

Evaluasi Bahaya Dan Risiko Keselamatan Kerja Pada Pekerjaan Pemasangan Pipa Menggunakan Pendekatan HIRARC Dan HAZOP

Riswan Afandi, Akhmad Wasiur Rizqi

^{1,2)} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera No. 101, GKB, Gresik, Jawa Timur, 61121.
Email: riswanafandi30@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi bahaya dan tingkat risiko pada aktivitas pemasangan pipa di PT THX dengan menggunakan metode dan HAZOP. Identifikasi bahaya dilakukan pada seluruh tahapan pekerjaan, mulai dari penentuan jalur, penggalian, penurunan pipa, penyambungan, hingga penimbunan kembali. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar potensi bahaya berada pada kategori risiko sedang, terutama yang berkaitan dengan kondisi galian yang tidak stabil, penataan area kerja yang kurang baik, serta ketidakpatuhan pekerja terhadap penggunaan APD. Melalui pendekatan HAZOP, ditemukan pula sejumlah deviasi proses seperti kurangnya penopang galian, metode pengangkatan yang tidak sesuai, dan ketidaksesuaian material yang dapat memicu kecelakaan. Rekomendasi pengendalian dirumuskan berdasarkan hierarki pengendalian risiko dan diarahkan untuk memperkuat prosedur keselamatan, meningkatkan pengawasan, serta meminimalkan peluang terjadinya insiden. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya penerapan analisis risiko yang komprehensif guna mendukung tercapainya target zero accident pada proses pemasangan pipa di PT THX.

Kata kunci: HIRARC, HAZOP, Keselamatan Kerja, Pemasangan Pipa, Analisis Risiko

ABSTRACT

This research aims to analyze potential hazards and risk levels in pipeline installation activities at PT THX using the HIRARC and HAZOP methods. Hazard identification was conducted across all work stages, including route determination, excavation, pipe lowering, pipe jointing, and backfilling. The results indicate that most hazards fall within the medium-risk category, particularly those related to unstable excavation conditions, poor housekeeping, and non-compliance with personal protective equipment usage. The HAZOP approach further identified several process deviations, including the absence of trench support, improper lifting methods, and material inconsistencies, which may increase the likelihood of accidents. Risk control recommendations were formulated using the risk control hierarchy to strengthen safety procedures, enhance supervision, and reduce the likelihood of incidents. Overall, the study emphasizes the importance of comprehensive risk analysis to support the achievement of a zero-accident target in pipeline installation activities at PT THX.

Keywords: HIRARC, HAZOP, Occupational Safety, Pipeline Installation, Risk Analysis

Pendahuluan

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah elemen penting yang wajib diperhatikan dalam setiap kegiatan operasional, terutama pada pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi seperti pemasangan pipa[1]. Pekerjaan ini dilakukan di lingkungan yang dinamis, melibatkan penggunaan alat berat, aktivitas penggalian, hingga kondisi lapangan yang dapat berubah sewaktu-waktu[2]. Risiko seperti terpeleset, tertimbun longsoran tanah, terjepit peralatan, maupun luka akibat proses penyambungan pipa menjadi potensi bahaya yang dapat mengganggu keselamatan pekerja jika tidak dikendalikan secara tepat[3].

Di berbagai perusahaan jasa penyedia air minum, termasuk PT THX, aktivitas pemasangan pipa menjadi bagian penting dalam mendukung kelancaran distribusi air[4]. Namun, kompleksitas pekerjaan sering kali tidak diimbangi dengan pengelolaan risiko yang sistematis[5]. Kondisi tersebut tercermin dari masih ditemukannya insiden kecelakaan yang disebabkan oleh kurangnya identifikasi bahaya, pengendalian yang tidak memadai, serta minimnya pemantauan terhadap kondisi lapangan[6]. Agar potensi risiko dapat dikelola dengan baik, perusahaan membutuhkan pendekatan analisis keselamatan yang mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap bahaya di setiap tahapan pekerjaan.[7]

Dua metode yang relevan untuk tujuan tersebut adalah HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) dan HAZOP (Hazard and Operability Study)[8]. HIRARC berperan dalam mengidentifikasi

potensi bahaya secara langsung di lapangan, menilai tingkat risiko berdasarkan kemungkinan dan keparahan, serta menentukan strategi pengendalian yang paling efektif[9]. Pendekatan ini sangat sesuai untuk pekerjaan yang melibatkan kegiatan fisik seperti penggalian, pengangkatan pipa, dan penyambungan jaringan[10].

Sementara itu, HAZOP dimanfaatkan untuk menelaah potensi deviasi dalam suatu proses kerja yang berpotensi menimbulkan bahaya, baik yang berasal dari faktor teknis, operasional, maupun human error[11]. Dengan memanfaatkan kata kunci deviasi, HAZOP mampu mengungkap skenario bahaya yang mungkin tidak terdeteksi melalui pendekatan umum[12]. Kombinasi kedua metode ini memberikan analisis yang lebih komprehensif, karena tidak hanya mengevaluasi kondisi keselamatan pekerja, tetapi juga memastikan keandalan proses secara keseluruhan[13].

Melalui penerapan HIRARC dan HAZOP, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemetaan risiko yang lebih terstruktur pada setiap tahap pemasangan pipa[14]. Hasil analisis yang diperoleh diharapkan dapat menjadi dasar bagi perusahaan dalam menyusun langkah pengendalian yang tepat, memperkuat budaya keselamatan, serta menurunkan angka kecelakaan kerja[15]. Pendekatan ini tidak hanya penting untuk memenuhi standar K3, tetapi juga berperan dalam menjaga keberlangsungan operasional perusahaan secara efisien dan berkelanjutan[16].

Penelitian terdahulu mengenai keselamatan kerja pada proyek pemasangan pipa umumnya hanya berfokus pada identifikasi bahaya atau penilaian risiko secara umum tanpa mengkaji deviasi secara mendalam. Selain itu, sebagian besar penelitian masih menggunakan satu metode analisis risiko sehingga belum mampu mengungkap akar penyebab bahaya yang berasal dari penyimpangan operasional di lapangan. Di PT THX sendiri, meskipun telah diterapkan prosedur K3, kecelakaan kerja masih terjadi terutama pada tahapan pekerjaan kritis. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mengombinasikan metode HIRARC dan HAZOP untuk menghasilkan analisis risiko yang lebih komprehensif dan aplikatif.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode HIRARC dan HAZOP dalam menganalisis risiko pada kegiatan pemasangan pipa di PT THX[17]. Melalui proses identifikasi bahaya yang komprehensif dan penilaian risiko yang terukur, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi pengendalian yang tepat, efektif, dan berkelanjutan[18]. Selain mendukung penguatan sistem K3 perusahaan, temuan penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan prosedur kerja yang lebih aman, peningkatan kompetensi pekerja, serta pembentukan budaya keselamatan yang konsisten di lingkungan kerja[19]. Penerapan analisis keselamatan yang baik pada akhirnya tidak hanya melindungi pekerja, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya akibat kecelakaan, dan menjamin mutu layanan perusahaan secara keseluruhan[20].

Selain itu, peningkatan kualitas analisis risiko melalui penerapan HIRARC dan HAZOP juga menjadi langkah strategis bagi perusahaan dalam memenuhi tuntutan regulasi serta standar keselamatan modern yang semakin ketat[21]. Di tengah perkembangan industri konstruksi dan utilitas yang semakin kompleks, perusahaan dituntut tidak hanya mematuhi ketentuan K3, tetapi juga mampu menunjukkan komitmen nyata terhadap upaya pencegahan kecelakaan secara proaktif[22]. Analisis risiko yang komprehensif akan membantu perusahaan merancang kebijakan keselamatan yang lebih terarah, memperbaiki kelemahan prosedural, serta meningkatkan kesiapsiagaan menghadapi kondisi lapangan yang dinamis[23]. Dengan demikian, temuan penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan manfaat praktis bagi PT THX, tetapi juga berkontribusi secara ilmiah sebagai referensi dalam pengembangan sistem keselamatan kerja pada proyek pemasangan pipa maupun pekerjaan konstruksi sejenis di masa depan.[24]. Pemahaman tersebut menjadi modal penting untuk membangun sistem pengendalian yang tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga mampu mencegah potensi bahaya sejak tahap perencanaan[25].

Metode Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Tabel 1. Ringkasan Data Kecelakaan Kerja PT. THX Mei – Juli 2025

No	Jenis Kecelakaan	Jumlah Kasus	Penyebab Utama	Tingkat Keparahan
1	Tertimbun longsoran tanah / runtuhnya dinding galian.	3	Dinding galian tidak ditopang (shoring)	Sedang
2	Terpeleset atau tersandung material yang berserakan.	2	Jalur kerja tidak diberi pembatas atau penandaan	Sedang
3	Terpeleset di dasar galian yang lembek.	4	Dasar galian berlumpur dan tidak dipadatkan.	Tinggi
4	Tangan atau kaki terjepit antara pipa dan dinding galian	3	Pengangkatan dan penurunan pipa tidak terkoordinasi	Sedang
5	Luka jari karena tekanan sambungan atau gasket.	2	Tidak menggunakan sarung tangan pelindung yang sesuai.	Sedang

Analisis data kecelakaan menunjukkan bahwa insiden paling sering terjadi pada aktivitas yang melibatkan kondisi galian dan pengangkatan pipa. Tren ini menunjukkan bahwa pekerjaan dengan interaksi langsung antara pekerja, material berat, dan kondisi tanah yang tidak stabil memiliki tingkat risiko yang lebih tinggi. Temuan ini selaras dengan hasil analisis HIRARC dan HAZOP yang mengidentifikasi tahapan penggalian dan penurunan pipa sebagai aktivitas paling kritis.

Tabel 2. Penilaian Risiko

Skala Kemungkinan/Likelihood	Dampak Severity				
	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

Risiko Tinggi / High Risk: **15-25** Kegiatan tidak boleh dilaksanakan atau dilanjutkan sampai risiko telah tereduksi. Jika tidak memungkinkan mereduksi risiko, maka pekerjaan harus segera dihentikan

Risiko Sedang / Medium Risk: **5-12** Perlu pendekatan yang direncanakan untuk mengendalikan bahaya dan berlaku tindakan sementara jika diperlukan

Risiko Rendah / Low Risk: **≤ 4** Risiko dapat diterima dan pengendalian tambahan tidak diperlukan

Skala	Kriteria Severity
1	Cedera sangat ringan, tidak memerlukan perawatan medis
2	Cedera ringan, membutuhkan P3K
3	Cedera sedang, memerlukan perawatan medis
4	Cedera berat, menyebabkan kehilangan hari kerja
5	Cedera fatal atau kematian

Skala	Kriteria Likelihood
1	Sangat jarang terjadi
2	Jarang terjadi
3	Kadang-kadang terjadi
4	Sering terjadi
5	Sangat sering terjadi

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan, wawancara dengan pengawas dan pekerja, serta studi dokumen berupa catatan kecelakaan kerja periode Mei–Juli 2025. Observasi dilakukan pada seluruh tahapan pemasangan pipa dengan fokus pada kondisi kerja dan perilaku pekerja. Verifikasi risiko dilakukan dengan membandingkan hasil observasi dengan data kecelakaan historis serta diskusi dengan pihak terkait.

Penentuan nilai Severity (S) dan Likelihood (L) pada analisis HIRARC dilakukan menggunakan pendekatan semi-kuantitatif berdasarkan standar internal perusahaan dan referensi praktik umum K3 pada pekerjaan konstruksi. Nilai severity merepresentasikan tingkat keparahan dampak kecelakaan terhadap pekerja, sedangkan likelihood menunjukkan frekuensi atau peluang terjadinya bahaya selama aktivitas kerja berlangsung. Penilaian dilakukan melalui observasi lapangan, analisis data kecelakaan historis, serta diskusi dengan pengawas lapangan dan pekerja berpengalaman.

Setelah proses penilaian risiko dilakukan, hasil perhitungan tersebut kemudian dipetakan ke dalam matriks risiko untuk menentukan tingkat keparahan masing-masing potensi kecelakaan yang telah diidentifikasi. Skala penilaian pada matriks dapat dilihat pada tabel berikut. Jika nilai risiko berada pada angka ≤ 4 , maka kondisi tersebut masih dianggap dapat diterima sehingga tidak memerlukan tindakan pengendalian tambahan. Untuk nilai antara 5 hingga 12, risiko termasuk kategori yang membutuhkan langkah pengendalian yang lebih sistematis, termasuk kemungkinan diterapkannya tindakan sementara apabila diperlukan. Sementara itu, nilai risiko pada rentang 15–25 menunjukkan level bahaya yang tidak dapat ditoleransi; pekerjaan tidak boleh dimulai atau diteruskan sebelum risiko dapat diturunkan secara signifikan. Jika pengurangan risiko tidak memungkinkan, maka aktivitas tersebut harus dihentikan sepenuhnya.

Sebagai ilustrasi, pada kasus pertama diperoleh nilai likelihood ($L = 4$) dan consequences ($C = 4$), sehingga menghasilkan skor $L \times C = 16$. Skor ini berada di zona merah pada matriks risiko, dan dikategorikan sebagai risiko tinggi. Sedangkan pada contoh lain, dengan likelihood ($L = 4$) dan consequences ($C = 3$), diperoleh skor $L \times C = 12$ — skor ini berada di area kuning dan dikategorikan sebagai risiko sedang.

Studi HAZOP dilakukan dengan membagi proses pemasangan pipa ke dalam beberapa node proses utama, yaitu perencanaan dan persiapan, pekerjaan penggalian, penyiapan dasar galian, penurunan dan penataan pipa, serta penyambungan pipa. Setiap node dianalisis menggunakan parameter proses dan guidewords HAZOP seperti *No, More, Less, Wrong, dan Other than* untuk mengidentifikasi deviasi yang berpotensi menimbulkan bahaya. Hasil analisis HAZOP disajikan dalam bentuk tabel yang mencakup node proses, parameter, deviasi, penyebab, konsekuensi, serta rekomendasi pengendalian.

Hasil Dan Pembahasan

Selama proses observasi pada pekerjaan pemasangan pipa di PT THX, ditemukan lima jenis kecelakaan yang paling sering terjadi, yaitu tertimbun longsoran tanah, terpeleset saat bekerja, terjepit pipa, serta luka jari saat penyambungan. Hasil penilaian menggunakan HIRARC menunjukkan bahwa sebagian besar potensi bahaya berada pada kategori risiko sedang, sedangkan satu jenis kecelakaan termasuk risiko rendah. Meskipun tidak terdapat risiko tinggi, kondisi lapangan menunjukkan bahwa lingkungan kerja yang berubah-ubah, ketidakstabilan galian, penataan area kerja yang kurang rapi, dan ketidakpatuhan terhadap penggunaan APD masih menjadi penyebab dominan terjadinya insiden.

Melalui analisis HAZOP, ditemukan bahwa sejumlah deviasi seperti kurangnya penopang galian, koordinasi yang kurang pada proses pengangkatan pipa, serta penggunaan material dan APD yang tidak sesuai turut meningkatkan peluang terjadinya kecelakaan. Rekomendasi pengendalian difokuskan pada perbaikan prosedur kerja, pemasangan shoring, peningkatan housekeeping, penggunaan APD yang tepat, serta penguatan pengawasan dan koordinasi kerja. Temuan ini menegaskan bahwa pengendalian risiko secara konsisten sangat diperlukan untuk menurunkan potensi cedera dan mendukung pencapaian target zero accident di PT THX.

Observasi dan data kecelakaan

Pengumpulan data kecelakaan kerja pada aktivitas pemasangan pipa di PT THX dilakukan melalui catatan historis insiden yang kemudian dianalisis menggunakan pendekatan HIRARC. Data tersebut mencakup jenis kecelakaan, tingkat risiko, serta langkah penanganan yang pernah dilakukan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa insiden masih sering terjadi, terutama pada tahapan pekerjaan yang melibatkan kondisi lapangan yang tidak stabil dan penggunaan material berat. Melalui penilaian risiko HIRARC, terlihat bahwa sebagian besar insiden memiliki nilai risiko sedang sehingga memerlukan upaya pengendalian yang lebih terstruktur agar perusahaan dapat mendekati target zero accident pada seluruh kegiatan pemasangan pipa.

Selain data historis, observasi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi deviasi proses kerja menggunakan pendekatan HAZOP. Observasi mencakup seluruh tahapan, mulai dari penentuan jalur pipa hingga penyambungan dan penimbunan kembali. Temuan lapangan menunjukkan adanya deviasi seperti kurangnya kepatuhan penggunaan APD, prosedur pengangkatan yang tidak sesuai, serta penataan area kerja yang belum tertib. Beberapa insiden berpotensi menyebabkan cedera serius, misalnya terjepit atau tergores akibat tidak berfungsiya fitur pengamanan atau tidak digunakannya perangkat proteksi yang sesuai. Analisis deviasi melalui HAZOP memperkuat pentingnya pengamanan peralatan, penetapan emergency stop, koordinasi kerja yang baik, serta disiplin terhadap SOP. Temuan ini menjadi dasar dalam merumuskan identifikasi bahaya dan penetapan tindakan pengendalian menggunakan HIRARC dan HAZOP sehingga risiko kecelakaan dapat diminimalkan secara lebih efektif.

Identifikasi dan Analisis Bahaya

Pada proses pemasangan pipa di PT THX, setiap tahapan pekerjaan seperti penentuan jalur pipa, penggalian, penurunan pipa, penyambungan, hingga penimbunan kembali memiliki potensi bahaya yang dapat mempengaruhi keselamatan pekerja. Identifikasi risiko dilakukan menggunakan metode HIRARC untuk memetakan potensi bahaya berdasarkan kemungkinan dan tingkat keparahan, sehingga setiap sumber risiko pada tiap tahapan kerja

dapat dianalisis secara lebih terukur. Selain itu, pendekatan HAZOP digunakan untuk mengidentifikasi deviasi proses melalui kata kunci seperti no, more, less, dan wrong, sehingga skenario bahaya yang mungkin tidak muncul pada pengamatan umum dapat terdeteksi. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan penyusunan tindakan pengendalian yang lebih tepat dan spesifik untuk mencegah terjadinya insiden serta meminimalkan dampaknya pada seluruh aktivitas pemasangan pipa.

Tabel 3. Identifikasi Bahaya Di PT. THX

No	Jenis Pekerjaan	Potensi Bahaya	Dampak Utama
1	Perencanaan dan Persiapan	Terpeleset atau tersandung material yang berserakan.	Cedera ringan (memar, keseleo), luka gores, tergelincir jatuh.
2	Pekerjaan Penggalian	Tertimbun longsoran tanah / runtuhnya dinding galian.	Tertimbun material, patah tulang, cedera berat, bahkan kematian.
3	Penyiapan Dasar Galian (Bedding)	Terpeleset di dasar galian yang lembek.	Cedera otot, luka ringan, terjatuh di galian.
4	Penurunan dan Penataan Pipa	Tangan atau kaki terjepit antara pipa dan dinding galian	Luka jari, cedera otot, patah tulang, pendarahan.
5	Penyambungan Pipa	Luka jari karena tekanan sambungan atau gasket.	Luka potong, jari terjepit, perdarahan.

Analisis lanjutan dilakukan dengan metode HIRARC menggunakan pendekatan semi-kuantitatif, yaitu mengalikan nilai Severity (S) dan Likelihood (L) untuk memperoleh skor risiko. Ringkasan penilaian risiko ditunjukkan pada Tabel 4.

Penilaian Risiko (Risk Assesment)

Setelah potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan pemasangan pipa di PT THX berhasil diidentifikasi melalui analisis HIRARC, langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian risiko dengan menggabungkan aspek likelihood dan severity untuk menentukan tingkat risiko dari setiap bahaya yang teridentifikasi. Melalui matriks penilaian risiko, setiap potensi bahaya kemudian dikelompokkan ke dalam kategori risiko rendah, sedang, atau tinggi sehingga prioritas pengendalian dapat ditetapkan secara lebih terarah. Selain itu, proses penilaian risiko diperkuat menggunakan metode HAZOP dengan menelaah kemungkinan deviasi pada proses kerja melalui kata kunci seperti no, more, less, dan wrong. Pendekatan ini memastikan bahwa selain risiko langsung di lapangan, penyimpangan operasional yang berpotensi menimbulkan kecelakaan juga dapat terdeteksi. Kombinasi evaluasi HIRARC dan analisis deviasi HAZOP menghasilkan gambaran tingkat risiko yang lebih komprehensif, sehingga upaya pengendalian dapat dirancang dengan lebih efektif untuk menurunkan peluang terjadinya insiden pada aktivitas pemasangan pipa.

Tabel 4. Ringkasan Penilaian Risiko Berdasarkan 4 Kategori Kecelakaan

No	Jenis Kecelakaan	Likelihood (L)	Severity (S)	Risk Score	Level
1	Tertimbun longsoran tanah / runtuhnya dinding galian.	2	3	6	Medium
2	Terpeleset atau tersandung material yang berserakan.	3	2	6	Medium
3	Terpeleset di dasar galian yang lembek.	2	3	6	Medium
4	Tangan atau kaki terjepit antara pipa dan dinding galian	2	4	8	Medium
5	Luka jari karena tekanan sambungan atau gasket.	1	2	2	Low

Pengendalian Risiko (Risk Control)

Setelah proses penilaian risiko menggunakan HIRARC selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah menetapkan langkah-langkah pengendalian yang sesuai untuk setiap potensi bahaya dalam proses pemasangan pipa di PT THX. Upaya pengendalian ini diprioritaskan pada bahaya yang masuk dalam kategori risiko sedang dan risiko tinggi, karena kedua kategori tersebut memiliki peluang terbesar menimbulkan cedera apabila tidak ditangani. Penetapan pengendalian kemudian diperkuat melalui analisis HAZOP, yang mengidentifikasi deviasi proses seperti kurangnya penopang galian, metode pengangkatan yang tidak tepat, atau penggunaan peralatan yang tidak sesuai. Hasil kombinasi kedua metode ini menghasilkan rekomendasi pengendalian yang lebih spesifik dan terarah sehingga dapat diterapkan pada tahapan-tahapan kerja yang memiliki potensi risiko paling signifikan.

Rekomendasi pengendalian risiko yang dirumuskan dalam penelitian ini diklasifikasikan berdasarkan hierarki pengendalian risiko, yaitu eliminasi, substitusi, pengendalian teknis (engineering control), pengendalian

administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa pengendalian dilakukan secara sistematis dan berorientasi pada pencegahan risiko dari sumbernya.

Tabel 5. Pengendalian Risiko

No	Jenis Pekerjaan	Deviasi / Kata Kunci	Konsekuensi	Rekomendasi / Tindakan Pengendalian
1	Perencanaan dan Persiapan	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak (No): dokumen/alat tidak tersedia- Other than: material tidak sesuai spesifikasi- Less: personel kurang 	<ul style="list-style-type: none"> - Penundaan kerja, tata letak tidak aman housekeeping buru terpeleset/tersandung cedera ringan 	<ul style="list-style-type: none"> - Buat checklist persiapan (material, alat, PPE)- Tentukan area penyimpanan bahan yang tertutup/teratur- Pre-job briefing & verifikasi alat sebelum start- Tugaskan penanggung jawab housekeeping - Lakukan survei kestabilan tanah sebelum gali- Terapkan shoring/trench box sesuai standar- Rencana dewatering bila air tanah tinggi- Batasi akses dan buat sistem pengawasan galian; sosialisasi safe distance - Lakukan dewatering dan pemasatan sesuai spesifikasi- Gunakan material bedding yang disyaratkan (pasir, kerikil) dan mesin pemasatan- Jangan bekerja saat dasar sangat becek; buat papan kerja/ alas sementara - Terapkan prosedur rigging & lifting yang benar; gunakan sling/webbing sesuai kapasitas- Tetapkan signalman & komunikasi radio atau isyarat standar- Latih tim untuk koordinasi penurunan; gunakan alat pandu (spreader, guide ropes) - Terapkan SOP
2	Pekerjaan Penggalian	<ul style="list-style-type: none"> - More: kedalaman/volume galian lebih besar dari yang direncanakan- Reverse / As well as: tanah jenuh/air masuk galian- No: tidak ada penopang dinding (no shoring) 	<ul style="list-style-type: none"> - Runtuh dinding galian tertimbun cedera berat/kematian; longsor lokal 	
3	Penyiapan Dasar Galian (Bedding)	<ul style="list-style-type: none"> - Less: pemasatan kurang / bedding tidak stabil- Other than: drainase tidak memadai (becek)- Late: pemasatan terlambat / pekerjaan dilanjut saat kondisi basah 	<ul style="list-style-type: none"> - Dasar lembek terpeleset, jatuh, cedera otot pergerakan pipa tidak stabil 	
4	Penurunan dan Penataan Pipa	<ul style="list-style-type: none"> - Wrong: metode pengangkatan/penempatan salah- No: komunikasi/penanda tidak ada (no signal)- Less: jumlah tenaga/alat bantu tidak memadai 	<ul style="list-style-type: none"> - Terjepit antara pipa dan dinding galian patah tulang/luka peralatan rusak 	
5	Penyambungan Pipa	<ul style="list-style-type: none"> - Wrong: teknik pemasangan atau urutan sambungan salah- Less: penggunaan PPE (sarung tangan) tidak memadai- As well as: gasket/koneksi cacat atau kotor 	<ul style="list-style-type: none"> - Jari terjepit/terluka, potongan kulit perdarahan, infeksi; kebocoran sambungan 	<ul style="list-style-type: none"> - Wajibkan sarung tangan cut-resistant yang sesuai saat menyambung- Inspeksi gasket & permukaan sambungan sebelum pemasangan; gunakan alat penekan yang aman- Sediakan kotak P3K dan prosedur respons untuk luka tangan

Hasil analisis menunjukkan bahwa temuan HAZOP memperkuat hasil HIRARC, khususnya pada tahapan pekerjaan penggalian dan penurunan pipa yang memiliki tingkat risiko tertinggi. HIRARC mengidentifikasi bahaya utama berupa potensi tertimbun longsoran tanah dan terjepit pipa, sedangkan HAZOP mengungkap bahwa penyebab dominan berasal dari deviasi operasional seperti tidak digunakannya shoring, metode pengangkatan yang tidak sesuai, serta kurangnya koordinasi antarpekerja. Dengan demikian, HAZOP berperan dalam mengidentifikasi akar penyebab risiko yang tidak sepenuhnya terdeteksi melalui observasi langsung HIRARC. Tahapan penggalian dan penurunan pipa dinilai sebagai tahapan paling kritis dan menjadi prioritas utama dalam perumusan pengendalian risiko.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis HIRARC, diketahui bahwa sebagian besar potensi bahaya pada aktivitas pemasangan pipa di PT THX berada pada kategori risiko sedang dengan nilai risiko antara 6–8, terutama pada tahapan pekerjaan penggalian dan penurunan pipa. Risiko tertinggi ditemukan pada potensi tertimbun longsoran tanah akibat tidak adanya penopang dinding galian serta risiko terjepit pipa akibat metode pengangkatan yang tidak sesuai.

Analisis HAZOP mengidentifikasi deviasi paling kritis berupa tidak digunakannya shoring, kesalahan metode rigging, serta kurangnya koordinasi kerja, yang menjadi penyebab dominan terjadinya kecelakaan. Oleh karena itu, prioritas pengendalian difokuskan pada penerapan pengendalian teknis berupa shoring dan prosedur lifting yang aman, diikuti dengan pengendalian administratif melalui SOP dan pelatihan, serta penggunaan APD yang sesuai.

Secara ilmiah, penelitian ini berkontribusi dengan menunjukkan bahwa integrasi HIRARC dan HAZOP mampu memberikan analisis risiko yang lebih komprehensif dibandingkan penggunaan satu metode saja, khususnya dalam mengidentifikasi akar penyebab bahaya dan menetapkan prioritas pengendalian risiko pada pekerjaan pemasangan pipa.

Daftar Pustaka

- [1] S. Hulu, "Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hkbp Nommensen Medan 2025," 2025.
- [2] A. Simulasi, M. Carlo, D. Evaluasi, And P. P. Konstruksi, "Anna Rosytha," Pp. 1–17, 2025.
- [3] S. P. Oktaviana And I. Guntarayana, "Keselamatan Kesehatan Kerja Karyawan Sella Putri Oktaviana 1 Indria Guntarayana 2".
- [4] F. Ilmu, S. Dan, I. Politik, And U. S. Maret, "Pelayanan Distribusi Air Bersih Henny Puspitasari," Pp. 1–98, 2009.
- [5] T. Sipil, "Manajemen Risiko Dalam Proyek Konstruksi : Mencegah Keterlambatan Dan Pembengkakan Biaya," Pp. 1–8.
- [6] "Analisis Bahaya Kerja Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Pada Pekerja Pemeliharaan Lokomotif Menggunakan Hazard Identification And Risk Assesment (Hira), Dan Job Safety Analysis (Jsa) Pt Kereta Api Indonesia (Persero) Upt Balai Yasa Yogyakarta Tugas," 2024.
- [7] P. Studi, T. Sipil, And F. Teknik, "Analisa Sistem Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (Smk3) Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Hazard Identification And Risk Assessment," Pp. 65–73, 1996.
- [8] C. Anwar, W. Tambunan, And S. Gunawan, "Analisis Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode Hazard And Operability Study (Hazop)," Vol. 4, No. 2, Pp. 61–70, 2019.
- [9] S. Kasus, U. Operasi, P. T. Wijaya, And K. Beton, "Analisis Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode Hirarc Pada Bidang Konstruksi," Vol. 4, No. 3, Pp. 908–919, 2025.
- [10] A. Agustin And D. Pramirasuci, *No Title*. 2022.
- [11] K. Kunci, "Identifikasi Bahaya Dan Metode Identifikasi Bahaya Pada Proses Industri Dan Manajemen Risiko," Vol. 1, No. 1, Pp. 37–50, 2024.
- [12] K. Ramadan, P. Studi, T. Laut, S. T. Pelayaran, And P. P. Surabaya, *Muat Methanol Dengan Metode Hazop*. 2024.
- [13] G. Kapal, P. T. XXXX, And J. Tengah, "Penerapan Metode Hirarc Berbasis Analisis Statistik Multivariant Dalam Studi Risiko K3 Pada Proses Reparasi Kapal Di," Vol. 13, No. 3, Pp. 1–14, 2025.
- [14] Septiani Dwi Lestari, "Strategi Pengendalian Risiko Keselamatan Kerja Di Lantai Pproduksi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assesment, And Risk Control (Hirarc) Serta Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus: Pt. Sari Warna Asli Unit V Kudus)," 2025.
- [15] A. Mayansara, "Risiko Kecelakaan Kerja : Perspektif Pegawai Terhadap Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Risk Of Work Accidents : Employee Perspectives On The Implementation Of The Occupational Safety And Health Management System," Vol. 17, No. 50, Pp. 176–186, 2025.
- [16] A. T. Husna, M. Suluhniate, And M. Harahap, "Model Integrasi K3 Dan Manajemen Risiko Untuk Meningkatkan Daya Saing Organisasi," Vol. 4, No. 1, Pp. 3055–3066, 2025.
- [17] Y. M. Rahayu, P. Kurniati, And U. Pamulang, "Membangun Budaya Keselamatan Kerja Melalui Partisipasi Sosial Untuk Memperkuat Kesadaran Kewarganegaraan," Vol. 5, No. 1, Pp. 243–249, 2025, Doi: 10.53866/Jimi.V5i1.704.
- [18] V. No, E. Oktober, D. Hal, A. Fitriani, And M. Setiawati, "Jurnal Ilmu Manajemen Dan Pendidikan Implementasi Pengendalian Risiko Dalam Meningkatkan Efektivitas Manajemen Sekolah Jurnal Ilmu

- Manajemen Dan Pendidikan,” Vol. 02, No. 03, Pp. 829–832, 2025.
- [19] S. A. Raganingtyas And T. Prima, “Pemahaman Konseptual Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3): Tinjauan Sistematis Terhadap Penyebab Dan Pencegahan Kecelakaan Kerja Kelelahan Dan Peningkatan Risiko Kecelakaan Kerja Pada Tenaga Kerja (Mandias , Shintya , &,” Vol. 4, 2025.
- [20] P. Sistem *Et Al.*, “Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (Smk3) Guna Mengurangi Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pt. Pln (Persero) Up3 Situbondo,” 2019.
- [21] “Analysis Bahaya Dan Pengendaliannya Dengan Metode Hirarc (Hazard Identification, Risk Assessment & Risk Control),” 2021.
- [22] E. K. A. Candrawati, “Penguatan Kapasitas Sdm Dalam Mendukung Penerapan Sistem Manajemen K3 Untuk Meningkatkan Produktivitas (Fenomelogi Di Pt. Abc),” 2025.
- [23] A. C. Syahwanes *Et Al.*, “Pages : 1468-1478 Analisis Kebijakan Manajemen Risiko Bencana Di Daerah Rawan Bencana,” Vol. 2, No. 1, 2025.
- [24] P. M. Manajemen, U. Islam, And S. Agung, “Pekerjaan Konstruksi Jaringan Pipa Air Limbah Jakarta Sewerage Development Project (Jsdp) Paket 5 Zona 1 (Area 2-1),” Vol. 1, 2025.
- [25] A. R. Baharuddin, M. Arham, And J. Usman, “Mitigasi Potensi Bahaya Dengan Mengadaptasi,” Vol. 2, Pp. 121–125, 2024.