstrem yang berpotensi

menimbulkan kecelakaan kerja serius apabila tidak dilakukan pengendalian secara memadai (Pradityatama *et al.*, 2023; Wisudawati, 2022).



Gambar 3. Perbandingan nilai risk rating sebelum dan sesudah pengendalian

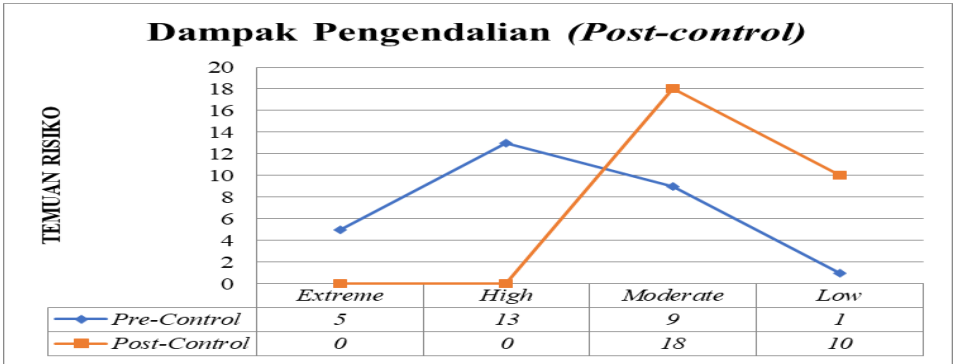
Setelah penerapan pengendalian risiko (*post-control*), seluruh aktivitas menunjukkan penurunan nilai *risk rating* yang signifikan. Aktivitas dengan nilai risiko awal 12–16 menurun menjadi 8–10, sedangkan risiko dengan nilai tertinggi 20 berhasil diturunkan hingga berada pada rentang 6–10. Penurunan ini menunjukkan bahwa pengendalian yang diterapkan efektif dalam menurunkan tingkat kemungkinan kejadian maupun tingkat keparahan risiko, sesuai dengan prinsip hierarki pengendalian risiko dalam metode HIRARC (Smarandana *et al.*, 2021; Ikhsan, 2025).

Secara agregat, seluruh risiko kategori ekstrem dan tinggi berhasil dieliminasi dan bergeser ke kategori moderat dan rendah yang lebih dapat diterima. Kondisi ini diperkuat dengan peningkatan kepatuhan penggunaan alat pelindung diri dan kepatuhan terhadap standar operasional prosedur kerja, yang merupakan faktor penting dalam keberhasilan pengendalian risiko K3 (Herdawan, 2019; Trismawati *et al.*, 2025).

Tabel 11. Ringkasan dampak pengendalian (*post-control*)

Kategori risiko	Pre-control	Post-control	Perubahan
Extreme	5 temuan	0 temuan	Turun 100%
High	13 temuan	0 temuan	Turun signifikan
Moderate	9 temuan	18 temuan	Naik (hasil penurunan risiko)
Low	1 temuan	10 temuan	Naik signifikan karena pengendalian

Data insiden kecelakaan kerja diperoleh dari catatan instruktur pelatihan dan dokumentasi internal UPTD BLK Kota Probolinggo selama periode pelatihan berlangsung. Insiden yang dicatat mencakup kejadian luka bakar ringan, iritasi mata, percikan logam mengenai kulit, serta kejadian tidak aman lain yang memerlukan tindakan pertolongan pertama. Persentase penurunan insiden dihitung berdasarkan perbandingan jumlah insiden sebelum dan sesudah penerapan pengendalian risiko pada aktivitas dominan pengelasan SMAW (Fitra *et al.*, 2024; Trismawati *et al.*, 2025).

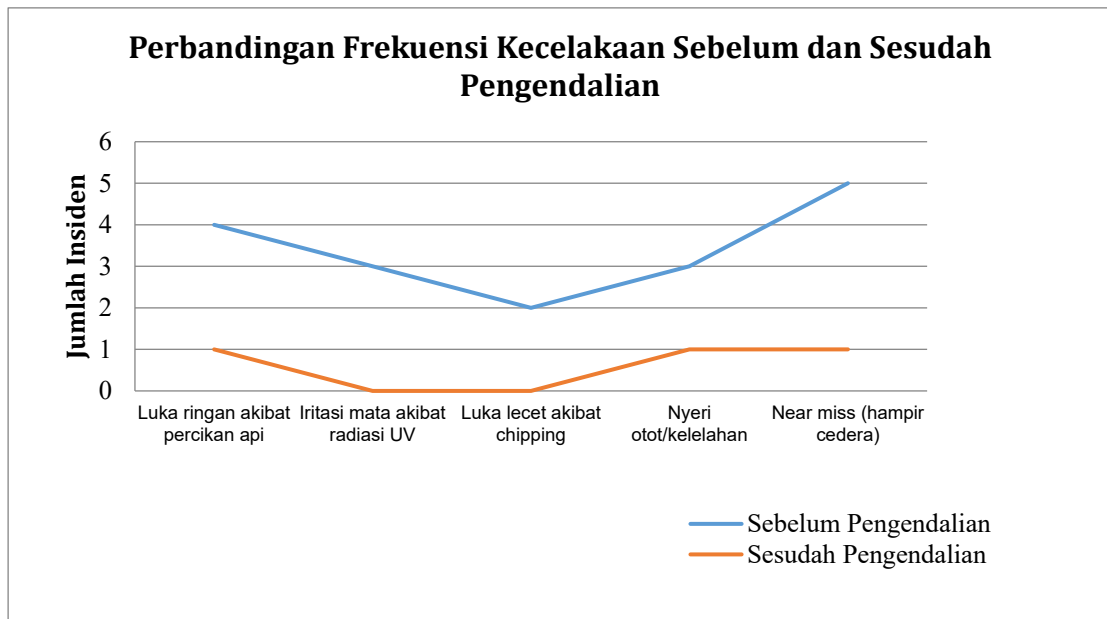


Gambar 4. Perbandingan nilai *risk rating* sebelum dan sesudah pengendalian

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah perlunya penerapan standar K3 yang lebih ketat pada pelatihan kerja pemerintah, khususnya untuk peserta pemula. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar penyusunan SOP pelatihan pengelasan, checklist inspeksi mesin dan instalasi listrik, serta penetapan kewajiban penggunaan APD sebagai standar minimal. Selain itu, model evaluasi efektivitas pengendalian yang digunakan dapat direplikasi pada pelatihan berisiko tinggi lain di BLK, seperti pelatihan pemotongan logam, grinding, atau pekerjaan kelistrikan. (Fitra *et al.*, 2024; Smarandana *et al.*, 2021).

Tabel 12. Frekuensi Kecelakaan Sebelum dan Sesudah Pengendalian

Jenis Insiden	Sebelum Pengendalian	Sesudah Pengendalian	Perubahan
Luka ringan akibat percikan api	4 kejadian	1 kejadian	Turun
Iritasi mata akibat radiasi UV	3 kejadian	0 kejadian	Turun
Luka lecet akibat <i>chipping</i>	2 kejadian	0 kejadian	Turun
Nyeri otot/kelelahan	3 kejadian	1 kejadian	Turun
<i>Near miss</i> (hampir cedera)	5 kejadian	1 kejadian	Turun
Total	17 kejadian	3 kejadian	Penurunan signifikan



Gambar 5. Line chart perbandingan frekuensi kecelakaan

Dari data diatas didapatkan 17 kejadian sebelum dilakukan pengendalian dan 3 kejadian setelah dilakukan pengendalian, sehingga terdapat selisih 14 kejadian, maka $14 \text{ kejadian} / 17 \text{ kejadian} \times 100\%$ maka menghasilkan penurunan jumlah insiden sekitar 82% setelah penerapan pengendalian risiko. Seluruh insiden yang tersisa berada pada kategori keparahan ringan dan tidak ditemukan lagi kejadian dengan *severity* berat. Temuan ini menegaskan bahwa penerapan pengendalian risiko berbasis HIRARC secara sistematis dan terintegrasi efektif dalam meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja pada pelatihan pengelasan SMAW (Afriza & Dewi, 2024; Syahputri & Yuliawati, 2025).

4. KESIMPULAN

Penerapan metode HIRARC pada pelatihan pengelasan SMAW di UPTD BLK Kota Probolinggo efektif menurunkan tingkat risiko K3, ditunjukkan oleh penurunan *risk rating* dari kategori ekstrem dan tinggi menjadi moderat dan rendah setelah pengendalian diterapkan. Selain itu, jumlah insiden pelatihan menurun sekitar 82% dan didominasi insiden ringan. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan penyusunan SOP dan standar minimal penerapan K3 pada BLK, serta dapat direplikasi pada pelatihan berbasis kompetensi lain yang memiliki risiko tinggi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UPTD BLK Kota Probolinggo atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan sehingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriza, A., Dewi, S. (2024). Analisis risiko kesehatan dan keselamatan kerja pada area proses PT. XYZ menggunakan metode HIRARC. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 2(1), 67–77. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v2i1.54>
- Ayyubi, M. A., Sukmono, Y., Pawitra, T. A. (2022). Pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja dengan metode HIRARC (Studi kasus: UIIPHKK PT. Belantara Subur). *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 6(1), 84–102. DOI: 10.31289/jime.v6i1.7137
- Cahyono, M. D., Susiati, D. (2024). Analisis risiko bahaya kesehatan dan keselamatan kerja (k3) pengelasan dengan metode fishbone diagram dan Job Safety Analisis (JSA). *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(1), 273–281. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i1.24073>
- Fadili, H., Perdana, M. F., Suryapranatha, D. (2025). Identifikasi potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja dengan menggunakan metode HIRARC (Studi kasus: PT. GGS). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 4(3), 802–814.
- Fahera, A. V., Basuki, M., Alala, P. S. (2025). Penilaian risiko K3 menggunakan metode HIRA dan FMEA di PT Semen Gresik Pabrik Rembang. *Prosiding Seminar Nasional ADPI Mengabdikan Untuk Negeri*, 6(1), 18–28. <https://doi.org/10.47841/semnasadpi.v6i2.217>
- Fitra, F., Susanti, L., Zadry, H. R., Amalia, A. N. J. (2024). Evaluasi keberhasilan penerapan sistem manajemen K3 pada UMKM. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 8(2), 245–254. DOI: 10.31289/jime.v8i2.13146
- Herdawan., F. A. (2019). Identifikasi terjadinya kecelakaan kerja crew kapal bagian mesin pada MV. Teluk Bintuni. Skripsi. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Ikhsan, M. N. (2025). Identifikasi dan pengendalian risiko pada pekerjaan lifting manual menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). *Journal of Industrial Engineering and Technology*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.36277/jietech.v1i1.24>
- Lalenoh, D. H., Dundu, A. K. T., Lefrandt, L. I. R. (2022). Identifikasi bahaya dan penilaian risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada proyek runway dan taxiway Bandara Lolak Bolaang Mongondow menggunakan metode HIRARC. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(9), 15862–15878. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i9.13723>
- Maulana, D., Waluya, A. I., Suryadi, S. (2024). Analisa risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dengan menggunakan metode HIRARC di PT. Otomotif. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 6(6), 2516–2528. <https://doi.org/10.38035/rrj.v6i6.1120>
- Pradityatama, M., Kurnia, F., Aruan, J., Chaedar, M., Surya, M. D. (2023). Identifikasi Potensi kecelakaan kerja pada proses pengelasan di Bengkel Las K dengan metode HIRARC. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri (PASTI)*, 17(3), 310–318. <http://dx.doi.org/10.22441/pasti.2023.v17i3.003>
- Pramudyo, D. B., Wirawan, N. H., Kalista, A., Suwardana, H. (2024). Manajemen resiko keselamatan dan

- kesehatan kerja (K3) di area produksi UD. XYZ dengan metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control). *IMEJ (Industrial Management and Engineering Journal)*, 3(1), 90–104.
- Smarandana, G., Momon, A., Arifin, J. (2021). Penilaian risiko K3 pada proses pabrikasi menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(1), 56–62. <https://doi.org/10.30656/intech.v7i1.2709>
- Syahputri, G. A. A. W., Yuliawati, E. (2025). Analisis kesehatan dan keselamatan kerja (K3) jasa injection moulding menggunakan metode HIRARC dan 5S (Studi kasus: CV. Bahana Karya). *Journal Of Industrial And Manufacture Engineering*, 9(1), 36–45. DOI: 10.31289/jime.v9i1.13920
- Trismawati. (2025). Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Tangki Timbun. CV. Zenius Publisher. Cirebon.
- Trismawati, Arifin, Z., Nanlohy, H. Y., Utomo, D. H. M. (2024). Sinergi K3 dengan Produktivitas Kerja. CV. Zenius Publisher. Cirebon.
- Trismawati, Nanlohy, H. Y., Jhajono, T., Utomo, D. H. M., Dewanti, A. R. (2025). Teknik Analisa K3. CV. Zenius Publisher. Cirebon.
- Trismawati, Utomo, D. H. M. (2023). Monograf: Relevansi Implementasi Iklim K3, Budaya K3, Ergonomi dan Lingkungan Kerja terhadap Kinerja Karyawan. CV. Zenius Publisher. Cirebon
- Wati, S., Nugroho, A. J. (2023). Analisis resiko kecelakaan kerja dengan metode Hazard Identification Risk Assessment & Risk Control (HIRARC), Studi Kasus: PT Madubaru PG PS Madukismo. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(3), 227–244. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i3.2256>
- Wisudawati, T. (2022). Pengendalian bahaya K3 menggunakan metode HIRARC di Bengkel Las Bintang Jaya Steel Sidosari, Krajan, Sukoharjo. *Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri (JAPTI)*, 3(1), 45–51. <https://doi.org/10.32585/japti.v3i1.2199>