

Analisis Penilaian Risiko K3 dengan HIRARC dan IBPRP serta Mitigasi Berkelanjutan pada Proyek Jalan Tol

Irene Luzca T.S.¹, Dewi Handayani^{2*}, Widi Hartono³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Indonesia
Email: ¹ireneluzca23@gmail.com, ^{2*}dewi@ft.uns.ac.id, ³wieds_ts@ft.uns.ac.id

Abstrak

Tingginya angka kecelakaan kerja di sektor konstruksi menuntut penerapan manajemen risiko yang efektif dan sistematis. Penelitian ini menyajikan analisis perbandingan antara metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) dan metode IBPRP (Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko dan Peluang) sebagaimana diatur dalam Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 dalam penilaian risiko kesehatan dan keselamatan kerja (K3) pada Proyek Jalan Tol X. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji mitigasi risiko melalui pendekatan continuous improvement menggunakan metode PDCA (Plan, Do, Check, Act). Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode IBPRP memiliki skala penilaian yang lebih detail dan IBPRP menghasilkan variasi nilai kekerapan yang lebih besar, sedangkan HIRARC relatif seragam. Perbedaan tersebut menghasilkan kategori risiko kecelakaan kerja dominan yang berbeda. Hal itu mempermudah persiapan audit dalam konstruksi dan mempermudah penyedia jasa dalam proses perbaikan berkelanjutan. Penilaian risiko dilakukan menggunakan metode IBPRP untuk menunjukkan perbedaan risiko dominan dengan penilaian risiko yang dilakukan perusahaan penyedia jasa menggunakan metode HIRARC. Risiko dominan yang ditemukan dimitigasi menggunakan metode PDCA.

Kata kunci: *Continuous Improvement, Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC), Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko dan Peluang (IBPRP), Jalan Tol, kesehatan dan keselamatan kerja (K3)*

Abstract

The high rate of workplace accidents in the construction sector demands the implementation of effective and systematic risk management. This study presents a comparative analysis between the HIRARC method (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) and the IBPRP method (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk and Opportunity Control) as regulated in the Ministry of Public Works and Housing (PUPR) Regulation No. 10 of 2021 in assessing occupational health and safety (OHS) risks on the X Toll Road Project. In addition, this research examines risk mitigation through a continuous improvement approach using the PDCA (Plan, Do, Check, Act) method. Data were collected through observation, interviews, and document studies. The findings show that the IBPRP method provides a more detailed assessment scale and identifies more potential workplace accident items compared to the HIRARC method. These differences result in varying dominant categories of occupational accident risks. This facilitates audit preparation in construction and supports service providers in the process of continuous improvement. Risk assessment was carried out using the IBPRP method to highlight the differences in dominant risks compared to the company's risk assessment using the HIRARC method. The dominant risks identified were then mitigated using the PDCA method.

Keywords: *Continuous Improvement, HIRARC, IBPRP, OHS, PDCA, Risk Assessment, Toll Road*

1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang memiliki tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang tinggi. Karakteristik pekerjaan yang melibatkan berbagai jenis aktivitas, penggunaan alat berat, pekerjaan pada ketinggian, mobilisasi material, serta kondisi lingkungan kerja yang dinamis menyebabkan pekerja konstruksi terpapar berbagai sumber bahaya. Kondisi tersebut menjadikan penerapan manajemen risiko K3 sebagai bagian penting dalam penyelenggaraan proyek

untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, produktif, dan terkendali (Rizqi et al., 2024). Salah satu tahapan utama dalam manajemen risiko K3 adalah penilaian risiko, yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat risiko serta menentukan prioritas pengendalian terhadap potensi kecelakaan kerja.

Dalam praktik proyek konstruksi, penilaian risiko dapat dilakukan menggunakan berbagai metode, di antaranya Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) serta Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Penentuan Pengendalian Risiko dan Peluang (IBPRP). HIRARC merupakan salah satu metode yang umum digunakan oleh perusahaan konstruksi untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan tindakan pengendalian. Sementara itu, IBPRP merupakan pendekatan penilaian risiko yang digunakan dalam Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) No. 10 Tahun 2021. Meskipun keduanya memiliki prinsip dasar yang serupa, yaitu menentukan tingkat risiko berdasarkan kekerapan dan keparahan, terdapat perbedaan dalam skala, definisi, dan parameter penilaiannya. Perbedaan tersebut berpotensi menghasilkan klasifikasi dan prioritas risiko yang berbeda sehingga dapat memengaruhi keputusan mengenai strategi pengendalian risiko pada suatu proyek (Hairi et al., 2022; Ferdinand, 2024).

Sejumlah penelitian telah menunjukkan penerapan metode penilaian risiko maupun SMKK pada proyek konstruksi. Fauziyah et al. (2021), misalnya, menerapkan metode HIRARC pada proyek lanjutan aksesibilitas Bandara Internasional Soekarno-Hatta dan berhasil mengidentifikasi tujuh risiko ekstrem beserta alternatif pengendaliannya. Pada konteks penerapan SMKK, Yalina dan Sugiri (2021) menunjukkan bahwa implementasi SMKK berdasarkan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 pada Proyek Flyover Sultan Agung telah dilaksanakan dengan cukup baik berdasarkan hasil audit internal serta memiliki keterkaitan dengan kinerja proyek. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa peningkatan tingkat penerapan elemen-elemen SMKK berkaitan dengan peningkatan upaya pencegahan risiko kecelakaan dan penyakit akibat pekerjaan konstruksi (Syahbowo et al., 2023). Temuan-temuan tersebut memperlihatkan pentingnya sistem penilaian dan pengendalian risiko yang terstruktur dalam mendukung penerapan keselamatan konstruksi.

Kajian mengenai keselamatan konstruksi juga berkembang ke arah pendekatan continuous improvement. Alkaissy et al. (2022) mengkaji Occupational Health and Safety Continuous Improvement (OHSCI) pada berbagai subsektor konstruksi dan infrastruktur di Victoria, Australia, dan menunjukkan bahwa pendekatan perbaikan berkelanjutan dapat digunakan dalam mengevaluasi kinerja keselamatan dan kaitannya dengan kinerja proyek. Di Indonesia, Putri (2020) mengidentifikasi bahwa implementasi perbaikan berkelanjutan berbasis filosofi Kaizen pada proyek konstruksi masih menghadapi berbagai kendala, antara lain keterbatasan sistem manajemen mutu, waktu pelaksanaan, konsistensi penerapan, dan kompetensi sumber daya manusia. Di sisi lain, Nursanti et al. (2018) menunjukkan bahwa penerapan continuous improvement dalam manajemen risiko proyek konstruksi pipa bawah laut mampu mengurangi jumlah risiko dari 14 menjadi dua melalui strategi mitigasi yang tepat.

Penelitian yang secara khusus membandingkan metode HIRARC dan IBPRP telah dilakukan oleh Ferdinand (2024) pada proyek pembangunan Jalan Tol Harbor Road II. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa HIRARC menghasilkan nilai risiko yang lebih tinggi karena menggunakan definisi tingkat keparahan dan kekerapan yang lebih umum, sedangkan IBPRP menggunakan parameter penilaian yang lebih spesifik dan terukur. Perbedaan kedua metode juga berimplikasi terhadap jumlah tindakan pengendalian, potensi biaya, serta tingkat ketelitian dalam identifikasi risiko. Namun, penelitian tersebut menggunakan data sekunder sebagai dasar analisis. Dengan demikian, kajian komparatif yang mengevaluasi secara langsung penerapan kedua metode pada kondisi aktual proyek jalan tol masih perlu dikembangkan.

Selain itu, penelitian terdahulu pada umumnya membahas penilaian risiko dan continuous improvement sebagai dua aspek yang terpisah. Kajian yang mengintegrasikan hasil perbandingan metode penilaian risiko dengan proses perbaikan berkelanjutan untuk menentukan tindakan mitigasi risiko K3 pada proyek infrastruktur berskala besar masih terbatas. Padahal, penilaian risiko tidak seharusnya berhenti pada tahap identifikasi dan kategorisasi risiko, tetapi perlu diikuti dengan proses evaluasi dan penyempurnaan pengendalian secara berkelanjutan. Dalam konteks tersebut, siklus Plan–

Do-Check-Act (PDCA) dapat digunakan sebagai kerangka sistematis untuk merencanakan tindakan pengendalian, melaksanakan pengendalian, mengevaluasi efektivitasnya, dan menetapkan tindakan perbaikan berikutnya. Hal ini memungkinkan sistem pengendalian risiko beradaptasi terhadap perubahan kondisi pekerjaan selama pelaksanaan proyek. Dasar perlunya integrasi penilaian risiko dan continuous improvement tersebut juga telah dikemukakan dalam draft penelitian ini.

Berdasarkan uraian tersebut, kesenjangan penelitian terletak pada masih terbatasnya kajian yang membandingkan hasil penilaian risiko antara HIRARC yang digunakan sebagai metode internal perusahaan dan IBPRP yang mengacu pada Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 pada proyek pembangunan jalan tol, sekaligus mengintegrasikan hasil penilaian tersebut ke dalam kerangka continuous improvement. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol X dengan tujuan (1) membandingkan hasil penilaian risiko K3 menggunakan metode HIRARC dan IBPRP, (2) mengidentifikasi risiko dominan berdasarkan hasil penilaian kedua metode, dan (3) menyusun upaya mitigasi terhadap risiko dominan melalui pendekatan continuous improvement berbasis siklus PDCA. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan dasar yang lebih sistematis dalam menentukan prioritas pengendalian serta mendukung proses evaluasi dan penyempurnaan pengelolaan risiko K3 secara berkelanjutan pada proyek jalan tol.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk membandingkan penilaian risiko antara dua metode, yaitu metode HIRARC dan metode IBPRP, serta mengevaluasi implementasi mitigasi risiko menggunakan pendekatan continuous improvement berbasis siklus PDCA (Plan-Do-Check-Act). Objek penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Jalan Tol X.

Data diperoleh melalui kombinasi data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui wawancara terstruktur dengan staf HSE (Health, Safety, and Environment) dan tim engineering proyek, serta observasi langsung terhadap kondisi lapangan. Data sekunder meliputi dokumen penilaian risiko proyek yang menggunakan metode HIRARC milik internal perusahaan, serta referensi regulasi seperti Permen PUPR No. 10 Tahun 2021.

Variabel risiko kecelakaan kerja yang digunakan untuk penilaian risiko pada penelitian ini diperoleh dari studi literatur terhadap penelitian-penelitian sebelumnya yang dinilai relevan dengan penelitian ini. Relevan disini memiliki pengertian bahwa penelitian tersebut juga dilakukan pada proyek pembangunan jalan tol dengan pekerjaan yang serupa.

Dari 16 kandidat, dua dinilai tidak relevan: “tertimpa tiang pancang” dan “terkena aspal panas”; risiko tiang pancang diganti menjadi “terjatuh ke lubang galian bore pile”, sedangkan aspal panas dihapus, sehingga diperoleh 15 variabel final. Tahapan penelitian selanjutnya dilakukan dengan menganalisis data yang diperoleh secara kuantitatif dan kualitatif untuk menghasilkan kategori risiko dominan berdasarkan masing-masing metode. Risiko dominan tersebut digunakan sebagai dasar dalam merancang strategi mitigasi menggunakan pendekatan *continuous improvement*. Hasil wawancara terhadap staf HSE dan engineering proyek sebanyak 5 responden, terdiri dari E1-E2 Engineering dan H1-H3 HSE; seluruhnya telah bekerja >2 tahun pada proyek. H1 merupakan kepala divisi HSE dengan pengalaman konstruksi >10 tahun. Hasil wawancara selanjutnya dikonversi menjadi penilaian risiko berdasarkan metode IBPRP. Langkah selanjutnya adalah menghitung persentase nilai kumulatif untuk menjadi acuan data dalam pembuatan diagram pareto. Langkah tersebut juga diterapkan pada penilaian risiko dengan metode HIRARC. Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi risiko dominan dari masing-masing penilaian risiko.

Analisis empiris dalam penelitian ini difokuskan pada tingkat kekerapan risiko. Penilaian kekerapan IBPRP diperoleh dari hasil wawancara lima narasumber yang dikonversi ke skala 1-5, sedangkan nilai kekerapan HIRARC diperoleh dari dokumen penilaian risiko internal perusahaan. Perbedaan tingkat keparahan kedua metode dianalisis secara deskriptif berdasarkan kriteria penilaian yang ditetapkan dalam Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 dan dokumen HIRARC perusahaan. Dengan demikian, perbandingan hasil empiris terutama digunakan untuk mengevaluasi perbedaan prioritas risiko berdasarkan kekerapan, bukan untuk menguji akurasi absolut kedua metode.

Tabel 1. Variabel Risiko Kecelakaan Kerja

No	Risiko	Referensi
Pekerjaan Persiapan		
1.	Pekerja tertimpa alat pada saat <i>loading/unloading</i>	(Syahriadi et al., 2020)
2.	Gangguan pernafasan pekerja akibat debu	(Syahriadi et al., 2020)
3.	Pekerja/ pengendara tertabrak alat karena terbatasnya pandangan dimalam hari	(Kholida et al., 2020)
4.	Pekerja terluka akibat terkena material atau peralatan saat proses mobilisasi	(Kholida et al., 2020)
Pekerjaan Pile Cap		
5.	Pekerja tertabrak <i>excavator</i>	(Syahriadi et al., 2020) (Assidiqi, 2022)
6.	Pekerja tersengat arus listrik akibat kerusakan kabel	(Assidiqi, 2022)
Pekerjaan Bore Pile		
7.	Pekerja mengalami gangguan indra pendengaran akibat kebisingan	(Fatmawati, 2023)
8.	Pekerja tertimpa tiang pancang	(Fatmawati, 2023)
Pekerjaan Pengecoran		
9.	Pekerja tersandung akibat material berserakan	(Assidiqi, 2022) (Kholida et al., 2020)
10.	Pekerja terkena tuli sementara/tuli permanen	(Juliano, 2020)
Pekerjaan Struktur		
11.	Pekerja jatuh dari ketinggian	(Juliano, 2020) (Alfarezi et al., 2021)
12.	Pekerja tergores/tertusuk besi tulangan	(Syahriadi et al., 2020)
Pekerjaan Erection Girder		
13.	Pekerja tertimpa material PCI <i>girder</i> maupun gulusngan kabel <i>strand</i>	(Kholida et al., 2020)
14.	Pekerja tertimpa material saat pengangkatan PCI <i>girder</i>	(Kholida et al., 2020)
Pekerjaan Perkerasan		
15.	Gangguan mata/kulit akibat cipratan cor beton	(Syahriadi & Tenriajeng, 2020)
16.	Pekerja terkena aspal panas	(Syahriadi & Tenriajeng, 2020)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan penelitian ini disusun berdasarkan tiga tujuan utama penelitian, yaitu membandingkan hasil penilaian risiko K3 menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) dan Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Penentuan Pengendalian Risiko dan Peluang (IBPRP), mengidentifikasi risiko dominan berdasarkan hasil penilaian kedua metode, serta menyusun upaya mitigasi terhadap risiko dominan melalui pendekatan continuous improvement berbasis siklus Plan-Do-Check-Act (PDCA). Analisis dilakukan untuk menunjukkan bagaimana perbedaan karakteristik, skala, dan parameter penilaian pada kedua metode dapat memengaruhi tingkat serta prioritas risiko K3 yang teridentifikasi pada Proyek Pembangunan Jalan Tol X. Hal ini penting karena hasil penilaian risiko menjadi dasar dalam menentukan prioritas tindakan pengendalian dan pengambilan keputusan dalam manajemen keselamatan konstruksi.

Pembahasan diawali dengan analisis perbandingan hasil penilaian risiko menggunakan metode HIRARC dan IBPRP, terutama ditinjau dari tingkat kekerapan, keparahan, kategori risiko, serta karakteristik sistem penilaian masing-masing metode. Selanjutnya, hasil penilaian kedua metode dianalisis untuk menentukan risiko dominan yang menjadi prioritas pengendalian. Dalam penelitian ini, identifikasi risiko dominan dilakukan dengan mempertimbangkan nilai dan persentase kumulatif risiko

sehingga dapat diketahui jenis risiko yang memberikan kontribusi terbesar terhadap keseluruhan risiko K3 pada proyek. Hasil tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan strategi mitigasi.

Pada tahap berikutnya, risiko dominan yang telah teridentifikasi dianalisis untuk menyusun upaya mitigasi berbasis continuous improvement melalui siklus PDCA. Tahap Plan digunakan untuk merencanakan tindakan pengendalian berdasarkan risiko prioritas; tahap Do untuk melihat pelaksanaan tindakan pengendalian di lapangan; tahap Check untuk mengevaluasi pelaksanaan dan efektivitas pengendalian. Tahap Act digunakan untuk merumuskan tindakan korektif dan penyempurnaan berikutnya. Dengan struktur tersebut, pembahasan tidak hanya berhenti pada penentuan tingkat risiko, tetapi diarahkan pada proses pengendalian dan perbaikan yang berkelanjutan sebagai bagian dari peningkatan kinerja K3 pada proyek pembangunan jalan tol.

3.1. Perbandingan Penilaian Risiko K3 Menggunakan Metode HIRARC dan IBPRP

Hasil penilaian risiko dengan metode IBPRP dianalisis menggunakan diagram pareto. Pembacaan diagram pareto menggunakan aturan 80/20. Aturan ini memiliki prinsip bahwa dari sekian banyak kejadian, sekitar 80% daripada efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya. Dengan mengadaptasi prinsip tersebut, penggolongan risiko dominan diambil dari risiko yang memiliki persentase kumulatif $\geq 80\%$ (Sunarto dan Nugroho, 2020). Diagram pareto menunjukkan risiko dominan berdasarkan metode IBPRP adalah variabel “Gangguan pernafasan pekerja akibat debu” dan “Pekerja jatuh dari ketinggian”. Sementara itu, risiko dominan hasil penilaian risiko dengan metode HIRARC adalah variabel “Pekerja jatuh dari ketinggian”.

Penelitian menunjukkan bahwa metode HIRARC dan IBPRP menghasilkan risiko dominan yang berbeda pada Proyek Pembangunan Jalan Tol X. Perbedaan utamanya terletak pada skala dan pendekatan penilaian. Kedua metode memiliki struktur umum yang serupa—mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko berdasarkan kekerapan dan keparahan, serta menentukan langkah pengendalian—namun berbeda secara signifikan dalam skala penilaian dan pendekatan kualitatif. Metode IBPRP (Permen PUPR No. 10 Tahun 2021) menggunakan skala numerik 1–5 dengan definisi yang rinci dan berbasis bukti. Aspek yang dinilai mencakup dampak terhadap pekerja, peralatan, material, serta lingkungan dan pengguna fasilitas umum. Pendekatan ini menghasilkan penilaian yang lebih objektif dan terukur. Sebaliknya, metode HIRARC menggunakan skala alfabetik (A–E) untuk kekerapan dan skala numerik (1–5) untuk keparahan dengan deskripsi umum. Pendekatan ini lebih cepat diterapkan di lapangan, tetapi rentan terhadap subjektivitas dan perbedaan interpretasi antar penilai.

Dengan metode IBPRP, risiko dominan berada pada kategori gangguan pernapasan akibat paparan debu (pekerjaan persiapan) dan pekerja jatuh dari ketinggian (pekerjaan erection girder). Sedangkan, dengan metode HIRARC, hanya risiko pekerja jatuh dari ketinggian yang dikategorikan sebagai risiko dominan. Risiko lain mendapat skor hampir seragam, menunjukkan keterbatasan metode ini dalam membedakan tingkat prioritas antar risiko.

Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa metode IBPRP mampu mengidentifikasi lebih banyak risiko prioritas secara lebih akurat, sementara metode HIRARC cenderung menyamaratakan tingkat risiko, yang berpotensi menimbulkan kelemahan dalam pengambilan keputusan pengendalian. Metode IBPRP terbukti lebih sesuai digunakan untuk kepentingan audit dan dokumentasi formal karena skalanya yang terstandarisasi dan berbasis bukti. Sebaliknya, HIRARC cocok untuk penilaian cepat di lapangan. Perbedaan ini juga berdampak langsung pada persepsi, pengelompokan, dan prioritas pengendalian risiko (Ferdinand, 2024).

Selain perbandingan metode, penelitian ini juga mengimplementasikan pendekatan continuous improvement melalui siklus PDCA (Plan, Do, Check, Act) untuk mitigasi risiko. Penelitian ini mendukung penelitian Nursanti yang membuktikan bahwa continuous improvement mampu menurunkan jumlah risiko dominan secara signifikan (Nursanti et al., 2018). Pada proyek ini, tahap “Act” disusun berdasarkan hasil evaluasi lapangan, sehingga tindakan perbaikan dapat langsung diadaptasi. Temuan ini berbeda dengan penelitian Putri yang menyoroti keterbatasan penerapan continuous improvement di Indonesia, karena studi ini membuktikan keberhasilan penerapan berkat dukungan pelatihan dan keterlibatan aktif tim HSE (Putri, 2020).

Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya memperkuat temuan sebelumnya, tetapi juga memberikan kontribusi praktis dalam pemilihan metode penilaian risiko yang sesuai dengan konteks proyek. Selain itu, studi ini menambahkan bukti empiris mengenai efektivitas *continuous improvement* dalam meningkatkan kualitas pengendalian risiko pada proyek infrastruktur berskala besar.

Tabel 2. Perbandingan Tingkat Kecepatan kedua metode

Aspek	Metode IBPRP	Metode HIRARC
Skala	1 – 5 (numerik)	A – E (alfabetik)
Dasar Penilaian	Frekuensi historis (data waktu)	Estimasi/kecenderungan umum
Tingkat Objektivitas	Tinggi (berbasis data)	Sedang (cenderung subjektif)
Deskripsi	Spesifik dan kuantitatif	Umum dan kualitatif
Saran Penggunaan	Penilaian formal sesuai regulasi pemerintah	Penilaian cepat di lapangan/proyek

3.2. Identifikasi dan Analisis Risiko Dominan

Hasil penilaian menggunakan metode IBPRP menunjukkan adanya variasi tingkat risiko yang cukup jelas antarvariabel. Berdasarkan pemeringkatan nilai rata-rata kecepatan, gangguan pernapasan akibat debu dan pekerja jatuh dari ketinggian ditetapkan sebagai dua risiko prioritas karena memperoleh skor tertinggi, masing-masing 4,6 dan 4,0. Dari 15 risiko yang dianalisis, gangguan pernapasan pekerja akibat debu memperoleh nilai rata-rata tertinggi sebesar 4,6, diikuti pekerja jatuh dari ketinggian dengan nilai 4,0. Kedua risiko tersebut masing-masing memberikan kontribusi sebesar 12% dan 11% terhadap total nilai penilaian, sehingga menempati dua peringkat tertinggi dalam prioritas risiko. Risiko lainnya memiliki nilai rata-rata antara 1,0–3,0, yang menunjukkan adanya diferensiasi tingkat risiko yang relatif baik pada penilaian IBPRP.

Risiko gangguan pernapasan akibat debu terutama berkaitan dengan pekerjaan persiapan. Tingginya nilai risiko menunjukkan bahwa paparan debu bukan hanya merupakan bahaya insidental, tetapi menjadi bahaya yang relatif sering ditemui selama aktivitas konstruksi. Kondisi lingkungan proyek jalan tol yang melibatkan mobilisasi kendaraan proyek, aktivitas pekerjaan tanah, serta lalu lintas pada jalan akses memungkinkan pembentukan dan penyebaran debu secara berulang. Oleh karena itu, risiko kesehatan akibat paparan debu perlu memperoleh perhatian yang setara dengan risiko kecelakaan yang bersifat langsung.

Risiko jatuh dari ketinggian, khususnya pada pekerjaan erection girder, juga konsisten menjadi risiko prioritas pada kedua metode. Pada IBPRP, risiko tersebut memperoleh skor rata-rata 4,0, sedangkan pada HIRARC memperoleh nilai kecepatan tertinggi sebesar 4. Sebaliknya, sebagian besar risiko lainnya pada HIRARC memperoleh nilai 3, sehingga distribusi nilainya cenderung seragam. Kondisi ini memperlihatkan bahwa risiko jatuh dari ketinggian merupakan bahaya yang relatif konsisten teridentifikasi sebagai prioritas terlepas dari metode penilaian yang digunakan.

Perbedaan hasil juga terlihat pada jenis risiko dominan. IBPRP mengidentifikasi gangguan pernapasan akibat debu dan jatuh dari ketinggian, sedangkan HIRARC menempatkan jatuh dari ketinggian sebagai risiko utama. Temuan ini menunjukkan bahwa penilaian dengan IBPRP menghasilkan variasi nilai yang lebih besar sehingga lebih mampu membedakan prioritas antarbahaya, sedangkan nilai HIRARC pada penelitian ini relatif terkonsentrasi pada tingkat yang sama. Namun, perbedaan tersebut perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena daftar variabel yang dianalisis pada kedua metode tidak sepenuhnya identik; variabel HIRARC berasal dari risiko ekstrem dalam dokumen perusahaan, sedangkan variabel IBPRP disusun dari identifikasi risiko penelitian. Dengan demikian, hasil ini lebih tepat dipandang sebagai dasar penentuan prioritas pengendalian K3 daripada sebagai bukti bahwa satu metode secara mutlak menghasilkan risiko yang lebih tinggi daripada metode lainnya.

3.3. Mitigasi Risiko melalui Pendekatan Continuous Improvement Berbasis PDCA

Mitigasi risiko dominan hasil identifikasi dilakukan dengan pendekatan *continuous improvement* menggunakan siklus PDCA (Plan, Do, Check, Act) sebagai berikut:

- a. **Plan (Perencanaan):** Pengendalian risiko disusun berdasarkan hierarki pengendalian, dimulai dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik (engineering control), pengendalian administratif, hingga penggunaan alat pelindung diri (APD). Pengendalian ini berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu terhadap proyek yang serupa dengan pekerjaan-pekerjaan di lapangan yang memiliki kesamaan. Berikut perencanaan pengendalian risiko dominan berdasarkan kelima hierarki tersebut.
- b. **Do (Pelaksanaan):** Tindakan pengendalian diterapkan sesuai rencana. Berdasarkan observasi lapangan, sebagian besar langkah pengendalian telah dilaksanakan. Namun, ditemukan bahwa penggunaan APD khusus (misalnya respirator pada area berdebu tinggi) belum sepenuhnya dipatuhi oleh pekerja.
- c. **Check (Evaluasi):** Pada tahap Check, hasil observasi dan wawancara lanjutan menunjukkan bahwa sebagian besar pengendalian yang direncanakan telah diterapkan, terutama pada risiko jatuh dari ketinggian. Namun, pada pengendalian paparan debu masih ditemukan dua tindakan yang belum optimal, yaitu penerapan metode kerja basah (*wet dust suppression*) dan penggunaan masker oleh pekerja. Temuan tersebut menjadi dasar tahap Act berupa penguatan implementasi metode pengendalian debu, pengawasan penggunaan APD, serta evaluasi berkala terhadap efektivitas pengendalian. Evaluasi dilakukan melalui wawancara ulang dan observasi langsung. Hasilnya menunjukkan peningkatan kesadaran dan kepatuhan terhadap prosedur K3, terutama pada area berisiko tinggi. Namun, masih terdapat kekurangan pada aspek pelatihan dan pengawasan rutin.
- d. **Act (Tindakan Korektif):** Tindakan korektif yang diusulkan antara lain peningkatan frekuensi pelatihan penggunaan APD, penguatan prosedur inspeksi, serta pelibatan lebih aktif dari pengawas lapangan dalam mendeteksi risiko yang muncul secara dinamis selama pekerjaan berlangsung..

Tabel 3. Mitigasi Risiko melalui Pendekatan Continuous Improvement

Risiko	Pengendalian	Referensi
Gangguan pernapasan akibat debu	Eliminasi: - Substitusi: Mengubah metode kerja kering menjadi basah (<i>Wet Dust Suppression</i>) Rekayasa teknik: Penyiraman air sepanjang jalan akses Administratif: Memberikan himbauan dan rambu terhadap warga sekitar untuk menggunakan masker dan berhati-hati di jalan APD: Penggunaan masker	(Ariana et al., 2025) (Ariana et al., 2025)
Pekerja jatuh dari ketinggian	Eliminasi: - Substitusi: Penggunaan <i>ringlock system</i> pada <i>scaffolding, lifeline</i> yang terpasang diganti menggunakan tali dengan kualitas yang lebih kokoh Rekayasa teknik: Penyusunan metode kerja yang baik, pemasangan <i>scaffolding</i> yang kokoh, pemasangan <i>safety net</i> , pemasangan <i>railing</i> pada area pekerjaan di ketinggian Administratif: Mengajukan ijin bekerja, pengecekan kepemilikan SIA SIO alat berat maupun operator pada pekerjaan yang berhubungan dengan ketinggian, penutupan jalan akses warga pada saat pekerjaan diatas ketinggian dilakukan APD: Menggunakan <i>safety belt</i> , helm kerja, sepatu dan sarung tangan	(Ni Kadek Sri Ebtha Yuni et al., 2021)

4. KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan adanya perbedaan karakteristik penilaian antara metode HIRARC dan IBPRP, terutama pada skala dan definisi tingkat kekerapan serta keparahan. Dalam analisis empiris berbasis kekerapan, IBPRP menghasilkan variasi nilai yang lebih besar dibandingkan HIRARC yang cenderung menghasilkan nilai relatif seragam. Berdasarkan pemeringkatan nilai kekerapan, gangguan pernapasan akibat debu pada pekerjaan persiapan dan pekerja jatuh dari ketinggian pada pekerjaan erection girder menjadi risiko prioritas pada metode IBPRP, sedangkan HIRARC menempatkan pekerja jatuh dari ketinggian sebagai risiko dengan nilai tertinggi. Mitigasi melalui siklus Plan–Do–Check–Act (PDCA) menunjukkan bahwa sebagian besar pengendalian telah diterapkan, tetapi pengendalian paparan debu melalui metode kerja basah dan penggunaan masker masih memerlukan peningkatan. Dengan demikian, PDCA dapat digunakan sebagai kerangka evaluasi dan perbaikan pengendalian risiko K3 secara berkelanjutan pada proyek jalan tol.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarezi, I. A., Soetjipto, J. W., and Arifin, S., 2021, Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Masa Pandemi Covid-19 Dengan Metode Bowtie Analysis: Jurnal Teknik Sipil, v. 10, p. 96–105.
- Alkaissy, M., Arashpour, M., Rashidi, A., Mohandes, S. R., and Farnood, P., 2022, Simulation-based analysis of occupational health and safety continuous improvement (OHSCI) in modern construction and infrastructure industries: Automation in Construction, v. 134, p. 104058.
- Ariana, I. K. A., Wismantara, I. G. N. N., Riana, I. N., Galang, I. N., and Wibawa, S., 2025, Analisis Manajemen Risiko K3 pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung C Blok 2 Undiknas): v. 12, p. 60–69.
- ASSIDIQI, R. U., 2022, PENERAPAN K3 (KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA) MENGGUNAKAN METODE CSA (CONSTRUCTION SAFETY ANALYSIS): v. 3.
- Fatmawati, D., 2023, Analisis Keselamatan Kerja Konstruksi Pada Pekerjaan Pemancangan Seksi IV Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (HIRARC): Skripsi, p. 1–247.
- Fauziyah, S., Susanti, R., and Nurjihad, F., 2021, Risk assessment for occupational health and safety of Soekarno-Hatta international airport accessibility project through HIRARC method: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 700.
- JULIANO, R. R., 2020, Departemen Teknik Sipil Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Pada Proyek Tol Jakarta-Cikampek Jilid Ii Elevated:
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2021). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi.
- Kholida, L., Kinanti, N. A., and Yoseva, P. B., 2020, Simulasi Model Resiko Pengendalian Pekerjaan Erection PCI Girder Proyek Pembangunan Jalan Tol Kunciran-Cengkareng: Rekayasa Sipil, v. 9, p. 59.
- Muhti Hairi, M. J., Handayani, E., and Dwiretnani, A., 2022, Evaluasi Risiko Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi Berdasarkan Permen PUPR NO. 10 Tahun 2021 pada Pekerjaan Konstruksi Jalan: Jurnal Talenta Sipil, v. 5, p. 361.
- Ni Kadek Sri Ebtha Yuni, I Nyoman Suardika, and I Wayan Sudiasa, 2021, Risiko K3 Pada Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Gedung Swasta: PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa, v. 10, p. 317–324.
- Nursanti, E., Sibut, Hutabarat, J., and Septiawan, A., 2018, Risk management in subsea pipelines construction project using Delphi method, FMECA, and continuous improvement: ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, v. 13, p. 3834–3838.
- Putri, K. N. R., 2020, Kajian Pelaksanaan Perbaikan Berkelanjutan Filosofi Kaizen pada Proyek

Konstruksi di Indonesia: Media Komunikasi Teknik Sipil, v. 26, p. 128–139.

Ramadhan Syahriadi, and Tenriajeng, A. T., 2020, Analisis Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Mutu Proyek Jalan Tol Dan Jembatan Pada Pt. Utama Karya Infrastruktur Di Kota Depok: Jurnal TESLINK : Teknik Sipil dan Lingkungan, v. 2, p. 18–28.

Rizqi, N. L., Utoyo, S., and Riskijah, S. S., 2024, Evaluasi Pelaksanaan K3 Proyek Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi 2 Dengan Metode Fmea, Fta Dan Domino: Jos-Mrk, v. 5, p. 53–59.

Sunarto, and Wahito Nugroho, H. S., 2020, Pareto Analysis Pocket Guide: 1–60 p.

Syahbowo, A. H., Sutjahjo, K. D., and Saputra, J., 2023, Pengaruh Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi Terhadap Pencegahan Kecelakaan Dan Penyakit Akibat Pekerjaan Konstruksi: Jurnal Teknik Sipil, v. 12, p. 132–139.

Wilmart R. Ferdinand, N. M., 2024, PERBANDINGAN IBPRP DAN HIRARC PADA PROYEK JALAN TOL ELEVATED: p. 317–330.

Yalina, F., and Sugiri, T., 2021, Pengaruh Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi Terhadap Kinerja Proyek Pembangunan Flyover (Studi Kasus: Flyover Sultan Agung Tanjung Karang): Techno-Socio Ekonomika, v. 14, p. 87–101.

Halaman ini dikosongkan