

GAMBARAN PENERAPAN KESELAMATAN PERANCAH (SCAFFOLDING) PADA PEKERJA DI KETINGGIAN: LITERATURE REVIEW

Muhamad Revo Ibnu Huddi¹, Dihartawan²

Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat,
Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email: revo100603@gmail.com

ABSTRAK

Scaffolding atau perancah adalah salah satu peralatan utama yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi, terutama untuk aktivitas yang dilakukan di ketinggian. Perancah tidak hanya berfungsi sebagai tempat kerja sementara, tetapi juga sebagai sarana penting untuk mengendalikan risiko dan memastikan keselamatan tenaga kerja. Metode: Penelitian ini menggunakan *literature review* dengan meninjau berbagai sumber ilmiah dari jurnal yang relevan dari tahun 2023 hingga 2025 ditinjau melalui berbagai basis data dengan menggunakan kata kunci tertentu, menelaah 8 artikel jurnal ilmiah yang membahas gambaran penerapan keselamatan dan kesehatan saat bekerja menggunakan *scaffolding*. Hasil: review menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* yang aman memerlukan integrasi dari empat komponen utama: kompetensi pekerja, inspeksi teknis, desain peralatan yang sesuai standar, dan teknologi pendukung. Kesimpulan: *Literature Review* ini menyimpulkan bahwa penerapan *scaffolding* yang aman dalam pekerjaan di ketinggian sangat ditentukan oleh sinergi dari empat elemen kunci: kompetensi pekerja, inspeksi teknis yang rutin, desain *scaffolding* yang sesuai standar keselamatan, serta pemanfaatan teknologi modern.

Kata Kunci: Keamanan Perancah, Bekerja di Ketinggian, Keselamatan Kerja

ABSTRACT

Scaffolding is one of the main tools used in construction work, especially for activities performed at heights. Scaffolding not only serves as a temporary workplace but also as an important means to control risks and ensure the safety of the workforce. Method: This study uses a literature review by examining various scientific sources from relevant journals from the years 2023 to 2025, reviewed through various databases using specific keywords, analyzing 8 scientific journal articles that discuss the implementation of safety and health at work using scaffolding. Results: The review shows that the safe implementation of scaffolding requires the integration of four main components: worker competence, technical inspection, equipment design that meets standards, and supporting technology. Conclusion: This Literature Review concludes that the safe application of scaffolding in work at heights is greatly determined by the synergy of four key elements: worker competence, routine technical inspections, scaffolding design that meets safety standards, and

Article History

Received: January 2026

Reviewed: January 2026

Published: January 2026

Plagirism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Nutricia.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

the utilization of modern technology.

Keywords: *Scaffolding Safety, Work At Height, Occupational Safety*

PENDAHULUAN

Keselamatan kerja merupakan elemen penting dalam sektor industri dan konstruksi yang bertujuan melindungi pekerja dari potensi kecelakaan dan penyakit akibat aktivitas kerja. Tempat kerja yang tidak aman dapat menimbulkan kerugian besar, baik dari sisi ekonomi maupun psikologis, bagi individu maupun perusahaan. Berdasarkan data dari *International Labour Organization* (ILO), sekitar 2,78 juta pekerja di seluruh dunia kehilangan nyawa setiap tahunnya akibat kecelakaan kerja atau penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan. Selain itu, terdapat lebih dari 374 juta kasus cedera non-fatal yang terjadi setiap tahun, yang berdampak pada hilangnya jam kerja dan meningkatnya biaya kompensasi. Oleh karena itu, penting untuk memperkuat budaya keselamatan kerja dan menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) secara menyeluruh. Implementasi keselamatan kerja yang terstruktur dapat meminimalkan risiko, meningkatkan efisiensi kerja, dan menciptakan lingkungan kerja yang aman serta berkelanjutan (1).

Scaffolding atau perancah adalah salah satu peralatan utama yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi, terutama untuk aktivitas yang dilakukan di ketinggian. Perancah tidak hanya berfungsi sebagai tempat kerja sementara, tetapi juga sebagai sarana penting untuk mengendalikan risiko dan memastikan keselamatan tenaga kerja. Untuk itu, struktur *scaffolding* harus memenuhi persyaratan teknis yang ketat, memiliki kekuatan yang memadai, dan dilengkapi dengan komponen keselamatan seperti pegangan tangan (*handrail*), papan pengaman (*toe board*), serta platform yang kokoh dan aman. Di banyak negara, penggunaan *scaffolding* telah diatur secara tegas oleh otoritas keselamatan kerja guna mencegah insiden akibat kerusakan atau kesalahan penggunaan. Namun demikian, pelanggaran terhadap prosedur standar dalam desain, pemasangan, maupun pemeriksaan berkala masih sering terjadi di lapangan. Kondisi ini menjadikan *scaffolding* sebagai salah satu aspek paling krusial dalam penerapan sistem keselamatan kerja pada proyek konstruksi (2).

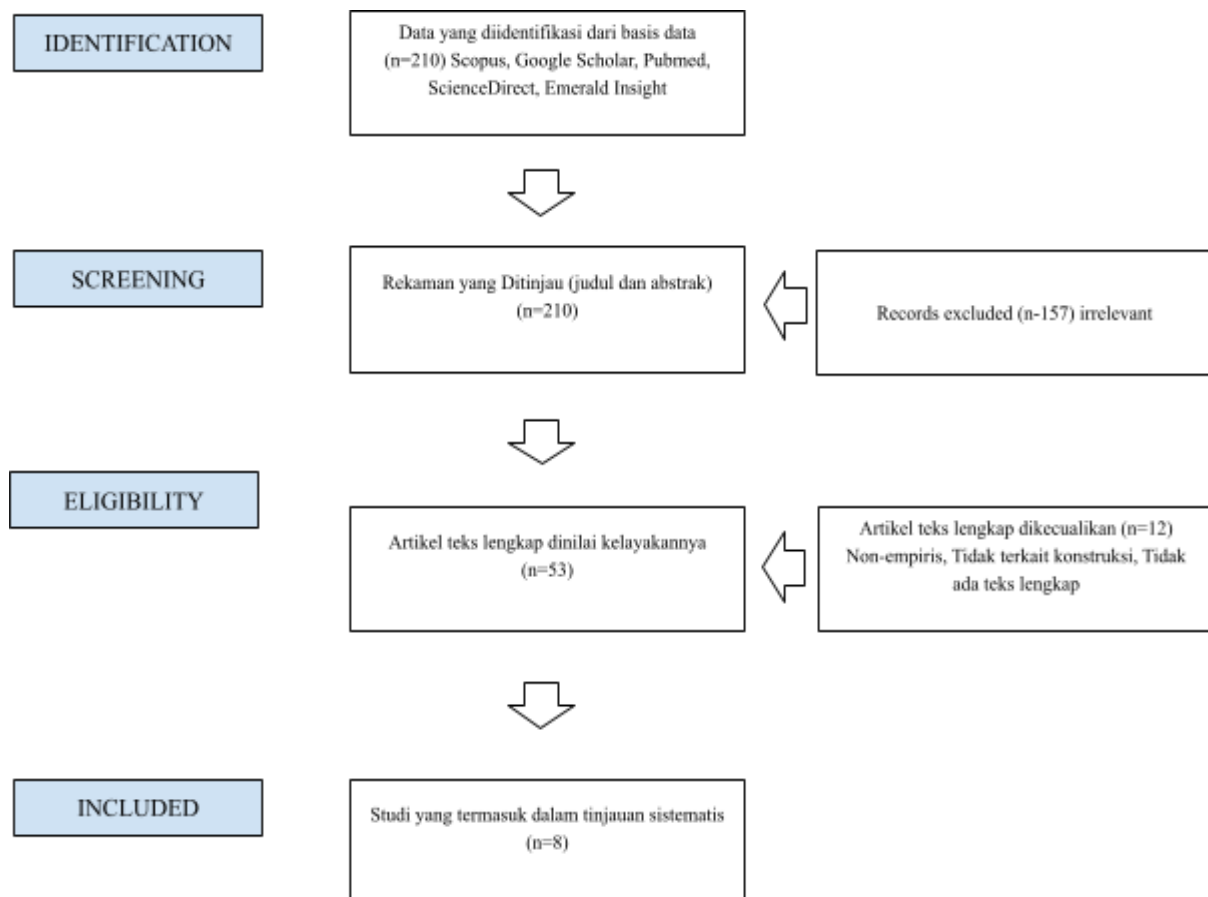
Pada tahun 2021, jumlah kecelakaan kerja di Indonesia tercatat sebanyak 234.270 kasus, meningkat sebesar 5,65% dibandingkan tahun sebelumnya yang mencapai 221.740 kasus. Salah satu sektor dengan risiko kecelakaan kerja tertinggi adalah konstruksi, khususnya insiden jatuh dari ketinggian. Beberapa potensi bahaya yang sering ditemukan di area kerja pada ketinggian meliputi risiko terjatuh, terpeleset, tersandung, serta tertimpa benda dari atas. Pekerjaan yang berkaitan dengan penggunaan *scaffolding* merupakan salah satu aktivitas yang paling sering mengalami kecelakaan kerja di ketinggian. BPJS Ketenagakerjaan juga mengungkapkan bahwa sebanyak 34,43% penyebab kecelakaan kerja disebabkan oleh kegiatan yang tidak aman, 32,12% disebabkan oleh pekerja yang tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), dan 32,25% disebabkan oleh kondisi lingkungan kerja yang berbahaya (3).

Berdasarkan tinjauan di awal bahwa bekerja di ketinggian menggunakan *scaffolding* memiliki banyak resiko yang dapat merugikan baik dalam segi materil maupun nyawa. Mengingat adanya resiko yang dapat ditimbulkan saat bekerja menggunakan *scaffolding*, tinjauan *literatur* yang sistematis diperlukan untuk memetakan pengetahuan yang ada dan mengidentifikasi bidang-bidang yang memerlukan penelitian lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis *literatur* yang tersedia secara sistematis tentang gambaran penerapan keselamatan dan kesehatan saat bekerja menggunakan *scaffolding*. Melalui penelitian ini, kami berharap dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai gambaran penerapan keselamatan dan kesehatan saat bekerja menggunakan *scaffolding*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* sistematis berbasis pendekatan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) untuk mengkaji penerapan *scaffolding* dalam keselamatan kerja di ketinggian. Pendekatan ini dipilih karena mampu menyaring dan mensintesis literatur secara terstruktur, transparan, dan objektif. Penelusuran artikel dilakukan melalui lima basis data bereputasi, yaitu Scopus, Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan Emerald Insight. Pemilihan database ini bertujuan menjaring artikel lintas disiplin yang relevan dengan isu keselamatan kerja, khususnya dalam konteks *scaffolding*. Pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci seperti “*Scaffolding Safety*”, “*Work At Height*”, “*Occupational Safety*”. Artikel yang diperoleh diseleksi secara sistematis untuk menghindari duplikasi dan memastikan keterkaitannya dengan fokus penelitian.

Gambar 1. Diagram Alir PRISMA Proses Seleksi Artikel pada Literature Review Sistematis Penerapan Scaffolding dalam Keselamatan Kerja di Ketinggian.



Sebanyak 210 catatan diidentifikasi dari lima basis data elektronik. Semua catatan disaring berdasarkan judul dan abstrak, yang menghasilkan pengecualian 157 studi yang tidak relevan. Lima puluh tiga artikel teks lengkap dinilai kelayakannya, di mana 12 di antaranya dikecualikan karena bukan studi empiris, tidak terkait dengan sektor konstruksi, atau tidak tersedia dalam teks lengkap. Akhirnya, delapan studi dimasukkan dalam tinjauan sistematis.

Kriteria inklusi dalam studi ini mencakup artikel yang dipublikasikan antara tahun 2023 hingga 2025, telah melalui proses *peer-review*, dan membahas topik *scaffolding*, keselamatan kerja di ketinggian, pelatihan, inspeksi, atau teknologi terkait. Sementara itu, artikel yang bersifat non-empiris, tidak tersedia dalam *full-text*, atau tidak berkaitan langsung dengan

sektor konstruksi dikeluarkan dari analisis. Proses seleksi mengikuti empat tahap PRISMA, yaitu identifikasi (210 artikel ditemukan), penyaringan awal (53 artikel dipilih berdasarkan judul dan abstrak), penilaian kelayakan (20 artikel dibaca penuh), dan akhirnya, 8 artikel terpilih untuk dianalisis lebih lanjut. Artikel terpilih berasal dari berbagai konteks geografis seperti Malaysia, Indonesia, Amerika Serikat, dan Eropa, serta mencakup berbagai tema, mulai dari desain teknis *scaffolding*, pelatihan keselamatan, hingga adopsi teknologi seperti BIM dan wearable devices.

HASIL

Dari hasil seleksi sistematis terhadap 210 artikel awal, sebanyak 8 artikel ilmiah terpilih dan dianalisis mendalam. Artikel-artikel ini berasal dari berbagai negara termasuk Malaysia, Indonesia, Kroasia, Pakistan, dan Tiongkok, dengan pendekatan penelitian yang beragam, mulai dari studi kuantitatif, observasional, hingga integrasi teknologi berbasis AI dan media visual. Temuan dari masing-masing studi telah diklasifikasikan ke dalam tema besar untuk memudahkan analisis dan sintesis hasil.

Tabel 1. Hasil Gambaran Penerapan Keselamatan Perancah Pada Pekerja Di Ketinggian

Variabel	Hasil Penelitian
Judul: <i>Safety and Health Cost Components for Scaffolding Works in Construction Projects</i> Peneliti: Mohd Saidin Misnan, Sarajul Fikri Mohamed, Zuhaili Mohamad Ramly, Fara Diva Mustapa, Georgenia Bonggi Negara: Malaysia Metode: Studi Kuantitatif Tahun: September 2024	Biaya perencanaan dan pelaksanaan sangat penting untuk kebutuhan aktivitas keselamatan dan kesehatan untuk pekerjaan perancah dengan tujuan agar persyaratan keselamatan dapat tercapai, dan risiko keselamatan dapat dikurangi (4).
Judul: <i>Opasnosti i potrebnosti mjere za sigurnost pri radu na gradjevinskim skelama</i> Peneliti: Vidaković, Jurić Negara: Kroasia Metode: Studi Deskriptif Tahun: September 2024	Undang-undang dan peraturan di Kroasia mendefinisikan dengan baik ruang lingkup keselamatan kerja, tetapi lingkup keselamatan kerja, tetapi alih-alih berusaha lebih keras untuk mengambil tindakan tambahan untuk mengurangi risiko terkait scaffolding (seperti di beberapa negara yang lebih maju), peraturan yang ada sering diabaikan dalam praktik. Mengingat bahwa jatuh biasanya terjadi jika peralatan kerja tidak dalam kondisi baik atau tidak digunakan dengan benar, perlu untuk meningkatkan tingkat pengetahuan dan keterampilan pekerja untuk bekerja dengan aman dan secara teratur mengingatkan mereka tentang bahaya di tempat kerja (5).
Judul: <i>AI-Driven UAV Inspections for Improving Safety in Two-Point Suspension Scaffolds</i> Peneliti: Muhammad Ahmad, Khalid Saifullah, Muhammad Saifullah, Numan Khan	Drone otomatis yang didukung oleh perangkat edge yang kuat dapat menyediakan data yang cukup untuk inspeksi waktu nyata. Data ini juga dapat digunakan untuk melatih lebih lanjut model deteksi. Drone otomatis juga dapat digunakan untuk menangkap data dan melakukan deteksi pada data

Negara: Pakistan
Metode: Studi Teknis
Tahun: September 2024

yang direkam (6).

Judul: ANALISIS RISIKO KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA MENGGUNAKAN METODE HIRARC PADA PROYEK KONSTRUKSI RUMAH SUSUN
Peneliti: Eka Faris Arrasyid
Negara: Indonesia
Metode: Studi HIRARC
Tahun: Agustus 2024

Dari 45 variabel risiko dari penelitian yang dilakukan Didapat tingkat risiko yaitu 1 kategori risiko bersifat extreme yaitu Terjatuh dari ketinggian saat instalasi scaffolding. Untuk prosedur dan tindakan yang direkomendasikan pada penelitian ini seperti melakukan toolbox meeting sebelum melakukan pekerjaan, menggunakan APD yang lengkap pada saat melakukan pekerjaan (7).

Judul: Perancangan Motion Graphics Petunjuk Keselamatan Kerja untuk Penerapan Perancah sebagai Media Bantu Program Pelatihan di PT. Alkon Trainindo Utama
Peneliti: Rachmani, Nadia Fadilah
Negara: Indonesia
Metode: Desain Media
Tahun: Agustus 2024

Kesimpulannya yaitu, sebagai alat bantu program pelatihan, luaran ini berkontribusi melengkapi media pembelajaran kelas teknisi perancah di PT. Alkon Trainindo Utama dan membantu peserta meningkatkan pemahaman mereka terhadap perancah (8).

Judul: *A Knowledge Graph-Based Approach for Construction Safety Hazards Management and Rectification Measures Intelligent Recommendation*
Peneliti: Yunfei Xiang, Peng Lin, Yiming Luo, Houlei Xu, Zeyu Ning, Yu Qiao, Mengxia Zhou
Negara: Tiongkok
Metode: Studi Sistem AI
Tahun: Maret 2025

Hasilnya menunjukkan bahwa metode ini dapat secara otomatis memberikan langkah-langkah perbaikan yang ditargetkan untuk bahaya keselamatan seperti kebakaran, jatuh dari ketinggian, runtuhnya perancah dan kejutan listrik. Pekerjaan ini dapat memberikan referensi praktis untuk meningkatkan efektivitas manajemen keselamatan proyek konstruksi (9).

Judul: ANALISIS PENGENDALIAN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DENGAN MENGGUNAKAN METODE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL (HIRARC)
Peneliti: Fadi Aslam Majid
Negara: Indonesia
Metode: Studi HIRARC
Tahun: Februari 2025

Faktor dominan paling berpengaruh di Proyek Apartemen Sudimara Forest Walk Tower Albizia berdasarkan tabel matriks risik AS/NZS 4360 tahun 2004 yang memiliki Risiko tinggi (high risk) dengan nilai indeks 7 adalah Pekerja terjatuh atau terpeleset dari ketinggian saat pemasangan perancah, Pekerja jatuh dari ketinggian saat pemasangan bekisting, Jatuh dari ketinggian saat memasang tulangan kolom/ shearwall, Tertimpa besi yang sedang diangkat dengan alat berat, Pekerja Jatuh dari ketinggian, Pekerja terjatuh atau terpeleset dari ketinggian saat pembongkaran perancah, Pekerja jatuh dari ketinggian saat pembongkaran bekisting (10).

Judul: *Hazard Control Working at Height at PT Wijaya Karya Bangunan*

PT Wijaya Karya Bangunan Gedung Tbk. Proyek Kereta Api Laju Tinggi Halim telah melaksanakan

Gedung Tbk. Halim High-Speed Train Construction Project

Peneliti: Yenny Frisca Madhona, Hanifah Handayani, Sri Dinda Khairunisa

Negara: Indonesia

Metode: Studi Observasional

Tahun: Juli 2024

semua program terkait Pengendalian bahaya kerja di ketinggian, termasuk Fit to Work, Rapat Kotak Alat, Inspeksi Scaffolding, dan Alat Pelindung Diri. Namun, masih terdapat masalah terkait kurangnya pengawasan terhadap peralatan keselamatan kerja dan kurangnya pelatihan bagi pekerja terkait pekerjaan di ketinggian (11).

(Sumber : Data sekunder yang direview)

Berdasarkan Tabel 1. Hasil dari 8 studi menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* yang aman memerlukan integrasi dari empat komponen utama: kompetensi pekerja, inspeksi teknis, desain peralatan yang sesuai standar, dan teknologi pendukung. Keberhasilan dalam pengelolaan *scaffolding* bukan hanya terletak pada aspek teknis, namun juga pada manajemen risiko dan budaya keselamatan yang menyeluruh di seluruh level organisasi proyek.

PEMBAHASAN

Kompetensi dan Pelatihan Pekerja

Pelatihan dan peningkatan kompetensi tenaga kerja merupakan faktor krusial dalam upaya meningkatkan keselamatan saat bekerja dengan *scaffolding*. Penelitian oleh Rachmani (2024) menyoroti bahwa penggunaan media edukatif berbasis *motion graphics* sangat efektif dalam membantu pekerja baru memahami prosedur kerja yang aman saat menggunakan perancah. Di sisi lain, Arrasyid (2024) menyatakan bahwa sebagian besar kecelakaan disebabkan oleh minimnya pelatihan mengenai penggunaan *scaffolding* dan sistem kerja di ketinggian. Hal ini sejalan dengan hasil studi Madhona & Handayani (2024), yang menekankan bahwa inspeksi rutin saja tidak cukup apabila pekerja belum menguasai kompetensi dasar dalam pengoperasian *scaffolding* dengan aman. Oleh karena itu, pelatihan yang bersifat visual, interaktif, dan dilakukan secara berkelanjutan menjadi elemen kunci dalam mendukung keberhasilan implementasi sistem keselamatan kerja.

Penelitian Asad (2025) dalam artikel berjudul "*Health and Safety in Construction: Addressing Workplace Hazards for Masons through Risk Management Strategies*" menyebutkan bahwa mayoritas kecelakaan yang dialami oleh tukang bangunan (masons) terjadi saat mereka bekerja di atas *scaffolding* tanpa mendapatkan pelatihan yang cukup. Asad menegaskan bahwa potensi risiko jatuh meningkat drastis ketika pekerja tidak memiliki pelatihan berbasis manajemen risiko serta pemahaman teknis yang memadai terkait penggunaan platform kerja di ketinggian (12).

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Rachmani (2024) yang mengungkapkan bahwa metode edukasi melalui media visual dapat secara efektif meningkatkan pemahaman pekerja terhadap prosedur keselamatan. Selain itu, Misnan et al. (2024) menyoroti aspek manajerial dan ekonomi, dengan menyatakan bahwa pelatihan tenaga kerja seharusnya menjadi bagian integral dari alokasi anggaran K3 yang terstruktur. Ketidaksiapan pekerja tidak hanya menurunkan produktivitas, tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko hukum dalam proyek konstruksi (13).

Oleh karena itu, terdapat korelasi yang kuat dan konsisten antara pemberian pelatihan kepada pekerja dan penurunan angka kecelakaan kerja terkait penggunaan *scaffolding*. Pelatihan bukan hanya penting dalam aspek teknis, tetapi juga berdampak signifikan dari sisi pengelolaan proyek dan kepatuhan hukum. Dengan demikian, pelatihan keselamatan kerja harus dipandang sebagai elemen esensial, bukan pilihan, dalam sistem manajemen risiko konstruksi masa kini.

Inspeksi dan Aspek Teknikal

Aspek teknis dari *scaffolding*, seperti kekuatan konstruksi, tinggi kerja, dan metode perakitan, merupakan elemen penting dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja. Penelitian oleh Vidaković & Jurić (2024) di Kroasia menunjukkan bahwa kegagalan struktur *scaffolding* sering kali terjadi akibat kelalaian dalam melakukan inspeksi berkala serta penggunaan bahan bangunan yang tidak memenuhi standar. Di sisi lain, Misnan et al. (2024) dari Malaysia menyoroti perlunya mempertimbangkan biaya kesehatan dan keselamatan kerja dalam proyek *scaffolding*, terutama terkait anggaran yang dialokasikan untuk kegiatan inspeksi dan pemeliharaan. Hasil-hasil tersebut menegaskan bahwa pendekatan manajerial dan aspek pembiayaan memegang peranan penting dalam menjaga *scaffolding* agar tetap berada dalam kondisi yang aman dan layak pakai.

Temuan dari Vidaković & Jurić (2024) serta Misnan et al. (2024) diperkuat oleh studi berbasis teknologi yang dilakukan oleh Gao, Tang, Zhu, & Luo (2024) dalam riset berjudul “*Fine-Grained Segmentation of Slender Primary Scaffolding Elements in Point Clouds Based on Superpoint-Enhanced Transformer*”. Dalam penelitian ini, para peneliti memanfaatkan data point cloud 3D dan algoritma Transformer berbasis pengenalan bentuk (SSRN) untuk secara otomatis mendeteksi kerusakan struktural pada komponen *scaffolding* (14).

Hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa teknologi digital dan kecerdasan buatan (AI) mampu mengenali deformasi mikro serta kerusakan struktural yang sering tidak terdeteksi dalam inspeksi manual. Studi ini menegaskan bahwa inspeksi tidak hanya penting, tetapi juga harus dilakukan dengan akurasi tinggi dan didukung oleh teknologi, terutama dalam proyek berskala besar dan kompleks. Oleh karena itu, kombinasi antara metode inspeksi manual dan digital menjadi pendekatan yang saling melengkapi dan semakin relevan dalam sistem manajemen keselamatan konstruksi modern.

Efektivitas Perlengkapan dan Perancah

Penggunaan perlengkapan keselamatan seperti *guardrail*, *toe board*, dan *harness* terbukti mampu menurunkan tingkat stres kerja serta meningkatkan keseimbangan saat bekerja di ketinggian. Penelitian oleh Madhona & Handayani (2024) mengungkapkan bahwa banyak insiden kecelakaan disebabkan oleh kelalaian dalam penggunaan alat pelindung standar, seperti *full-body harness*, atau karena *scaffolding* tidak dilengkapi dengan pagar pengaman. Ketidakesuaian tersebut menegaskan pentingnya pengawasan yang intensif terhadap kelengkapan alat keselamatan serta perlunya sertifikasi *scaffolding* sebelum digunakan di lokasi proyek.

Temuan oleh Madhona & Handayani (2024) terkait tingginya angka kecelakaan akibat kelalaian penggunaan alat pelindung seperti *harness* dan tidak adanya *guardrail* diperkuat oleh studi Ahmad et al. (2024) dalam penelitian berjudul *AI-Driven UAV Inspections for Improving Safety in Two-Point Suspension Scaffolds*. Dalam studi tersebut, disebutkan bahwa penggunaan teknologi UAV tidak hanya dimaksudkan untuk mendeteksi kondisi struktural *scaffolding*, tetapi juga secara spesifik mendeteksi keberadaan dan kelengkapan alat pelindung seperti *guardrail*, *mid-rail*, dan *safety harness* (15).

Ahmad et al. menunjukkan bahwa ketiadaan *guardrail* dan tidak digunakannya *harness* menjadi indikator utama risiko tinggi jatuh, yang dapat terdeteksi melalui pengawasan drone. Hasil ini konsisten dengan temuan Madhona & Handayani (2024) bahwa insiden umumnya terjadi bukan karena kerusakan struktural semata, tetapi karena pengabaian prosedur perlengkapan keselamatan standar (16).

Studi ini menegaskan bahwa efektivitas *scaffolding* tidak hanya ditentukan oleh desain dan kekuatan strukturnya, tetapi juga oleh kepatuhan pekerja dalam menggunakan perlengkapan pelindung yang sesuai standar seperti *full-body harness*, *toe board*, dan *guardrail*. Bahkan pada *scaffolding* yang memenuhi spesifikasi teknis, jika tidak dilengkapi

perlengkapan pelindung atau digunakan secara sembarangan, maka risiko jatuh tetap tinggi.

Desain dan Teknologi Inovatif

Penggunaan teknologi dalam mendukung keselamatan *scaffolding* masih tergolong rendah. Ahmad et al. (2024) mengungkapkan bahwa penerapan UAV (drone) dan kecerdasan buatan (AI) dalam inspeksi *scaffolding* secara *real-time* di dua titik dapat meningkatkan efisiensi serta mengurangi risiko jatuhnya pekerja. Sementara itu, Xiang et al. (2024) merancang sistem deteksi bahaya otomatis berbasis *knowledge graph*, yang dianggap sebagai inovasi potensial untuk pengelolaan keselamatan proyek konstruksi di masa depan. Namun, penerapan teknologi semacam ini di negara berkembang masih sangat terbatas akibat kendala anggaran dan kurangnya sumber daya manusia yang terampil.

Penelitian oleh Ahmad et al. (2024) dan Xiang et al. (2024) telah membuktikan bahwa teknologi seperti UAV (drone) dan kecerdasan buatan berbasis *knowledge graph* mampu mendeteksi kerusakan struktural serta memantau kondisi *scaffolding* secara *real-time*. Hasil ini diperkuat oleh studi Kumar et al. (2024) dalam artikel *From Reactive to Proactive: The Role of Wearable Technology, AI, and Digital Training in Construction Safety Management*, yang menyoroti bahwa kombinasi teknologi seperti *sensor wearable*, *Building Information Modeling* (BIM), dan pemantauan melalui drone dapat mengubah pendekatan K3 konstruksi dari yang bersifat *reaktif* menjadi *proaktif* (17).

Selaras dengan itu, penelitian oleh González García et al. (2025) yang berjudul *BIM for Safety* menegaskan pentingnya integrasi antara BIM, AI, dan pengawasan drone dalam mencegah kecelakaan kerja di ketinggian, terutama yang berkaitan dengan *scaffolding*. Sistem ini memungkinkan pemantauan posisi pekerja secara langsung dan mampu mendeteksi kondisi berbahaya, seperti *scaffolding* yang tidak stabil atau area kerja tanpa perlindungan seperti *guardrail* (18).

Meskipun demikian, seluruh studi tersebut juga menggaris bawahi tantangan signifikan dalam penerapan teknologi di negara berkembang, seperti biaya yang tinggi, resistensi dari organisasi, dan kurangnya tenaga kerja yang kompeten secara digital. Hal ini sejalan dengan temuan Patel & Shah (2024), yang menyimpulkan bahwa meskipun teknologi tersedia, adopsinya masih terbatas karena rendahnya kesiapan digital dan minimnya anggaran untuk keselamatan kerja (19).

Oleh karena itu, hubungan antara teknologi dan peningkatan keselamatan *scaffolding* terbukti positif, namun keberhasilannya sangat tergantung pada kesiapan organisasi, kebijakan internal, serta dukungan finansial. Penggunaan teknologi tanpa pelatihan yang memadai dan sistem manajemen yang terintegrasi hanya akan menghasilkan solusi parsial. Untuk itu, dibutuhkan strategi implementasi yang komprehensif, mencakup pelatihan digital, investasi dalam perangkat teknologi, serta kebijakan dan regulasi yang mendukung penerapannya.

KESIMPULAN

Literature Review ini menyimpulkan bahwa penerapan *scaffolding* yang aman dalam pekerjaan di ketinggian sangat ditentukan oleh sinergi dari empat elemen kunci: kompetensi pekerja, inspeksi teknis yang rutin, desain *scaffolding* yang sesuai standar keselamatan, serta pemanfaatan teknologi modern. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa insiden kerja yang melibatkan *scaffolding* umumnya disebabkan oleh kurangnya pelatihan, lemahnya pengawasan, dan tidak lengkapnya alat keselamatan yang digunakan. Pelatihan yang dirancang secara efektif, baik melalui media visual, interaktif, maupun digital, telah terbukti meningkatkan pemahaman pekerja baru terhadap risiko dan prosedur kerja di ketinggian. Di sisi lain, inspeksi teknis yang dilengkapi teknologi seperti drone (UAV) dan kecerdasan buatan (AI) terbukti mampu meningkatkan akurasi dalam mendeteksi kerusakan struktural pada *scaffolding*. Keberadaan alat pelindung seperti *guardrail* dan *harness* juga sangat penting dalam mengurangi

resiko cedera akibat jatuh. Namun, tingkat penggunaan teknologi keselamatan seperti *BIM*, *sensor wearable*, dan drone di negara berkembang masih tergolong rendah karena kendala anggaran serta kurangnya tenaga ahli.

Oleh karena itu, praktik penggunaan *scaffolding* yang aman tidak dapat hanya bergantung pada desain teknis semata, tetapi membutuhkan pendekatan menyeluruh yang mencakup pelatihan tenaga kerja, prosedur kerja yang ketat, sistem pengawasan yang konsisten, dan integrasi teknologi digital dalam manajemen keselamatan kerja.

SARAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, disarankan meningkatkan keselamatan kerja dalam penggunaan *scaffolding* di pekerjaan ketinggian. Pertama, penting bagi setiap proyek konstruksi untuk menyelenggarakan pelatihan keselamatan kerja secara berkala dan komprehensif, terutama bagi pekerja baru. Kedua, kegiatan inspeksi teknis terhadap *scaffolding* perlu dilakukan secara rutin dan terdokumentasi dengan baik. Pemeriksaan tersebut tidak hanya mengandalkan observasi manual, tetapi juga dapat didukung oleh teknologi seperti drone (UAV) dan kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan akurasi deteksi terhadap kerusakan struktural atau ketidaksesuaian standar. Ketiga, penggunaan perlengkapan pelindung seperti *guardrail*, *toe board*, dan *full-body harness* harus dijadikan sebagai standar minimum keselamatan dalam penggunaan *scaffolding*. Setiap *scaffolding* yang akan digunakan di lokasi proyek sebaiknya telah melalui proses sertifikasi kelayakan agar dapat menjamin keamanan penggunaannya. Keempat, adopsi teknologi konstruksi berbasis digital seperti Building Information Modeling (BIM), perangkat wearable, dan sistem monitoring real-time juga sangat dianjurkan untuk meningkatkan pengawasan keselamatan secara berkelanjutan. Terakhir, pemerintah dan lembaga pengawas ketenagakerjaan diharapkan dapat merumuskan kebijakan yang mendukung investasi di bidang keselamatan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- International Labour Organization (ILO). (2023). Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2022). Commonly Used Statistics. U.S. Department of Labor.
- Fadilah, M. N. (2023). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Scaffolding Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta)(Studi Kasus: Proyek Rs Uii).
- Misnan, M. S., Mohamed, S. F., & Ramly, Z. M. (2024). Safety and Health Cost Components for Scaffolding Works in Construction Projects.
- Vidaković, D., & Jurić, A. (2024). Opasnosti i potrebne mjere za sigurnost pri radu s građevinskim skelama.
- Ahmad, M., Saifullah, K., Saifullah, M., & Khan, N. (2024). AI-Driven UAV Inspections for Improving Safety in Two-Point Suspension Scaffolds.
- Arrasyid, E. K. (2024). Analisis Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode HIRARC.
- Rachmani, N. F. (2024). Perancangan Motion Graphics Petunjuk Keselamatan Kerja untuk Penerapan Perancah.
- Xiang, Y. et al. (2025). A Knowledge Graph-Based Approach for Construction Safety Hazards Management and Rectification Measures Intelligent Recommendation. In: Francis, A., Miresco, E., Melhado, S. (eds) Advances in Information Technology in Civil and Building Engineering. ICCBE 2024. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 630. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-84224-5_10
- Majid, F. A. (2025). Analisis Pengendalian Risiko K3 dengan Metode HIRARC.
- Madhona, Y. F., & Handayani, H. (2024). Hazard Control Working at Height

- Asad, F. (2025). Health and Safety in Construction: Addressing Workplace Hazards for Masons through Risk Management Strategies.
- Misnan, M. S., Mohamed, S. F., & Ramly, Z. M. (2024). Safety and Health Cost Components for Scaffolding Works in Construction Projects.
- Gao, Z., Tang, Y., Zhu, Z., & Luo, X. (2024). Fine-Grained Segmentation of Slender Primary Scaffolding Elements in Point Clouds Based on Superpoint-Enhanced Transformer. SSRN.
- Ahmad, M., Saifullah, K., Saifullah, M., & Khan, N. (2024). AI-Driven UAV Inspections for Improving Safety in Two-Point Suspension Scaffolds.
- Madhona, Y. F., & Handayani, H. (2024). Hazard Control Working at Height
- Kumar, N. N., Chandu, K. P., & Raja, K. H. (2024). From Reactive to Proactive: The Role of Wearable Technology, AI, and Digital Training in Construction Safety Management.
- González García, M. N., Pereira, F., & Martins, J. P. (2025). BIM for Safety: Applying Real-Time Monitoring Technologies to Prevent Falls from Height in Construction. *Applied Sciences*, 15(4), 2218.
- Patel, V., & Shah, D. (2024). Assessment of Health & Safety Practices in Construction Enterprises and Innovative Remedial Measures for Improvement.