

Analisis Risiko K3 Dan Perlindungan Kerja Bagi Teknisi Lepas (*Freelance*) Pada Perawatan Mesin

Eric Brama Ryansah¹, Raffi Muhammad Afriandi²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Juni 26, 2026

Revised Juni 26, 2026

Accepted Juni 26, 2026

Kata Kunci:

Perawatan Mesin,
Keselamatan dan Kesehatan
Kerja,
Teknisi Lepas

Keywords:

*Machine Maintenance,
Occupational Safety and
Health,
Freelance Technician*

ABSTRAK

Aktivitas perawatan mesin industri memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi akibat interaksi langsung dengan komponen mekanikal yang bergerak dan sumber energi berbahaya. Risiko ini menjadi lebih kritis bagi teknisi lepas (*freelance*) yang bekerja tanpa ikatan kontrak kerja tetap dan pengawasan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang ketat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko K3 pada proses perawatan mesin oleh teknisi lepas serta menganalisis pemenuhan hak perlindungan kerja berdasarkan regulasi di Indonesia. Metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi literatur untuk menyintesis data teknis *Job Safety Analysis* (JSA) teoretis, serta analisis yuridis normatif terhadap undang-undang ketenagakerjaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknisi lepas menghadapi risiko kritis meliputi titik jepit (*pinch point*), lilitan mekanis (*entanglement*), dan sengatan listrik sisa selama aktivitas *corrective maintenance*. Dari perspektif hukum, Pasal 2 UU No. 1/1970 dan Pasal 86 UU No. 13/2003 menegaskan bahwa perlindungan K3 bersifat mutlak dan melekat pada tempat kerja. Perusahaan pengguna jasa tetap bertanggung jawab penuh menyediakan lingkungan kerja yang aman dan Alat Pelindung Diri (APD) standar tanpa memandang status hubungan kerja teknisi tersebut.

ABSTRACT

Industrial machine maintenance activities have a high risk of work accidents due to direct interaction with moving mechanical components and hazardous energy sources. This risk becomes more critical for freelance technicians who work without permanent employment contracts and rigid occupational safety and health (OSH) supervision. This study aims to identify OSH risks in machine maintenance processes by freelance technicians and analyze the fulfillment of labor protection rights based on Indonesian regulations. This study applies a descriptive qualitative method with a literature review approach to synthesize theoretical Job Safety Analysis (JSA) data and normative juridical analysis of labor laws. The results show that freelance technicians face critical risks including pinch points, mechanical entanglement, and residual electrical shock during corrective maintenance. From a legal perspective, Article 2 of Law No. 1/1970 and Article 86 of Law No. 13/2003 affirm that OSH protection is absolute and bound to the workplace. The host company remains fully responsible for providing a safe working environment and standardized Personal Protective Equipment (PPE) regardless of the technician's employment status.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license



Corresponding Author:

Eric Brama Ryansah
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Krisnadwipayana,
Jakarta, Indonesia
Email: ericbrama123@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Keandalan mesin produksi (*machine reliability*) merupakan parameter penentu kelancaran lini manufaktur modern menurut Mobley [1]. Kerusakan mendadak pada satu unit instrumen mekanis ini berpotensi menghentikan operasional (*downtime*) secara menyeluruh sehingga memicu kerugian finansial yang signifikan bagi industri. Tarwaka [2] menambahkan bahwa efektivitas tindakan pemeliharaan (*engineering maintenance*) diperlukan sebagai instrumen teknis untuk mempertahankan atau mengembalikan fungsi optimal dari aset mekanis tersebut. Pada implementasinya, pergerakan komponen mekanikal modern mentransmisikan energi melalui komponen bergerak berisiko tinggi seperti poros (*shaft*), roda gigi (*gears*), sabuk penggerak (*belts*), dan mekanisme rantai.

Menurut Dhillon [3], pemeliharaan mesin terbagi menjadi dua klasifikasi besar, yakni perawatan terencana (*preventive maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*corrective/breakdown maintenance*). Dhillon [3] juga menekankan bahwa pengerjaan *corrective maintenance* memiliki densitas bahaya mekanis dan elektrik yang jauh lebih tinggi karena teknisi diwajibkan menyelesaikan perbaikan dalam tenggat waktu ketat demi menghindari kerugian produksi. Di sisi lain, proses pembongkaran (*disassembly*) komponen pelindung merupakan fase paling rawan kecelakaan akibat potensi paparan energi sisa (*residual energy*) seperti tekanan fluida hidrolik, regangan pegas, maupun akumulasi suhu panas yang masih terperangkap di dalam sistem permesinan.

Fenomena perkembangan ekosistem *gig economy* memicu fluktuasi pola ketenagakerjaan di Indonesia, di mana banyak industri manufaktur, khususnya skala kecil dan menengah (UKM), mulai beralih menggunakan jasa teknisi lepas (*freelance*) atau teknisi eksternal panggilan. Penilaian efisiensi biaya ekonomi melatarbelakangi pengalihan beban kerja ini demi mengeliminasi biaya tetap operasional, seperti pemenuhan upah bulanan, tunjangan jaminan sosial, serta anggaran pelatihan K3 bagi personil internal. Latri dkk. [4] menyoroti bahwa teknisi lepas ini umumnya baru dilibatkan ketika mesin mengalami malfungsi kritis yang tidak mampu ditangani oleh operator biasa, seperti gangguan sistem otomasi CNC, motor penggerak listrik, maupun ausnya sistem transmisi internal. Namun, Elyana [5] menilai transisi pola kerja independen ini justru memunculkan hambatan besar dalam standardisasi jaminan perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di lingkungan industri.

Berdasarkan laporan kompilasi data statistik nasional yang dipaparkan oleh Shaumarda dan Suyono [6], angka kecelakaan kerja di Indonesia menunjukkan tren peningkatan yang mengkhawatirkan dari tahun ke tahun. Tercatat pada tahun 2020 terdapat 222.740 kasus kecelakaan kerja, dan grafik tersebut melonjak secara signifikan hingga menembus angka 462.241 kasus pada akhir tahun 2024. Melalui analisis berbasis data tersebut, Shaumarda dan Suyono [6] mengindikasikan bahwa kontribusi terbesar dari peningkatan angka kecelakaan bersumber dari sektor informal dan pola kerja non-standar, yang di dalamnya mencakup teknisi independen yang melakukan perbaikan fasilitas mekanis tanpa pengawasan korporasi.

Bintang dkk. [7] melalui studi kasus industri manufaktur manufaktur local mengungkapkan bahwa keberbedaan dengan teknisi tetap yang telah memahami profil area pabrik, teknisi lepas sering memasuki area produksi baru tanpa dibekali pemahaman *safety induction* yang memadai. Serta teknisi lepas sering kali tidak difasilitasi perangkat isolasi energi seperti gembok *Lockout/Tagout* (LOTO) milik pabrik klien dan terpaksa menggunakan alat pelindung diri (APD) seadanya [7]. Masalah ini diperumit oleh adanya miskonsepsi dari manajemen industri yang mengasumsikan hubungan kemitraan lepas

secara otomatis menggugurkan kewajiban hukum perusahaan dalam menanggung risiko kecelakaan kerja teknisi.

Untuk menganalisis faktor dasar pemicu kecelakaan kerja pada teknisi lepas, penelitian ini didasarkan pada Teori Domino Heinrich. Hal ini diperjelas oleh Tarwaka [2], yang menyatakan bahwa kecelakaan kerja merupakan akumulasi dari lima rantai faktor yang saling menjatuhkan, yakni lingkungan sosial, kesalahan individu, tindakan tidak aman (*unsafe act*), kondisi tidak aman (*unsafe condition*), hingga timbulnya cedera fisik. Dalam konteks teknisi lepas, aspek *unsafe act* terbentuk ketika pekerja mengabaikan APD spesifik atau mengabaikan pemutusan arus listrik utama demi mengejar efisiensi waktu kerja. Sementara aspek *unsafe condition* tercipta akibat buruknya tata letak pencahayaan pabrik, ruang kerja mesin yang sempit, serta tidak berfungsinya sensor pembatas (*interlock*) mekanis pada penutup komponen yang sedang diperbaiki.

Dalam dinamika hukum ketenagakerjaan di Indonesia, dimensi perlindungan teknis menempatkan keselamatan kerja sebagai hak normatif pekerja yang tidak dapat disimpangi. Husni dalam Soepomo [8] menegaskan bahwa hukum ketenagakerjaan harus berfungsi sebagai instrumen perlindungan (*dwingend recht* atau hukum memaksa) guna menyeimbangkan posisi tawar pekerja yang secara sosio-ekonomis lebih lemah dibanding pemilik modal. Asas perlindungan keselamatan kerja di Indonesia diatur secara fundamental melalui Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Secara esensial, undang-undang ini tidak menitikberatkan cakupan perlindungannya pada status administrasi hubungan kerja individu, melainkan berfokus secara mutlak pada yurisdiksi perlindungan di "Tempat Kerja". Norma perlindungan ini dipertegas kembali lewat Pasal 86 Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan yang mengamatkan hak konstitusional setiap pekerja untuk memperoleh jaminan keselamatan kerja demi kemanusiaan.

Berdasarkan latar belakang teoretis dan yuridis di atas, penelitian ini diarahkan menggunakan metode kajian kepustakaan (*literature review*) guna menyintesis draf temuan riset terdahulu mengenai identifikasi risiko mekanis mesin industri dengan instrumen *Job Safety Analysis* (JSA). Selanjutnya, temuan parameter teknis tersebut disandingkan dengan pendekatan analisis yuridis normatif untuk mengkaji batas tanggung jawab hukum serta kewajiban pemenuhan standar perlindungan K3 bagi teknisi lepas oleh perusahaan pengguna jasa berdasarkan regulasi ketenagakerjaan Indonesia.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif melalui pendekatan studi literatur (*literature review*) dan analisis yuridis normatif dalam bentuk penelitian kepustakaan (*library research*) tanpa kegiatan lapangan. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan menelusuri regulasi ketenagakerjaan, doktrin hukum perdata, literatur pemeliharaan mesin, serta artikel jurnal ilmiah nasional tahun 2023 hingga 2025 terkait manajemen risiko K3. Analisis data dijalankan melalui tiga tahapan terintegrasi, yang diawali dengan menyintesis data urutan kerja pemeliharaan dari riset terdahulu ke dalam matriks *Job Safety Analysis* (JSA) teoretis untuk memetakan bahaya mekanikal. Tahap berikutnya adalah melakukan telaah tekstual terhadap pasal-pasal dalam UU No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja dan UU No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Rangkaian analisis diakhiri dengan melakukan studi silang (*cross-analysis*) untuk menyandingkan risiko teknis mekanikal dengan parameter kewajiban hukum perusahaan pengguna jasa, sehingga kesimpulan mengenai perlindungan hukum teknisi lepas dapat ditarik secara deduktif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas pemeliharaan permesinan manufaktur memiliki karakteristik paparan bahaya yang dinamis dan fluktuatif. Berdasarkan hasil sintesis literatur yang dilakukan terhadap riset pemeliharaan mesin industri (seperti mesin bubut konvensional, instrumen CNC, dan unit kompresor), langkah kritis selalu berpusat pada pelepasan komponen pelindung statis (*machine guarding*). Pradana dan Fajar [9]

menjelaskan bahwa untuk mendeteksi sumber malfungsi mekanis, teknisi sering kali terpaksa mengoperasikan mesin dalam kondisi panel terbuka, yang secara fundamental memicu bahaya kontak langsung. Melalui kompilasi data sekunder dari penelitian-penelitian K3 terdahulu, dirumuskan model matriks *Job Safety Analysis* (JSA) teoretis sebagai representasi risiko yang dihadapi teknisi lepas:

Tabel 1. Matriks Job Safety Analysis (JSA) Teoretis Perawatan Mesin Industri

No	Urutan Langkah Kerja Teknis	Potensi Bahaya Mekanikal / Elektrikal	Estimasi Risiko Kecelakaan	Saran / Rekomendasi Pengendalian Risiko Teknis (K3)
1	Persiapan area kerja dan diagnosis kerusakan awal	Arus listrik bocor pada bodi mesin, sisa oli di lantai pabrik.	Tersengat listrik statis, terpeleset (<i>slip & trip</i>) mengakibatkan fraktur tulang.	Pembersihan lantai area kerja, pengecekan tegangan bodi mesin menggunakan <i>test pen</i> .
2	Isolasi sumber energi utama mesin (<i>shut down</i>)	Energi sisa (<i>residual energy</i>) pada kapasitor atau akumulator hidrolis.	Putaran mesin mendadak akibat <i>flywheel</i> bergerak, sengatan listrik busur api.	Kewajiban penerapan <i>Lockout/Tagout</i> (LOTO) dengan memasang gembok pada saklar pemutus utama (<i>circuit breaker</i>).
3	Pembongkaran komponen pelindung (<i>casing & guarding</i>)	Sudut tajam plat besi, kejatuhan baut/part berat, energi pegas yang terlepas.	Luka robek pada tangan, memar akibat hantaman benda jatuh, kebutaan akibat pegas meluncur.	Penggunaan sarung tangan <i>leather impact</i> , penggunaan kacamata pelindung (<i>safety goggles</i>), serta alat bantu magnetik.
4	Penggantian komponen rusak (misal: bantalan/poros roda gigi)	Poros berputar manual, jepitan antar roda gigi, paparan cairan pembersih karat.	Jari terjepit di antara roda gigi (<i>pinch point</i>), dermatitis akibat paparan pelarut kimia.	Menggunakan alat pengungkit khusus, hindari memutar poros dengan tangan kosong, pakai sarung tangan nitril.
5	Pengujian fungsi mesin (<i>running test</i>) sebelum penutupan	Komponen berputar kecepatan tinggi tanpa pelindung, cipratan oli panas.	Anggota tubuh terlilit (<i>entanglement</i>), luka bakar akibat oli hidrolis bocor.	Pastikan tidak ada personel di radius 1 meter dari komponen berputar, ikat rambut/pakaian longgar (<i>wearpack</i> pas badan).

Melalui analisis teknis dari data Tabel tersebut terlihat bahwa indeks risiko tertinggi terakumulasi pada Langkah 2 dan Langkah 4. Pratama dan Apsari [10] mengemukakan bahwa kegagalan isolasi energi akibat absennya sistem LOTO bertindak sebagai pemicu utama kecelakaan fatalitas pada mekanik eksternal. Menurut data kepustakaan mereka, teknisi lepas mayoritas tidak dibekali fasilitas perangkat gembok LOTO dari pabrik klien dan hanya mengandalkan instruksi lisan kepada operator lokal. Secara *safety engineering*, pengabaian ini diklasifikasikan sebagai tindakan tidak aman tingkat tinggi (*highly unsafe act*). Pratama dan Apsari [10] menegaskan apabila terjadi kesalahan komunikasi dan operator menyalakan saklar utama saat teknisi berada di dalam kompartemen transmisi, maka kecelakaan fatalitas seperti amputasi ekstremitas tubuh tidak dapat dihindarkan.

Sementara itu, pada aktivitas Langkah 4, parameter bahaya berupa *pinch point* (titik jepit) mengintai teknisi saat melakukan penyetelan kelurusan poros (*alignment*). Andhinova [11] menambahkan bahwa tanpa adanya pengawasan ketat dari pengawas keselamatan kerja internal (*safety officer*), teknisi lepas memiliki kecenderungan mengabaikan posisi ergonomis kerja yang aman, yang

pada akhirnya memicu risiko cedera otot rangka (*Musculoskeletal Disorders/MSDs*) akut di samping cedera mekanis langsung.

Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hardinata dkk. [12] menemukan adanya miskonsepsi hukum di mana manajemen menganggap perusahaan terbebas dari tanggung jawab hukum K3 jika kecelakaan menimpa pekerja lepas harian atau vendor perorangan. Dokumen hubungan kerja antara teknisi lepas dan perusahaan pemberi tugas pada umumnya tidak didasarkan pada instrumen Perjanjian Kerja Waktu Tertentu (PKWT) maupun Perjanjian Kerja Waktu Tidak Tertentu (PKWTT) yang diatur dalam regulasi perburuhan UU No. 13/2003. Hubungan tersebut murni diposisikan sebagai hubungan keperdataan jasa biasa atau perjanjian pemborongan pekerjaan yang tunduk pada kodifikasi Kitab Undang-Undang Hukum Perdata (KUHPerdata). Hardinata dkk. [12] menjelaskan bahwa dampak dari konstruksi keperdataan ini memicu pengabaian standarisasi lingkungan kerja yang aman oleh pengusaha pengguna jasa.

Namun, argumen pelepasan tanggung jawab tersebut tidak sah apabila ditinjau menggunakan kacamata hukum keselamatan kerja positif di Indonesia. Berlian [13] menegaskan bahwa Pasal 86 UU Ketenagakerjaan secara eksplisit menjamin hak universal setiap pekerja atas perlindungan keselamatan kerja demi mengoptimalkan produktivitas. Lebih spesifik lagi, ketentuan hukum dalam Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja menganut Asas Teritorial Tempat Kerja. Berlian [13] memaparkan berdasarkan bunyi Pasal 2 ayat (1) UU No. 1/1970, aturan keselamatan kerja berlaku mengikat di setiap tempat kerja yang memenuhi akumulasi tiga unsur yuridis: adanya tenaga kerja, terdapatnya hubungan kerja (baik formal maupun informal), dan ditemukannya sumber bahaya.

Berdasarkan analisis yuridis tersebut, ketika teknisi lepas melangkah masuk ke dalam area pabrik untuk memperbaiki mesin yang rusak, maka status area tersebut sah demi hukum dikategorikan sebagai tempat kerja yang wajib tunduk pada instrumen pengawasan UU No. 1/1970. Keberadaan unit mesin yang mengalami kerusakan bertindak sebagai sumber bahaya (*source of hazard*), sedangkan kesepakatan perbaikan memicu adanya hubungan kerja kontraktual sesaat. Dengan demikian, tanggung jawab pelaksanaan jaminan K3 sepenuhnya bergeser ke pundak pengurus atau manajemen pabrik pembayar jasa. Implementasi kewajiban ini dipertegas oleh ketentuan Pasal 14 huruf (c) UU No. 1/1970 yang mewajibkan pengurus perusahaan menyediakan APD standar secara cuma-cuma bagi tenaga kerja dan "setiap orang lain" yang melintasi tempat kerja, di mana frasa tersebut secara hukum mencakup teknisi lepas eksternal.

Avianti dan Lie [14] menambahkan bahwa perlindungan hukum pada sektor kerja informal harus diposisikan setara karena risiko paparan bahaya lingkungan kerja yang dihadapi identik dengan pekerja tetap. Pemberian hak jaminan keselamatan bersifat universal tanpa memandang status kepegawaian. Sejalan dengan hal tersebut, Pasal 87 UU Ketenagakerjaan mengamankan kewajiban korporasi untuk mengintegrasikan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Prisnayati dan Widowati [15] memaparkan bahwa dalam menurunkan implementasi SMK3, perusahaan wajib menjalankan sistem manajemen keselamatan kontraktor atau *Contractor Safety Management System* (CSMS). Melalui mekanisme CSMS, setiap pihak ketiga maupun teknisi lepas perorangan yang melakukan aktivitas perawatan kategori *high risk* diwajibkan melewati prosedur perizinan kerja (*Permit to Work*) serta diawasi secara melekat oleh personil K3 internal pabrik.

Apabila terjadi kecelakaan kerja fatal yang mengakibatkan cedera berat atau kematian teknisi lepas akibat kelalaian pemeliharaan keselamatan, korporasi tidak dapat melepaskan diri dari tuntutan hukum. Hardinata dkk. [12] mengungkapkan bahwa perusahaan dapat digugat secara keperdataan menggunakan instrumen Pasal 1365 KUHPerdata mengenai Perbuatan Melawan Hukum (PMH) untuk membayar ganti rugi materiil maupun immateriil secara menyeluruh akibat kelalaian (*negligence*) menyediakan ekosistem kerja aman.

Sesuai ketentuan Pasal 15 UU No. 1/1970, pengurus perusahaan yang melanggar aturan keselamatan kerja dapat dikenakan sanksi pidana kurungan. Lebih jauh lagi, jika pembuktian teknis

memperlihatkan bahwa kelalaian manajemen dalam menyediakan fasilitas keselamatan (seperti absennya penyediaan alat LOTO dan pengawasan K3) menjadi penyebab langsung hilangnya nyawa teknisi lepas, aparat penegak hukum dapat menerapkan sanksi pidana Pasal 359 Kitab Undang-Undang Hukum Pidana (KUHP) tentang kelalaian yang menyebabkan kematian orang lain dengan ancaman pidana penjara maksimal lima tahun. Sebagai langkah mitigasi, studi kepustakaan dari Latri dkk [4] merekomendasikan adanya integrasi kontrol teknis berupa penyediaan alat isolasi energi oleh pabrik, serta jaminan perlindungan sosial dengan mendaftarkan teknisi lepas ke dalam program jaminan kecelakaan kerja BPJS Ketenagakerjaan sektor Bukan Penerima Upah (BPU) harian guna memberikan kepastian perlindungan hukum dan menekan risiko hukum korporasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi kepustakaan dan analisis yuridis, aktivitas *corrective maintenance* yang dijalankan oleh teknisi lepas pada perbaikan mesin manufaktur dikategorikan sebagai pekerjaan risiko tinggi (*high risk*). Potensi bahaya mekanikal berupa titik jepit (*pinch point*), lilitan poros (*entanglement*), dan sengatan arus listrik sisa menjadi ancaman utama yang dipicu oleh ketiadaan sistem isolasi energi *Lockout/Tagout* (LOTO) di area produksi.

Secara regulasi hukum di Indonesia, status hubungan kerja lepas (*freelance*) tidak menggugurkan tanggung jawab K3 perusahaan pengguna jasa. Berdasarkan Asas Teritorial Tempat Kerja yang dianut dalam UU No. 1 Tahun 1970 serta Pasal 86 UU No. 13/2003, tanggung jawab penyediaan lingkungan kerja aman, pengawasan melekat, dan penyediaan APD standar bersifat absolut dan melekat pada pemilik fasilitas tempat kerja. Kegagalan korporasi dalam memenuhi kewajiban regulatori ini berimplikasi kuat pada sanksi pidana kurungan undang-undang keselamatan kerja, dakwaan Pasal 359 KUHP, serta gugatan ganti rugi keperdataan berbasis Perbuatan Melawan Hukum (PMH) Pasal 1365 KUHPerdata

REFERENSI

- [1] Mobley, R. K. (2002). *An Introduction to Predictive Maintenance*. Amsterdam: Elsevier Science.
- [2] Tarwaka. (2014). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- [3] Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. New York: CRC Press.
- [4] Latri, A. A., Riyanto, R. K., Firdaus, M. B., & Arjuna, M. G. S. (2024). Hak Pekerja di Era Gig Economy: Perlindungan Hukum Bagi Pekerja Lepas dan Kontrak. *Media Hukum Indonesia (MHI)*, 2(2), 370–385.
- [5] Elyana, N. (2024). *Implementasi Perlindungan Hukum Keselamatan dan Kesehatan Kerja bagi Pekerja Kontrak dan Lepas di Industri Manufaktur*. Padang: Universitas Bung Hatta.
- [6] Shaumarda, G., dkk. (2025). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode HIRADC Berdasarkan Data Lonjakan Kasus Kecelakaan Kerja Nasional. *Journal of Industrial Safety and Mechanical Engineering*, 2(1), 1255–1265.
- [7] Bintang, N. S., Bintang, H. S., & Bintang, G. A. (2025). Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dalam Sektor Manufaktur: Analisis Kasus pada Industri di Indonesia. *Jurnal Tekstil*, 8(2), 45-56.
- [8] Husni, Lalu. (2010). *Pengantar Hukum Ketenagakerjaan Indonesia*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- [9] Pradana, D. A., & Fajar, R. (2025). Identifikasi Risiko Kecelakaan Kerja pada Area Mesin Produksi PT XYZ dengan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Manajemen Industri & Energi*, 8(2), 1–12.
- [10] Pratama, N. A., & Apsari, A. E. (2024). Analisis K3 pada Aktivitas Pemeliharaan Mesin dengan Menggunakan Metode JSA dan HIRARC. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 3(2), 89-98.
- [11] Andhinova, Y. (2024). Analisis Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode HIRADC di PT. XYZ. *Jurnal Greenation Ilmu Teknik*, 1(4), 177–188.

- [12] Hardinata, M. F., dkk. (2024). Perlindungan Hukum Pekerja Terhadap Keselamatan Kerja di Sektor Informal Indonesia. *Jurnal Hukum, Politik Dan Ilmu Sosial*, 3(1), 181-190.
- [13] Berlian, N. (2024). Tinjauan Yuridis Terhadap Tanggung Jawab Pengusaha dalam Penanggulangan Kecelakaan Kerja Berdasarkan Undang-Undang Ketenagakerjaan. *Book Chapter Hukum dan Lingkungan*, 1(1), 1211–1220.
- [14] Avianti, G., & Lie, G. (2025). Analysis of Legal Protection Concepts for Workers in the Informal Sector Based on Indonesian Laws and Regulations. *Academia Open*, 10(2), 12-25.
- [15] Prisnayati, D. R., & Widowati, E. (2024). Implementasi Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Teknisi Perawatan Mesin. *Jurnal K3 Indonesia*, 5(1), 34-45.