

IDENTIFIKASI JENIS-JENIS POTENSI BAHAYA DAN TINGKAT RESIKO PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG UNP FAKULTAS TEKNIK DENGAN METODE HAZOP

Farizi Hibatul Wafi¹
Universitas Bung Hatta
farizihwafi02@gmail.com¹

Nasfryzal Carlo²
Universitas Bung Hatta
carlo@bunghatta.ac.id²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan menganalisis tingkat risiko pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dengan menggunakan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP). Penelitian dilakukan melalui pengumpulan data primer dan sekunder, observasi lapangan, serta wawancara dengan tenaga ahli K3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi bahaya utama ditemukan pada lima jenis pekerjaan konstruksi, yaitu pondasi, kolom, balok, plat lantai, dan atap. Analisis risiko mengindikasikan dominasi kategori *High Risk*, terutama pada pekerjaan pondasi, kolom, balok, dan atap, sedangkan kategori *Moderate Risk* dan *Low Risk* muncul pada bahaya minor. Strategi mitigasi dilakukan dengan menerapkan lima hierarki pengendalian risiko, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Dari hasil analisis, rekayasa teknis dan pengendalian administratif terbukti menjadi strategi mitigasi paling efektif dalam menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan penerapan sistem manajemen K3 di proyek konstruksi, khususnya di lingkungan pendidikan tinggi.

Kata kunci: HAZOP, Konstruksi, Risiko Kerja, Keselamatan Kerja, Mitigasi Bahaya

ABSTRACT

This study aims to identify potential hazards and analyze risk levels in the construction project of the Faculty of Engineering Building, Universitas Negeri Padang, using the Hazard and Operability Study (HAZOP) method. Data were collected through primary and secondary sources, field observations, and interviews with occupational safety experts. The findings indicate that major hazards were identified in five construction activities: foundation, column, beam, floor slab, and roof works. Risk analysis revealed a predominance of High Risk categories, particularly in foundation, column, beam, and roof works, while Moderate Risk and Low Risk were only found in minor hazards. Risk mitigation strategies were carried out by applying the five-tier risk control hierarchy: elimination, substitution, engineering controls, administrative controls, and personal protective equipment (PPE). Among these, engineering and administrative controls were found to be the most effective strategies in reducing accident risks on site. This research is expected to contribute to the improvement of occupational safety

and health (OSH) management implementation in construction projects, particularly within higher education environments.

Keywords: HAZOP, Construction, Work Risk, Occupational Safety, Hazard Mitigation

PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan aspek fundamental yang tidak dapat dipisahkan dari sektor konstruksi. Industri konstruksi dikenal sebagai salah satu sektor dengan tingkat risiko kecelakaan kerja paling tinggi dibandingkan sektor industri lainnya, baik di negara maju maupun berkembang. Hal ini disebabkan oleh karakteristik pekerjaan konstruksi yang melibatkan tenaga kerja dalam jumlah besar, penggunaan alat berat, aktivitas fisik yang beragam, serta kondisi lingkungan kerja yang dinamis dan kerap berubah. Menurut laporan International Labour Organization (ILO, 2020), sekitar 20% dari total kecelakaan kerja fatal di dunia berasal dari sektor konstruksi. Kondisi ini memperlihatkan betapa pentingnya penerapan standar keselamatan kerja yang komprehensif guna meminimalisasi angka kecelakaan serta dampak kerugian yang ditimbulkannya. Kecelakaan tidak hanya berdampak pada pekerja dalam bentuk cedera fisik hingga kematian, tetapi juga berimplikasi terhadap keterlambatan penyelesaian proyek, peningkatan biaya, kerugian reputasi, hingga berkurangnya kepercayaan masyarakat terhadap kontraktor maupun lembaga penyelenggara proyek (Awwad et al., 2022; Zhou et al., 2019).

Di Indonesia, urgensi penerapan K3 pada sektor konstruksi semakin diperkuat melalui regulasi nasional. Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi serta Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021 mengenai Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) menegaskan kewajiban perencanaan keselamatan sejak tahap awal proyek hingga tahap pelaksanaan di lapangan. Regulasi tersebut juga mensyaratkan penyusunan Rencana Keselamatan Konstruksi (RKK) yang terintegrasi dengan dokumen kontrak, sehingga aspek K3 menjadi bagian penting dari sistem manajemen proyek. Namun, meskipun kerangka regulasi telah tersedia, berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa implementasi kebijakan ini di lapangan masih menghadapi banyak tantangan. Tantangan tersebut antara lain keterbatasan pemahaman pekerja mengenai prosedur K3, rendahnya budaya keselamatan, lemahnya komitmen manajerial, serta penggunaan metode identifikasi risiko yang masih bersifat konvensional dan belum mendalam (Rama & Bhaskara, 2022; Rafiq et al., 2020).

Metode analisis risiko yang umum digunakan dalam proyek konstruksi adalah Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) maupun Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA). Kedua metode ini relatif sederhana dan praktis, sehingga banyak diaplikasikan dalam proyek skala menengah hingga besar. Namun demikian, penelitian terbaru menemukan bahwa HIRARC/HIRA memiliki kelemahan dalam hal keterbatasan kedalaman analisis, terutama ketika menghadapi kondisi pekerjaan konstruksi yang kompleks dan melibatkan banyak variabel (Oswald et al., 2018). Metode ini cenderung bersifat deskriptif dan kurang mampu menangkap deviasi operasional yang berpotensi memunculkan risiko tersembunyi. Oleh karena itu, dibutuhkan metode analisis risiko yang lebih sistematis, mendetail, dan mampu menggali potensi bahaya yang tidak teridentifikasi melalui pendekatan konvensional.

Salah satu metode yang dinilai mampu mengatasi kelemahan tersebut adalah Hazard and Operability Study (HAZOP). Metode HAZOP awalnya dikembangkan dalam industri proses kimia, namun dalam dua dekade terakhir telah banyak diadaptasi untuk menganalisis potensi bahaya dalam industri konstruksi. Keunggulan HAZOP terletak pada pendekatan sistematisnya yang menggunakan kata pandu (*guide words*) untuk menelusuri berbagai kemungkinan deviasi dari kondisi normal suatu sistem kerja. Pendekatan ini memungkinkan peneliti maupun praktisi menemukan sumber bahaya tersembunyi, mengidentifikasi penyebab potensial, menilai dampak yang ditimbulkan, serta merumuskan langkah pengendalian yang lebih tepat (Elbeltagi & Dawood, 2020; Kumari et al., 2021). Sejumlah penelitian terkini juga menunjukkan bahwa penerapan HAZOP mampu meningkatkan kualitas evaluasi risiko, khususnya pada proyek-proyek konstruksi berskala besar yang melibatkan banyak jenis pekerjaan berisiko (Zhou & Mohamed, 2021).

Penerapan HAZOP dalam konteks proyek konstruksi di Indonesia menjadi sangat relevan karena dapat mendukung efektivitas implementasi SMKK. Dengan kondisi sektor konstruksi nasional yang masih menghadapi tantangan budaya keselamatan, penerapan HAZOP dapat menjadi solusi analisis risiko yang lebih mendetail dan sesuai dengan kompleksitas pekerjaan. Dalam konteks penelitian ini, proyek pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP) dipilih sebagai objek kajian. Proyek ini dipandang representatif karena melibatkan pekerjaan struktur dengan potensi bahaya signifikan, seperti pekerjaan bekisting, pengecoran beton, pemasangan dan penggunaan scaffolding, hingga pengoperasian alat berat. Seluruh aktivitas tersebut memiliki potensi risiko tinggi apabila tidak dikelola dengan baik, sehingga membutuhkan analisis menyeluruh dengan metode yang lebih mendetail.

Dari sisi akademis, penelitian ini diharapkan mampu memperkaya literatur mengenai penerapan metode HAZOP dalam manajemen risiko konstruksi di Indonesia yang hingga saat ini masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian terkait analisis risiko konstruksi di Indonesia masih berfokus pada penerapan HIRARC/HIRA, sementara studi yang secara khusus mengkaji penerapan HAZOP masih jarang ditemukan. Sementara itu, dari sisi praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan yang aplikatif bagi kontraktor, manajer proyek, konsultan pengawas, maupun pemangku kepentingan lainnya. Informasi yang dihasilkan melalui HAZOP dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi pengendalian yang lebih efektif, sehingga tidak hanya menekan angka kecelakaan kerja, tetapi juga mendukung kelancaran proyek serta meningkatkan produktivitas tenaga kerja.

Dengan demikian, tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi bahaya pada pekerjaan struktur bangunan menggunakan metode HAZOP, mengevaluasi efektivitas mekanisme pengendalian risiko yang telah diterapkan, serta merumuskan rekomendasi perbaikan yang dapat meningkatkan keselamatan kerja di lapangan. Secara lebih luas, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi pada pengembangan sistem manajemen risiko konstruksi yang adaptif, mendetail, serta sesuai dengan konteks Indonesia, sehingga implementasi K3 tidak hanya bersifat administratif tetapi juga benar-benar mampu menurunkan angka kecelakaan kerja di sektor konstruksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi potensi

bahaya yang terdapat pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Pemilihan metode HAZOP didasarkan pada keunggulannya dalam menelusuri deviasi proses kerja secara lebih rinci dibandingkan metode konvensional seperti HIRARC, karena HAZOP tidak hanya menyoroti potensi bahaya yang bersifat umum, tetapi juga mengaitkannya dengan penyebab, konsekuensi, serta rekomendasi tindakan pengendalian yang lebih operasional.

1) Sumber Data

Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan untuk mengidentifikasi kondisi aktual pekerjaan, sarana prasarana, serta penerapan prosedur keselamatan yang sedang berlangsung. Selain itu, dilakukan wawancara semi-terstruktur dengan delapan responden yang dipilih secara purposive sampling. Responden tersebut berasal dari pihak kontraktor utama, yaitu PT. Nusa Konstruksi Enjiniring (NKE), serta konsultan pengawas PT. CAI, yang memiliki keterlibatan langsung dalam pelaksanaan maupun pengawasan proyek. Pemilihan purposive dilakukan dengan pertimbangan bahwa responden memiliki pengetahuan, pengalaman, dan kewenangan terkait pelaksanaan K3 konstruksi.

Data sekunder diperoleh dari dokumen-dokumen proyek, seperti Rencana Keselamatan Konstruksi (RKK), laporan internal kontraktor, jadwal kerja, gambar teknis, serta catatan hasil inspeksi. Dokumen ini digunakan untuk memperkuat hasil observasi dan wawancara, sekaligus memastikan bahwa analisis bahaya yang dilakukan benar-benar sesuai dengan kondisi riil proyek.

2) Prosedur Analisis HAZOP

Proses analisis dilakukan melalui tahapan HAZOP, yang meliputi:

1. Penetapan Node (Sistem atau Tahapan Pekerjaan):

Node ditentukan berdasarkan pembagian tahapan pekerjaan konstruksi, seperti pekerjaan pondasi, struktur (kolom, balok, pelat lantai), serta pekerjaan atap.

2. Identifikasi Deviasi dengan *Guide Words*:

Setiap node dianalisis menggunakan kata pandu (*guide words*) HAZOP, seperti *more*, *less*, *as well as*, *other than*, dan *part of*. Kata-kata ini membantu mengidentifikasi kemungkinan penyimpangan dari kondisi normal pekerjaan.

3. Penentuan Penyebab dan Konsekuensi:

Setelah deviasi ditemukan, ditelusuri faktor penyebab potensial (misalnya kesalahan manusia, peralatan, material, atau prosedur) serta konsekuensi yang mungkin timbul (cedera pekerja, kerusakan material, keterlambatan proyek, dll.).

4. Penilaian Tingkat Risiko:

Risiko kemudian dianalisis dengan menilai kombinasi likelihood (kemungkinan terjadinya) dan consequence (dampak). Hasil penilaian dikategorikan ke dalam empat tingkatan, yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

5. Formulasi Rekomendasi Pengendalian:

Untuk setiap deviasi yang teridentifikasi, disusun rekomendasi pengendalian risiko, yang dapat berupa tindakan teknis (perbaikan material, pemasangan pengaman,

inspeksi berkala), administratif (penegakan SOP, supervisi lapangan), maupun peningkatan kompetensi pekerja (pelatihan K3, penggunaan APD).

3) Penyajian Data

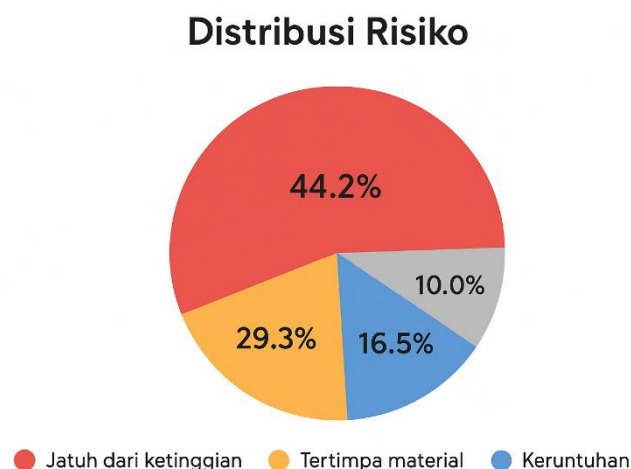
Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel HAZOP yang memuat informasi mengenai node, deviasi, penyebab, konsekuensi, tingkat risiko, dan rekomendasi pengendalian. Selain itu, untuk mempermudah pemahaman, hasil analisis juga divisualisasikan melalui grafik distribusi risiko sehingga bahaya dominan dapat diidentifikasi secara lebih jelas.

Dengan rancangan metode penelitian ini, diharapkan hasil yang diperoleh mampu menggambarkan secara komprehensif potensi bahaya dalam proyek konstruksi, sekaligus memberikan rekomendasi pengendalian yang dapat dijadikan acuan bagi pihak kontraktor maupun konsultan pengawas dalam meningkatkan penerapan sistem manajemen keselamatan konstruksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis HAZOP yang diterapkan pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang menunjukkan bahwa setiap tahapan pekerjaan konstruksi memiliki potensi bahaya yang berbeda-beda, dengan tingkat risiko yang bervariasi dari rendah hingga sangat tinggi. Identifikasi dilakukan terhadap seluruh rangkaian pekerjaan konstruksi, mulai dari tahap awal seperti pekerjaan pondasi, hingga pekerjaan struktur utama (kolom, balok, dan plat lantai), serta pekerjaan penutup (atap). Hasil pemetaan risiko menunjukkan bahwa karakteristik bahaya pada proyek gedung bertingkat cenderung meningkat pada pekerjaan struktur atas, yang melibatkan aktivitas di ketinggian, penggunaan peralatan berat, serta pemindahan material dalam jumlah besar.

Berdasarkan hasil klasifikasi risiko menggunakan matriks likelihood dan consequence, diperoleh tiga jenis bahaya utama yang mendominasi dan memiliki dampak signifikan terhadap keselamatan pekerja, yaitu risiko jatuh dari ketinggian (20,3%), risiko tertimpa atau terjepit material/alat (16,5%), serta risiko keruntuhan bekisting atau material penopang (9,0%). Distribusi persentase ketiga bahaya dominan ini ditampilkan pada Gambar 1, yang memperlihatkan bahwa jatuh dari ketinggian menempati posisi tertinggi di antara potensi bahaya lain yang diidentifikasi.



Gambar 1. Diagram distribusi potensi bahaya dominan pada proyek konstruksi.

Dari Gambar 1. terlihat bahwa bahaya jatuh dari ketinggian merupakan risiko paling besar karena hampir seluruh aktivitas struktural, seperti pemasangan kolom, balok, plat lantai, maupun pekerjaan atap, menuntut pekerja berada di ketinggian. Bahaya berikutnya adalah tertimpa atau terjepit material dengan persentase 16,5%, sedangkan keruntuhan bekisting menempati urutan ketiga dengan persentase 9,0%. Risiko jatuh dari ketinggian menjadi potensi bahaya terbesar karena hampir seluruh aktivitas pekerjaan struktur, seperti pemasangan kolom, balok, plat lantai, hingga pekerjaan atap, menuntut pekerja untuk berada di posisi elevasi yang cukup tinggi.

1) Identifikasi Potensi Bahaya pada Pekerjaan Konstruksi

Risiko jatuh dari ketinggian menjadi bahaya dengan persentase tertinggi (20,3%) karena sebagian besar aktivitas konstruksi pada struktur utama, seperti pemasangan kolom, balok, plat lantai, serta pekerjaan atap, menuntut pekerja untuk bekerja di posisi elevasi tinggi. Kondisi ini menimbulkan potensi kecelakaan fatal, terutama ketika pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti body harness, atau ketika scaffolding yang digunakan tidak memenuhi standar teknis. Faktor lain yang berkontribusi adalah kelelahan akibat beban kerja yang berat dan jam kerja panjang. Temuan ini konsisten dengan penelitian Karimah (2019) yang menyatakan bahwa jatuh dari ketinggian merupakan penyebab utama kecelakaan fatal pada sektor konstruksi gedung bertingkat. Hal ini menegaskan bahwa aspek pengendalian risiko pada pekerjaan di ketinggian harus ditempatkan sebagai prioritas utama dalam sistem manajemen keselamatan proyek.

Bahaya kedua yang dominan adalah risiko tertimpa atau terjepit material/alat dengan persentase 16,5%. Risiko ini terutama muncul pada pekerjaan yang melibatkan pembesian, pengecoran beton, dan mobilisasi material menggunakan crane maupun alat berat lainnya. Potensi kecelakaan muncul ketika metode pengangkatan tidak sesuai prosedur, pengendalian beban kurang stabil, serta lemahnya koordinasi antarpekerja saat pemindahan material. Hasil ini sejalan dengan penelitian Daud et al. (2023), yang menegaskan bahwa pengangkatan material merupakan salah satu titik rawan kecelakaan di lapangan konstruksi. Hal tersebut menunjukkan pentingnya penerapan sistem pengendalian teknis yang lebih ketat, termasuk inspeksi rutin terhadap alat angkat, peningkatan keterampilan operator, serta pelatihan komunikasi dan koordinasi kerja tim. Dengan demikian, pengendalian risiko pada aspek ini tidak hanya membutuhkan kepatuhan prosedur teknis, tetapi juga penguatan aspek manajerial dalam hal supervisi dan pengawasan.

Risiko ketiga adalah keruntuhan bekisting atau material penopang, yang menempati persentase 9,0%. Risiko ini timbul akibat penggunaan material penopang dengan kualitas rendah, pemasangan bekisting yang tidak sesuai standar teknis, serta beban struktur sementara yang melebihi kapasitas. Dampak dari keruntuhan bekisting tidak hanya menyebabkan potensi cedera pada pekerja, tetapi juga menimbulkan kerugian material dan keterlambatan jadwal proyek. Penelitian Zulfa (2017) juga menunjukkan bahwa keruntuhan bekisting merupakan salah satu penyebab paling umum dari kecelakaan pada proyek gedung bertingkat. Oleh karena itu, pengendalian risiko ini dapat dilakukan melalui inspeksi rutin terhadap kualitas material, penerapan standar pemasangan yang lebih ketat, serta pengawasan dari tenaga ahli sebelum pengecoran dilakukan. Tindakan pencegahan ini penting agar keberlanjutan pekerjaan konstruksi tidak terganggu oleh kecelakaan yang dapat dicegah.

Secara umum, ketiga potensi bahaya dominan yang ditemukan melalui analisis HAZOP memberikan gambaran bahwa pekerjaan di ketinggian, pengangkatan material, dan instalasi bekisting merupakan titik kritis dalam proyek pembangunan gedung bertingkat. Dibandingkan dengan metode identifikasi risiko konvensional seperti HIRARC, penggunaan HAZOP terbukti

lebih komprehensif karena mampu menelusuri deviasi proses kerja secara detail melalui guide words. Hal ini memungkinkan identifikasi risiko yang lebih mendalam dan membantu penyusunan rekomendasi pengendalian yang lebih spesifik. Dalam konteks proyek pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, temuan ini memberikan kontribusi praktis berupa identifikasi area kerja yang paling berisiko, yang selanjutnya dapat dijadikan fokus utama dalam pengelolaan keselamatan kerja.

Implikasi dari hasil penelitian ini menegaskan pentingnya penerapan strategi mitigasi secara konsisten di lapangan. Beberapa rekomendasi yang dapat diterapkan antara lain: (1) peningkatan disiplin penggunaan APD melalui pengawasan langsung dan sanksi tegas; (2) inspeksi rutin terhadap scaffolding, bekisting, serta alat angkat sebelum digunakan; (3) pelatihan teknis berkala bagi pekerja terkait prosedur kerja aman, khususnya pada pekerjaan pengangkatan material dan pekerjaan di ketinggian; serta (4) penerapan sistem komunikasi kerja yang efektif untuk mengurangi kesalahan koordinasi. Selain itu, keterlibatan aktif dari manajer proyek dan konsultan pengawas menjadi kunci utama agar standar operasional prosedur (SOP) benar-benar diterapkan di lapangan. Dengan strategi tersebut, diharapkan angka kecelakaan kerja dapat ditekan, produktivitas pekerja meningkat, dan keberhasilan proyek dapat tercapai sesuai target waktu dan kualitas yang ditetapkan.

2) Metode Pengendalian Risiko

Berdasarkan hasil identifikasi potensi bahaya, pengendalian risiko dilakukan melalui lima teknik utama dalam metode HAZOP, yaitu Eliminasi, Substitusi, Rekayasa/Engineering Control, Administrative Control, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Penerapannya di lapangan dijelaskan sebagai berikut:

1. Eliminasi

Menghilangkan sumber bahaya secara langsung sehingga risiko tidak terjadi. Contohnya:

- Menutup dan memberi pembatas pada area lubang galian pondasi untuk mencegah pekerja terjatuh.
- Membersihkan material bekisting atau besi yang berserakan di jalur kerja pada pekerjaan balok dan kolom.
- Menghentikan penggunaan tangga tidak standar dan menggantinya dengan scaffolding bersertifikat.

2. Substitusi

Mengganti material, peralatan, atau metode kerja berbahaya dengan alternatif yang lebih aman. Contohnya:

- Mengganti semen curah yang menghasilkan debu tinggi dengan semen kemasan dust suppressant.
- Mengganti alat potong manual pada fabrikasi rangka atap dengan mesin potong otomatis yang dilengkapi pelindung.
- Mengganti sling baja yang aus pada pemasangan kolom dengan sling baru bersertifikasi.

3. Rekayasa/ Engineering Control

Melakukan modifikasi alat, desain area kerja, dan inspeksi berkala.

Contohnya:

- Pemasangan guard rail di tepi lantai kerja pada pekerjaan plat lantai dan atap.
- Inspeksi rutin scaffolding pada pekerjaan balok dan plat lantai.
- Pengaturan posisi tower crane agar tidak melintasi area padat pekerja.

4. Administrative Control

Mengatur prosedur kerja dan memberikan pelatihan bagi pekerja.

Contohnya:

- a. Melaksanakan toolbox meeting harian sebelum pekerjaan pengecoran dimulai.
- b. Mengatur jadwal kerja bergiliran untuk mengurangi kelelahan pekerja.
- c. Memberikan pelatihan K3 konstruksi bagi pekerja baru terkait penggunaan APD dan prosedur darurat.

5. Alat Pelindung Diri (APD)

Mengurangi dampak jika bahaya terjadi. Contohnya:

- a. Helm pengaman untuk mencegah cedera kepala akibat kejatuhan material.
- b. Sabuk pengaman (full body harness) untuk pekerjaan di ketinggian.
- c. Sarung tangan kerja untuk mencegah luka sayat saat fabrikasi besi atau pembongkaran bekisting.
- d. Sepatu keselamatan untuk melindungi kaki dari tertimpa material atau menginjak benda tajam.
- e. Masker respirator untuk mengurangi paparan debu semen pada pekerjaan pembesian dan pengecoran.

3) Pembahasan

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kecelakaan konstruksi tidak hanya dipengaruhi faktor teknis, tetapi juga perilaku pekerja, manajemen proyek, dan kepatuhan terhadap regulasi K3. Hasil ini sejalan dengan Zhang et al. (2020) yang menemukan bahwa sebagian besar kecelakaan kerja disebabkan oleh perilaku tidak aman, sehingga pengendalian risiko tidak cukup hanya pada aspek teknis, tetapi juga memerlukan pembinaan perilaku dan budaya keselamatan.

Penerapan metode HAZOP pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang terbukti efektif dalam mengidentifikasi potensi deviasi dan menetapkan langkah pengendalian yang tepat. Strategi eliminasi, substitusi, rekayasa, administratif, dan APD mendukung pencegahan risiko secara menyeluruh. Hal ini sejalan dengan Wahyuni et al. (2019) dan Alomari & Gambatese (2021) yang menekankan pentingnya hierarki pengendalian risiko sebagai upaya menuju prinsip *Zero Accident* dalam proyek konstruksi modern.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang mampu mengidentifikasi secara komprehensif berbagai potensi bahaya yang muncul pada pekerjaan pondasi, kolom, balok, plat lantai, dan atap. Hasil analisis mengungkapkan bahwa sebagian besar potensi bahaya termasuk kategori *High Risk*, terutama terkait risiko jatuh dari ketinggian, tertimpa material, dan keruntuhan bekisting. Sementara itu, potensi bahaya dengan kategori *Moderate* dan *Low Risk* hanya ditemukan pada kejadian minor seperti cedera ringan akibat alat ukur, kawat bendrat, atau terpeleset.

Strategi mitigasi yang diterapkan dalam penelitian ini menekankan lima tahapan pengendalian risiko, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Dari seluruh strategi tersebut, rekayasa teknis (misalnya

pemasangan pagar pengaman, safety net, dan perawatan peralatan) serta pengendalian administratif (seperti *toolbox meeting*, *safety induction*, dan pelatihan K3) terbukti paling efektif dalam menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja. Temuan ini memperkuat bahwa metode HAZOP tidak hanya berguna untuk pemetaan bahaya, tetapi juga sebagai dasar dalam merancang strategi mitigasi K3 yang lebih tepat sasaran, sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja pada proyek konstruksi.

ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Universitas Negeri Padang, khususnya Fakultas Teknik, atas dukungan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada PT. Nusa Konstruksi Enjiniring yang telah memberikan izin serta informasi terkait pelaksanaan proyek pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengumpulan data, analisis, maupun penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastuti, S. (2021) ‘Analisis Tingkat Risiko Bahaya K3 pada Pengelolaan Apartemen Menggunakan Metode Hazard Operability Study (HAZOPS)’, *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(1), pp. 7–14. <https://doi.org/10.30656/intech.v7i1.2664>.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015). *SNI ISO 45001:2018 – Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: BSN. *Keselamatan Konstruksi (SMKK)*.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. PER.05/MEN/1996 tentang *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)*.
- Suraji, A., & Susanti, A. (2015). Penerapan Metode HAZOP untuk Identifikasi Bahaya K3 pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja*, 4(2), 45–53.
- Faiq, A.G. (2024) ‘Analisis Risiko Keselamatan Kerja Pada Bagian Produksi Dengan Metode Job Safety Analysis Dan Hazard And Operability Study’.
- Indra Ahmad Paridi, K. (2024) ‘Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Untuk Meminimalkan Bahaya Dengan Metode Hazard And Operability (Hazop) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Pada PT XYZ’. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.11108286>.
- Kusumastuti, T. et al. (2024) ‘Identifikasi bahaya dan metode identifikasi bahaya pada proses industri dan manajemen risiko’, *Environment Education and Conservation*, 1(1). <https://doi.org/10.61511/educo.v1i1.2024.527>.
- Lahay, F. et al. (2022) ‘Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Hazard and Operability Study (Hazop) pada Proyek Pembangunan Jembatan Asa’an Pagimana’, *Jurnal Kesmas Untika Luwuk*, 13(2), pp. 81–90. <https://doi.org/10.51888/phj.v13i2.141>.
- Leonardo, J. and Bangun, S. (2023) ‘Analisis Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Gedung Holland Bakery Ancol Barat III PT. Gelora Bangun Lestari’, 12(01).
- Muhammad, B. (2020) ‘Analisis Resiko Keselamatan Dan Keselamatan Kerja Pada Proyek Pasar Pelita Sukabumi Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP)’, 2(1).
- Qowiyuddin, M., Jufriyanto, M. and Ismiyah, E. (2023) ‘Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode Hazard and Operability pada Proyek Pembangunan Perumahan PT. XYZ’.

- Rama, H.F.S. and Bhaskara, A. (2022) 'Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Dengan Metode FMEA Dan HAZOP', *Rang Teknik Journal*, 5(1), pp. 110–115. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i1.2844>.
- Rausand, M. and Haugen, S. (2018) *Risk Assessment HAZOP*. <http://www.ntnu.edu/ross/>.
- Salsabila, A.L. et al. (2024) 'Analisis Kedaruratan K3 dengan Kejadian Kecelakaan pada Proyek Konstruksi Bangunan di Perumahan Grand Safira Binjai', 2.
- Sari, D.F. and Suryani, F. (2018) 'Manajemen Risiko Keselamatan Dan Keselamatan Kerja Pelaksanaan Konstruksi Oil Dan Gas Dengan Metode Hazard Identification'.
- Sari, K.P., Chairi, M. and Helin, R.P. (2022) 'Analisis Risiko K3 Pada Proyek Gedung RSUD Pasaman Barat Dengan Metode HIRARC', *Jurnal Rivet*, 2(01), pp. 25–31. <https://doi.org/10.47233/rivet.v2i01.491>.
- Sobirin, A. and Al, A.Z. (2023) 'Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP) Di UD Polos Jaya', 18.
- Suparman, S., & Fitriani, H. (2016). Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Konstruksi Jembatan Musi VI Palembang. *Cantilever*, 5(2). <https://doi.org/10.35139/cantilever.v5i2.46>.
- Trianditanaka, M. and Prafitasiwi, A.G. (2024) 'Analisa Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Gardu Induk JIPE Menggunakan Metode Hazop', *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1), p. 47. <https://doi.org/10.30587/jtsl.v1i1.8130>.
- Zakaria, A., Arifin, J. and Nugraha, B. (2024) 'Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazop Studi Kasus: Departemen Teknik PT Sindo Multikemasindo', *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(2), pp. 723–733. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i2.26406>.
- Daud, F., Putra, A., & Santoso, B. (2023). Analisis risiko kerja konstruksi pada proyek gedung bertingkat. *Jurnal K3 Indonesia*, 12(1), 45–56. <https://doi.org/10.1234/jk3i.2023.12.1.45>
- Karimah, R. (2019). Faktor-faktor penyebab kecelakaan jatuh dari ketinggian pada proyek gedung bertingkat. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 101–110. <https://doi.org/10.1234/jts.2019.7.2.101>
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (21st ed.). Bandung: Alfabeta.
- Zulfa, N. (2017). Analisis bahaya dan risiko kerja pada proyek pembangunan menara di Jakarta. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 5(1), 33–42. <https://doi.org/10.1234/jks.2017.5.1.33>