Volume 10, No. 1, Oktober 2026: 41 – 49

Jurnal Teknika
Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan

ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN (K3) PADA PEMBANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN *DECISION TREE ANALYSIS*

Jeremia Manurung
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: jeremiamanurung80136@gmail.com

Rudi Waluyo
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: rudiwaluyo@jts.upr.ac.id

Wita Kristiana
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: witakristiana@jts.upr.ac.id

Abstract: *Occupational Health and Safety (OHS) risks associated with building structural work require systematic management, as they have the potential to cause workplace accidents and disrupt project execution. This study aims to: identify potential failure modes in structural work, analyze risk levels using the FMEA method based on RPN value, and analyze alternative risk mitigation strategy recommendations using the Decision Tree Analysis method regarding the reduction of RPN. The study employs a predictive, quantitative-descriptive approach, utilizing a case study of the SDN Kalibata building construction project in Palangka Raya City. Data collection involved direct field observations, structured interviews, and the distribution of questionnaires to Site Engineers, Civil Inspectors, Site Supervisors, and executors. Identification results revealed 49 potential failure modes across rebar, formwork, and concrete pouring activities. FMEA analysis categorized the risks as follows: 9 in the "Very Much" category (RPN 100–500), 34 in the "Much" category (RPN 50–100), and 6 in the "Medium" category (RPN 10–50). The highest risk was identified in slab formwork operations, with an RPN of 158.84. DTA analysis indicated that the recommended mitigation strategies could potentially reduce RPN values for all dominant risks, with a maximum potential reduction of 143.84 points and a minimum of 86.38 points. The combination of FMEA and DTA proved to be an effective tool for managing OHS risks in building construction projects.*

Keywords: *Risk Analysis, Failure mode and Effect Analysis, Decision Tree Analysis*

Abstrak: *Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada pekerjaan struktur bangunan gedung perlu dikelola secara sistematis karena berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja dan mengganggu pelaksanaan proyek. Tujuan penelitian ini mencakup tiga hal mengidentifikasi potensi failure mode pada pekerjaan struktur, menganalisis tingkat risiko menggunakan metode FMEA berdasarkan RPN, dan menganalisis rekomendasi alternatif strategi mitigasi risiko menggunakan metode Decision Tree Analysis terhadap penurunan RPN. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bersifat prediktif dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Gedung SDN Kalibata Kota Palangka Raya. Pengumpulan data dilakukan lewat pengamatan langsung di lapangan, wawancara terstruktur, serta penyebaran kuesioner kepada Site Engineer, Inspektor Sipil, Pengawas Lapangan, dan Pelaksana. Hasil identifikasi menunjukkan terdapat 49 potensi failure mode pada pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran. Analisis FMEA menghasilkan 9 risiko kategori Very Much (RPN 100–500), 34 risiko kategori Much (RPN 50–100), dan 6 risiko kategori Medium (RPN 10–50). Risiko tertinggi ditemukan pada pekerjaan bekisting plat dengan nilai RPN sebesar 158,84. Analisis DTA menunjukkan bahwa strategi mitigasi yang direkomendasikan berpotensi menurunkan nilai RPN pada seluruh risiko dominan, dengan potensi penurunan terbesar sebesar 143,84 poin dan terkecil sebesar 86,38 poin. Perpaduan FMEA dan DTA terbukti dapat menjadi alat bantu dalam pengendalian risiko K3 pada proyek konstruksi bangunan gedung.*

Kata kunci: : Analisis risiko, *Failure mode and Effect Analysis*, *Decision Tree Analysis*

PENDAHULUAN

Pembangunan sektor konstruksi di Indonesia terus menunjukkan tren yang stabil. Berdasarkan data PDB Lapangan Usaha dari laju pertumbuhan kumulatif subsektor konstruksi tercatat sebesar 2,18% pada triwulan I, mengalami peningkatan menjadi 3,57% pada triwulan II, dan mengalami kenaikan menjadi 3,79% pada triwulan III (BPS, 2025). Pertumbuhan ini memberikan dampak positif bagi perekonomian nasional, di sisi lain juga memunculkan tantangan yang tidak kecil terhadap pengelolaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3), khususnya pada pekerjaan struktur gedung bertingkat.

Pekerjaan struktur gedung bertingkat memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi, terutama pada pekerjaan pondasi, sloof, kolom, balok, dan pelat lantai. Setiap tahapan pekerjaan dilakukan dengan intensitas kerja yang tinggi serta berada pada lingkungan kerja yang memiliki potensi bahaya. Aktivitas pembesian, pemasangan bekisting, dan pengecoran beton sering dilakukan pada area sempit, licin, dan berada di ketinggian. Kondisi tersebut meningkatkan potensi terjadinya kecelakaan kerja pada proyek konstruksi (Susilowati & Yono, 2021).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji risiko konstruksi dengan berbagai metode. Penelitian (Elwuar et al., 2026) menggunakan metode FMEA pada proyek pembangunan gudang unit motor yamaha, namun tidak melanjutkan ke tahap pengambilan keputusan mitigasi. Penelitian (Purnomo, 2021) mengombinasikan FMEA dan *Decision Tree Analysis* pada proyek *Art Centre* Garut, namun belum membahas terkait keselamatan dan kesehatan kerja. Penelitian (Yunofi, 2021) menggunakan FMEA pada proyek RSU di Malang tanpa menghasilkan keputusan mitigasi dan (Qammatasya, 2025) menerapkan metode FMEA dan *Decision Tree Analysis* pada gedung militer di Palangka Raya, namun berbeda konteks dengan proyek SDN Kalibata.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, masih terdapat ruang untuk mengkaji risiko K3 pada objek dan karakteristik proyek yang berbeda, karena kondisi proyek, lingkungan kerja, serta karakteristik aktivitas konstruksi dapat memengaruhi jenis dan tingkat risiko yang dihadapi. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan metode FMEA dan *Decision Tree Analysis* untuk menganalisis risiko K3 pada pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran.

Berdasarkan hasil observasi awal, pekerjaan struktur menyimpan beragam potensi bahaya yang dapat berdampak pada keselamatan dan kesehatan pekerja, mengingat aktivitasnya mencakup pekerjaan di ketinggian, penggunaan peralatan kerja, penanganan material, serta interaksi pekerja dengan lingkungan kerja, sehingga diperlukan analisis risiko secara sistematis untuk menentukan tingkat risiko dan langkah pengendalian yang tepat.

Metode FMEA diterapkan guna menetapkan urutan prioritas risiko, dengan mengacu pada nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang dihasilkan dari perkalian antara *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) (Fadila & Harahap, 2025). Risiko dengan nilai RPN tertinggi ditetapkan sebagai risiko dominan. Namun, metode FMEA hanya mampu menentukan prioritas risiko tanpa memberikan alternatif keputusan mitigasi terbaik. Oleh sebab itu, penelitian ini mengintegrasikan *Decision Tree Analysis* untuk menentukan alternatif rekomendasi strategi mitigasi yang paling efektif.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi *failure mode* pada pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran, menganalisis tingkat risiko berdasarkan nilai RPN menggunakan metode FMEA, serta menganalisis rekomendasi alternatif strategi mitigasi risiko menggunakan metode *Decision Tree Analysis* terhadap penurunan *Risk Priority Number* (RPN).

TINJAUAN PUSTAKA

Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada dasarnya merupakan rangkaian usaha untuk mewujudkan kondisi kerja yang aman dan nyaman sehingga produktivitas kerja dapat tercapai secara optimal. Risiko K3 dalam

pekerjaan konstruksi dapat berkaitan dengan tindakan tidak aman (*unsafe action*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*), yang juga dipengaruhi oleh faktor pengawasan, pengetahuan K3, komunikasi, dan penggunaan APD (Yaqub et al., 2022).

Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan pendekatan sistematis yang dipakai untuk mengenali, mengkaji, dan menilai kemungkinan kegagalan (failure modes) beserta dampaknya terhadap kinerja sistem. Dalam penelitian ini, FMEA berfungsi untuk mengukur besarnya tingkat risiko melalui tiga parameter, yakni *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Ketiga parameter ini kemudian dikalikan untuk memperoleh nilai RPN = S × O × D.

Decision Tree Analysis (DTA)

Decision Tree Analysis adalah metode pengambilan keputusan yang memvisualisasikan pilihan dan probabilitas hasil melalui struktur pohon keputusan. Dalam penelitian ini, *Decision Tree Analysis* diadaptasi dengan menggunakan nilai RPN sebagai pengganti nilai moneter. EMV yang dihasilkan berbasis RPN dari setiap alternatif mitigasi. Alternatif mitigasi terpilih adalah yang menghasilkan nilai EMV terkecil, mencerminkan tingkat risiko sisa *(residual risk)* paling rendah setelah penerapan mitigasi.

METODE PENELITIAN

Jenis Dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang bersifat prediktif dengan menjadikan proyek Pembangunan Gedung SDN Kalibata Kota Palangka Raya, sebagai studi kasus.

Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi pelaksanaan penelitian berada pada Pembangunan Gedung SDN Kalibata Kota Palangka Raya. Kegiatan penelitian berlangsung selama kurang lebih Oktober - Desember 2025

Gambar 1 Lokasi Pembangunan Gedung SDN Kalibata Kota Palangka Raya
Sumber : Google Earth, 2025

Data Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan jenis data primer. Data primer dihimpun langsung dari lapangan lewat pengamatan dan wawancara bersama responden, dengan maksud menggali potensi risiko yang sudah atau berpotensi terjadi pada pembangunan SDN Kalibata

Subjek Penelitian

Responden penelitian berjumlah 4 orang yang dipilih berdasarkan kompetensi, pengalaman kerja, serta keterlibatan langsung dalam pekerjaan struktur pada proyek yang diteliti. Responden terdiri atas *Site Engineer* dan Inspektor Sipil dari pihak konsultan pengawas, serta pengawas lapangan dan pelaksana dari pihak kontraktor pelaksana. Pemilihan responden dari kedua pihak tersebut dilakukan untuk memperoleh penilaian risiko dari pengawasan dan pelaksanaan pekerjaan struktur. Seluruh responden memiliki pengalaman kerja yang relevan dengan pekerjaan konstruksi, dengan pengalaman kerja berkisar antara 5 hingga 8 tahun.

Teknik Analisa Data

Penelitian ini menggunakan teknis analisis data menggunakan Metode FMEA dan *Decision Tree Analysis*. Langkah-langkah penerapannya sebagai berikut:

1. Identifikasi *Potensi Failure mode* atau risiko berdasarkan berpotensi terjadi pada kondisi proyek.
2. Penilaian terhadap 3 parameter yaitu menggunakan FMEA berupa *severity* (S), *occurance* (O), dan *detection (D)*
3. Menghitung nilai rata-rata S, O, dan D dari keempat responden, kemudian menghitung nilai RPN dengan rumus RPN = S × O × D.
4. Mengelompokkan seluruh RPN ke dalam kategori tingkat risiko berdasarkan Tabel 1. *Failure mode* dengan kategori *Very*

Much dan *Infinitely Many* ditetapkan sebagai risiko dominan yang akan dianalisis menggunakan DTA.

5. Menyusun alternatif strategi mitigasi untuk setiap risiko dominan, kemudian melakukan penilaian ulang terhadap parameter S, O, dan D oleh responden sehingga diperoleh nilai RPN mitigasi (RPN baru).
6. Analisis Data *Decision Tree Analysis* Menggunakan *Software QM Windows*

Tabel 1. Penentuan Kategori Risiko

Category Level		*RPN Value*	*Actions*
	Minor	0-1	*Acceptable*
	Very Little	1-5	*Actions should be taken within less than a year*
	Low	5-10	*Actions should be completed within less than 3 months*
	Medium	10-50	*Actions should be completed within less than a months*
	Much	50-100	*Actions should be completed within less than a week*
	Very Much	100-500	*Actions should be completed within less than a day*
	Infinitely Many	500-1000	*Actions must be taken quickly (immediately)*

Sumber: (Jaddi Madarsara et al., 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi *Failure Mode*

Berdasarkan hasil identifikasi diperoleh 49 potensi *failure mode* pada pekerjaan struktur pembangunan Gedung SDN Kalibata Kota Palangka Raya. Potensi risiko tersebut mencakup berbagai aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang berpeluang timbul sepanjang berlangsungnya pekerjaan struktur.

Potensi *failure mode* yang teridentifikasi mencakup pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran pada elemen pekerjaan struktur. Selanjutnya, seluruh *failure mode* yang telah teridentifikasi dianalisis menggunakan metode metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk menentukan nilai *risk priority number* (RPN). Hasil analisis tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat prioritas risiko K3 sehingga risiko yang memerlukan penanganan lebih lanjut. Penilaian dilakukan oleh empat responden yang terdiri atas *Site Engineer*, Inspektor Sipil, Pengawas lapangan, dan Pelaksana.

Penilaian terhadap setiap *failure mode* dilakukan dengan mengacu pada tiga parameter, yaitu *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D), yang masing-masing menggunakan skala 1 sampai 10. Adapun kriteria penilaian FMEA yang digunakan ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 2 Skala Penilaian FMEA

No	*Effect*	*Occurrance*	*Detection*
1	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	Sangat tinggi dan tak bisa dihindari	Hampir Pasti
2	Dampak ringan (individu masih dapat ikut dalam aktivitas)		Sangat Tinggi
3		Tinggi dan sering terjadi	Tinggi
4	Dampak sedang (individu hanya 1 - 2 hari tidak ikut beraktivitas)		Agak Tinggi
5		Sedang dan kadang terjadi	Sedang
6	Dampak serius (individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas)		Rendah
7		Rendah dan relatif jarang terjadi	Sangat Rendah
8	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu		Jarang
9		Sangat rendah dan hampir tidak pernah terjadi	Sangat Jarang
10			Hampir tidak terjadi

Sumber: (Wang et al., 2009); (Sugiyarto et al., 2024)

Hasil Analisis Metode *Failure Mode And Effect Analysis*

Berdasarkan hasil penilaian menggunakan metode *failure mode and effect analysis* dan pengelompokkan risiko didapat 9 Risiko dengan kategori *"Very Much"*, 34 Risiko dengan kategori *"Much"* dan 6 risiko dengan kategori *"Medium"*.

Tabel 3. Potensi *Failure Mode* Dominan Berdasarkan Penilaian FMEA

NO	Pekerjaan	*Potensi Failure Mode*	RPN
1.	Bekisting Plat	Pukulan bekisting terjadi di area kerja saat pemasangan bekisting plat lantai	158,84
2.	Bekisting Kolom	Kondisi pekerja di ketinggian pada pemasangan bekisting kolom lantai 2 tidak stabil	148,5
3.	Pembesian Kolom	Kondisi pekerja di ketinggian pada pembesian kolom lantai 2 tidak stabil	140,47
4.	Pembesian Plat	Pekerja terpapar suhu lingkungan yang tinggi selama pekerjaan pembesian plat lantai	140,16
5.	Pengecoran Plat	Aktivitas pengecoran plat lantai menghasilkan percikan material beton	126,56
6.	Pengecoran Balok	Kondisi pekerja pada proses perakitan tulangan balok tidak stabil	124,61
7.	Pembesian Sloof	Posisi kerja tidak ergonomis pada pekerjaan pembesian sloof	114,84
8	Pengecoran Balok	Pekerja terpeleset atau jatuh saat pengecoran balok akibat area kerja licin dan pijakan tidak aman	112,50
9	Pengecoran pondasi	Permukaan kerja licin pada pekerjaan pengecoran pondasi	102,38

Berdasarkan Tabel 3 Risiko atau *failure mode* dominan tertinggi ditemukan pada pekerjaan bekisting plat lantai dengan nilai RPN sebesar 158,84. Risiko tersebut disebabkan oleh tingginya intensitas aktivitas pemukulan bekisting yang menghasilkan kebisingan tinggi di area kerja.

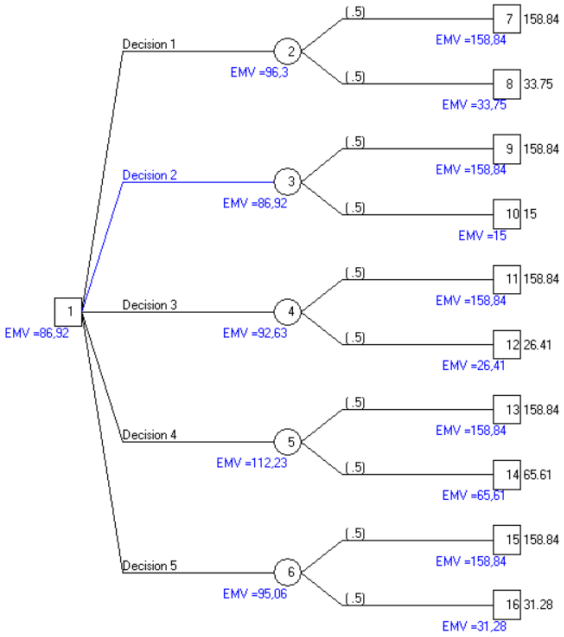
Hasil Analisis Metode *Decision Tree Analysis*

Metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) yang telah diterapkan menghasilkan 9 indikator risiko dominan pada kategori *Very Much*. Risiko-risiko tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *decision tree analysis* (DTA) untuk menentukan rekomendasi alternatif strategi mitigasi yang paling efektif dalam menurunkan tingkat risiko.

Pada setiap indikator risiko dominan disusun beberapa alternatif atau rekomendasi strategi mitigasi. Selanjutnya dilakukan penilaian ulang terhadap parameter *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) untuk memperoleh nilai RPN mitigasi atau RPN baru.

Analisis *Decision Tree Analysis* dilakukan dengan menghitung nilai *expected monetary value* (EMV) dari masing-masing alternatif mitigasi. Dalam penelitian ini, probabilitas tiap cabang diasumsikan sebesar 0,5 atau 50% karena tidak tersedia data historis yang dapat digunakan untuk menentukan probabilitas aktual implementasi mitigasi. Asumsi tersebut digunakan agar perbandingan antara alternatif dapat dilakukan secara konsisten. Alternatif mitigasi dengan nilai EMV terkecil dipilih sebagai rekomendasi alternatif strategi mitigasi terbaik karena dianggap memberikan tingkat risiko yang paling rendah.

Sebagai ilustrasi penerapan metode tersebut, Gambar 2 menyajikan hasil analisis *decision tree analysis* pada risiko pukulan bekisting plat lantai (RPN awal = 158,84), yang diolah menggunakan *software QM for Windows*, sebagai representasi proses analisis yang diterapkan secara konsisten pada seluruh risiko dominan lainnya.



Gambar 2. Hasil *Software QM Windows*

Berdasarkan Gambar 2, diperoleh lima alternatif keputusan (*decision*) yang masing-masing memiliki dua kemungkinan cabang hasil, yaitu kondisi risiko dengan RPN awal dan kondisi risiko RPN mitigasi atau RPN Baru, dengan probabilitas masing-masing cabang sebesar 0,5. Nilai EMV pada setiap *decision* dihitung sebagai jumlah dari perkalian probabilitas dan nilai RPN pada kedua cabang tersebut, sehingga mencerminkan tingkat risiko ekspektasi yang mempertimbangkan baik skenario mitigasi berhasil maupun belum diterapkan. Dari kelima alternatif, *decision* 2 yaitu mengoptimalkan sambungan bekisting pelat menggunakan sekrup, klem atau baut menghasilkan nilai EMV terkecil, yaitu 86,92, karena kombinasi RPN awal (158,84) dan RPN mitigasi atau RPN Baru (15) pada cabang ini memberikan rata-rata terbobot yang paling rendah dibandingkan keempat alternatif lainnya. Nilai EMV yang rendah ini menunjukkan bahwa alternatif mitigasi tersebut memiliki potensi paling besar dalam menurunkan tingkat risiko sisa (*residual risk*), sehingga dipilih sebagai rekomendasi strategi mitigasi terbaik untuk risiko pukulan bekisting plat lantai. Pola analisis yang sama diterapkan pada kedelapan risiko dominan lainnya, dengan hasil akhir direkapitulasi terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Analisis *Decision Tree Analysis* terhadap Potensi Penurunan Nilai RPN

No	Rekomendasi Alternatif Strategi Mitigasi Terpilih Berdasarkan *Decision Tree Analysis*	RPN Awal	RPN Baru	Potensi Penurunan RPN
1	Mengoptimalkan metode penyambungan bekisting pelat multipleks menggunakan sekrup, klem, atau baut pada titik sambungan sesuai dengan kebutuhan untuk mengurangi pemukulan berulang selama proses pemasangan sehingga potensi kebisingan dapat diminimalkan.	158,84	15	143,84
2	Mewajibkan penggunaan *full body harness* dengan *double lanyard* yang terhubung ke *anchor point* atau *lifeline*	148,50	21	127,5
3	Mewajibkan penggunaan *full body harness* dengan *double lanyard* yang terhubung ke *anchor point* atau *lifeline*	140,47	17,25	123,22
4	Mewajibkan pekerja menggunakan pakaian kerja lengan panjang berbahan menyerap keringat, topi pelindung di bawah helm *(inner cap)*, dan penutup leher	140,16	30	110,16
5	Mewajibkan penggunaan APD lengkap seperti *safety goggles*, helm, sarung tangan, dan sepatu *safety*.	126,56	24,06	102,5
6	Melakukan pemeriksaan perancah sebelum pekerjaan dimulai untuk memastikan keamanan struktur, kelurusan rangka, serta kekokohan tumpuan terhadap permukaan lantai kerja.	124,61	18	106,61

7	Menggunakan alat pengikat besi otomatis untuk mengurangi aktivitas membungkuk dan gerakan berulang.	114,84	12,50	102,34
8	Melakukan pemeriksaan area kerja dan kestabilan pijakan sebelum pengecoran dimulai termasuk uji kestabilan papan pijakan dan pemberian tanda visual	112,50	21,88	90,63
9	Menyediakan jalur khusus berupa papan pijakan bagi pekerja selama pengecoran pondasi.	102,38	16	86,38

Pembahasan

Penerapan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) pada penelitian ini menghasilkan 49 indikator risiko yang relevan dengan pekerjaan struktur pembangunan Gedung SDN Kalibata Kota Palangka Raya. Dari keseluruhan risiko yang teridentifikasi, terdapat 9 risiko dominan yang termasuk dalam kategori *Very Much* berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN). Risiko-risiko tersebut berasal dari pekerjaan bekisting, pembesian, dan pengecoran yang memiliki potensi dampak signifikan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja pekerja konstruksi.

Risiko dominan tertinggi ditemukan pada pekerjaan Bekisting Plat dengan nilai RPN sebesar 158,84. *Failure mode* pada pekerjaan ini berupa pukulan bekisting saat pemasangan bekisting plat lantai akibat aktivitas pemukulan material bekisting secara berulang. Pukulan bekisting yang melebihi ambang batas dapat mengganggu komunikasi antarpekerja, mengurangi konsentrasi kerja, serta meningkatkan potensi kecelakaan akibat sinyal peringatan yang tidak terdengar dengan baik. Selain itu, paparan kebisingan dalam jangka panjang berpotensi menyebabkan gangguan pendengaran pada pekerja. Tingginya nilai *occurrence* dan *detection* mengindikasikan bahwa risiko ini memiliki peluang kejadian yang tinggi serta tingkat keterdeteksian yang rendah, sehingga berpotensi meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja apabila tidak dilakukan pengendalian yang memadai.

Risiko berikutnya ditemukan pada pekerjaan Bekisting Kolom (RPN 148,50) dan Pembesian Kolom (RPN 140,47) yang berkaitan dengan aktivitas kerja di ketinggian pada lantai dua. mengakibatkan cedera serius hingga fatal. Hasil ini memperkuat hasil penelitian (Yunofi, 2021) bahwa aktivitas pekerjaan struktur pada area ketinggian memiliki tingkat risiko yang tinggi. Meskipun objek penelitian (Yunofi, 2021) berada pada pekerjaan balok dan pelat lantai, kesamaan jenis bahaya menunjukkan bahwa risiko jatuh dari ketinggian merupakan risiko yang umum terjadi pada pekerjaan struktur bangunan dan memerlukan pengendalian yang memadai.

Pada pekerjaan Pembesian Plat diperoleh nilai RPN sebesar 140,16 dengan *failure mode* berupa paparan suhu lingkungan yang tinggi. Kondisi ini dipengaruhi oleh lokasi pekerjaan yang berada pada area terbuka dan terpapar langsung sinar matahari. Paparan panas yang berlangsung secara terus-menerus dapat menyebabkan dehidrasi, kelelahan kerja, penurunan konsentrasi, hingga *heat stress* yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Kondisi tersebut serupa dengan penelitian (Qammatasya, 2025) yang menyimpulkan bahwa paparan panas lingkungan merupakan salah satu risiko dominan pada pekerjaan gedung bertingkat.

Risiko dominan lainnya ditemukan pada pekerjaan Pengecoran Plat dengan nilai RPN sebesar 126,56. Risiko ini berasal dari percikan material beton yang dapat mengenai mata, kulit, maupun anggota tubuh lainnya apabila pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri secara lengkap. Selain menyebabkan iritasi, paparan material beton juga dapat menimbulkan cedera yang mempengaruhi produktivitas pekerja. Kesesuaian ini juga tampak pada penelitian (Qammatasya, 2025) yang menemukan bahwa percikan material beton termasuk salah satu risiko utama pada pekerjaan pembangunan gedung.

Pada pekerjaan Pembesian Balok diperoleh nilai RPN sebesar 124,61 dengan *failure mode* berupa Kondisi pekerja pada proses perakitan tulangan balok tidak stabil. Risiko ini dapat menyebabkan pekerja kehilangan keseimbangan saat melakukan pemasangan tulangan sehingga berpotensi menimbulkan cedera serius hingga fatal. Sementara itu, pekerjaan Pembesian Sloof memiliki nilai RPN sebesar 114,84 yang

berkaitan dengan posisi kerja yang tidak ergonomis. Aktivitas kerja yang dilakukan dalam posisi membungkuk atau jongkok dalam waktu yang berlebihan dapat menyebabkan gangguan *muskuloskeletal*, nyeri punggung, serta kelelahan otot yang berdampak pada kesehatan pekerja dan kualitas pekerjaan.

Pada pekerjaan Pengecoran Balok diperoleh nilai RPN sebesar 112,50 dengan risiko berupa area kerja yang licin dan pijakan yang tidak aman. Kondisi tersebut meningkatkan kemungkinan pekerja terpeleset atau terjatuh selama proses pengecoran berlangsung. Hal ini sejalan pula dengan hasil kajian (Mufiq & Huda, 2020) yang menyebutkan bahwa risiko terpeleset pada area pengecoran merupakan salah satu risiko yang sering muncul pada pekerjaan struktur bangunan gedung.

Risiko dominan terakhir ditemukan pada pekerjaan Pengecoran Pondasi dengan nilai RPN sebesar 102,38, disebabkan oleh permukaan kerja yang licin akibat tumpahan air, lumpur, maupun material beton pada area pengecoran. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan pekerja terpeleset dan mengalami cedera. Sejalan dengan itu (Mufiq & Huda, 2020) dalam penelitiannya turut menegaskan bahwa risiko terpeleset pada area pengecoran termasuk dalam kelompok risiko dengan tingkat keparahan yang tinggi karena dapat menimbulkan cedera serius bagi pekerja. Risiko ini menutup daftar 9 risiko dominan yang seluruhnya berada pada kategori *Very Much.*

Selanjutnya, kesembilan risiko dominan tersebut dianalisis menggunakan metode *decision tree analysis* (DTA) untuk menentukan alternatif strategi mitigasi yang paling efektif. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai *expected monetary value* (EMV) dari setiap alternatif mitigasi yang diusulkan. Alternatif mitigasi dengan nilai EMV terkecil dipilih sebagai rekomendasi pengendalian risiko karena dinilai memiliki potensi paling besar dalam menurunkan tingkat risiko.

Hasil analisis *decision tree analysis* menunjukkan bahwa strategi mitigasi yang diusulkan berpotensi menurunkan RPN pada seluruh risiko dominan. Penurunan RPN terbesar diperkirakan terjadi pada risiko kebisingan tinggi saat pemasangan bekisting plat dengan selisih sebesar 143,84 poin. Sementara itu, penurunan terkecil diperkirakan terjadi pada risiko permukaan kerja licin pada pekerjaan pengecoran pondasi dengan selisih sebesar 86,38 poin. Hasil tersebut menunjukkan bahwa strategi mitigasi yang direkomendasikan memiliki potensi untuk meningkatkan pengendalian risiko pada pekerjaan struktur bangunan gedung.

Pada umumnya, rekomendasi strategi mitigasi lebih banyak berbentuk pengendalian teknis *(engineering control),* penyempurnaan metode kerja, serta pemakaian alat pelindung diri *(personal protective equipment)*. Berdasarkan hasil analisis, kombinasi metode FMEA dan *decision tree analysis* dapat digunakan secara efektif untuk mengidentifikasi risiko prioritas sekaligus menentukan alternatif mitigasi yang paling sesuai sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengendalian risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada proyek konstruksi gedung.

Kesimpulan

Merujuk pada hasil analisis risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada pekerjaan struktur Proyek Pembangunan Gedung SDN Kalibata Kota Palangka Raya dengan metode FMEA dan DTA, dapat disimpulkan :

1. Hasil identifikasi menunjukkan terdapat 49 potensi *failure mode* pada pekerjaan struktur yang meliputi pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran pada elemen pekerjaan struktur.
2. Hasil analisis menggunakan metode FMEA menunjukkan bahwa dari 49 potensi *failure mode* yang teridentifikasi, terdapat 9 risiko *failure mode* yang termasuk dalam kategori *Very Much*, 34 risiko berada pada kategori "*Much*", serta 6 risiko lainnya masuk dalam kategori "*Medium*"
3. Hasil analisis menggunakan metode DTA menunjukkan strategi mitigasi yang direkomendasikan secara prediktif menunjukkan potensi penurunan nilai RPN pada seluruh risiko dominan. Potensi penurunan RPN terbesar terdapat pada *failure mode* pukulan bekisting terjadi di area kerja saat pemasangan bekisting plat lantai sebesar 143,84 poin, sedangkan potensi penurunan RPN terkecil terdapat pada *failure mode*

permukaan kerja licin pada pekerjaan pengecoran pondasi sebesar 86,38 poin. Hasil tersebut merupakan prediksi berdasarkan penilaian responden dan belum didasarkan pada implementasi serta evaluasi aktual strategi mitigasi di lapangan.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data probabilitas keberhasilan dan kegagalan mitigasi yang diperoleh dari data historis proyek atau pendapat pakar yang lebih luas sehingga hasil *decision tree analysis* dapat menggambarkan kondisi yang lebih realistis dan Penelitian selanjutnya disarankan melakukan penerapan dan evaluasi langsung terhadap strategi mitigasi yang direkomendasikan, karena nilai RPN mitigasi atau baru merupakan usulan atau rekomendasi mitigasi pada penelitian ini masih berdasarkan penilaian responden terhadap kondisi apabila strategi mitigasi diterapkan dan belum mencerminkan hasil implementasi aktual di lapangan.

Daftar Pustaka

BPS. (2025). *Badan Pusat Statistik*. Bps.Com. https://www.bps.go.id/id

Elwuar, I., Serang, R., & Abdin, M. (2026). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Gudang Unit Motor Yamaha PT.Hasjrat Abadi. *JUrnal Media Akademik (JMA)*, *4*(8). https://doi.org/10.62281

Fadila, N., & Harahap, D. S. (2025). Analisis Majemen Risiko Biaya Dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Pada Proyek Pembangunan Laboratorium Pengujian Produk Dan Pemeriksaan Penyakit Hewan. *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, *4*(2), 144–146.

Jaddi Madarsara, T., Yari, S., & Saeidabadi, H. (2019). Health and Safety Risk Assessment Using a Combined FMEA and JSA Method in a Manufacturing Company. *Asian Pacific Journal of Environment and Cancer*, *2*(1), 63–68. https://doi.org/10.31557/apjec.2019.2.1.63-68

Mufiq, M., & Huda, M. (2020). Risk Assesment Kecelakaan Kerja Pekerjaan Struktur Bangunan Mall dan Apartemen Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, *8*, 045–056.

Purnomo, C. C. (2021). Analisis Risiko Pekerjaan Struktur dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Decision Tree (Studi Kasus Proyek Pembangunan Pusat Seni, Art Centre Garut). *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan Dan Sipil*, *7*(2), 33–38. http://repository.uki.ac.id/6809/

Qammatasya, N. (2025). *Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi dengan Failure Mode and Effects Analysis dan Decision Tree pada Bangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus: Gedung A Makodam Provinsi Kalimantan Tengah)*. Universitas Palangka Raya.

Sugiyarto, Harianto, D., & Patticia, E. (2024). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada Departemen Sewing PT LPW. *Jurnal Tekstil (JUTE)*, *7*(1), 27–36.

Susilowati, S., & Yono, A. T. (2021). Analisa Nilai Risiko K3 Konstruksi Stuktur Bawah Pada Pembangunan the Bay Apartement Bandar Lampung. *Jurnal Teknik Sipil*, *12*(2), 55. https://doi.org/10.36448/jts.v12i2.2245

Wang, Y., Chin, K., Ka, G., Poon, K., & Yang, J. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert Systems With Applications*, *36*(2), 1195–1207. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.028

Yaqub, M., Yuliati, & Solulipu, M. (2022). Faktor Yang Berhubungan Tindakan Tidak Aman Pada Pekerja Konstruksi Pembangunan Rumah Sakit Raudah Makassar. *Window of Public Health Journal*, *3*(5), 934–944.

Yunofi, R. F. (2021). *Analisis Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Konstruksi Gedung dengan Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis) Studi Kasus: Proyek Gedung Rumah Sakit Umum BRI Husada Medika Malang*. Universitas Brawijaya.