

Evaluasi Risiko K3 Pekerjaan Struktur The Arumaya Office dengan HIRARC-FMEA

Siti Kholifah, Krishna Suryanto, Dwi Dinariana

Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Persada Indonesia Y.A.I, Jakarta

E-mail: berkahsentosaselalu08@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis risiko keselamatan kerja pada pekerjaan struktur Proyek The Arumaya Office, Jakarta Selatan. Pekerjaan struktur dipilih karena memiliki tingkat risiko awal yang tinggi, seperti pada kegiatan pemasangan bekisting, penggunaan *scaffolding*, pengangkutan material, pengecoran, serta koordinasi pekerja dengan peralatan kerja. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi risiko, menilai tingkat risiko melalui *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC), menetapkan prioritas risiko dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), serta merumuskan respon risiko yang sesuai dengan kondisi proyek. Data dikumpulkan melalui dokumen K3, validasi narasumber, *pilot survey*, dan kuesioner kepada 20 responden yang terlibat dalam pekerjaan struktur. Hasil HIRARC menunjukkan bahwa risiko jatuh dari *scaffolding* atau ketinggian memperoleh *Risk Rating* tertinggi, yaitu 21,58. Hasil FMEA juga menempatkan risiko tersebut sebagai prioritas utama dengan *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 71,61. Risiko prioritas selanjutnya adalah tertimpa bekisting roboh serta tertusuk paku atau tersandung material. Respon risiko ditujukan pada pengendalian teknis, pengendalian administratif, penggunaan APD, inspeksi, *housekeeping*, izin kerja, dan pengawasan rutin. Validasi tim proyek menunjukkan bahwa rekomendasi tersebut dapat diterima dan sesuai dengan kebutuhan lapangan.

Kata kunci : HIRARC, FMEA, risiko keselamatan kerja, gedung bertingkat

ABSTRACT

This study analyzes occupational safety risks in structural work on The Arumaya Office Project, South Jakarta. Structural work was selected because it has a high initial risk level, particularly in activities such as formwork installation, scaffolding use, material handling, concrete casting, and coordination between workers and work equipment. This study aims to identify risks, assess risk levels using Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC), determine risk priorities using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and formulate appropriate risk responses according to project conditions. Data were collected through occupational health and safety documents, expert validation, a pilot survey, and questionnaires distributed to 20 respondents involved in structural work. The HIRARC results show that the risk of falling from scaffolding or from height obtained the highest Risk Rating, at 21.58. The FMEA results also placed this risk as the top priority, with a Risk Priority Number (RPN) of 71.61. The next priority risks were being struck by collapsed formwork and being punctured by nails or tripping over materials. The proposed risk responses focus on technical controls, administrative controls, the use of personal protective equipment, inspections, housekeeping, work permits, and routine supervision. Validation by the project team indicated that these recommendations were acceptable and aligned with field needs.

Keyword : HIRARC, FMEA, occupational safety risk, high-rise building

1. PENDAHULUAN

kegiatan konstruksi memiliki banyak risiko keselamatan kerja. Di dalamnya terdapat pekerja dan peralatan, serta material dan juga metode pelaksanaan dan kondisi lingkungan yang

berubah ubah mengikuti perkembangan proyek. Karena itu, keselamatan tidak tepat apabila dipahami hanya sebagai kewajiban administratif. Keselamatan harus dijadikan bagian pada keputusan teknis harian sebab risiko yang tidak dikendalikan dapat langsung berdampak pada

pekerja di lapangan (International Labour Organization, 2022).

Pada proyek gedung bertingkat biasanya tingkat risiko menjadi lebih meningkat. Pekerjaan di lakukan pada berbagai elevasi dan area kerja sering terbatas, perpindahan material terjadi secara vertikal maupun horizontal. Manzoor et al. (2022) dan Lei et al. (2024) menyatakan bahwa gedung bertingkat memiliki potensi bahaya yang besar terutama pada pekerjaan di ketinggian, *scaffolding*, bekisting dan pengangkutan material, serta pada pengecoran.

Pekerjaan struktur menjadi tahapan penting karena membentuk kerangka utama bangunan. Pada tahap ini pekerja terlibat dalam beberapa pekerjaan yaitu : fondasi, pemasangan bekisting, pemasangan *scaffolding*, pengangkutan material, pengecoran, sampai pekerjaan pada ketinggian. Proses pekerjaan tersebut dapat menimbulkan berbagai risiko seperti jatuh dari ketinggian, tertimpa material serta terjepit, tertusuk paku, tersandung dan terkena tumpahan beton serta kegagalan struktur sementara.

Proyek The Arumaya Office di Jakarta Selatan dipilih sebagai studi kasus karena memiliki variasi pekerjaan struktur pada gedung bertingkat. Keterbatasan area kerja dan keterkaitan antar banyak aktivitas serta proses percepatan pekerjaan membuat pengendalian keselamatan perlu dilakukan secara lebih maksimal. Dengan kondisi tersebut risiko tidak cukup hanya dianggap secara umum tetapi harus menjadi prioritas dan pengendaliannya dapat ditentukan secara jelas.

Metode HIRARC digunakan untuk mengukur tingkat risiko awal berdasarkan peluang terjadinya kejadian dan tingkat keparahan dampaknya. Pendekatan ini sesuai dengan pedoman Department of Occupational Safety and Health (2008), yang memposisikan identifikasi bahaya dan penilaian risiko serta pengendalian risiko sebagai proses yang saling berkaitan. Melalui HIRARC risiko dengan tingkat tinggi dapat ditandai lebih awal sehingga pengendalian dapat segera diprioritaskan.

Selain itu penelitian ini menerapkan metode FMEA untuk memperjelas proses penetapan prioritas. FMEA memasukkan parameter detection yaitu kemampuan pengawasan atau pengendalian dalam mengenali risiko sebelum berkembang menjadi kecelakaan. Dengan parameter tersebut risiko tidak hanya diketahui dari peluang dan dampaknya, tetapi juga dari tingkat kesulitan pengendalian di lapangan. Pendekatan ini sesuai dengan prinsip teknik penilaian risiko dalam IEC 31010:2019.

Penggunaan HIRARC dan FMEA secara bersama memberi hasil analisis yang lebih komprehensif. HIRARC berfungsi untuk mengidentifikasi tingkat risiko awal sedangkan FMEA menyusun urutan prioritas secara lebih rinci melalui nilai RPN. Hasil kedua metode tersebut kemudian menjadi dasar penyusunan respon risiko sehingga rekomendasi tidak berhenti pada hasil perhitungan saja tetapi dapat diarahkan menjadi tindakan pencegahan yang realistis dan manusiawi serta sesuai dengan pelaksanaan proyek.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi variabel risiko keselamatan kerja pada pekerjaan struktur dan menganalisis tingkat risiko dengan HIRARC kemudian menentukan prioritas risiko menggunakan FMEA di lanjutkan menyusun respon risiko yang sesuai dengan kondisi Proyek The Arumaya Office. Dengan tujuan tersebut penelitian ini diharapkan membantu proyek memahami risiko utama secara lebih jelas dan membuat pengendalian yang lebih tepat.

Secara praktis penelitian ini tidak melihat risiko semata-mata sebagai angka penilaian. Setiap nilai yang diperoleh dari kuesioner dipahami bersama aktivitas pekerja di lapangan sehingga analisis tetap sesuai dengan kondisi kerja sehari-hari. Hal ini penting karena keputusan keselamatan sering diambil dalam waktu singkat misalnya sebelum pengecoran dimulai dan sebelum material diangkat, atau ketika pekerja mulai memasuki area kerja di ketinggian.

LANDASAN TEORI

Manajemen risiko dan keselamatan konstruksi

Manajemen risiko merupakan proses untuk memahami ketidakpastian dan menilai dampak serta menentukan tindakan yang dapat menekan kerugian terhadap tujuan proyek. Dalam ISO 31000:2018, proses manajemen risiko mencakup identifikasi dan analisis juga evaluasi serta pengendalian risiko yang harus didukung oleh komunikasi dan juga perhatian berkelanjutan (International Organization for Standardization, 2018). SNI ISO 31000:2018 juga menyatakan bahwa risiko perlu menjadi dasar dalam pengambilan keputusan (Badan Standardisasi Nasional, 2018).

Dalam proyek konstruksi manajemen risiko tidak hanya mengenai tentang biaya dan mutu serta waktu. Risiko keselamatan kerja juga perlu menjadi perhatian utama karena kecelakaan dapat menghambat pelaksanaan pekerjaan dan juga menurunkan produktivitas, terutama dapat menimbulkan cedera pekerja. PP No. 50 Tahun 2012 tentang SMK3 serta Permen PUPR No. 10

Tahun 2021 tentang SMK-KK menegaskan bahwa keselamatan perlu ditangani melalui sistem yang direncanakan dan diterapkan juga diawasi serta dievaluasi secara konsisten (Pemerintah Republik Indonesia, 2012; Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021).

Keberlanjutan sosial dalam proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh cara risiko keselamatan kerja dikelola Bourahla et al. (2024). Oleh karena itu keselamatan bukan hanya indikator keberhasilan proyek saja melainkan juga bagian dari tanggung jawab proyek terhadap pekerja. Hal ini penting karena pekerja tidak seharusnya dianggap sebagai pelaksana pekerjaan saja tetapi sebagai manusia yang harus dilindungi selama proses konstruksi berlangsung.

HIRARC

Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) adalah metode untuk mengenali bahaya, menilai tingkat risiko, dan memberikan rekomendasi pengendalian yang dibutuhkan. Metode ini banyak diterapkan pada pekerjaan konstruksi karena sederhana dan sistematis serta mudah dipahami oleh pelaksana lapangan. Dalam HIRARC penilaian risiko didasarkan pada dua parameter utama yaitu *likelihood* dan *severity* (Department of Occupational Safety and Health, 2008)..

Likelihood menggambarkan peluang terjadinya bahaya sedangkan *severity* menunjukkan tingkat keparahan dampak apabila bahaya tersebut terjadi. Kedua nilai ini dikalikan untuk memperoleh *Risk Rating*. Dalam kajian konstruksi HIRARC telah dimanfaatkan untuk menentukan aktivitas dengan risiko tinggi sekaligus menyusun tindakan pengendalian yang sesuai dengan kondisi pekerjaan (Bakri et al., 2008; Wong et al., 2022; Ihsan et al., 2020).

FMEA

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode analisis risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan kegagalan dan dampak yang dapat ditimbulkan serta prioritas penanganannya. Dalam konteks keselamatan kerja metode FMEA membantu menjelaskan bagaimana potensi bahaya dapat berkembang menjadi kecelakaan dan sejauh mana sistem pengendalian mampu mendeteksinya sebelum kejadian berlangsung (International Electrotechnical Commission, 2019). FMEA menggunakan tiga parameter penilaian yaitu *severity* dan *occurrence* serta *detection*. *Severity* menggambarkan tingkat keparahan dampak dan *occurrence* menunjukkan peluang atau frekuensi kemunculan risikonya sedangkan *detection* menilai kemampuan deteksi atau pengendalian.

Perkalian ketiga parameter tersebut menghasilkan *Risk Priority Number (RPN)*. Purohit et al. (2018), Thu (2020), Astuti et al. (2022), dan Wilfadz et al. (2025) menunjukkan bahwa FMEA dapat diterapkan untuk menetapkan risiko prioritas pada pekerjaan konstruksi.

Respon risiko

Respon risiko merupakan tahapan selanjutnya setelah risiko berhasil diidentifikasi dan dinilai. Pada pekerjaan konstruksi dalam penyusunan respon risiko perlu mempertimbangkan kondisi lapangan dan ketersediaan alat serta kemampuan pekerja dan juga pengawasan sesuai prosedur K3 yang berlaku. Secara umum respon risiko mencakup cara menghindari dan menerima atau mengalihkan dan mengurangi risiko.

Pada pekerjaan struktur cara mengurangi risiko atau mitigasi sering menjadi pilihan utama karena sebagian besar pekerjaan tetap harus dilaksanakan. Akan tetapi mitigasi tidak dapat dibatasi pada penggunaan APD saja. Pengendalian yang lebih kuat perlu menggabungkan beberapa aspek yaitu teknis, administratif, pengawasan, pelatihan, izin kerja, inspeksi alat, dan kedisiplinan *housekeeping*. Dengan pengendalian tersebut respon risiko menjadi lebih sesuai dengan kondisi lapangan dan bukan hanya sebagai prosedur.

Pendekatan tersebut membuat rekomendasi lebih mudah diterima oleh tim proyek. Arahan seperti membersihkan jalur kerja dan memeriksa *bracing* atau memastikan *lifeline* terpasang tampak sederhana tetapi tindakan tersebut dapat menentukan aman atau tidaknya suatu pekerjaan. Di lapangan keselamatan sering bergantung pada kebiasaan kecil yang dilakukan terus menerus dan diawasi secara konsisten.

METODOLOGI

Penelitian ini memakai pendekatan kuantitatif deskriptif dengan studi kasus pada pekerjaan struktur Proyek The Arumaya Office, Jakarta Selatan. Data penelitian berasal dari dokumen K3 proyek, studi literatur, validasi narasumber, *pilot survey*, dan kuesioner utama. Batasan penelitian dibatasi pada risiko keselamatan kerja pada pekerjaan struktur.

Tahap identifikasi awal menghasilkan sembilan variabel risiko yang selanjutnya divalidasi oleh narasumber proyek. Setelah variabel dinyatakan relevan kuesioner utama diberikan kepada 20 responden yang terlibat dalam pekerjaan struktur. Responden tersebut mencakup unsur manajemen proyek, HSE, *site engineer*, pelaksana, serta pihak lapangan yang berkaitan dengan pekerjaan struktur.

Penilaian menggunakan skala 1 sampai 5. Pada metode HIRARC parameter yang dinilai adalah *likelihood* dan *severity*. Pada metode FMEA parameter yang digunakan meliputi *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Setiap nilai diolah dengan rata-rata tertimbang. Rumus rata-rata tertimbang disajikan pada Persamaan (1).

$$\bar{x} = (\sum f_i \times x_i) / N \quad (1)$$

Keterangan: $\bar{x}$ merupakan nilai rata-rata tertimbang, f_i merupakan jumlah responden pada skala ke- i , x_i merupakan bobot skala penilaian, dan N merupakan jumlah responden.

Nilai *Risk Rating* dalam HIRARC dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$RR = L \times S \quad (2)$$

Keterangan: RR merupakan *Risk Rating*, L merupakan *likelihood*, dan S merupakan *severity*.

Nilai prioritas risiko pada FMEA diperoleh melalui Persamaan (3).

$$RPN = S \times O \times D \quad (3)$$

Keterangan: RPN merupakan *Risk Priority Number*, S merupakan *severity*, O merupakan *occurrence*, dan D merupakan *detection*. Nilai RPN selanjutnya digunakan sebagai dasar penyusunan urutan prioritas respon risiko.

Setelah nilai RR dan RPN diperoleh peringkat risiko tidak langsung menjadi hasil akhir. Urutan risiko ditinjau kembali terhadap aktivitas pekerjaan struktur dan potensi dampak pada pekerja serta pengendalian yang ada di proyek. Oleh karena itu analisis tidak hanya menjadi hasil hitungan tetapi juga masukan yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan K3.

Tabel 1. Variabel risiko keselamatan kerja pada pekerjaan struktur

Variabel	Risiko keselamatan kerja
V1	Kejatuhan rangka besi pile saat erection
V2	Terjepit/tertimpa material saat pengangkutan
V3	Tertimpa bekisting saat pemasangan
V4	Tertimpa multipleks/plat
V5	Jatuh dari <i>scaffolding</i> /ketinggian
V6	Tertusuk paku/tersandung material
V7	Terkena tumpahan beton
V8	Terpelanting akibat alat/material
V9	Tertimpa bekisting roboh

Sumber: hasil pengolahan data penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil validasi menunjukkan bahwa sembilan variabel risiko sesuai dengan kondisi pekerjaan struktur Proyek The Arumaya Office. Seluruh variabel kemudian dianalisis menggunakan HIRARC dan FMEA. Pada tahap ini, nilai yang diolah tidak hanya merupakan besaran risiko tetapi juga penilaian lapangan dari responden

yang memahami pekerjaan struktur dan kondisi keselamatan proyek.

Sebagai contoh penerapan perhitungan risiko V5 yaitu jatuh dari *scaffolding* atau terjatuh dari ketinggian memperoleh nilai *likelihood* sebesar 4,45 dan *severity* sebesar 4,85. Berdasarkan Persamaan (2) nilai *Risk Rating* dihitung sebagai berikut.

$$RR = 4,45 \times 4,85 = 21,58$$

Nilai tersebut menempatkan V5 sebagai risiko tertinggi dalam analisis HIRARC. Pada analisis FMEA, V5 memperoleh nilai *severity* 4,75, *occurrence* 4,50, dan *detection* 3,35. Dengan Persamaan (3) nilai RPN dihitung sebagai berikut.

$$RPN = 4,75 \times 4,50 \times 3,35 = 71,61$$

Hasil tersebut membuktikan bahwa pekerjaan di ketinggian tetap menjadi fokus utama pengendalian. Dampaknya berat sementara pelaksanaannya membutuhkan pengawasan yang ketat. Kelalaian kecil misalnya *full body harness* tidak dikaitkan dengan benar dapat menimbulkan dampak serius.

Contoh tersebut menjelaskan alasan pekerjaan ketinggian ditempatkan sebagai prioritas. Nilai 21,58 dan 71,61 bukan hanya hasil perhitungan saja. Angka tersebut menggambarkan gabungan antara akibat kerja yang sering dan tingkat dampak yang berat serta kebutuhan pengawasan yang harus berlangsung terus-menerus.

Tabel 2. Perbandingan hasil HIRARC dan FMEA

Var. ar.	Risiko ringkas	HIRARC RR (Rank)	FMEA RPN (Rank)
5	V Jatuh dari <i>scaffolding</i> /ketinggian	21,58 (1)	71,61 (1)
9	V Bekisting roboh	20,90 (2)	69,46 (2)
6	V Tertusuk paku/tersandung	19,98 (3)	60,48 (3)
4	V Tertimpa multipleks/plat	18,17 (6)	59,54 (4)
3	V Tertimpa bekisting pasang	18,63 (4)	58,86 (5)
2	V Terjepit/tertimpa material	18,47 (5)	55,44 (6)
1	V Rangka besi pile jatuh	16,94 (8)	54,75 (7)
7	V Terkena tumpahan beton	16,50 (9)	53,70 (8)
8	V Terpelanting alat/material	17,63 (7)	52,26 (9)

Sumber: hasil pengolahan data penelitian

Berdasarkan Tabel 2, tiga risiko tertinggi pada HIRARC dan FMEA berada pada urutan yang sama, yaitu V5 jatuh dari *scaffolding* atau ketinggian, V9 tertimpa bekisting roboh, dan V6 tertusuk paku atau tersandung material.

Kesamaan urutan ini memperlihatkan bahwa ketiga risiko tersebut merupakan risiko utama pada pekerjaan struktur. Risiko-risiko tersebut tidak hanya memiliki kemungkinan dan dampak yang besar tetapi juga tetap prioritas ketika kemampuan deteksi diperhitungkan.

Risiko V5 menjadi prioritas utama karena pekerjaan di ketinggian memiliki dampak yang sangat serius. Pada gedung bertingkat pekerja dapat berpindah dari satu titik kerja ke titik lain dan menggunakan *scaffolding* juga berada di tepi area kerja atau melakukan pekerjaan sementara pada elevasi tertentu. Dalam kondisi seperti ini pengawasan perlu berada dekat dengan aktivitas harian. Hal ini sejalan dengan Manzoor et al. (2022) dan Lei et al. (2024), yang menempatkan pekerjaan di ketinggian sebagai salah satu penyebab utama kecelakaan pada proyek gedung bertingkat.

Risiko V9, yaitu tertimpa bekisting roboh, menempati prioritas kedua. Risiko ini berkaitan dengan kestabilan struktur sementara. Bekisting yang tidak cukup kuat dan *bracing* yang kurang atau pengecoran yang tidak dilakukan bertahap dapat meningkatkan peluang kegagalan. Meskipun bekisting bersifat sementara namun kegagalannya dapat berdampak serius karena material yang runtuh berpotensi mengenai pekerja di sekitar area pengecoran.

Risiko V6 berada pada prioritas ketiga. Risiko tertusuk paku atau tersandung material mungkin terlihat biasa tetapi sangat dekat dengan aktivitas kerja harian. Sisa paku dan potongan kayu serta material yang tidak tertata dapat muncul berulang pada area kerja. Oleh sebab itu *housekeeping* tidak layak dianggap sebagai pekerjaan tambahan. Housekeeping merupakan bagian dari pengendalian risiko yang langsung menjaga kenyamanan dan keselamatan pekerja.

Perubahan peringkat terjadi pada beberapa variabel setelah dianalisis menggunakan FMEA. V4 naik dari peringkat keenam pada HIRARC menjadi peringkat keempat pada FMEA. Kenaikan tersebut menunjukkan bahwa risiko tertimpa multipleks atau plat perlu diperhatikan karena potensi material jatuh tidak selalu mudah dikenali sebelum pekerjaan berlangsung. Sebaliknya, V8 turun ke peringkat kesembilan pada FMEA karena kombinasi nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* menghasilkan RPN yang lebih rendah dibandingkan variabel lain.

Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa HIRARC dan FMEA saling melengkapi. HIRARC membantu mengidentifikasi tingkat risiko awal secara cepat melalui *likelihood* dan *severity*. FMEA kemudian melanjutkan dengan menambahkan *detection*, sehingga prioritas risiko menjadi lebih tajam. Dalam proyek

konstruksi kombinasi ini berguna karena keputusan pengendalian tidak hanya mempertimbangkan risiko yang paling mungkin terjadi tetapi juga risiko yang sulit dikendalikan sebelum menimbulkan dampak.

Apabila dikaitkan dengan penelitian terdahulu, temuan ini mendukung Thu (2020), Astuti et al. (2022), dan Wilfadz et al. (2025) yang menunjukkan bahwa FMEA dapat digunakan untuk menentukan prioritas risiko keselamatan kerja melalui nilai RPN. Namun penelitian ini juga menegaskan bahwa nilai RPN perlu dibaca bersama konteks lapangan. Angka risiko menjadi lebih bernilai ketika diaplikasikan ke dalam pengendalian yang mudah dipahami dan dapat dijalankan.

Fakta ini juga menunjukkan bahwa risiko yang tampak sederhana tetap membutuhkan pengendalian serius. Tertusuk paku dan tersandung material atau tertimpa potongan plat sering berasal dari detail kecil yang terabaikan. Oleh sebab itu budaya kerja aman perlu dimulai dari hal paling dasar yaitu area kerja yang bersih serta pekerja yang saling memberi tanda dan pengawas yang hadir ketika pekerjaan berisiko berlangsung.

Tabel 3. Ringkasan respon risiko prioritas

Risiko prioritas	Respon risiko utama
V5 – Ketinggian	Hentikan kerja bila akses/penahan jatuh belum aman; inspeksi <i>scaffolding</i> , <i>tag</i> , <i>guardrail</i> , <i>toe board</i> , <i>lifeline</i> , <i>full body harness</i> , izin kerja, <i>toolbox meeting</i> , dan pengawasan HSE.
V9 – Bekisting roboh	Tunda pengecoran bila bekisting belum aman; gunakan checklist, periksa <i>bracing</i> , tambah penyangga, batasi area, lakukan pengecoran bertahap, dan pantau bekisting.
V6 – Paku/material	Hindari area yang belum bersih; lakukan <i>housekeeping</i> , bersihkan paku/kayu, sediakan jalur aman, tempat material sisa, rambu, <i>safety shoes</i> , dan pengawasan mandor.
V4 – Multipleks/plat	Penumpukan dilakukan saat area aman; tata material stabil, batasi tinggi tumpukan, gunakan alat bantu, sterilkan area bawah, pakai helm dan sarung tangan.
V3 – Bekisting pasang	Tunda pemasangan bila metode, alat bantu, atau pekerja belum siap; gunakan metode aman, komunikasi, alat bantu angkat, pembatas area, helm, sarung tangan, dan <i>safety shoes</i> .

Sumber: hasil pengolahan data penelitian

Respon risiko pada Tabel 3 disusun berdasarkan urutan FMEA karena metode tersebut memberikan prioritas yang lebih rinci. Fokus utama pengendalian adalah mengurangi kemungkinan kecelakaan, memperkuat kesiapan pekerja dan memastikan lingkungan kerja aman sebelum pekerjaan dimulai. Dalam praktik

lapangan, pendekatan ini lebih mudah diterima karena rekomendasi disusun berdasarkan aktivitas yang benar-benar dihadapi pekerja.

Validasi tim proyek menunjukkan bahwa respon risiko yang disusun dapat diterima dan sesuai dengan kebutuhan lapangan. Masukan tim proyek menekankan perlunya penegasan melalui izin kerja dan pemeriksaan kelelahan kerja khususnya bagi pekerja di ketinggian dan operator alat serta penerapan gabungan antara pengendalian teknis dan administratif. Catatan ini penting karena kecelakaan tidak selalu disebabkan oleh alat yang tidak aman tetapi juga oleh kondisi pekerja atau komunikasi dan pengawasan yang belum konsisten.

Oleh sebab itu, respon risiko tidak cukup berhenti pada kewajiban menggunakan APD. Pengendalian perlu dibangun menjadi kebiasaan kerja. Pekerja perlu memahami alasan *harness* harus dikaitkan serta area bawah pengangkatan harus steril dan sisa paku perlu segera dibersihkan. Bahasa keselamatan yang dekat dengan aktivitas harian akan lebih mudah diterapkan daripada aturan yang hanya ditempel pada papan informasi.

Aplikasi nyata dari penelitian ini adalah perlunya penguatan pengawasan pada tiga risiko utama, yaitu pekerjaan di ketinggian dan kestabilan bekisting serta kebersihan area kerja. Pengawasan tidak selalu harus dianggap sebagai tindakan menghukum. Pengawasan yang baik justru membantu pekerja mengenali bahaya lebih cepat dan memperbaiki perilaku kerja serta mencegah insiden sebelum terjadi.

Pada akhirnya, kualitas pengendalian tidak ditentukan hanya oleh banyaknya dokumen K3. Dokumen tetap diperlukan, tetapi penerapannya harus terlihat di area kerja. Ketika pekerja terbiasa berhenti sejenak untuk memeriksa kondisi alat, jalur kerja, dan kondisi tubuhnya sendiri, sistem keselamatan mulai bekerja secara nyata.

Tabel 4. Fokus penguatan hasil validasi tim proyek

Aspek	Makna pengendalian di lapangan
Izin kerja	Untuk pekerjaan berisiko tinggi seperti ketinggian, pengangkatan material, dan pekerjaan dengan pengawasan khusus.
Fatigue check	Untuk pekerja ketinggian dan operator alat karena kelelahan menurunkan konsentrasi dan meningkatkan kesalahan.
Teknis	Guardrail, lifeline, bracing, pembatas area, alat bantu kerja, dan pemeriksaan material sebelum digunakan.
Administratif	SOP, checklist, toolbox meeting, briefing, inspeksi harian, rambu, serta pengawasan HSE dan pelaksana.
Bu daya aman	Housekeeping, komunikasi, kepatuhan APD, dan keberanian menghentikan kerja saat kondisi belum aman.

Sumber: hasil pengolahan data penelitian

Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa HIRARC dan FMEA dapat membantu proyek memetakan risiko secara bertahap. HIRARC memberikan gambaran awal mengenai tingkat bahaya sedangkan FMEA membantu menetapkan prioritas melalui RPN. Keduanya memberikan landasan yang kuat untuk menyusun respon risiko yang tidak hanya bersifat teoritis melainkan juga dapat di implementasikan di lapangan.

Di sisi lain hasil penelitian tetap harus disesuaikan dengan batasan ruang lingkupnya. Penelitian ini berfokus pada pekerjaan struktur dan menggunakan sembilan variabel risiko yang telah divalidasi. Risiko lain di luar pekerjaan struktur seperti biaya atau mutu dan waktu serta produktivitas tidak dianalisis secara mendalam. Maka dari itu hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk kajian lanjutan dengan cakupan pekerjaan yang lebih luas.

Dari sisi akademis penelitian ini menunjukkan bahwa HIRARC dan FMEA dapat di kombinasi tanpa membuat analisis menjadi terlalu rumit. HIRARC tetap berfungsi untuk mengidentifikasi risiko awal sementara FMEA menajamkan urutan prioritas. Kombinasi ini dapat menjadi pilihan praktis bagi proyek gedung bertingkat lain yang membutuhkan penilaian risiko yang sistematis, dan tetap mudah dikomunikasikan kepada tim lapangan.

Dari sisi operasional peringkat risiko dapat digunakan sebagai dasar awal dalam menyusun prioritas inspeksi harian. Tim proyek tidak perlu memberi intensitas pengawasan yang sama terhadap seluruh risiko pada setiap waktu. Risiko dengan RPN tertinggi, terutama pekerjaan ketinggian dan kestabilan bekisting perlu mendapat pengawasan lebih dekat sebelum pekerjaan dimulai dan saat pekerjaan berlangsung juga setelah area selesai digunakan.

Pada risiko V5, pengendalian perlu dimulai sebelum pekerja naik ke area kerja. Pemeriksaan kondisi *scaffolding*, kelengkapan *guardrail*, *toe board*, *lifeline*, dan *full body harness* sebaiknya dilakukan sebagai satu rangkaian bukan sebagai daftar periksa yang terpisah. Cara ini membantu pekerja memahami bahwa alat pelindung jatuh bukan sekadar kewajiban administrasi saja melainkan juga pengaman terakhir ketika keseimbangan hilang.

Pada risiko V9, perhatian utama berada pada keandalan struktur sementara. Bekisting dan penyangga sering dianggap bagian dari persiapan padahal kegagalannya dapat berdampak langsung pada pekerja. Oleh sebab itu checklist sebelum pengecoran perlu disertai komunikasi lapangan yang jelas. Mandor dan

pelaksana serta HSE harus memiliki pemahaman yang sama mengenai kapan pengecoran boleh dilanjutkan dan kapan pekerjaan perlu ditunda.

Pada risiko V6 pengendalian terlihat sederhana tetapi sangat memengaruhi suasana kerja. Housekeeping yang baik membuat pekerja berjalan lebih aman material lebih mudah ditemukan dan jalur evakuasi tidak tertutup. Pembersihan paku dan kayu serta sisa material perlu dilakukan secara rutin karena risiko tersandung atau tertusuk sering muncul pada area yang dianggap biasa dilalui.

Hasil validasi tim proyek juga memperlihatkan pentingnya memperhatikan kondisi manusia di balik pekerjaan. Fatigue check dan izin kerja serta *toolbox meeting* memberi ruang bagi pekerja serta pengawas untuk berhenti sejenak sebelum mengambil risiko. Dalam praktiknya beberapa menit untuk memastikan kondisi tubuh dan alat serta lingkungan dapat mencegah keputusan kerja yang terburu-buru.

Oleh sebab itu respon risiko dalam penelitian ini difokuskan agar dapat menjadi acuan bersama di lapangan. Istilah teknis tetap digunakan tetapi maknanya perlu diterjemahkan menjadi tindakan konkret seperti mengaitkan *harness*, membersihkan jalur kerja, memasang pembatas area, memeriksa *bracing* serta menghentikan pekerjaan ketika kondisi belum aman. Cara ini membuat rekomendasi tidak berhenti sebagai dokumen melainkan menjadi kebiasaan kerja yang melindungi pekerja setiap hari.

Agar hasil penelitian lebih mudah diaplikasikan proyek dapat mengubah daftar risiko prioritas menjadi program pengawasan mingguan. Misalnya minggu dengan volume pengecoran tinggi dapat difokuskan pada bekisting, *bracing*, jalur pengecoran, dan sterilisasi area bawah. Sementara itu minggu dengan pekerjaan vertikal yang dominan dapat diarahkan pada pemeriksaan *scaffolding*, *lifeline*, dan disiplin penggunaan *full body harness*.

Pola komunikasi juga perlu dibuat sederhana. Istilah teknis seperti *likelihood*, *severity*, *occurrence*, dan *detection* penting dalam analisis tetapi di lapangan istilah tersebut perlu diterjemahkan menjadi pertanyaan yang lebih dekat dengan pekerjaan. Apa yang paling mungkin terjadi hari ini? Seberapa berat dampaknya? Apakah tanda bahayanya mudah dikenali? Siapa yang bertugas memastikan kondisi aman?

Dengan cara tersebut, hasil HIRARC dan FMEA tidak hanya dipahami oleh tim administrasi K3 saja tetapi juga oleh mandor dan pekerja. Hal ini penting karena pengendalian

risiko sering bergantung pada keputusan cepat di titik kerja. Ketika pekerja memahami alasan di balik aturan, kepatuhan tidak lagi terasa sebagai paksaan tetapi menjadi bagian dari cara bekerja yang aman.

Pada tingkat manajemen proyek hasil penelitian dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas inspeksi. Jika suatu risiko memiliki nilai RPN tinggi dan pengawasan tidak cukup dilakukan secara umum. Diperlukan bukti yang lebih konkret seperti dokumentasi *scaffolding tag*, catatan izin kerja, hasil pemeriksaan alat, daftar hadir *toolbox meeting*, dan temuan *housekeeping* yang telah ditindaklanjuti.

Pendekatan ini juga mendukung terbentuknya budaya saling mengingatkan. Pekerja yang melihat jalur kerja tertutup material, *harness* belum terkait, atau area bawah pengangkatan belum steril perlu memiliki ruang untuk memberi peringatan. Budaya seperti ini tidak tumbuh dalam satu hari. Namun, budaya tersebut dapat berkembang ketika manajemen proyek memberi contoh menindaklanjuti laporan dan tidak menyalahkan pekerja yang berani menghentikan pekerjaan berbahaya.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi sembilan variabel risiko keselamatan kerja pada pekerjaan struktur Proyek The Arumaya Office. Variabel tersebut mencakup risiko jatuh dari ketinggian, tertimpa bekisting, tertusuk atau tersandung material, tertimpa multipleks atau plat, terjepit material, kejatuhan rangka besi pile, terkena tumpahan beton, serta terpelanting akibat alat atau material.

Hasil HIRARC menunjukkan bahwa risiko tertinggi adalah jatuh dari *scaffolding* atau terjatuh dari ketinggian dengan *Risk Rating* sebesar 21,58. Hasil FMEA menempatkan risiko yang sama sebagai prioritas utama dengan RPN sebesar 71,61. Dua risiko prioritas berikutnya adalah tertimpa bekisting roboh dengan RPN 69,46 serta tertusuk paku atau tersandung material dengan RPN 60,48.

Perbandingan HIRARC dan FMEA menunjukkan bahwa kedua metode saling melengkapi. HIRARC membantu membaca tingkat risiko awal, sedangkan FMEA memperkuat prioritas melalui parameter *detection*. Respon risiko yang disusun mengutamakan inspeksi, izin kerja, pengendalian teknis, pengendalian administratif, APD, *housekeeping*, dan pengawasan rutin. Validasi tim proyek menegaskan bahwa rekomendasi tersebut relevan dan dapat digunakan sebagai masukan pengendalian keselamatan kerja pada pekerjaan struktur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak Proyek The Arumaya Office atas dukungan data dan kesempatan validasi yang diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Persada Indonesia Y.A.I serta dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dalam penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, S. W., Alfariji, M. D., Armyta, & Prativi, A. (2022). Efforts to prevent work accidents with the *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) method. *Journal of World Science*, 1(11), 1077–1088. <https://doi.org/10.47701/jws.v1i11.145>

Badan Standardisasi Nasional. (2018). SNI ISO 31000:2018 Manajemen risiko—Pedoman. Badan Standardisasi Nasional.

Bakri, A., Zin, R. M., Omar, W., & Kuang, L. C. (2008). HIRARC: A tool of safety improvement in the construction industry.

Bourahla, A., Fernandes, G., & Ferreira, L. M. D. F. (2024). Managing occupational health and safety risks in construction projects to achieve social sustainability: A review of literature. *Procedia Computer Science*, 239, 1053–1061. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.269>

Department of Occupational Safety and Health. (2008). *Guidelines for hazard identification, risk assessment and risk control*. Ministry of Human Resources Malaysia.

Ihsan, T., Hamidi, S. A., & Putri, F. A. (2020). Penilaian risiko dengan metode HIRADC pada pekerjaan konstruksi Gedung Kebudayaan Sumatera Barat. *Civil Engineering Collaboration*, 5(2), 1–8.

International Electrotechnical Commission. (2019). IEC 31010:2019 Risk management—Risk assessment techniques. International Electrotechnical Commission.

International Labour Organization. (2022). *Safety and health in construction*. International Labour Organization.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 31000:2018 Risk management—Guidelines. International Organization for Standardization.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi. Kementerian PUPR.

Lei, W. R., Khoiry, M. A., & Mutalib, A. A. (2024). Systematic review of the identification, assessment, and mitigation of safety risks in high-rise building construction. *Građevinar*, 76(12), 1099–1114. <https://doi.org/10.14256/JCE.4073.2024>

Manzoor, B., Othman, I., & Waheed, A. (2022). Accidental safety factors and prevention techniques for high-rise building projects: A review. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(5), 101697. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101697>

Pemerintah Republik Indonesia. (2012). Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Sekretariat Negara.

Purohit, D. P., Siddiqui, N. A., Nandan, A., & Yadav, B. P. (2018). Hazard identification and risk assessment in construction industry. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(10), 7639–7667.

Thu, Y. M. (2020). Hazards identification & risks assessment for high-rise building construction by Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) & prevented by OH&S management system. *Proceedings on Engineering Sciences*, 2(4), 379–388. <https://doi.org/10.24874/PES0204.005>

Wilfadz, M., Nurjaman, H. N., & Dinariana, D. (2025). Application of the FMEA method in the study of construction safety risks in high-rise building projects: A case study of the Tower AB Project at the State University of Jakarta. *Journal of Architecture and Civil Engineering*, 10(7), 128–139. <https://doi.org/10.35629/8193-1007128139>

Wong, C. F., Teo, F. Y., Selvarajoo, A., Tan, O. K., & Lau, S. H. (2022). Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) for Mengkuang Dam Construction. *Civil Engineering and Architecture*, 10(3), 762–770. <https://doi.org/10.13189/cea.2022.100302>