

PERAN DIGITALISASI DALAM MONITORING KESELAMATAN KERJA DI PROYEK KONTRUKSI BESAR

Oleh:

Najwa Hanni Hasibuan¹

Rizka Aulia Hasibuan²

Sahroma Dani Siregar³

Abdurrozzaq Hasibuan⁴

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Alamat: Jl. William Iskandar Ps. V, Medan Estate, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara (20371).

Korespondensi Penulis: najwahannihsb@gmail.com, rizkaauliahhsb864@gmail.com,
danisahromadani@gmail.com, rozzaq@uinsu.ac.id.

Abstract. Digitalization has become a crucial factor in enhancing the effectiveness of occupational safety monitoring in large construction projects. The implementation of digital technologies such as real-time monitoring systems based on sensors, mobile applications, and digital platforms enables more accurate and faster supervision of worker conditions and project environments. These systems provide safety decision recommendations that assist occupational health and safety officers in preventing workplace accidents through early detection of potential hazards. Additionally, the digitalization of documents and online safety reporting improves data management efficiency and facilitates information access for all relevant parties. This study also shows that the integration of digital technologies such as AI and IoT can reduce the incidence of workplace accidents by up to 35%, improve the quality of supervision, and support better decision-making in construction safety management. However, the adoption of these technologies still faces challenges in sustainable implementation within Indonesia's construction sector. Therefore, digitalization plays a strategic role in improving occupational safety performance and achieving zero-accident targets in large construction projects.

Received May 23, 2025; Revised May 31, 2025; June 07, 2025

*Corresponding author: najwahannihsb@gmail.com

PERAN DIGITALISASI DALAM MONITORING KESELAMATAN KERJA DI PROYEK KONTRUKSI BESAR

Keywords: *Digitalization, Occupational Safety, Construction Projects.*

Abstrak. Digitalisasi telah menjadi faktor kunci dalam meningkatkan efektivitas pengawasan keselamatan kerja di proyek konstruksi besar, yang dikenal memiliki risiko kerja tinggi dan kompleksitas manajemen yang besar. Penerapan teknologi digital seperti sistem pemantauan real-time berbasis sensor, perangkat wearable, aplikasi mobile, serta integrasi *Internet of Things* (IoT) dan *Artificial Intelligence* (AI), memberikan terobosan dalam pengawasan kondisi kerja yang sebelumnya bergantung pada metode manual. Teknologi ini tidak hanya memungkinkan pemantauan langsung terhadap kondisi pekerja dan lingkungan kerja, tetapi juga mampu memberikan rekomendasi otomatis untuk pengambilan keputusan keselamatan yang lebih akurat dan cepat. Penggunaan digitalisasi dalam pengelolaan dokumen dan pelaporan K3 secara daring juga mempercepat alur informasi dan meningkatkan transparansi antar pihak yang terlibat. Studi ini menunjukkan bahwa digitalisasi dapat menurunkan tingkat kecelakaan kerja hingga 35% dan memberikan dampak positif dalam efisiensi manajemen keselamatan konstruksi. Namun, penerapannya di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur teknologi, kurangnya tenaga kerja yang kompeten di bidang digital, serta resistensi budaya kerja terhadap perubahan sistem manual ke digital. Selain itu, biaya investasi awal yang tinggi juga menjadi hambatan utama, terutama bagi perusahaan konstruksi berskala kecil dan menengah.

Kata Kunci: Digitalisasi, Keselamatan Kerja, Proyek Konstruksi.

LATAR BELAKANG

K3 di bidang konstruksi melibatkan serangkaian tindakan dan prosedur yang dirancang untuk mengidentifikasi, mengendalikan, dan mengurangi risiko-risiko yang ada. Ini termasuk pengenalan terhadap potensi bahaya, penilaian risiko, serta penerapan tindakan pencegahan dan mitigasi yang sesuai. Beberapa elemen kunci dalam K3 konstruksi meliputi pelatihan dan edukasi pekerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), prosedur kerja yang aman, serta pemantauan dan evaluasi berkelanjutan. Di Indonesia, regulasi mengenai K3 di sektor konstruksi diatur oleh undang-undang dan peraturan pemerintah yang ketat. Salah satu regulasi yang paling mendasar adalah Undang-Undang

No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja serta Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Kepatuhan terhadap regulasi ini tidak hanya merupakan kewajiban hukum, tetapi juga mencerminkan komitmen perusahaan terhadap kesejahteraan pekerjanya.

Teknologi tidak hanya menyelesaikan berbagai masalah konstruksi tetapi juga mendorong konsep lean construction serta penyediaan sistem informasi yang lebih baik dalam siklus proyek. Digitalisasi didefinisikan sebagai proses peningkatan kinerja melalui teknologi informasi, komputasi, komunikasi dan konektivitas. Proses ini bergantung pada lima pilar digitalisasi yaitu integrasi teknologi terhadap sistem yang ada, re-organisasi dan pemilihan tenaga kerja terampil, perbaikan prosedur untuk kelancaran pertukaran dan pengelolaan data, dukungan seluruh anggota staf, dan investasi (Nikmehr, Hoesseini, Martek, & Jurgita, 2021)

Sektor konstruksi merupakan salah satu sektor yang sangat vital dalam pembangunan infrastruktur dan pertumbuhan ekonomi suatu negara, termasuk Indonesia. Proyek konstruksi besar, seperti pembangunan gedung bertingkat, jalan tol, jembatan, dan fasilitas publik lainnya, memerlukan manajemen yang kompleks dan terintegrasi guna memastikan keberhasilan proyek dari segi kualitas, waktu, biaya, serta aspek keselamatan kerja. Namun, sektor konstruksi juga dikenal sebagai salah satu sektor dengan tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Menurut data Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, kecelakaan kerja di sektor konstruksi masih mendominasi dibandingkan sektor lain, yang menunjukkan perlunya peningkatan sistem pengawasan dan pengendalian risiko keselamatan kerja secara lebih efektif dan efisien.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menjadi aspek yang tidak dapat diabaikan dalam setiap proyek konstruksi. Kegagalan dalam menerapkan standar K3 dapat berakibat fatal, baik dari segi kerugian materi, cidera pekerja, hingga hilangnya nyawa. Oleh karena itu, pengelolaan keselamatan kerja harus dilakukan secara sistematis dan berkelanjutan. Dalam beberapa dekade terakhir, kemajuan teknologi digital telah membuka peluang baru dalam pengelolaan K3, khususnya dalam hal monitoring dan pengawasan di lapangan. Digitalisasi memungkinkan penggunaan berbagai perangkat teknologi seperti sensor IoT (*Internet of Things*), perangkat wearable, drone, kamera CCTV dengan kecerdasan buatan (AI), serta aplikasi mobile yang dapat memantau kondisi kerja secara real-time.

PERAN DIGITALISASI DALAM MONITORING KESELAMATAN KERJA DI PROYEK KONTRUKSI BESAR

Penerapan teknologi digital dalam monitoring keselamatan kerja di proyek konstruksi besar memberikan manfaat signifikan. Pertama, teknologi ini memungkinkan deteksi dini terhadap potensi bahaya dan kondisi kerja yang tidak aman sehingga dapat dilakukan tindakan preventif secara cepat. Kedua, digitalisasi mempermudah pengumpulan dan analisis data K3, yang sebelumnya dilakukan secara manual dan rentan terhadap kesalahan serta keterlambatan. Ketiga, penggunaan teknologi digital meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam pelaporan insiden dan kepatuhan terhadap standar keselamatan. Hal ini sejalan dengan regulasi pemerintah, seperti Peraturan Menteri PUPR No. 10 Tahun 2021 tentang Standar Manajemen Keselamatan Konstruksi, yang menekankan pentingnya penerapan teknologi dalam mendukung keselamatan kerja.

Meski demikian, implementasi digitalisasi dalam monitoring keselamatan kerja di proyek konstruksi besar di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan. Faktor-faktor seperti keterbatasan infrastruktur teknologi di lapangan, kurangnya sumber daya manusia yang kompeten dalam teknologi digital, serta resistensi terhadap perubahan budaya kerja menjadi hambatan utama. Selain itu, biaya investasi awal untuk teknologi digital juga menjadi pertimbangan bagi banyak perusahaan konstruksi, terutama yang berukuran menengah dan kecil.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam peran digitalisasi dalam monitoring keselamatan kerja di proyek konstruksi besar di Indonesia. Fokus utama penelitian adalah bagaimana teknologi digital dapat meningkatkan efektivitas pengawasan keselamatan kerja, mengurangi tingkat kecelakaan, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam manajemen K3. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai manfaat dan tantangan digitalisasi, diharapkan sektor konstruksi Indonesia dapat mengoptimalkan penggunaan teknologi untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur dan analisis konten untuk mengkaji peran digitalisasi dalam monitoring keselamatan kerja pada proyek konstruksi besar. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari jurnal ilmiah, *proceeding paper*, buku, serta dokumen resmi pemerintah terkait teknologi digital dan keselamatan konstruksi di Indonesia.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengidentifikasi dan mengkaji literatur yang membahas teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT), *Building Information Modeling* (BIM), *Virtual Reality* (VR), sensor berbasis teknologi, dan aplikasi monitoring real-time yang diterapkan dalam manajemen keselamatan kerja konstruksi. Selain itu, penelitian juga memanfaatkan wawancara sistematis dengan para ahli dan praktisi K3 di sektor konstruksi untuk memvalidasi temuan dan mendapatkan perspektif implementasi teknologi digital secara praktis.

Analisis data dilakukan dengan mengolah dan mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber untuk mengidentifikasi pola pemanfaatan teknologi digital dalam meningkatkan efektivitas monitoring keselamatan kerja. Pendekatan ini juga digunakan untuk mengungkap manfaat, hambatan, dan strategi implementasi digitalisasi dalam proyek konstruksi besar di Indonesia. Metode ini dipilih karena memungkinkan kajian yang komprehensif terhadap perkembangan teknologi digital serta penerapannya dalam konteks K3 konstruksi, sekaligus memberikan gambaran realistik berdasarkan pengalaman dan pandangan para ahli di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa digitalisasi memiliki peran signifikan dalam meningkatkan efektivitas monitoring keselamatan kerja di proyek konstruksi besar. Berdasarkan kajian literatur dan data dari proyek konstruksi di Indonesia, sekitar 75% teknologi digital yang digunakan dalam pemenuhan keselamatan konstruksi hadir dalam bentuk visualisasi, seperti penggunaan sensor berbasis teknologi dan sistem monitoring real-time yang memungkinkan pengawasan kondisi pekerja dan lingkungan secara akurat.

Teknologi sensor-based menjadi teknologi dominan yang diaplikasikan dalam proyek konstruksi, berperan dalam memantau kondisi fisik pekerja, peralatan, material, serta lingkungan kerja secara terus-menerus. Penerapan teknologi ini memberikan

PERAN DIGITALISASI DALAM MONITORING KESELAMATAN KERJA DI PROYEK KONTRUKSI BESAR

manfaat dalam deteksi dini potensi bahaya sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja secara signifikan.

Dalam konteks global, digitalisasi dalam sektor konstruksi juga telah banyak diterapkan di berbagai negara maju dengan hasil yang cukup signifikan. Di Tiongkok menunjukkan bahwa pemanfaatan *Building Information Modeling* (BIM) dan *smart wearable devices* tidak hanya meningkatkan keselamatan kerja tetapi juga menurunkan biaya operasional proyek hingga 20%. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital tidak hanya berdampak pada aspek keselamatan, tetapi juga pada efisiensi operasional dan keuangan proyek.

Lebih lanjut, pendekatan berbasis predictive analytics yang menggunakan data historis keselamatan kerja dan sensor real-time dapat membantu memprediksi potensi bahaya secara lebih akurat. Sistem seperti ini telah diadopsi oleh perusahaan konstruksi di Eropa dan Amerika Serikat, yang memungkinkan manajer proyek mengambil tindakan korektif sebelum insiden terjadi. Selain dari segi teknis, aspek manajerial juga penting dalam mendukung transformasi digital di bidang K3. Diperlukan komitmen kuat dari manajemen puncak, pembentukan tim digitalisasi internal, serta pelatihan berkelanjutan bagi tenaga kerja. Strategi pelibatan pekerja dalam proses digitalisasi terbukti dapat mengurangi resistensi terhadap perubahan dan meningkatkan adopsi teknologi.

Tidak kalah penting, regulasi pemerintah dan kebijakan publik berperan besar dalam mendorong adopsi teknologi digital. Pemerintah Indonesia diharapkan memperluas insentif fiskal atau subsidi teknologi bagi perusahaan konstruksi yang ingin bertransformasi secara digital, serta mengembangkan standar nasional terkait sistem monitoring digital K3 yang seragam.

Selain itu, hasil wawancara dengan para ahli dan praktisi K3 di sektor konstruksi mengungkapkan bahwa terdapat 15 jenis teknologi digital yang valid dan berpotensi meningkatkan kinerja keselamatan kerja, dengan 9 faktor manfaat implementasi utama seperti peningkatan akurasi data, efisiensi pelaporan, dan pengambilan keputusan yang lebih cepat. Namun, terdapat pula 11 hambatan implementasi, antara lain keterbatasan sumber daya manusia yang kompeten, biaya investasi teknologi, dan resistensi budaya kerja terhadap perubahan digitalisasi.

Wantah, Pratasis, dan Sumanti (2024) menunjukkan bahwa penerapan teknologi seperti aplikasi digital untuk pelaporan dan analisis data K3 di proyek Mako Brimob Kalasey membantu dalam meningkatkan efektivitas pemantauan dan respons terhadap insiden. Saraswati, Ridwan, dan Iwan Candra (2020) menemukan bahwa penggunaan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) dalam proyek pembangunan Gedung Kuliah Bersama di Kampus C Unair Surabaya meningkatkan identifikasi bahaya dan pengelolaan risiko.

Studi kasus di PT Wijaya Karya Bangunan Gedung Tbk menunjukkan bahwa digitalisasi dokumen K3 melalui sistem berbasis website meningkatkan efisiensi pengelolaan dokumen keselamatan kerja, memungkinkan pemantauan dan pembaruan data secara real-time sehingga mempercepat respons terhadap insiden dan kepatuhan terhadap standar K3.

Lebih lanjut, integrasi teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) dalam sistem monitoring keselamatan kerja terbukti menurunkan insiden kecelakaan kerja hingga 35% di sektor konstruksi dan industri terkait di Indonesia. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan kerja secara real-time dan analisis prediktif yang membantu dalam pengambilan keputusan proaktif untuk mencegah kecelakaan.

Namun, meskipun perkembangan teknologi digital telah menunjukkan hasil positif, implementasi di lapangan masih menghadapi tantangan signifikan, terutama dalam hal adopsi teknologi secara menyeluruh dan berkelanjutan. Perlu adanya strategi khusus untuk mengatasi hambatan tersebut agar digitalisasi dapat memberikan manfaat maksimal dalam pengelolaan keselamatan kerja proyek konstruksi besar di Indonesia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Digitalisasi memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan efektivitas monitoring keselamatan kerja di proyek konstruksi besar. Implementasi teknologi digital seperti sensor IoT, sistem pemantauan real-time, aplikasi mobile, serta integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) terbukti mampu meningkatkan akurasi pengawasan, mempercepat deteksi potensi bahaya, dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Hal ini berkontribusi signifikan dalam menurunkan

PERAN DIGITALISASI DALAM MONITORING KESELAMATAN KERJA DI PROYEK KONTRUKSI BESAR

angka kecelakaan kerja dan meningkatkan kepatuhan terhadap standar keselamatan konstruksi.

Meskipun demikian, terdapat sejumlah tantangan yang perlu diatasi, seperti keterbatasan sumber daya manusia yang kompeten dalam teknologi digital, biaya investasi yang relatif tinggi, serta resistensi budaya kerja terhadap perubahan. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang komprehensif, termasuk pelatihan, sosialisasi, dan dukungan regulasi yang kuat agar digitalisasi dapat diadopsi secara optimal dan berkelanjutan dalam sektor konstruksi Indonesia. Dengan pemanfaatan teknologi digital secara maksimal, diharapkan proyek konstruksi besar dapat mencapai target *zero accident* dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, produktif, dan berkelanjutan.

Saran

Untuk mengoptimalkan peran digitalisasi dalam monitoring keselamatan kerja di proyek konstruksi besar, diperlukan beberapa langkah strategis. Pertama, peningkatan kompetensi sumber daya manusia sangat penting agar tenaga kerja mampu mengoperasikan teknologi seperti sensor IoT dan sistem monitoring digital. Pelatihan rutin dan kolaborasi dengan lembaga pendidikan dapat mendukung hal ini.

Kedua, investasi pada infrastruktur digital, termasuk jaringan internet dan perangkat teknologi, perlu ditingkatkan agar sistem dapat berfungsi maksimal di lapangan. Selain itu, pemerintah diharapkan menyediakan regulasi yang mendukung serta insentif bagi perusahaan yang mengadopsi teknologi keselamatan digital.

Ketiga, perlu dilakukan pendekatan budaya kerja untuk mengurangi resistensi terhadap perubahan digital. Pelibatan aktif pekerja dalam proses transformasi dapat meningkatkan penerimaan dan efektivitas implementasi.

Terakhir, dibutuhkan kolaborasi lintas sektor dan strategi berkelanjutan agar digitalisasi tidak hanya bersifat sementara, tetapi menjadi bagian dari sistem keselamatan kerja yang terintegrasi di sektor konstruksi.

DAFTAR REFERENSI

- Tiara, T., Namarra, I., & Septiani, H. (2023). Analisis penerapan K3 konstruksi berbasis digitalisasi (Studi kasus: Pembangunan proyek JIS). *Jurnal Teknik dan Teknologi Terapan*, 1(2), 21–25. Universitas Tanri Abeng.
- Faisal, U. F., & Fansuri, I. (2023). Perkembangan teknologi digital terhadap pemenuhan keselamatan konstruksi di Indonesia. *Civil Engineering and Sustainable Development (CESD)*, 6(2), 35–45.
- Sofia, R. A. dkk. (2025). Digitalisasi dokumen keselamatan dan kesehatan kerja pada PT. Wijaya Karya Bangunan Gedung Tbk. *Jurnal Sistem Informasi TGD*, 4(2), 406–416.
- Putra, M. K. F., Zainul, L. M., Rusba, K., Nawawi, Y., & Hardiyono. (2024). Inovasi K3: Integrasi AI dan IoT untuk Meningkatkan Keselamatan Kerja. *RANA Research Journal*, 6(5), 2231–2240.
- Putriwardani, L., & Susilawati. (2024). Pengembangan teknologi digital terhadap pemenuhan keselamatan konstruksi di Indonesia. *Ecos-Preneurs: Alahyan Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 2(1), 21–32.
- Ginting, Y. M. S. B., & Susilawati. (2024). Analisis penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di bidang proyek konstruksi: Literatur review. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(6), 292–295.
- Saraswati, Y., Ridwan, A., & Iwan Candra, A. (2020). Analisis Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Kampus C Unair Surabaya. *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, 3(2), 247-260.
- Wantah, E. Y., Pratasik, P. A., & Sumanti, F. P. (2024). Analisis Penerapan Sistem Manajemen Kesehatan Keselamatan Kerja (SMK3) Pada Proyek Mako Brimob Kalasey. *TEKNO*, 22(87), 67-76.
- Nasution, M. D., Nugroho, S. B., & Syahputra, R. (2022). Strategi adopsi teknologi digital dalam pengelolaan keselamatan kerja proyek konstruksi di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 45–56.