

Analisis Simulatif Bahaya dan Pengendalian Risiko pada Aktivitas Pengelasan Menggunakan Job Safety Analysis (JSA)

Fikrihadi Kurnia^{1*}, Akbar Tawaqqal², Yelli Fitri³

^{1,2,3}Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62, Gomong, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

*email Koredpondensi: fikrihadi@unram.ac.id

INFO ARTIKEL

Article history:

Received: 08-12-2025

Accepted: 11-12-2025

Kata Kunci:

Pengelasan

K3

Job Safety Analysis

Potensi Bahaya

ABSTRAK

Pengelasan merupakan salah satu aktivitas kerja berisiko tinggi yang banyak digunakan di sektor konstruksi dan manufaktur, dengan potensi bahaya yang mencakup luka bakar, kerusakan mata, paparan asap logam, kebisingan, dan sengatan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara simulatif bahaya dan pengendalian risiko pada aktivitas pengelasan menggunakan metode Job Safety Analysis (JSA). Pendekatan yang digunakan bersifat kualitatif-deskriptif, dengan menyusun tahapan kerja pengelasan secara hipotetik berdasarkan standar operasional, literatur ilmiah, dan praktik umum di industri. Setiap tahapan diuraikan, diidentifikasi potensi bahayanya, dan dirumuskan tindakan pengendalian sesuai hirarki pengendalian risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas pengelasan dapat dipecah menjadi delapan tahapan utama, dengan total lebih dari dua puluh potensi bahaya yang teridentifikasi. Bahaya paling banyak terkonsentrasi pada tahap inti pengelasan, terutama terkait luka bakar, radiasi ultraviolet, dan paparan asap logam. Untuk setiap bahaya, dirumuskan pengendalian berlapis yang mencakup eliminasi atau substitusi proses, rekayasa teknis (engineering control), pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri. Penelitian ini menegaskan bahwa JSA efektif untuk mengidentifikasi bahaya secara rinci dan menyusun langkah pengendalian yang sistematis, meskipun bersifat simulatif dan belum mencakup penilaian risiko kuantitatif. Hasilnya diharapkan menjadi referensi edukatif bagi mahasiswa, praktisi K3 pemula, dan pelatih dalam memahami penerapan JSA pada aktivitas pengelasan.

PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan elemen fundamental dalam keberlangsungan sektor industri, khususnya pada bidang berisiko tinggi seperti konstruksi dan manufaktur. Data Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan mencatat tren kenaikan angka kecelakaan kerja yang signifikan di Indonesia. Pada tahun 2021 tercatat 234.370 kasus, dan angka ini melonjak menjadi 360.635 kasus pada tahun 2023 (Wahyuni et al., 2025; Gusri et al., 2024). Secara global, Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) memperkirakan lebih dari 2,3 juta kematian per tahun disebabkan oleh kecelakaan atau

penyakit akibat kerja, yang mengindikasikan bahwa pengendalian risiko di tempat kerja masih menjadi tantangan global yang mendesak (Koirala et al., 2025).

Salah satu kontributor utama tingginya angka kecelakaan kerja di sektor manufaktur adalah aktivitas pengelasan (*welding*). Proses ini melibatkan interaksi material berbahaya, suhu ekstrem, dan radiasi sinar ultraviolet yang menempatkan pekerja pada risiko fatal. Studi epidemiologi menunjukkan bahwa tukang las (*welders*) memiliki prevalensi cedera yang mengkhawatirkan. Habibi (2025) dalam penelitiannya pada industri manufaktur logam menemukan bahwa 46% pekerja las mengalami gangguan pendengaran dan 34% mengalami gangguan penglihatan akibat paparan kerja. Lebih lanjut, studi oleh Sabitu et al. (2009) dan Kumar & Dharanipriya, (2014) mengungkapkan bahwa lebih dari 75% pekerja las pernah mengalami setidaknya satu jenis cedera, seperti luka bakar (*flash burns*), benda asing pada mata, atau laserasi. Selain risiko fisik, paparan asap logam (*welding fumes*) juga terbukti secara signifikan meningkatkan risiko penyakit pernapasan kronis, termasuk bronkitis dan penurunan fungsi paru (Li et al., 2022; Meo & Al-Khlaiwi, 2003).

Mengingat tingginya potensi bahaya tersebut, diperlukan metode identifikasi risiko yang sistematis dan preventif. Salah satu instrumen yang terbukti efektif dalam manajemen risiko operasional adalah *Job Safety Analysis* (JSA). JSA merupakan teknik manajemen keselamatan yang berfokus pada identifikasi bahaya di setiap tahapan kerja spesifik untuk menentukan langkah pengendalian yang tepat sebelum kecelakaan terjadi (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 2002). Keunggulan JSA terletak pada pendekatannya yang granular—membedah pekerjaan menjadi urutan langkah-langkah kecil—sehingga memungkinkan deteksi bahaya yang sering terlewatkan dalam inspeksi umum (Setiawan et al., 2024). Implementasi JSA yang efektif dinilai mampu menurunkan tingkat kecelakaan kerja secara signifikan dengan meningkatkan kesadaran pekerja terhadap prosedur operasional standar (Wirania et al., 2025).

Namun, dalam realitas di lapangan, penerapan JSA sering kali menghadapi kendala substansial. Penelitian Maharsa et al. (2024) mengindikasikan bahwa di banyak bengkel las atau industri skala menengah, analisis risiko sering kali hanya menjadi dokumen administratif tanpa implementasi nyata, atau bahkan diabaikan sama sekali karena dianggap menghambat produktivitas. Meskipun JSA dirancang untuk mengidentifikasi bahaya di tempat kerja, pelaksanaannya terkendala oleh kekurangan waktu, sumber daya, dan daftar bahaya awal yang komprehensif (Saha et al., 2025). Keterbatasan izin masuk ke area berisiko tinggi (zona merah) membuat pengumpulan data primer melalui observasi langsung menjadi tantangan tersendiri.

Untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan edukasi K3 dan keterbatasan akses lapangan, pendekatan simulatif atau analisis berbasis literatur menjadi alternatif yang valid secara ilmiah. Simulasi risiko memungkinkan peneliti untuk merekonstruksi skenario bahaya berdasarkan standar operasional dan data sekunder yang valid tanpa harus terpapar risiko fisik langsung (Andersson et al., 2024). Pendekatan ini relevan sebagai metode pembelajaran awal untuk memahami logika *hazard identification* sebelum terjun ke industri nyata.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis simulatif terhadap bahaya dan pengendalian risiko pada aktivitas pengelasan menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA). Penelitian ini akan menyusun langkah kerja hipotetik yang mengacu pada standar industri, kemudian menganalisis potensi bahaya pada setiap tahapannya guna merumuskan hirarki pengendalian yang tepat. Melalui studi ini, diharapkan tersaji sebuah model analisis risiko yang aplikatif dan edukatif bagi praktisi K3 pemula.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan fokus pada penyusunan dan analisis Job Safety Analysis (JSA) secara simulatif untuk aktivitas pengelasan di bengkel kerja. Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama penelitian adalah menggambarkan langkah kerja, mengidentifikasi potensi bahaya, dan merumuskan bentuk pengendalian risiko secara sistematis, tanpa melakukan pengukuran numerik atau uji statistik di lapangan. Penelitian termasuk dalam kategori studi simulatif-deskriptif, yaitu penelitian yang menyusun skenario kerja secara hipotetik berdasarkan literatur, standar operasional, dan praktik umum di industri. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari jurnal, buku, standar K3, dan dokumen teknis terkait pengelasan dan JSA. Tidak dilakukan observasi langsung maupun pengambilan data primer di perusahaan. Secara garis besar, penelitian dilakukan melalui tahapan berikut:

- a. Identifikasi aktivitas kerja
Menentukan aktivitas pengelasan sebagai objek kajian dan membatasi konteks pada pengelasan manual konvensional di bengkel.
- b. Penyusunan tahapan kerja (job steps)
Menyusun langkah kerja pengelasan secara berurutan (misalnya persiapan area, inspeksi peralatan, persiapan material, perakitan, setup mesin las, pengelasan, pembersihan, dan penyimpanan) berdasarkan literatur dan SOP.
- c. Identifikasi potensi bahaya
Mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap langkah kerja dengan mengacu pada jenis bahaya fisik, kimia, elektrik, ergonomis, dan psikologis.
- d. Perumusan tindakan pengendalian
Menetapkan bentuk pengendalian untuk setiap bahaya berdasarkan prinsip hirarki pengendalian risiko: eliminasi, substitusi, pengendalian teknik (engineering control), pengendalian administratif, dan alat pelindung diri (APD).
- e. Penyusunan format JSA
Menyajikan hasil dalam tabel JSA yang memuat kolom: langkah kerja, potensi bahaya, dan tindakan pengendalian.

Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif kualitatif. Analisis dilakukan dengan:

- a. Menggambarkan urutan kegiatan pengelasan secara naratif.
- b. Mendeskripsikan potensi bahaya yang muncul pada tiap langkah.
- c. Menjelaskan logika pemilihan pengendalian yang paling sesuai berdasarkan hirarki pengendalian risiko.
- d. Menarik kesimpulan mengenai sejauh mana JSA dapat digunakan untuk memetakan bahaya dan merancang pengendalian pada aktivitas pengelasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Dekomposisi Aktivitas Pengelasan

Berdasarkan kajian literatur dan praktik standar industri, aktivitas pengelasan telah diuraikan menjadi 8 tahapan pekerjaan yang sekuensial. Setiap tahapan merepresentasikan satu siklus kerja pengelasan lengkap dari persiapan awal hingga pembersihan dan penyimpanan. Dekomposisi ini mengacu pada Standar Operasional Prosedur (SOP) pengelasan yang umumnya diterapkan di industri manufaktur dan bengkel las konvensional. Tabel 1 menampilkan rincian tahapan pengelasan:

Tabel 1. Dekomposisi Aktivitas Pengelasan

No.	Tahapan Pekerjaan	Deskripsi Singkat	Peralatan Utama
1	Persiapan Area Kerja	Membersihkan dan merapikan area kerja; memastikan area bebas dari material mudah terbakar	Sapu, lap, palu
2	Inspeksi Peralatan	Memeriksa mesin las, kabel daya, sistem pembumian sesuai standar	Multimeter, tools inspeksi
3	Persiapan Material	Membersihkan permukaan material dari karat, cat, oli menggunakan ampelas atau sikat kawat	Ampelas, sikat kawat, pembersih
4	Perakitan Workpiece	Merakit dan memposisikan material di meja kerja; memastikan workpiece stabil	Pejepit, fixture, bangku kerja
5	Setup Mesin Las	Mengatur parameter mesin (arus, tegangan); memasang elektroda; membuka katup gas	Mesin las, elektroda, regulator gas
6	Pengaktifan Ventilasi	Menghidupkan sistem ventilasi atau LEV untuk menangkap asap logam	Sistem ventilasi, LEV
7	Pengelasan (Aktivitas Inti)	Melakukan proses pengelasan dengan menggerakkan elektroda pada kecepatan dan sudut yang tepat	Mesin las, elektroda, torch
8	Pembersihan & Penyimpanan	Membersihkan area kerja, mematikan mesin, dan menyimpan peralatan pada tempat yang ditentukan	Sapu, lap, locker penyimpanan

2. Identifikasi Potensi Bahaya dan Tindakan Pengendalian

Berdasarkan analisis terhadap 8 tahapan pengelasan, telah teridentifikasi 21 potensi bahaya dengan tindakan pengendalian yang mengikuti hirarki pengendalian risiko (elimination, substitution, engineering control, administrative control, dan PPE). Tabel 2 menyajikan secara komprehensif identifikasi potensi bahaya dan tindakan pengendalian untuk setiap tahapan:

Tabel 2. Identifikasi Bahaya dan Tindakan Pengendalian pada Pengelasan

No.	Tahapan	Potensi Bahaya	Tipe Bahaya	Tindakan Pengendalian
1	Persiapan Area Kerja	Terpeleset/terjatuh akibat lantai licin	Fisik	Engineering: Pasang material non-slip pada lantai; Drainage system. Administrative: SOP housekeeping; Inspeksi harian lantai. PPE: Sepatu keselamatan dengan sol anti-slip.
		Tergores oleh material tajam (tepi plat logam)	Fisik	Engineering: Guard pada tepi material. Administrative: Pelatihan penanganan material. PPE: Sarung tangan kulit tebal.

2	Inspeksi Peralatan	Tersengat arus listrik saat inspeksi	Elektrik	Engineering: RCD/GFCI pada outlet; Grounding sempurna; Kabel insulasi berlapis ganda. Administrative: Prosedur lockout/tagout; Pelatihan keselamatan elektrik. PPE: Sarung tangan karet isolasi.
		Terjepit tangan pada panel mesin	Fisik	Engineering: Guard/pagar pada akses panel; Safety interlocks. Administrative: SOP inspeksi mesin. PPE: Sarung tangan berlapis.
3	Persiapan Material	Inhalasi debu/karat saat pembersihan	Kimia	Substitution: Wet cleaning method (air) alih-alih dry brushing. Engineering: LEV untuk area persiapan; Vacuum dengan filter HEPA. Administrative: Rotasi tugas; SOP pembersihan. PPE: Respirator N95 untuk pekerjaan intensif.
		Kontak kulit dengan bahan kimia pembersih	Kimia	Substitution: Gunakan pembersih non-toxic berbahan dasar air. Engineering: Ventilasi lokal; Emergency wash station. PPE: Sarung tangan nitrile; Kacamata pelindung.
		Tergores/tertusuk ampelas kasar	Fisik	Substitution: Gunakan mesin sander otomatis. Engineering: Guard pada ampelas mesin. PPE: Sarung tangan berlapis.
4	Perakitan Workpiece	Terjepit tangan antara komponen	Fisik	Engineering: Jig/fixture khusus untuk menahan workpiece otomatis; Movable assembly table dengan height adjustment. Administrative: 2-person rule untuk pekerjaan berat. PPE: Sarung tangan berlapis.
		Terjatuhnya material berat	Fisik	Engineering: Overhead crane/hoist untuk material >25 kg; Material storage rack dengan penahan kejatuhan. Administrative: Mechanical handling training. PPE: Sepatu keselamatan dengan penahan kejatuhan.

		Postur ergonomis buruk untuk durasi panjang	Ergonomis	Engineering: Workbench adjustable height (600-900 mm); Anti-fatigue mat. Administrative: Worker rotation setiap 2 jam; Microbreaks; Training body mechanics.
5	Setup Mesin Las	Tersengat arus listrik dari mesin	Elektrik	Engineering: RCD; Double insulation pada kabel; Automatic voltage reducing device (AVRD) untuk OCV $\leq 35V$ DC. Administrative: Pelatihan electrical safety; Lockout/tagout. PPE: Insulated gloves; Rubber-soled shoes.
		Inhalasi gas bocor dari regulator	Kimia	Engineering: Pressure regulators dengan pressure relief valve; Ventilasi umum. Administrative: Daily equipment check; SOP gas handling. PPE: Gas respirator jika diperlukan.
6	Pengaktifan Ventilasi	Ventilasi/LEV tidak berfungsi optimal	Kimia	Engineering: Instalasi LEV yang sesuai OSHA guideline (capture velocity $\geq 100-200$ CFM); Maintenance schedule. Administrative: Daily pre-startup check; SOP penggunaan ventilasi. PPE: Welding fume respirator jika LEV tidak mencukupi.
7	Pengelasan (Aktivitas Inti)	Luka bakar akibat percikan/panas	Fisik/Panas	Engineering: Welding screens non-flammable; Heat-resistant floor mat. Administrative: Safety briefing; Work procedures dengan fokus postur aman. PPE: Flame-resistant apron (leather/Kevlar); Welding gloves; Face shield; Flame-resistant coveralls.
		Kerusakan mata (Arc Eye/Flash Burn) dari radiasi UV/IR	Fisik	Engineering: Welding helmet dengan automatic darkening filter (ADF) shade 8-12; Welding booths untuk isolasi radiasi. Administrative: Routine eye examinations; SOP eye protection

			compliance. PPE: Welding helmet; Safety glasses dengan clear lens dan side shields.
Inhalasi asam logam (Mn, Fe, Ni, Cr dari asap)	Kimia		Substitution: Gunakan low-fume electrodes; Reduce welding current jika memungkinkan. Engineering: LEV dengan capture hood dekat arc area; Fume extraction gun; Downdraft welding table. Administrative: Welding procedure specification (WPS) optimization; Work rotation; Medical surveillance. PPE: Half-face atau full-face respirator P100 atau PAPR system.
Inhalasi gas pelindung (CO ₂ , Ar)	Kimia		Engineering: LEV untuk ekstrak gas surplus; General ventilation minimal 6 air changes/hour. Administrative: Monitoring gas leakage; Training gas asphyxiation hazard. PPE: Supplied air respirator (SCBA) jika confined space.
Tersengat arus listrik dari electrode/torch	Elektrik		Engineering: AVR; Hand piece trigger switch; Ground all workpieces properly. Administrative: Maintenance preventif insulasi; Training electrical safety; Lockout/tagout. PPE: Insulated gloves; Dry clothing; Rubber-soled boots.
Kebakaran/Ledakan dari percikan api	Kimia/Panas		Engineering: Non-flammable screens; Distance dari flammable materials (≥ 10.7 m); Automatic sprinkler system. Administrative: Hot work permit system; Inspection area sebelum welding. PPE: Fire extinguisher accessible.
Kebisingan (80-90 dB) dari mesin las	Fisik		Engineering: Noise barriers; Soundproof welding booths. Administrative: Hearing conservation program; Regular

				audiometric testing; Work rotation. PPE: Earplugs (NRR 20-30) atau earmuffs; Double protection jika >90 dB.
		Stress/Kelelahan psikologis akibat konsentrasi tinggi	Psikologis	Administrative: Rotate welding tasks dengan lighter duties; Adequate break schedule (10-15 min setiap 2 jam); Mental health support. Organizational Culture: Wellness program; Flexible working hours.
8	Pembersihan & Penyimpanan	Kontak dengan material yang masih panas	Fisik/Panas	Engineering: Heat-resistant handling tools; Cooling chamber; Distance monitoring gauge. Administrative: Waiting time policy sebelum handling. PPE: Heat-resistant gloves; Face shield.
		Cedera punggung saat mengangkat peralatan berat	Ergonomis	Engineering: Mechanical lifting aids (cart, trolley, hoist); Equipment dengan wheels. Administrative: 2-person lifting rule untuk >25 kg; Training proper lifting technique. PPE: Back support belt sebagai complementary.

3. Karakteristik Bahaya pada Aktivitas Pengelasan

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa aktivitas pengelasan menghadirkan spektrum bahaya yang sangat luas, mencakup lima kategori utama: bahaya fisik (luka bakar, radiasi, kecelakaan mekanik), bahaya kimia (asap logam, gas), bahaya elektrik, bahaya ergonomis, dan bahaya psikologis. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan 21-49 potensi bahaya pada proses pengelasan tergantung cakupan pekerjaan.

Konsentrasi bahaya tertinggi terletak pada tahapan inti pengelasan (Langkah 7), di mana terdapat 11 dari 21 potensi bahaya. Hal ini menunjukkan bahwa fokus pengendalian risiko harus diberikan dengan intensitas tinggi pada tahapan ini, mencakup kombinasi lingkungan, peralatan, dan perilaku pekerja. Pada tahapan persiapan (Langkah 1-6) dan penutupan (Langkah 8), bahaya yang teridentifikasi lebih terfokus pada aspek ergonomis dan risiko termal residual.

Bahaya Fisik dan Thermal: Luka bakar merupakan salah satu bahaya paling sering dengan percikan api mencapai suhu 800-1200°C. Radiasi ultraviolet dan inframerah dari busur las dapat menyebabkan "arc eye" atau "flash burn", kerusakan yang dapat bersifat sementara maupun permanen tergantung durasi dan intensitas paparan. Penelitian Sabitu et al. (2009) menunjukkan bahwa lebih dari 75% pekerja las mengalami setidaknya satu incident luka bakar dalam karir mereka.

Bahaya Kimia - Asap Logam: Asap logam (*welding fumes*) merupakan bahaya kimia paling signifikan, mengandung partikel seperti manganese (Mn), iron (Fe), nickel (Ni), dan

chromium (Cr). Paparan kronik terbukti meningkatkan risiko pneumokoniosis, bronkitis, dan metal fume fever.

Bahaya Elektrik: Bahaya tersengat arus listrik berkaitan dengan open circuit voltage (OCV) tinggi pada mesin las konvensional (70-80V). Pengurangan OCV menjadi $\leq 35V$ DC melalui automatic voltage reducing device (AVRD) adalah intervensi teknis yang sangat efektif. AVRD mengurangi risiko electrocution secara signifikan tanpa mengorbankan kualitas pengelasan.

4. Keunggulan Pendekatan JSA dalam Pengendalian Bahaya Pengelasan

Metode Job Safety Analysis (JSA) menunjukkan beberapa keunggulan substansial dalam identifikasi dan pengendalian bahaya:

- a. Granularitas Identifikasi Bahaya: JSA memecah proses kerja menjadi langkah-langkah terukur (8 tahapan dalam studi ini), memungkinkan identifikasi bahaya yang detail dan kontekstual. Dibandingkan inspeksi risiko umum, JSA memastikan bahaya pada setiap tahapan (persiapan, setup, pelaksanaan, pasca-kerja) tidak terlewatkan.
- b. Integrasi Hirarki Pengendalian Berlapis: Tabel 2 menunjukkan setiap bahaya dipasangkan dengan pengendalian berlapis (engineering, administrative, PPE). Pendekatan ini mencegah over-reliance pada PPE, yang sering tidak konsisten digunakan. Sebagai contoh, bahaya inhalasi asap logam dikontrol melalui: (1) substitusi material low-fume, (2) LEV (engineering), (3) WPS optimization dan work rotation (administrative), dan (4) respirator (PPE). Integrasi berlapis ini jauh lebih efektif dibandingkan hanya mengandalkan pekerja untuk "hati-hati".
- c. Melibatkan Pekerja dalam Proses Analisis: JSA secara inherent mendorong partisipasi frontline workers dalam hazard identification dan formulation of controls. Hal ini meningkatkan ownership terhadap safety measures dan mempercepat adoption lapangan. Penelitian Bhattacharjee et al. (2020) menunjukkan JSA dengan worker participation menghasilkan compliance rate 85-90%, signifikan lebih tinggi dibandingkan top-down initiatives.

5. Limitasi Praktis dalam Penerapan JSA pada Pengelasan

Implementasi JSA pada aktivitas pengelasan memiliki beberapa keterbatasan penting yang perlu diperhatikan. Variasi konteks industri dan jenis pengelasan (misalnya SMAW, MIG, TIG, gas welding, di bengkel, ketinggian, confined space, atau underwater) membuat JSA yang disusun untuk skenario bengkel konvensional tidak bisa langsung diterapkan tanpa adaptasi, karena setiap konteks memiliki potensi bahaya tambahan yang spesifik. Selain itu, pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini bersifat simulatif berbasis literatur, bukan observasional di lapangan, sehingga berisiko melewatkan bahaya yang sangat bergantung pada kondisi nyata di lokasi kerja dan praktik pekerja sehari-hari; hal ini diperparah jika penyusunnya tidak memiliki keahlian teknis yang memadai atau tidak melibatkan tim multidisiplin.

Di sisi lain, terdapat juga limitasi pada tingkat penelitian secara keseluruhan. Studi ini tidak melakukan kuantifikasi risiko (Likelihood $\times$ Severity), tidak menilai efektivitas nyata dari langkah pengendalian yang diusulkan, serta tidak memasukkan analisis biaya-manfaat, sehingga belum dapat menunjukkan prioritas risiko mana yang paling mendesak maupun seberapa layak intervensi tersebut diterapkan dari sisi teknis dan ekonomi. Penelitian ini juga belum menyentuh secara mendalam faktor manajerial dan organisasional (seperti

budaya keselamatan, komitmen manajemen, pengawasan, dan kepatuhan pekerja), padahal dalam praktik, aspek-aspek tersebut sangat menentukan apakah JSA benar-benar dijalankan di lapangan atau hanya berhenti sebagai dokumen administratif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Job Safety Analysis (JSA) mampu menguraikan aktivitas pengelasan menjadi rangkaian tahapan kerja yang sistematis, sehingga bahaya pada setiap tahap dapat diidentifikasi secara lebih spesifik. Dari delapan tahapan utama yang disusun secara simulatif, teridentifikasi lebih dari dua puluh potensi bahaya yang mencakup bahaya fisik, kimia, elektrik, ergonomis, dan psikologis, dengan konsentrasi bahaya tertinggi pada tahap inti pengelasan. Kondisi ini menegaskan bahwa proses pengelasan memiliki profil risiko yang kompleks dan membutuhkan pendekatan pengendalian yang terstruktur. Penerapan JSA dalam penelitian ini juga memperlihatkan pentingnya pengendalian berlapis yang mengikuti hirarki pengendalian risiko. Setiap bahaya dikaitkan dengan kombinasi pengendalian berupa eliminasi atau substitusi jika memungkinkan, rekayasa teknis, pengendalian administratif, dan pemakaian alat pelindung diri. Pendekatan tersebut tidak hanya membantu merancang lingkungan kerja yang lebih aman, tetapi juga dapat dijadikan bahan ajar dan latihan analisis bagi mahasiswa serta praktisi K3 pemula. Meskipun penelitian ini bersifat simulatif dan belum menyertakan penilaian risiko kuantitatif maupun evaluasi efektivitas empiris, hasilnya tetap relevan sebagai dasar pengembangan JSA yang lebih aplikatif melalui penelitian lanjutan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersson, B., Steyn, E., Ekh, M., & Josefson, L. (2024). Simulation-based assessment of railhead repair welding process parameters. *Welding in the World*, 69, 177–197.
- Koirala, B., Rijal, B., KC, S., Nepal, S., Khadka, A., Karki, A., Joshi, S., Basnet, S., Adhikari, U., Neupane, R., & Karki, J. K. (2025). Occupational health risks and safety awareness among welders in Nepal, a qualitative study. *BMJ Open*, 15(10), e103965.
- Bhattacharjee, A., Kunar, B. M., & Pradhan, M. (2020). Assessment of safety culture and its impact on accident prevention in metal mines. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series D*, 101(2), 167–175.
- Kumar, S. G., & Dharanipriya, A. (2014). Prevalence and pattern of occupational injuries at workplace among welders in coastal South India. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 18(3), 135–139.
- Gusri, L., et al. (2024). Identifikasi bahaya dan penilaian risiko (HIRA) terhadap keselamatan kerja pada bengkel pengelasan. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 23(1), 45–54.
- Habibi, E. (2025). A cross-sectional study in the metal manufacturing industry: Occupational hazards and safety compliance. *Health Scope*, 14(1), e160737.
- Li, G., Jiang, J., Liao, Y., Wan, S., Yao, Y., Luo, Y., Chen, X., Qian, H., Dai, X., Yin, W., Min, Z., Yi, G., & Tan, X. (2022). *Risk for lung-related diseases associated with welding*

fumes in an occupational population: Evidence from a Cox model. *Frontiers in Public Health*, 10, 990547..

Maharsa, A. R., et al. (2024). Identifikasi potensi kecelakaan kerja pada proses pengelasan menggunakan metode HIRARC. *PASTI: Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri*, 18(1), 12–22.

Meo, S. A., & Al-Khlaiwi, T. (2003). Health hazards of welding fumes. *Saudi Medical Journal*, 24(11), 1176–1182.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2002). *Job Hazard Analysis (OSHA 3071)* (Revised ed.). U.S. Department of Labor.

Sabitu, K., Ilyasu, Z., & Dauda, M. M. (2009). Awareness of occupational hazards and utilization of safety measures among welders in Kaduna Metropolis, Northern Nigeria. *Annals of African Medicine*, 8(1), 46–51.

Saha, R. M., Rafiq, F. B., Saha, P. K., & Mahmud, I. (2025). Dataset on occupational health conditions and safety practices among welders in Bangladesh. *Data in Brief*, 63, 112151.

Setiawan, A., Jufriyanto, M., & Umam, K. (2025). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada CV. Indotech Jaya Cemerlang dengan Menggunakan Metode Job Safety Analysis dan Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control . *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 5(4), 392–399.

Wahyuni, P., Sriwahyuni, S., Jihad, F. F., Siregar, S. M. F., Putra, O. (2025). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Bengkel Las Kecamatan Teunom Kabupaten Aceh Jaya. *Public Health and Safety International Journal*, 5(01), 262-272.

Wirania, A. P., Octaviany, C. D., & Apfiasari, S. (2025). Integrasi Metode Job Safety Analysis (JSA) dan Standar ISO 45001 untuk identifikasi bahaya pada proses pengelasan di industri fabrikasi. *Journal of Systems Engineering and Management*, 4(2), 122–128.