



EVALUASI RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA PROYEK INSTALASI PIPANISASI DI PT EFE BERBASIS METODE JSA DAN HIRARC

Muhammad Ricky Wiryawan¹⁾, Nina Aini Mahbubah²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera 101 GKB Gresik, Jawa Timur, Indonesia 61121

E-mail: muhammadrickywiryawan@gmail.com¹⁾, n.mahbubah@umg.ac.id²⁾

ABSTRAK

Kecelakaan kerja disebabkan oleh kondisi lingkungan kerja dan perilaku individu yang tidak aman. Divisi Kesehatan dan Keselamatan Kerja PT EFE, perusahaan yang bergerak dibidang jasa kontraktor umum, menemukan terjadinya potensi risiko kecelakaan kerja pada proyek pipanisasi reservoir. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bahaya dan penyebab bahaya aktivitas proyek pengerjaan instalasi. Metode penelitian menggunakan *integrase Job Safety Analysis* dan *Hazard Identification and Risk Assesment and Risk Control*. Responden penelitian yaitu Manajer *Safety* dan dua karyawan dengan pengalaman kerja lebih dari tiga tahun. Tahapan penelitian dimulai dengan observasi di lapangan, penentuan risiko bahaya berdasarkan *breakdown* aktivitas kerja, dilanjutkan dengan perhitungan penilaian risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko kebakaran, kejatuhan material pipa, dan terjatuh dari ketinggian merupakan risiko berkategori tinggi, tujuh risiko aktivitas kerja termasuk kategori menengah, dan risiko tingkat rendah terdapat dua kejadian. Rekomendasi hasil penelitian ini yaitu melakukan perbaikan prosedur standar operasional pada tiga aktivitas yang berpotensi menghasilkan risiko tinggi dan melakukan penjadwalan pergantian pekerja secara lebih terstruktur.

Kata kunci: JSA, HIRARC, proyek, pipanisasi, risiko, keselamatan kerja

ABSTRACT

Work environmental conditions and individual behavior can be considered factors which cause accident. PT EFE's Occupational Health and Safety Division, a company engaged in general contractor services, discovered the potential risk of work accidents in the reservoir piping project. This research aims to evaluate the dangers and causes of danger in installation work project activities. The research method integrates job safety analysis, hazard identification, risk assessment, and risk control. The research respondents were the safety manager and two employees with more than three years of work experience. The research stages begin with observations in the field, determining the risk of danger based on a breakdown of work activities, followed by risk assessment calculations. The research results show that the risk of fire, falling pipe material, and falling from a height are in the high category, seven work activity risks are in the medium category, and there are two low-level risks. The recommendations from this research are to improve standard operational procedures for three activities that have the potential to produce high risks and to schedule worker changes in a more structured manner.

Keyword: JSA, HIRARC, project, pipeline, risk, safety

1. PENDAHULUAN

Kecelakaan kerja ialah kecelakaan yang terjadi dalam area kerja yang terjadi dikarenakan situasi lingkungan kerja yang tidak aman atau karena kesalahan manusia itu sendiri. Kecelakaan kerja terjadi karena adanya faktor faktor yang mempengaruhi. Penyebab yang pertama faktor teknik dan lingkungan kerja sedangkan kedua yaitu faktor manusia itu sendiri, faktor mekanis dan lingkungan dapat dikelompokkan berdasarkan tujuan tertentu.

Contohnya seperti penanganan material, mesin yang berputar dan pengangkat, terjatuh ke lantai dan terbentur alat atau material yang jatuh, menggunakan perkakas atau barang yang dipegang dengan tangan (secara manual), menginjak atau membenturkan benda, serta luka bakar akibat benda mengkilat dan transportasi. [1]. Berdasarkan data Indonesia yang diperoleh Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan, jumlah kasus kecelakaan industri yang diklaim JKK mencapai 360.635 kasus pada Januari hingga November 2023. Sebagian besar tuntutan hukum JKK terjadi di lingkungan perusahaan dan perkebunan. Teknologi tinggi termasuk bahan dan alat yang semakin rumit dan saling berhubungan. Namun pemanfaatan teknologi tinggi serta penggunaan bahan dan alat yang beragam dan kompleks seringkali tidak diikuti oleh sumber daya manusia. Kita manusia tentu mempunyai keterbatasan, dan hal ini seringkali menjadi faktor penentu terjadinya bencana seperti kecelakaan, kebakaran, ledakan, pencemaran lingkungan, dan timbulnya penyakit akibat kerja. Situasi ini telah menimbulkan kerugian jiwa dan materi yang cukup besar baik bagi

pengusaha, pekerja, pemerintah maupun masyarakat luas [2].

Menurut [3] sikap dan perbuatan yang tidak aman, kurangnya pengetahuan K3 dan keterampilan, cacat tubuh yang tak terlihat, lelah fisik dan mental merupakan arti dari *unsafe action*, sedangkan APD yang tidak cocok, bahan-bahan berbahaya, aliran udara atau oksigen dan pencahayaan yang kurang memadai, serta mesin yang tidak efektif merupakan definisi dari *unsafe condition*. Menurut [4] imbas dari kecelakaan kerja terbagi menjadi 2, yang pertama kerugian langsung yang ke dua tidak langsung. Jika kerugian berupa materi maupun Sumber Daya Manusia (SDM) sangat mempengaruhi kegiatan produksi, terutama jika SDM merupakan sumber daya yang tidak dapat diganti.

PT EFE merupakan salah satu perusahaan jasa kontruksi yang memiliki spesifikasi pekerjaan menggunakan bahan *fiberglass* dan HDPE yang terletak di Kab Gresik. Dalam kegiatan pekerjaan yang dilakukan oleh PT EFE, ditemukan *unsafe action* dan *unsafe condition* menyebabkan kecelakaan kerja. Perilaku tidak aman atau yang disebut juga *unsafe action* merupakan kategori perilaku yang berbahaya dan bisa menyebabkan kecelakaan seperti melaksanakan pekerjaan tidak memperdulikan keselamatan dan Kesehatan kerja, melakukan pekerjaan tanpa adanya perintah dari atasan, mengabaikan peralatan, keselamatan, melakukan tindakan pekerjaan dengan kecepatan yang berbahaya, memakai peralatan tidak sesuai standar yang ditentukan pabrik, bertindak kasar, sedikitnya pengetahuan, emosi tidak stabil maupun cacat tubuh [5].

Kecelakaan kerja yang terjadi pada tahun 2022 yaitu mesin gerinda terpentol dan mengenai wajah pekerja di area HDPE NAP. Kecelakaan kerja ini karena unsafe action yang dilakukan oleh pekerja yaitu tidak menggunakan batu gerinda sesuai dengan standart dan posisi pekerja saat menggerinda dalam posisi yang tidak aman. Kemudian pada tahun 2023 yaitu pekerja kejatuhan pipa scaffolding pada tangan kanannya sewaktu perjalanan menuju ke laydown. Kecelakaan ini disebabkan oleh *unsafe action* dan *unsafe condition*. Kecelakaan ini disebabkan oleh tidak dipasang rambu di sekitar pemasangan scaffolding serta pekerja yang lalai saat bekerja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui identifikasi dan penilaian risiko potensi-potensi bahaya selama pekerjaan instalasi pipa. Penelitian ini juga memberikan Tindakan rekomendasi untuk mencegah kecelakaan kerja selama pekerjaan instalasi pipa. Dengan metode (*JSA*) atau disebut juga *Job Safety Analysis* dan metode (*HIRARC*) atau disebut juga *Hazard Identification and Risk Assesment and Risk Control* digunakan sebagai pendekatan penelitian [6], [7].

Integrasi metode telah diimplementasikan pada perusahaan skala besar dengan obyek perusahaan jasa dan manufaktur dengan metode-metode yang dapat membuat prioritas dalam meminimalisir potensi bahaya yang terjadi dalam sebuah kegiatan

Pada penelitian terdahulu yang diteliti oleh Fajar Muhammad Khudhory melakukan penelitian Analisis risiko kecelakaan ini pada tahun 2022. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi

pengendalian risiko, potensi bahaya, penilaian resiko yang diperoleh dari CV. Jaya Makmur dengan menggunakan metode *HIRARC*. Untuk hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan adanya 18 potensi bahaya dan 34 risiko yang terdiri dari Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dalam penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat 18 potensi bahaya dan 34 risiko yang terdiri dari 22 resiko sedang dan 12 resiko rendah pada pekerjaan produksi pegas baja. Berdasarkan hasil dari permasalahan maka metode yang bisa diambil ialah metode pengendalian resiko antara lain rekayasa teknis, penggunaan APD secara benar dan pengendalian. Dari hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan saran untuk penelitian selanjutnya untuk melihat efek dari promosi Kesehatan yang telah ditelaah [8].

Indrayani melakukan penelitian idenifikasi resiko kerja dengan menggunakan metode *HIRARC* pada tahun 2022. Penelitian ini bertujuan untuk mencegah dari bahaya sebuah pekerjaan. Sumber data penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang diperoleh dari wawancara, dokumentasi dan melakukan observasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *HIRARC* meliputi penilaian resiko, identifikasi bahaya dan penilaian resiko. Penilaian dari hasil identifikasi resiko ada 20 bahaya dari 10 pekerjaan produksi tahu yang menjelaskan resiko *extreme* 0%, resiko sedang 25% dan resiko rendah 40% pengendalian resiko pada proses produksi tahu ialah mematuhi petunjuk K3 sekaligus menambahkan petunjuk K3 dan melakukan penambahan APD seperti baju

kerja, Sepatu *safety*, kacamata *safety* dan sarung tangan [9].

Meskipun penelitian ini memiliki persamaan metode dengan penelitian terdahulu, akan tetapi belum ada 10 bahaya yang terdiri dari potensi bahaya yang tinggi sebesar 25% yaitu kebakaran, kejatuhan material pipa, terjatuh dari ketinggian, potensi bahaya sedang sebesar 58% yaitu material menimpa pekerja saat bongkar muat, *crane* mengalami tipping, pipa terjatuh saat pengiriman, terjadi kerusakan material saat pembongkaran, kejatuhan material support, ISPA dan tertusuk serat fiber untuk potensi bahaya rendah sebesar 17% yaitu paparan debu dan material FRP yang berserakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Overview Risiko dan Manajemen Risiko

Risiko adalah sesuatu hal yang tidak pasti akan terjadi dalam suatu peristiwa dalam selang waktu tertentu yang menimbulkan kerugian, bahkan kerugian kecil sekalipun yang tidak terlalu penting, sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup perusahaan.

Manajemen risiko proyek dalam manajemen proyek merupakan seni dan ilmu yang berguna untuk menganalisis, mengidentifikasi, dan merespons risiko sepanjang pekerjaan proyek berlangsung untuk memastikan bahwa tujuan proyek tercapai. Manajemen proyek yang baik sangat meningkatkan keberhasilan proyek. Manajemen risiko dapat berdampak positif pada pemilihan proyek, pelingkupan proyek, pembuatan jadwal yang realistis, dan perkiraan biaya yang tepat.

Menurut ISO 31000 (2018), risiko adalah akibat dari ketidak pastian mengenai tujuan. Akibat yang ditimbulkan ini bisa positif, negatif, atau keduanya. Peluang dan ancaman dapat digunakan untuk menargetkan, menciptakan, dan menghasilkan dampak. Risiko biasanya dinyatakan dalam bentuk sumber risiko, potensi kejadian, konsekuensi, dan probabilitas.

Manajemen risiko adalah serangkaian langkah untuk mengelola risiko yang teridentifikasi dengan tujuan mengurangi kemungkinan dampak buruk. Untuk peristiwa, Anda dapat melihatnya berdasarkan kemungkinan dan dampaknya. Peristiwa dapat mempunyai kemungkinan yang rendah untuk menimbulkan dampak yang besar, atau kemungkinan besar menimbulkan dampak yang kecil. Manajemen risiko merupakan kegiatan manajemen risiko yang bertujuan mencegah terjadinya kecelakaan kerja yang tidak diinginkan secara rinci, lengkap, terencana dan terstruktur dengan sistem yang tepat [10]. Dari sini kita bisa membandingkan kejadian mana yang lebih berbahaya atau berbahaya. Manajemen risiko ialah aktivitas yang terkoordinasi untuk mengendalikan aktivitas/organisasi terkait risiko[11].

2.2 Integrasi Pendekatan JSA dan HIRARC

2.2.1. Job Safety Analysis (JSA)

Job Safety Analysis (JSA) adalah metode K3 yang digunakan sebagai cara untuk mengetahui bahaya dan pengendalian yang ada hubungannya dengan pekerjaan. Teknik ini bisa juga disebut sebagai upaya pencegahan untuk mengantisipasi sewaktu-waktu adanya kecelakaan kerja yang terjadi.

Job Safety Analysis (JSA) ialah pendekatan yang meliputi banyak hal dalam mengetahui, merumuskan dan menganalisis bermacam jenis perbaikan untuk dapat mengecilkan risiko bahaya pada saat bekerja. *JSA* di Perusahaan manufaktur dan layanan dapat mengecilkan risiko kecelakaan kerja yang terjadi.

Tujuan dari penerapan *Job Safety Analysis (JSA)* di masa depan adalah untuk menggabungkan seluruh poin saat menciptakan kondisi kerja internal yang mewakili lingkungan kerja yang aman dan untuk meminimalkan praktik tidak aman dan kondisi yang berbahaya [12].

2.2.2. Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)

HIRARC ialah suatu metode untuk meminimalkan atau pencegahan kecelakaan Langkah-langkahnya dimulai dari jenis pekerjaan, kemudian melakukan identifikasi jenis pekerjaan untuk mengetahui bahaya yang ada dan menentukan risikonya, kemudian melakukan penilaian risiko [13].

Tujuan dari *HIRARC* sendiri adalah untuk mencegah kecelakaan yang mungkin bisa terjadi dengan membuat keputusan yang tepat terkait dengan lokasi kerja, lingkungan, mesin dan peralatan dan untuk memastikan bahwa pekerja menerima rencana keselamatan dan kesehatan kerja [14].

Menurut [15] didalam *risk assessment* yaitu *likelihood (L)* dan *consequence (C)* melakukan penilaian dan menunjukkan seberapa berpengaruh dan parah atas kecelakaan yang terjadi. Untuk menentukan *risk ranking* dan *risk level* menggunakan nilai yang sudah diperoleh dari *consequence* dan *likelihood*.

Tabel 1. Standar *Consequence* pada standar *AS/New Zealand for Riks Management*

Level	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Insignification</i>	Tidak mengalami luka dan kerugian keuangan sedikit
2	<i>Minor</i>	Mengalami luka ringan dan mengalami kerugian keuangan sedikit
3	<i>Moderate</i>	Mengalami cedera sedang, membutuhkan tindakan medis, membutuhkan tindakan di tempat dengan bantuan pihak luar dengan kerugian keuangan besar
4	<i>Major</i>	Mengalami luka berat, 1>1 orang kehilangan kemampuan, mengalami kerugian keuangan besar
5	<i>Catastrophic</i>	Mematikan >1 orang, kerugian besar dan dampak sangat luas, terhenti seluruh kegiatan

Tabel 2. Standar *Likelihood* pada standar *australian atau New Zealand for risk m Management*

Level	Kriteria	Penjelasan
5	Almost Certain	Bisa terjadi setiap saat
4	Likely	Sering terjadi
3	Possible	Bisa terjadi sekali-kali
2	Unlikely	Jarang terjadi
1	Rare	Hamper tidak terjadi

Tabel 3. Penilaian Risiko untuk Risk Level berdasarkan skor

Likelihood	Consequences				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	16	16	20
3	3	6	12	12	15
2	2	4	8	8	10
1	1	2	3	4	5

Keterangan:

1. Risiko Rendah terletak pada angka 1–4
2. Risiko Sedang terletak pada angka 5–12
3. Risiko Tinggi terletak pada angka 15–25

Perbedaan antara *metode Job Safety Analysis (JSA)* dan *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)* dalam konteks keselamatan dan kesehatan kerja telah diperhatikan oleh sejumlah penelitian. Menurut [7] *JSA* lebih fokus pada analisis tugas kerja spesifik untuk mengidentifikasi bahaya, sedangkan *HIRARC* lebih holistik dengan mencakup identifikasi bahaya di seluruh lingkungan kerja. [16] (2021) menegaskan bahwa *HIRARC* melibatkan evaluasi risiko yang lebih mendalam, termasuk analisis statistik dan teknik lainnya, sementara *JSA* lebih terbatas dalam cakupan evaluasinya. Meskipun keduanya memiliki pendekatan yang berbeda, [17] menunjukkan bahwa baik *JSA* maupun *HIRARC* bertujuan untuk mengendalikan risiko kecelakaan kerja dan meminimalkan risiko bagi pekerja.

Di sisi lain, persamaan dalam penggunaan kedua metode tersebut juga telah diamati dalam penelitian-penelitian terkait. [6] mencatat bahwa implementasi keduanya dapat meningkatkan kesadaran akan K3 di tempat kerja, serta memperbaiki kinerja K3 secara keseluruhan. Dalam kerangka ini, penelitian oleh [18] menekankan bahwa baik *JSA* maupun

HIRARC memiliki manfaat serupa dalam meningkatkan keselamatan kerja. Kesamaan ini juga diperkuat oleh temuan [19] yang menegaskan bahwa kedua metode tersebut bertujuan untuk mengendalikan risiko kecelakaan kerja dan memastikan lingkungan kerja yang aman bagi semua pekerja.

Untuk mengembangkan pengetahuan lebih lanjut dalam bidang keselamatan dan kesehatan kerja, penelitian mendatang dapat mempertimbangkan pengintegrasian antara *JSA* dan *HIRARC* untuk mencapai pendekatan yang lebih komprehensif. Dalam konteks ini, penelitian [20] menawarkan pendekatan yang menarik dengan mengintegrasikan *JSA* dan *HIRARC* untuk mencegah risiko kecelakaan kerja. Selain itu, penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi penggunaan teknologi baru, seperti kecerdasan buatan atau analisis data besar, untuk meningkatkan efektivitas identifikasi dan pengendalian risiko kecelakaan kerja [6]. Dengan demikian, upaya untuk menggabungkan kelebihan dari kedua metode tersebut dapat menghasilkan pendekatan yang lebih holistik dan efektif dalam meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di berbagai industri.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi dengan pendekatan kualitatif deskriptif yang mengintegrasikan *Job Safety Analysis* dan *Hazard Identification and Risk Assessment and Risk Control*. Penelitian ini dimulai dari bulan November 2023 sampai Desember 2023. Untuk penelitian ini berfokus pada pekerjaan proyek instalasi pipa penempatan

perusahaan manufaktur multinasional. Responden penelitian yaitu Manajer *Safety* dan dua karyawan dengan pengalaman kerja lebih dari tiga tahun.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Observasi Breakdown Aktivitas PIPANISASI

Breakdown aktivitas pekerja pada proyek instalasi pipanisasi dijabarkan pada tabel 4.



Terdapat sepuluh aktifitas penyelesaian pipanisasi sebagai berikut.

Tabel 4. Urutan Pekerjaan

No	Urutan Pekerjaan
1	Pengiriman pipa dan support dari gudang ke pabrik menggunakan <i>truck</i>
2	Bongkar muat pipa dan support menggunakan <i>hydrolic crane</i>
3	Pengecatan pipa dan <i>support</i>
4	Menaikkan <i>support</i> pipa ke <i>pipe rack</i> menggunakan katrol.
5	Welding Support pipe
6	Menaikkan pipa ke <i>pipe rack</i> menggunakan katrol.
7	Melakukan <i>Fiberglass</i> lining pada pipa
8	<i>Tie in Main FRP line</i>
9	<i>Re-painting pipe</i>
10	<i>Finishing</i>

Dalam Tabel 4. terdapat delapan aktivitas kegiatan yang ada. Pada pekerjaan proyek instalasi pipanisasi terdapat jenis kegiatan pengiriman material, bongkar muat, pengecatan, menaikkan support pipa, pengelasan, menaikkan pipa, fabrikasi pada pipa FRP, *tie-in*, pengecatan ulang, dan *finishing*.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi di wilayah aktivitas pekerjaan pipanisasi. Data juga didapat dari hasil diskusi dengan Team *Human Safety Environment* dan Supervisor lapangan. Supervisor dan petugas keselamatan yang berwenang melakukan pekerjaan proyek pipanisasi.

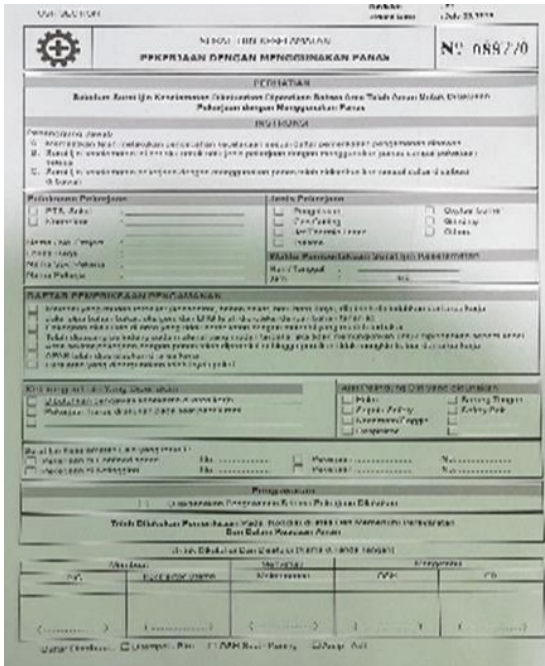
Pengumpulan data secara langsung dan brainstorming dengan *Team HSE* dilakukan guna mengetahui bahaya apa saja yang ditimbulkan oleh kondisi berbahaya di area kerja. Gambar 1. Merupakan visualisasi dari bagian area proyek pipanisasi.

Gambar 1. Area Kerja

(sumber: Dokumentasi penulis)

Pada Gambar 1. merupakan contoh aktivitas fabrikasi di dalam *pipe-rack*. Hasil dari aktivitas tersebut adalah penyambungan pipa.

Selain itu, tinjauan literatur mengenai SOP kerja juga dikumpulkan dan digunakan sebagai acuan bagi perusahaan untuk mengidentifikasi rekomendasi perbaikan. Di bawah ini adalah dokumen hot work dan izin kerja yang digunakan dalam penelitian ini sebagai acuan SOP PT EFE. Izin melakukan pekerjaan panas (*permit hotwork*) di Gambar 2. merupakan salah satu contoh SOP perusahaan



Gambar 2. Permit Hotwork
 (Dokumentasi perusahaan)

Gambar 2 berisi penjelasan mengenai pemeriksaan pengamanan dan *checklist* keamanan dalam pekerjaan. Aktivitas tersebut juga berisi penanggulangan jika terjadi bahaya, dan *timeline* penyelesaian pekerjaan.

4.2. Hasil Perhitungan JSA

Identifikasi bahaya menggunakan JSA dilakukan untuk mengetahui bahaya-bahaya apa saja yang mungkin muncul dalam setiap tahapan pekerjaan yang dilakukan Pada proyek intalasi pipanisasi. Identifikasi bahaya ini dilakukan oleh peneliti dengan tujuan untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja.



Tabel 5. *Job Safety Analysis Sheet*

Judul Pekerjaan :		PROYEK INSTALASI PIPANISASI		
Alat Pelindung Diri yang digunakan :		<i>Safety Helmt, Safety Glasses, Gloves, Safety Shoes, Respirator</i>		
No	Langkah Pekerjaan	Potensi Bahaya	Resiko	Rekomendasi Prosedur Keselamatan
1	Pengiriman pipa dan <i>support</i> dari gudang ke pabrik menggunakan truck	<ol style="list-style-type: none"> Ikatan seling kurang kuat. Penataan pipa tidak rapi. 	<ol style="list-style-type: none"> Pipa terjatuh saat pengiriman. Material menimpa pekerja saat akan bongkar muat. 	<ol style="list-style-type: none"> Pastikan pengikatan menggunakan webbing sling dan kondisi webbing sling dalam keadaan baik. Meletakan <i>stoper</i> atar pipa agar pipa lebih aman saat dilakukan pengangkutan dan memudahkan proses bongkar muat.
2	Bongkar muat pipa dan <i>support</i> menggunakan <i>hydrolic crane</i>	<ol style="list-style-type: none"> Pembongkaran dilakukan tanpa aba-aba riger. Pekerjaan pelepasan seling tidak dilakukan satu persatu. <i>Hydrolic crane overload</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> Material pipa jatuh saat pembongkaran. Terjadi kerusakan material saat pembongkaran. <i>Crane</i> mengalami <i>tipping</i> Material pipa mengenai pekerja. 	<ol style="list-style-type: none"> Pastikan area sekitar sudah diberi <i>safety line</i> sehingga tidak ada akses pekerja masuk saat pengakatan. Membuka ikatan secara bertahap. Pastikan beban benda tidaak lebih dari kapasitas crane (max Sf=1,25). Pembongkaran dilakukan oleh rigger. Menggunakan <i>tagline</i>.
3	Pengecatan pipa dan <i>support</i>	<ol style="list-style-type: none"> Paparan bahan kimia dari pengecatan. 	<ol style="list-style-type: none"> ISPA. 	<ol style="list-style-type: none"> Pastikan menggunakan respirator dan APD dengan benar saat bekerja.
4	Menaikkan <i>support</i> pipa ke <i>pipe rack</i> menggunakan katrol	<ol style="list-style-type: none"> Posisi pengakatan yang salah. Katrol yang digunakan tidak sesuai dengan kapasitas. Terjatuh dari ketinggian. 	<ol style="list-style-type: none"> Kejatuhan material <i>support</i>. Patah tulang, kematian. 	<ol style="list-style-type: none"> Pastikan pengikatan dilakukan dengan benar. Gunakan Katrol sesuai dengan kapasitas beban (min 2x beban). Menggunakan <i>full body harness</i>. Melakukan pengecekan Kesehatan.



5.	<i>Welding Support pipe</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Percikan las yang tidak tercover dengan baik. 2. Terjatuh dari ketinggian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kebakaran. 2. Patah tulang, kematian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pastikan Ada APAR saat pekerjaan berlangsung. 2. Pastikan pemasangan <i>fire blanket</i> telah tercover disekitar pekerjaan. 3. Melakukan pembasahan setelah selesai.
6.	Menaikkan pipa ke <i>pipe rack</i> menggunakan katrol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posisi pengakatan yang salah. 2. Katrol yang digunakan tidak sesuai dengan kapasitas. 3. Terjatuh dari ketinggian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kejatuhan material pipa. 2. Patah tulang, kematian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pastikan pengikatan dilakukan dengan benar. 2. Gunakan Katrol sesuai dengan kabasitas beban (min 2x beban). 3. Menggunakan <i>full body harness</i> dan memastikan <i>hook</i> dikaitkan. 4. Cek webbing sling.
7	Melakukan <i>Fiberglass lining</i> pada pipa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Paparan bahan kimia. 2. Penggunaan APD yang kurang tepat. 3. Terjatuh dari ketinggian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ISPA 2. Tertusuk serat fiber 3. Patah tulang, kematian 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gunakan sarung tangan karet saat melakukan pekerjaan lining 2. Selalu gunakan respirator 3. Menggunakan <i>full body harness</i> dan memastikan <i>hook</i> dikaitkan
8	<i>Tie in Main FRP line</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Percikan las yang tidak tercover dengan baik. 2. Material mudah terbakar (<i>FRP</i>) tidak tercover dengan baik. 3. Terjatuh dari ketinggian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kebakaran 2. Patah tulang, kematian 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pastikan Ada APAR saat pekerjaan berlangsung. 2. Pastikan pemasangan <i>fire blanket</i> telah tercover disekitar pekerjaan. 3. Menggunakan <i>full body harness</i> dan memastikan <i>hook</i> dikaitkan.
9	<i>Re-painting pipe</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Paparan bahan kimia dari pengecatan. 2. Terjatuh dari ketinggian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ISPA 2. Patah tulang, kematian 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pastikan menggunakan respirator dan APD dengan benar saat bekerja. 2. Menggunakan <i>full body harness</i> dan memastikan <i>hook</i> dikaitkan.
10	<i>Finishing</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Debu. 2. Material tajam (bekas <i>FRP</i>). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ISPA. 2. Luka pada anggota tubuh. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan APD lengkap. 2. Melakukan prosedur 5S setelah selesai bekerja.

Berdasarkan tabel 5. yang telah dilakukan didapatkan beberapa sumber bahaya yang mungkin ditemukan ketika melakukan pekerjaan proyek pipanisasi. Berikut merupakan sumber bahaya yang muncul dari analisa menggunakan *JSA*. Selanjutnya tabel 6. Menjelaskan sumber bahaya dan asal sumber bahaya tersebut pada aktivitas pipanisasi.

Tabel 6. Sumber Bahaya Berdasarkan *JSA*

No	Sumber Bahaya (Hazard)	Penyebab
1	Ikatan seling kurang kuat	Pengikatan tidak dilakukan oleh riger, kondisi sling tidak layak.
2	Penataan pipa tidak rapi	Pekerjaan tidak dilakukan oleh riger.
3	Pembongkaran dilakukan tanpa aba-aba riger	Tidak adanya riger untuk memberikan instruksi ketika pekerjaan dilakukan.
4	Pekerjaan pelepasan seling tidak dilakukan satu persatu	Pekerjaan tidak dilakukan oleh riger.
5	<i>Hydrolic crane overload</i>	Kesalahan perencanaan <i>lifting plan, crane</i> tidak sesuai dengan kapasitas.
6	Paparan bahan kimia	Tidak menggunakan APD.
7	Katrol yang digunakan tidak sesuai dengan kapasitas	Kesalahan pemilihan katrol.
8	Posisi pengakatan yang salah	Tidak fokus saat bekerja.
9	Percikan las yang tidak tercover	Tidak menerapkan SOP pekerjaan <i>hotwork</i> .

10	Penggunaan APD yang kurang tepat	Tidak fokus saat bekerja, kondisi APD tidak layak sehingga tidak nyaman digunakan.
----	----------------------------------	--

Pada tabel 6. diketahui identifikasi bahaya dengan metode *JSA* dan didapatkan 10 sumber bahaya yang muncul pada pekerjaan proyek instalasi pipanisasi.

Bahaya yang umum terjadi antara lain kesalahan saat mengangkat atau menggunakan APD. Hal ini mungkin disebabkan oleh pekerja yang tidak mengikuti prosedur operasi standar atau kondisi APD yang tidak memadai.

4.3. Hasil Perhitungan *HIRARC*

Setelah mengidentifikasi bahaya menggunakan metode *JSA*, kami melakukan penilaian risiko menggunakan *HIRARC*. Hal ini dilakukan agar dapat menilai setiap risiko yang muncul dan mengklasifikasikannya ke dalam kategori risiko tinggi, risiko sedang, dan risiko rendah.

Tujuan dari penilaian ini adalah untuk menentukan risiko mana yang perlu dikelola sebagai prioritas untuk mencegah kecelakaan. Rekomendasi untuk pengendalian di *HIRARC* dibuat berdasarkan pemeriksaan ulang kondisi *JSA* dan ruang kerja untuk menentukan apakah diperlukan rekomendasi tambahan.



Tabel 7. HIRARC Level and Recommendation

<u>JUDUL PEKERJAAN:</u>		PROYEK INSTALASI PIPANISASI					
<u>No</u>	<u>Langkah Pekerjaan</u>	<u>Bahaya</u>	<u>L</u>	<u>C</u>	<u>R</u>	<u>Risk Level</u>	<u>Rekomendasi Prosedur Keselamatan</u>
1	Pengiriman pipa dan support dari gudang ke pabrik menggunakan <i>truck</i>	Pipa terjatuh saat pengiriman	3	3	9	Sedang	1. Pastikan pengikatan dilakukan oleh rigger yang telah memiliki kompetensi. 2. Pastikan pengikatan menggunakan webbing sling dan kondisi webbing sling dalam keadaan baik.
		Material menimpa pekerja saat akan bongkar muat	3	4	12	Sedang	1. Meletakkan <i>stopper</i> antar pipa agar pipa lebih aman saat dilakukan pengangkutan dan memudahkan proses bongkar muat.
2	Bongkar muat pipa dan support menggunakan <i>hydrolic crane</i>	Material menimpa pekerja saat akan bongkar muat	3	4	12	Sedang	1. Pastikan area sekitar sudah diberi <i>safety line</i> sehingga tidak ada akses pekerja masuk saat pengakatan. 2. Membuka ikatan secara bertahap.
		Terjadi kerusakan material saat pembongkaran	3	3	9	Sedang	1. Pastikan pengikatan dilakukan oleh rigger yang telah memiliki kompetensi.
		Kejatuhan material pipa	4	4	16	Tinggi	1. Pastikan area sekitar sudah diberi <i>safety line</i> sehingga tidak ada akses pekerja masuk saat pengakatan. 2. Menggunakan <i>tagline</i> saat pengakatan berlangsung.
		<i>Crane</i> mengalami <i>tipping</i>	2	5	10	Sedang	1. Pastikan beban benda tidak lebih dari kapasitas crane (max Sf=1,5).
3	Pengecatan pipa dan <i>support</i>	ISPA	4	2	8	Sedang	1. Pastikan menggunakan respirator dan APD dengan benar saat bekerja. 2. Dilakukang <i>rolling</i> antar pekerja saat dilakukan pengecatan.
4	Menaikkan support pipa ke <i>pipe rack</i> menggunakan katrol.	Kejatuhan material <i>support</i>	3	3	9	Sedang	1. Pastikan pengikatan dilakukan dengan benar. 2. Gunakan Katrol sesuai dengan kabasitas beban (min 2x beban).
		Terjatuh dari ketinggian	3	5	15	Tinggi	1. Menggunakan <i>full body harness</i> dan memastikan hook dikaitkan. 2. Melakukan pengecekan tekanan darah sebelum melakukan bekerja di ketinggian
5.		Kebakaran	4	5	20	Tinggi	1. Pastikan Ada APAR saat pekerjaan berlangsung.



	<i>Welding Support pipe</i>						<ol style="list-style-type: none"> Pastikan pemasangan fire blanket telah tercover disekitar pekerjaan. Ada <i>watchman</i> saat melakukan pekerjaan <i>hotwork</i> saat pekerjaan berlangsung. Dilakukan pembasahaan sebelum dilakukan pekerjaan.
		Terjatuh dari ketinggian	3	5	15	Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan fullbody harness dan memastikan hook dikaitkan. Melakukan pengecekan tekanan darah sebelum melakukan bekerja di ketinggian.
6.	Menaikkan pipa ke <i>pipe rack</i> menggunakan katrol.	Kejatuhan material pipa	4	4	16	Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> Pastikan pengikatan dilakukan dengan benar. Gunakan webbing sling yang layak. Direkomendasikan pengikatan menggunakan hydrolic crane. Jika pengangkatan menggunakan katrol agrar tidak mengikat pipa terlalu panjang
		Terjatuh dari ketinggian	3	5	15	Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan fullbody harness dan memastikan hook dikaitkan. Melakukan pengecekan tekanan darah sebelum melakukan bekerja di ketinggian.
7	Melakukan <i>Fiberglass lining</i> pada pipa	ISPA	4	2	8	Sedang	<ol style="list-style-type: none"> Selalu gunakan respirator.
8	<i>Tie in Main FRP line</i>	Terjatuh dari ketinggian	3	5	15	Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan <i>full body harness</i> dan memastikan <i>hook</i> dikaitkan. Melakukan pengecekan tekanan darah sebelum melakukan bekerja di ketinggian.
		Tertusuk serat fiber	4	2	8	Sedang	<ol style="list-style-type: none"> Gunakaan sarung tangan karet saat melakukan pekerjaan lining
		Kebakaran	4	5	20	Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> Lakukan prosedur LOTO sebelum melakukan tie in. Pastikan Ada APAR saat pekerjaan berlangsung. Pastikan pemasangan <i>fire blanket</i> telah tercover disekitar pekerjaan (terutama material <i>FRP</i>). Pastikan dilakukan pengecekan setelah selesai <i>tie in</i>.
		Terjatuh dari ketinggian	3	5	15	Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan <i>full body harness</i> dan memastikan <i>hook</i> dikaitkan. Melakukan pengecekan tekanan darah sebelum melakukan bekerja di ketinggian.
9	<i>Repainting pipe</i>	ISPA	4	2	8	Sedang	<ol style="list-style-type: none"> Pastikan menggunakan respirator dan APD dengan benar saat bekerja. Dilakukang <i>rolling</i> antar pekerja saat dilakukan pengecatan.
		Terjatuh dari ketinggian	3	5	15	Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan <i>full body harness</i> dan memastikan <i>hook</i> dikaitkan. Melakukan pengecekan tekanan darah sebelum melakukan bekerja di ketinggian.
10	<i>Finishing</i>	Paparan Debu	2	2	4	Rendah	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan APD lengkap.



		Material berserakan bekas <i>FRP</i>	2	2	4	Rendah	1. Menggunakan APD lengkap. 2. Melakukan prosedur 5S setelah selesai bekerja.
--	--	---	---	---	---	--------	--

Berdasarkan tabel 7 penilaian risiko menggunakan *HIRARC* dapat diketahui dalam pekerjaan proyek instalasi pipanisasi memiliki 2 bahaya dalam kategori risiko rendah, 7 bahaya dalam kategori sedang dan, 3 bahaya dalam kategori tinggi. Berikut merupakan *ranking* risiko dari setiap bahaya pada pekerjaan instalasi perpipaan.

Bahaya	Nilai risiko	Kategori	Ranking
Kebakaran	20	Tinggi	1
Kejatuhan material pipa	16	Tinggi	2
Terjatuh dari ketinggian	15	Tinggi	3
Material menimpa pekerja saat akan bongkar muat	12	Sedang	4
Crane mengalami <i>tipping</i>	10	Sedang	5
Pipa terjatuh saat pengiriman	9	Sedang	6
Terjadi kerusakan material saat pembongkaran	9	Sedang	6
Kejatuhan material support	9	Sedang	6
ISPA	8	Sedang	7
Tertusuk serat fiber	8	Sedang	8
Paparan Debu	4	Rendah	9
Material FRP yang berserakan	4	rendah	9

Tabel 8. Kategori Bahaya dengan HIRARC

Tabel 8. menunjukkan bahwa risiko tertinggi pada operasi adalah kebakaran dengan skor resiko 20.

Penggunaan dari material *FRP* mudah terbakar dan api sulit padam. Oleh karena itu ketika melakukan pekerjaan panas SOP pekerjaan panas harus dipatuhi dengan benar. Resiko paling rendah adalah paparan

debu dan material *FRP* yang berserakan dengan skor risiko 4.

4.4 Evaluasi *JSA* dan Rekomendasi Pengendalian

Setelah dilakukan penilaian risiko menggunakan metode *HIRARC* kemudian dilakukan evaluasi terhadap pengendalian bahaya pada *JSA* apakah sudah sesuai atau perlu dilakukan rekomendasi pengendalian tambahan.

Berikut merupakan rekomendasi tambahan yang ditambahkan setelah melakukan penilaian risiko.

Tabel 9. Rekomendasi Tambahan

No	Rekomendasi tambahan
1	Memastikan pengikatan pipa dilakukan oleh rigger yang memiliki kompetensi
2	Menggunakan <i>tagline</i> saat pengangkatan
3	Dilakukan pergantian antar pekerja saat melakukan pengecatan
4	Melakukan pengecekan tekanan darah sebelum melakukan pekerjaan ketinggian
5	Menggunakan <i>webbing sling</i> yang layak
6	Merekomendasikan pengangkatan menggunakan <i>hydraulic crane</i>
7	Jika pengangkatan pipa menggunakan katrol tidak mengangkat pipa yang panjang
8	Melakukan prosedur LOTO sebelum melakukan <i>Tie In</i>

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan Analisa pekerjaan instalasi pipanisasi dapat diketahui 2 bahaya dalam kategori risiko rendah, 7 bahaya kategori sedang dan 3 bahaya kategori tinggi.

5.2. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan penelitian ada beberapa hal yang menjadi kekurangan dalam penelitian ini sehingga diharapkan dapat

dijadikan referensi pada penelitian selanjutnya. Berikut saran yang diberikan peneliti agar dapat diterapkan pembaca pada penelitian selanjutnya yaitu Penelitian ini tidak melakukan penilaian resiko lanjutan setelah dilakukan pengendalian, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penilaian resiko lanjutan setelah dilakukan pengendalian, Penelitian ini tidak melakukan penelitian mengenai *behaviour based safety* dari para pekerja yang dapat mempengaruhi perilaku *unsafe action dan unsafe condition* di area kerja, diharapkan akan ada penelitian lain mengenai hal tersebut.

5.3. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan ada saran yang diberikan peneliti agar dapat diterapkan oleh Perusahaan yaitu melakukan pemeriksaan kelayakan APD secara rutin, melakukan *Toolbox meeting* setiap hari sebelum melakukan pekerjaan, melakukan *safety refreshment* secara rutin kepada pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Waruwu and F. Yuamita, "Analisis Faktor Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Yang Signifikan Mempengaruhi Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Apartement Student Castle," *Spektrum Ind.*, vol. 14, no. 1, p. 63, 2016, doi: 10.12928/si.v14i1.3705.
- [2] Susihono, W., & Rini, F. A. (2013). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Identifikasi Potensi Bahaya Kerja (Studi Kasus di PT. LTX Kota Cilegon-Banten). *Spektrum Industri, 11*(2), 209. doi: 10.12928/si.v11i2.1663.
- [3] G. V. A. Kabil and V. Sundararaju, "Behaviour Based Safety in Workplace," *Int. J. Res. Eng. Sci. Manag.*, vol. 2, no. 12, pp. 327–333, 2019, [Online]. Available: www.ijresm.com
- [4] J. Jamil, F. Mallapiang, and A. M. Multazam, "Analisis Unsafe Action dan Unsafe Condition dengan Kecelakaan Kerja pada Awak Kapal Penyeberangan Bira-Pamatata," *J. Muslim Community Heal.* 2023, vol. 4, no. 1, pp. 251–264, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.52103/jmch.v4i1.1285>JournalHomepage:<https://pasca-umi.ac.id/index.php/jmch>
- [5] N. M. Jaya, G. A. P. C. Dharmayanti, and D. A. R. Ulupie Mesi, "Manajemen Risiko K3 (Keselamatan Dan Kesehatan Kerja) Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Bali Mandara," *J. Spektran*, vol. 9, no. 1, p. 29, 2021, doi: 10.24843/spektran.2021.v09.i01.p04
- [6] A. F. Damayanti and N. A. Mahbubah, "Implementasi Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control Guna Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Karyawan di PT ABC," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 1694–1701, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i2.2865.
- [7] A. A. Afifudin and N. A. Mahbubah, "Implementasi Metode Job Safety Analysis SA Pada Evaluasi K3 Operator Produksi AS Hidrolis Di UD. AZ," *Tek. Sains J. Ilmu Tek.*, vol. 8, no. 1, pp. 66–72, 2023, doi: 10.24967/teksis.v8i1.2146.
- [8] Khudhory, F. M. (2022). "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode HIRARC." *Tekinfor: Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi* 10.2 (, 66-75. <https://doi.org/10.31001/tekinfor.v10i2.1329>

- [9] Indrayani, R. S. (2021). Identifikasi Resiko Kerja Menggunakan Metode Hirarc Pada Umkm Tahu Di Bandung. *Sistemik: Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik*, 9(1), 23-27, <https://doi.org/10.53580/sistemik.v9i01.52>
- [10] Mardhotillah, N. I. (2020). Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Area Confined Space. *IGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 315-327. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/sju/higeia/article/view/40911>.
- [11] British Standard. 2018. BS ISO 31000:2018 *Risk management - Guideline. BSI Standards Publication, Second Edition.* <https://doi.org/10.3403/30315447>.
- [12] 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>
- [13] R. Wardhana and Lukmandono, "Design Cost Control in Risk Management with the Expected Money Value (Emv) and Hirarc Method at Pt Xyz Jawa Timur Surabaya," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 12–22, 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i1.1276.
- [14] K. Yuliantari and I. Prasasti, "Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada LLDIKTI Wilayah III Jakarta," *Widya Cipta J. Sekr. dan Manaj.*, vol. 4, no. 1, pp. 76–82, 2020, doi: 10.31294/widyacipta.v4i1.7699.
- [15] Smarandana, G. M. (2021). PPenilaian 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, Available <https://ejournal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/2709>.
- [16] T. N. Asih, N. A. Mahbubah, and M. Z. Fathoni, "Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proses Fabrikasi Dengan Menggunakan Metode Hirarc (Studi Kasus : Pt. Ravana Jaya)," *JUSTI (Jurnal Sist. dan Tek. Ind.*, vol. 1, no. 2, p. 272, 2021, doi: 10.30587/justicb.v1i2.2609.
- [17] M. J. Amri Lubis, G. Sihombing, and A. B. Hasta Yanto, "Analisis Resiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRARC Pada PT. Telkom Indonesia Jakarta Utara," *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 15–23, 2024, doi: 10.31294/imtechno.v5i1.2414.
- [18] A. F. Rohman and B. I. Putra, "Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proses Produksi Beton Dengan Metode Jsa Dan Hirarc Di Pt Varia Usaha Beton," *MATRIK J. Manaj. dan Tek. Ind.*, vol. XXIV, no. 1, pp. 209–224, 2024, doi: 10.350587/Matrik v24i2.7007.
- [19] Muhammad Nur, Verly Valentino, Resy Kumala Sari, and Abdul Alimul Karim, "Analisa Potensi Bahaya Kecelakaan Kerja Terhadap Pekerja Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assesment And Risk Control (HIRARC) Pada Perusahaan Aspal Beton," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 2, no. 3, pp. 150–158, 2023, doi: 10.55826/tmit.v2i3.179.
- [20] I. S. Ari and L. Lukmandono,



Sigma Teknika, Vol. 7, No.1: 028-045
Juni 2024
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979

“Integrasi Job Safety Analysis (JSA) dan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Guna Mencegah Risiko Kecelakaan Kerja,” in *Prosiding SENASTITAN: Seminar ...*, 2024, no. Senastitan Iv, pp. 1–6. [Online]. Available:
<https://ejurnal.itats.ac.id/senastitan/article/view/5327%0Ahttps://ejurnal.itats.ac.id/senastitan/article/download/5327/3800>