

Dampak Digitalisasi terhadap Efisiensi Pelaporan, Inspeksi Mutu, dan Kontrol Biaya pada Proyek Konstruksi di Indonesia

Ahmad Yusuf Zuhdy¹, Ragil Purnamasari^{*}, Naura Firdausi¹, Mohammad Akbar Alrasyidi¹

¹Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

** E-mail Corresponding: ragil.purnamasari@its.ac.id*

Abstrak: Industri konstruksi di Indonesia saat ini berada di persimpangan jalan yang kritikal. Di satu sisi, agenda pembangunan infrastruktur nasional yang masif menuntut kecepatan dan presisi; di sisi lain, praktik manajemen konvensional yang terfragmentasi sering kali menghambat produktivitas dan transparansi. Artikel ilmiah ini menyajikan analisis mendalam mengenai dampak transformasi digital, khususnya penerapan *Building Information Modelling* (BIM), sistem pelaporan berbasis *cloud*, dan teknologi inspeksi digital, terhadap tiga pilar utama manajemen proyek: efisiensi pelaporan, inspeksi mutu, dan kontrol biaya. Menggunakan pendekatan metode campuran yang menggabungkan data empiris dari survei terhadap 57 praktisi konstruksi dengan meta-analisis literatur global dan nasional, studi ini menemukan korelasi positif yang signifikan antara adopsi digital dengan kinerja proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa digitalisasi mampu meningkatkan aksesibilitas laporan (skor efektivitas 4.5/5.0) dan efisiensi pengendalian biaya (4.4/5.0). Namun, studi ini juga menyoroti paradoks adopsi di Indonesia, di mana tantangan sumber daya manusia dan interoperabilitas sistem masih menjadi penghambat utama di tengah dorongan regulasi yang kuat dari Kementerian PUPR. Laporan ini memberikan peta jalan strategis bagi pemangku kepentingan untuk menavigasi transisi menuju ekosistem konstruksi yang terintegrasi penuh.

Kata Kunci: Digitalisasi Konstruksi; Building Information Modeling; Pengendalian Proyek

Abstract: *The construction industry in Indonesia is currently at a critical crossroads. On the one hand, the massive national infrastructure development agenda demands speed and precision; on the other hand, fragmented conventional management practices often hinder productivity and transparency. This scientific article presents an in-depth analysis of the impact of digital transformation, particularly the implementation of Building Information Modeling (BIM), cloud-based reporting systems, and digital inspection technology, on the three main pillars of project management: reporting efficiency, quality inspection, and cost control. Using a mixed-method approach that combines empirical data from a survey of 57 construction practitioners with a meta-analysis of global and national literature, this study finds a significant positive correlation between digital adoption and project performance. The analysis results show that digitization can improve report accessibility (effectiveness score of 4.5/5.0) and cost control efficiency (4.4/5.0). However, this study also highlights the adoption paradox in Indonesia, where human resource challenges and system interoperability remain major obstacles amid strong regulatory push from the Ministry of Public Works and Public Housing. This report provides a strategic roadmap for stakeholders to navigate the transition towards a fully integrated construction ecosystem.*

Keywords: *Construction Digitalization; Building Information Modeling; Project Control*

PENDAHULUAN

Sektor konstruksi secara global sering digambarkan sebagai raksasa yang lamban (*sleeping giant*) dalam hal adopsi teknologi. Laporan seminal dari *McKinsey Global Institute* menyoroti bahwa pertumbuhan produktivitas industri konstruksi global tertahan di angka 1% per tahun selama dua dekade terakhir, sebuah stagnasi yang kontras dengan sektor manufaktur yang telah mengadopsi prinsip *Lean* dan otomatisasi jauh lebih awal (Kinsey, 2020). Fenomena ini menciptakan apa yang disebut sebagai "paradoks produktivitas," di mana peningkatan investasi modal tidak berbanding lurus dengan peningkatan output operasional (Berlian and Zuhdy 2021; Wirapraja Mahatama, Sanjaya, and Parami Dewi 2025).

Dalam konteks Indonesia, tantangan ini memiliki dimensi yang lebih kompleks. Sebagai negara kepulauan dengan variabilitas geografis yang tinggi, manajemen logistik dan koordinasi proyek menjadi tantangan monumental (Wulandari 2023). Pembangunan infrastruktur yang menjadi prioritas nasional, mulai dari jalan tol Trans-Sumatera, bendungan strategis, hingga mega-proyek Ibu Kota Nusantara (IKN), menuntut standar eksekusi yang melampaui kapasitas metode manajemen konvensional. Metode tradisional yang mengandalkan pelaporan berbasis kertas (*paper-based reporting*), komunikasi antar disiplin ilmu, dan inspeksi mutu manual sering kali mengakibatkan asimetri informasi (Marpaung 2023). Akibatnya, proyek rentan terhadap keterlambatan jadwal (*behind schedule*), pembengkakan biaya (*cost overrun*), dan sengketa kontrak.

Digitalisasi, atau yang sering dipayungi dalam terminologi *Construction 4.0*, menawarkan jalan keluar dari inefisiensi endemik ini. Integrasi teknologi seperti *Building Information Modelling* (BIM), *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan *Cloud Computing* menjanjikan pergeseran paradigma dari manajemen proyek yang bersifat reaktif menjadi prediktif (Manullang 2025; Sidiq Ramadhan and Jin Oei 2024; Silitonga, Hendrawan, and Jin 2024; Sulisty, Aminullah, and Saputra 2023). Di Indonesia, momentum ini diperkuat oleh intervensi pemerintah melalui regulasi, seperti Peraturan Menteri PUPR No. 9 Tahun 2021 yang mewajibkan penggunaan BIM untuk bangunan gedung negara dengan kriteria tertentu (PUPR 2021). Namun, realitas di lapangan sering kali menunjukkan kesenjangan antara kebijakan makro dan implementasi mikro, terutama pada kontraktor skala menengah dan kecil (Aryanto and Farida 2025; Heriyadi and Rohmayani n.d.).

Meskipun digitalisasi telah menjadi topik utama, tinjauan terhadap literatur terbaru menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk studi empiris yang lebih spesifik di Indonesia. Penelitian global secara konsisten menunjukkan bahwa adopsi teknologi digital dapat meningkatkan margin keuntungan dan ketahanan bisnis konstruksi (Kinsey, 2020). Namun, studi-studi ini cenderung berfokus pada pasar negara maju dengan ekosistem digital yang sudah matang.

Dalam konstruksi di Indonesia, (Wirapraja Mahatama et al. 2025) menyoroti adanya paradoks adopsi BIM di Indonesia. Temuannya menunjukkan bahwa meskipun efisiensi teknis BIM telah terbukti, hambatan struktural dan budaya menghalangi implementasi penuh, menciptakan kesenjangan antara potensi dan realitas di lapangan. Lebih lanjut, (Pratama, Hendriyani, and Pratiwi 2024) berhasil membuktikan efisiensi biaya dan waktu melalui penerapan BIM 5D pada proyek gedung bertingkat tinggi. Namun, penelitian mereka sangat terfokus pada fase perencanaan dan desain, sementara dampak digitalisasi pada fase konstruksi, seperti pelaporan harian lapangan dan inspeksi mutu, masih kurang dieksplorasi.

Sebuah studi terkait perspektif menarik mengenai Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) konstruksi yang masih sangat bergantung pada pencatatan manual juga dikembangkan, hasilnya memiliki risiko tinggi terhadap human error (Aini and Akbar 2025). Di sisi lain, ditemukan bahwa sistem pelaporan digital dapat menghemat waktu hingga 81 menit per hari per insinyur dan meningkatkan akurasi data hingga 95% (Radman, Babaeian Jelodar, and Lovreglio 2025).

Belum banyak penelitian di Indonesia yang secara kuantitatif mengukur dampak digitalisasi pada aspek operasional harian (pelaporan dan inspeksi) dengan menggabungkan perspektif kontraktor besar dan kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak nyata digitalisasi pada tiga parameter keberhasilan proyek, efisiensi pelaporan, inspeksi mutu, dan kontrol biaya, berdasarkan persepsi pelaku industri. Kontribusi utama dari artikel ini adalah penyediaan bukti empiris yang menghubungkan teori manajemen konstruksi digital dengan realitas praktik di lapangan Indonesia. Analisis ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi akademisi dalam mengembangkan kurikulum yang relevan, serta bagi praktisi dan pembuat kebijakan dalam merumuskan strategi adopsi teknologi yang lebih inklusif dan efektif.

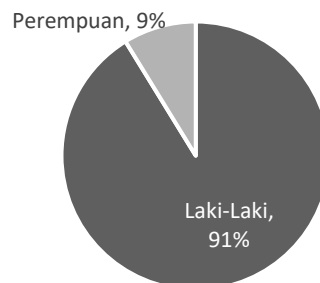
METODE

Penelitian ini menggunakan desain *mixed-method research* yang bersifat deskriptif-analitis. Metode ini dipilih untuk memberikan gambaran holistik mengenai fenomena digitalisasi, menggabungkan kekuatan data kuantitatif dari survei lapangan dengan kedalaman analisis kualitatif dari literatur.

Data utama dalam penelitian ini bersumber dari dua kanal. Data primer diperoleh dari kuesioner yang melibatkan 57 responden profesional di bidang konstruksi di Indonesia. Kuesioner ini dirancang untuk mengukur persepsi efektivitas digitalisasi pada skala *Likert* 1-5 dan mengidentifikasi kendala adopsi. Sementara itu, data sekunder merupakan sintesis dari berbagai jurnal ilmiah terakreditasi, laporan industri global, dan dokumen regulasi pemerintah Indonesia yang relevan dengan topik penelitian.

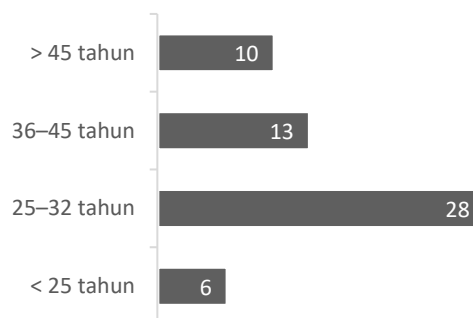
Profil demografis responden

Analisis terhadap profil 57 responden memberikan konteks penting mengenai siapa yang memberikan persepsi terhadap digitalisasi konstruksi. Gambar 1 menunjukkan dominasi gender responden. Sejumlah 91% responden adalah laki-laki (52 orang), mencerminkan karakteristik demografi tenaga kerja konstruksi Indonesia yang masih sangat didominasi pria. Hal ini mungkin mempengaruhi dinamika adopsi teknologi yang sering kali dipengaruhi oleh budaya kerja maskulin di lapangan.



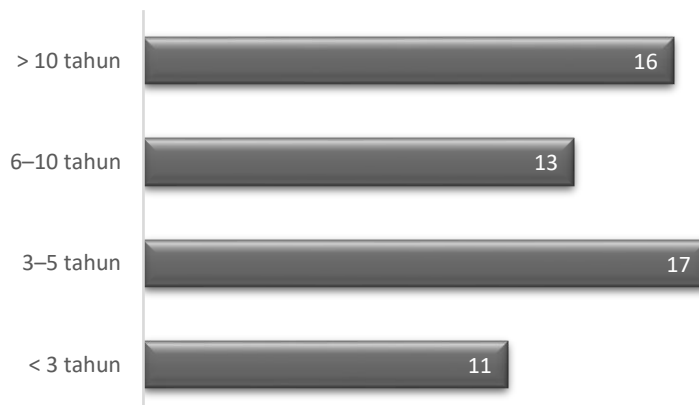
Gambar 1. Dominasi gender responden

Distribusi usia responden terlihat pada Gambar 2. Responden didominasi oleh kelompok usia muda produktif, yaitu 25-32 tahun (49,1%) dan 36-45 tahun (22,8%). Kelompok usia ini umumnya merupakan digital natives atau early adopters yang lebih terbuka terhadap teknologi baru dibandingkan generasi baby boomers. Hanya 17,5% responden yang berusia di atas 45 tahun.



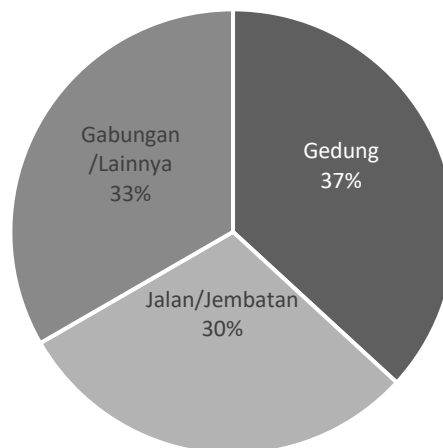
Gambar 2. Distribusi usia responden

Pengalaman kerja responden dijelaskan dalam Gambar 3. Terdapat keseimbangan antara tenaga kerja junior (<3 tahun) dan tenaga ahli berpengalaman (>10 tahun). Ini memberikan validitas pada data, karena mencakup perspektif operasional teknis dari staf junior dan perspektif manajerial strategis dari staf senior.



Gambar 3. Distribusi pengalaman kerja responden

Gambar 4 menjelaskan jenis proyek yang pernah dikerjakan oleh responden. Responden terlibat dalam berbagai jenis proyek, termasuk Gedung (21), Jalan/Jembatan (17), dan proyek gabungan (19). Variasi ini memastikan bahwa temuan penelitian dapat digeneralisasi untuk sektor infrastruktur sipil secara luas, tidak bias pada satu sub-sektor saja.



Gambar 4. Distribusi jenis proyek

Instrumen dan Variabel Penelitian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini mencakup tiga dimensi utama. Pertama yaitu efisiensi pelaporan yang mencakup kecepatan, akurasi, aksesibilitas, dan dampak komunikasi. Kedua adalah inspeksi mutu, hal ini mencakup kemudahan inspeksi, kecepatan tindak lanjut, dan pengurangan *rework*. Ketiga terkait kontrol biaya, hal ini termasuk efisiensi pengendalian, deteksi deviasi, transparansi, dan pengurangan pemborosan. Selain itu, variabel penghambat (kendala) juga diukur untuk memetakan tantangan implementasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Adopsi Teknologi dan Lanskap Aplikasi

Berdasarkan data survei pada Gambar 5, tingkat penetrasi teknologi digital di kalangan responden adalah 58% (33 orang), sementara 42% (24 orang) menyatakan belum menggunakan aplikasi digital secara intensif. Angka ini mengungkap realitas dua kecepatan (*two-speed economy*) dalam konstruksi Indonesia: sebagian pelaku usaha telah bertransformasi, sementara hampir separuh lainnya masih tertinggal.

Analisis terhadap jenis aplikasi yang digunakan menunjukkan keragaman tingkat maturitas digital. Untuk manajemen penjadwalan, *Microsoft Project* dan *Primavera P6* masih menjadi standar industri. Ini adalah bentuk digitalisasi tahap awal, yaitu memindahkan jadwal dari kertas ke komputer. Sementara itu manajemen dokumen dan kolaborasi data sudah menggunakan *Google Drive* menunjukkan adopsi cloud storage dasar. Namun, ini



Gambar 5. Hasil survey penggunaan aplikasi digital untuk konstruksi

belum mencapai level *Common Data Environment* (CDE) yang terstruktur sesuai standar ISO 19650.

Responden dari BUMN Karya atau kontraktor besar sudah menyampaikan adanya *Enterprise Resource Planning* (ERP), hal ini menandakan integrasi tingkat lanjut antara manajemen proyek dan keuangan perusahaan. Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM), baik itu Autodesk Revit maupun Tekla Structure juga sudah ada. Hal ini menunjukkan adanya upaya untuk meningkatkan presisi desain dan audit data. Temuan ini sejalan dengan laporan (McKinsey 2020) yang menyatakan bahwa perusahaan dengan maturitas digital tinggi cenderung menggunakan ekosistem aplikasi yang terintegrasi, bukan alat yang berdiri sendiri.

Analisis Dampak terhadap Efisiensi Pelaporan

Pelaporan adalah aspek yang merasakan dampak paling positif dari digitalisasi. Data survei pada Tabel 1, menunjukkan skor rata-rata yang sangat tinggi pada indikator-indikator terkait pelaporan. Skor tertinggi pada "Manajemen akses laporan kapan saja" (4.5) mengonfirmasi bahwa nilai utama digitalisasi bagi praktisi konstruksi Indonesia adalah aksesibilitas. Dalam proyek infrastruktur yang tersebar (seperti jalan tol Trans-Jawa atau bendungan di luar Jawa), manajer proyek di kantor pusat sering kesulitan memantau progres *real-time*. Aplikasi pelaporan berbasis *cloud* memecahkan masalah geografis ini. Hal ini didukung oleh temuan (Radman et al. 2025) yang mencatat bahwa sistem pelaporan digital dapat meningkatkan akurasi data hingga 95,6% dan mengurangi "data slippage" secara drastis dibandingkan metode manual.

Kecepatan penyusunan laporan (4.4) berhubungan langsung dengan fitur otomatisasi. Aplikasi modern memungkinkan *site engineer* mengunggah foto progres, data cuaca, dan jumlah tenaga kerja langsung dari ponsel pintar. Sistem kemudian secara otomatis mengagregasi data ini menjadi Laporan Harian Proyek, menghilangkan kebutuhan rekapitulasi manual di malam hari yang rentan lelah dan salah (*human error*).

Tabel 1. Persepsi Efektivitas Digitalisasi pada Aspek Pelaporan

Indikator	Nilai Rata-rata (Skala 1-5)	Interpretasi
Manajemen akses laporan kapan saja	4.5	Sangat Efektif
Laporan lebih cepat disusun	4.4	Sangat Efektif
Kesalahan pelaporan berkurang	4.3	Efektif
Durasi pelaporan berkurang	4.2	Efektif
Komunikasi tim membaik	4.2	Efektif

Analisis Dampak terhadap Inspeksi Mutu (*Quality Control*)

Transformasi digital mengubah inspeksi mutu dari proses administratif menjadi proses preventif. Meskipun skornya di bawah aspek pelaporan, dampak pada mutu tetap signifikan seperti terlampir pada Tabel 2. Skor 4.3

pada "Inspeksi mutu terbantu digital" menunjukkan penerimaan yang baik terhadap alat bantu seperti checklist digital pada tablet. Dalam sistem konvensional, formulir inspeksi kertas sering kali tidak lengkap atau hilang. Sistem digital memaksa disiplin dengan mewajibkan pengisian field tertentu dan melampirkan bukti foto sebelum formulir dapat disubmit.

Poin krusial adalah korelasi dengan pengurangan *rework* (4.1). *Rework* sangat mengurangi margin dalam konstruksi. Dengan deteksi dini menggunakan teknologi, misalnya menggunakan pemindaian laser (*laser scanning*) untuk memverifikasi kerataan lantai atau vertikalitas kolom sebelum pengecoran, kontraktor dapat melakukan perbaikan saat biaya perbaikannya masih murah. Studi kasus global menunjukkan bahwa inspeksi digital dapat mengurangi waktu inspeksi hingga 40% dan menghemat biaya material yang signifikan akibat pengurangan penolakan pekerjaan.

Tabel 2. Persepsi Efektivitas Digitalisasi pada Aspek Mutu

Indikator	Nilai Rata-rata (Skala 1-5)	Interpretasi
Inspeksi mutu terbantu digital	4.3	Efektif
Temuan mutu cepat ditindaklanjuti	4.2	Efektif
Rework berkurang	4.1	Efektif

Analisis Dampak terhadap Kontrol Biaya (*Cost Control*)

Hasil survey terkait control biaya tampak pada tabel 3. Efisiensi pengendalian biaya (4.4) didorong oleh integrasi data. Dalam metode tradisional, data biaya sering kali terpisah dari data progres fisik (*kurva S*). Manajer proyek mungkin mengetahui progres fisik mencapai 50%, tetapi tidak sadar bahwa biaya yang dikeluarkan sudah 60% karena keterlambatan tagihan. Digitalisasi melalui ERP atau BIM 5D memungkinkan *tracking* biaya berdasarkan komitmen (saat PO diterbitkan), memberikan visibilitas *real-time* terhadap kesehatan finansial proyek.

Transparansi biaya (4.3) juga menjadi sorotan penting, terutama dalam iklim konstruksi Indonesia yang sedang giat memberantas inefisiensi. Sistem digital menciptakan jejak audit (*digital footprint*) yang sulit dimanipulasi. Setiap material yang masuk dicatat dalam sistem inventaris digital, mengurangi risiko pencurian volume di lapangan. Data dari SIMPK Kementerian PUPR memperkuat hal ini dengan menyediakan basis data harga pasar yang transparan untuk estimasi biaya.

Tabel 3. Persepsi Efektivitas Digitalisasi pada Aspek Biaya

Indikator	Nilai Rata-rata (Skala 1-5)	Interpretasi
Pengendalian biaya lebih efisien	4.4	Sangat Efektif
Transparansi biaya meningkat	4.3	Efektif
Deteksi deviasi biaya real-time	4.3	Efektif
Pemborosan biaya menurun	4.2	Efektif

Analisis Hambatan dan Tantangan Adopsi

Meskipun manfaatnya terbukti, jalan menuju transformasi digital mendapati beberapa hambatan. Survei mengidentifikasi lima kendala utama yang harus diatasi seperti pada tabel 4. Krisis Kompetensi SDM menjadi temuan paling kritis. Hampir seluruh responden mengeluhkan kurangnya pelatihan. Industri konstruksi Indonesia menghadapi kesenjangan talenta. Lulusan baru mungkin paham perangkat lunak tetapi kurang paham teknis konstruksi, sementara staf senior sangat paham konstruksi tetapi resisten atau gagap terhadap antarmuka digital. Pelatihan yang ada sering kali bersifat sporadis dan tidak terstruktur.

Tabel 4. Peringkat Kendala Digitalisasi

Peringkat	Kendala	Jumlah Responden	Persentase (n=57)
1	Kurangnya pelatihan staf (SDM)	48	84,2%

2	Sistem tidak kompatibel	30	52,6%
3	Biaya tinggi	21	36,8%
4	Internet terbatas	19	33,3%
5	Aplikasi kompleks	8	14,0%

Berikutnya, terkait "Sistem tidak kompatibel" mencerminkan fragmentasi ekosistem software. Jika Konsultan Perencana menggunakan sebuah *software*, dan Kontraktor menggunakan *software* lain yang tidak bisa membaca file dengan sempurna, maka terjadi ketimpangan data. Ini memaksa staf untuk melakukan input ulang data, yang justru menambah kerja dan risiko kesalahan. Standarisasi format data (seperti IFC dalam BIM) belum sepenuhnya diadopsi di Indonesia.

Bagi kontraktor besar dan BUMN, biaya lisensi *software* mungkin dapat diserap. Namun bagi kontraktor menengah-kecil, biaya langganan aplikasi dalam mata uang asing (USD) menjadi beban overhead yang berat, terutama di tengah margin keuntungan konstruksi yang tipis. Selain itu, kendala "Internet terbatas" adalah realitas geografis Indonesia. Banyak proyek infrastruktur (bendungan, jalan lintas) berada di *remote area*. Ketergantungan pada aplikasi berbasis *cloud* murni tanpa fitur offline-mode yang handal akan melumpuhkan operasional di lokasi-lokasi ini.

Strategi Implementasi dan Rekomendasi

Diperlukan strategi komprehensif yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan untuk memastikan transformasi digital berjalan efektif dan berkelanjutan. Pemerintah, melalui Kementerian terkait, memegang peran sentral sebagai regulator dan pemilik proyek strategis dalam menciptakan ekosistem digital yang kondusif. Langkah pertama yang krusial adalah perluasan mandat penggunaan BIM secara bertahap, tidak hanya terbatas pada bangunan gedung negara berskala besar, tetapi juga merambah ke proyek infrastruktur sipil seperti jalan dan jembatan, tentunya dengan disertai panduan teknis yang aplikatif bagi kontraktor. Selanjutnya, untuk mengatasi fragmentasi data, pemerintah perlu menginisiasi standarisasi data nasional yang mengacu pada standar internasional seperti ISO 19650, sehingga tercipta interoperabilitas antar berbagai platform perangkat lunak. Selain regulasi, pemerintah juga disarankan untuk memberikan insentif adopsi dalam proses tender, misalnya dengan memberikan poin teknis tambahan bagi penyedia jasa yang mampu membuktikan kematangan digital mereka, seperti kepemilikan sertifikasi BIM atau penggunaan sistem manajemen proyek yang terintegrasi secara penuh.

Di sisi pelaku industri, perusahaan konstruksi perlu melakukan pergeseran paradigma dengan memandang teknologi bukan sebagai beban biaya, melainkan investasi strategis. Hal ini harus diwujudkan melalui investasi SDM yang berkelanjutan, di mana anggaran pelatihan tidak lagi dipandang sebagai pengeluaran operasional semata, melainkan modal untuk upskilling teknis dan manajemen perubahan. Perusahaan disarankan untuk membentuk "*Digital Champions*" di setiap proyek sebagai agen perubahan yang dapat membimbing rekan kerjanya. Selain itu, pemilihan teknologi harus dilakukan secara tepat guna; untuk proyek di lokasi terpencil, prioritas harus diberikan pada aplikasi dengan kapabilitas offline yang handal dan mendukung format openBIM. Akhirnya, fokus perusahaan harus diarahkan pada integrasi data melalui pembangunan *Common Data Environment* (CDE), sehingga data pelaporan, mutu, dan biaya tidak lagi terisolasi, melainkan terhubung dalam satu ekosistem yang transparan.

Sektor pendidikan tinggi teknik sipil memiliki tanggung jawab strategis dalam menyiapkan tenaga kerja masa depan yang siap digital. Institusi akademik perlu melakukan pembaruan kurikulum secara proaktif dengan mengintegrasikan kompetensi digital mutakhir, seperti BIM, Manajemen Proyek Berbasis Data, dan Pemrograman Dasar, ke dalam mata kuliah inti. Mahasiswa teknik sipil tidak boleh hanya dilatih untuk menggambar menggunakan CAD, tetapi harus dibekali kemampuan untuk mengelola informasi bangunan yang kompleks secara digital. Kolaborasi antara universitas dan industri juga perlu diperkuat melalui program magang atau studi kasus nyata, sehingga lulusan memiliki pemahaman praktis mengenai tantangan dan solusi digitalisasi di lapangan konstruksi sesungguhnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengonfirmasi bahwa digitalisasi memberikan dampak transformatif terhadap efisiensi pelaporan, inspeksi mutu, dan kontrol biaya pada proyek konstruksi di Indonesia. Digitalisasi memberikan dampak paling signifikan pada aspek ini, dengan skor tertinggi pada manajemen akses laporan kapan saja dan kecepatan penyusunan laporan. Penggunaan aplikasi berbasis cloud berhasil memecahkan kendala geografis pada

proyek infrastruktur dan memitigasi risiko human error melalui otomatisasi agregasi data harian.

Dari sudut pandang inspeksi mutu, transformasi digital menggeser paradigma inspeksi dari proses administratif menjadi preventif dengan tingkat efektivitas. Implementasi checklist digital memaksa kedisiplinan pendokumentasian di lapangan yang berkontribusi langsung pada pengurangan rework melalui deteksi dini penyimpangan sebelum pekerjaan berlanjut.

Sedangkan dari segi kontrol biaya, digitalisasi meningkatkan efisiensi pengendalian biaya melalui integrasi data finansial dan progres fisik secara real-time. Teknologi seperti ERP dan BIM 5D meningkatkan transparansi dan deteksi deviasi biaya dengan menciptakan jejak audit digital yang akuntabel dan sulit dimanipulasi.

Namun, keberhasilan transformasi ini tidak semata-mata bergantung pada kecanggihan teknologi yang diadopsi, melainkan pada kesiapan ekosistem pendukungnya. Temuan studi menegaskan bahwa hambatan terbesar adalah faktor manusia (kurangnya pelatihan) dan interoperabilitas sistem, bukan resistensi terhadap teknologi itu sendiri. Oleh karena itu, narasi digitalisasi konstruksi di Indonesia harus bergeser dari sekadar pembelian alat baru menjadi pembangunan kapabilitas manusia dan sistem yang terintegrasi.

Dengan dukungan regulasi yang konsisten dari pemerintah dan komitmen investasi SDM dari pelaku industri, digitalisasi berpotensi menjadi tuas pengungkit utama untuk meningkatkan daya saing konstruksi Indonesia di kancah global, mewujudkan pembangunan infrastruktur yang lebih cepat, lebih hemat, dan lebih berkualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Syarifah, and Fajar Syaiful Akbar. 2025. "Tantangan Digitalisasi Dalam Pencatatan Biaya Proyek Pada PT. Bangun Mitra Persada." 05(03).
- Aryanto, and Ida Farida. 2025. "ANTESEDEN DAN KONSEKUENSI DIGITALISASI PELAPORAN KEUANGAN PADA UKM BIDANG REAL ESTATE DAN KONSTRUKSI DI JAWA TENGAH." *JOURNAL OF APPLIED MANAGERIAL ACCOUNTING*.
- Berlian, Oktavia Putri, and Akhmad Yusuf Zuhdy. 2021. "Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Struktur pada Apartemen Cornell Citraland Surabaya." *Jurnal Teknik ITS* 10(1):D31–36. doi:10.12962/j23373539.v10i1.61830.
- Heriyadi, Iqbal, and Dini Rohmayani. n.d. "Pengembangan Aplikasi Manajemen Proyek Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja Berbasis Website."
- Manullang, Marihot. 2025. "Optimalisasi Manajemen Proyek Konstruksi Berbasis Teknologi Digital: Studi Efisiensi Biaya dan Waktu pada Pembangunan Infrastruktur Perkotaan." *Jurnal Penelitian*.
- Marpaung, Bangun. 2023. "KONSTRUKSI BERKELANJUTAN DI KONSTRUKSI INDONESIA BERDASARKAN PERMEN PUPR NO 9 TAHUN 2021: A REVIEW." *JURNAL KAJIAN TEKNIK SIPIL* 8(1):27–35. doi:10.52447/jkts.v8i1.7148.
- McKinsey. 2020. "The Next Normal in Construction."
- Pratama, Rizky Eka, Irna Hendriyani, and Reno Pratiwi. 2024. "IMPLEMENTASI KONSEP BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) 5D PADA PEKERJAAN STRUKTUR UNTUK EFISIENSI BIAYA PROYEK." *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)* 12(2):138–43. doi:10.32487/jtt.v12i2.2219.
- PUPR, Permen. 2021. "Permen PUPR No. 9 Tahun 2021."
- Radman, Kambiz, Mostafa Babaeian Jelodar, and Ruggiero Lovreglio. 2025. "RealCONS: A Digital Framework for Construction Reporting Accuracy and Early Delay Detection." *Journal of Information Technology in Construction* 30:745–77. doi:10.36680/j.itcon.2025.031.
- Sidiq Ramadhan, Jatiaryo, and Fuk Jin Oei. 2024. "STRATEGI PENGEMBANGAN TEKNOLOGI DIGITAL DALAM METODE KERJA DI INDUSTRI KONSTRUKSI UNTUK PEMBANGUNAN NASIONAL." *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil* 621–30. doi:10.24912/jmts.v7i2.26777.
- Silitonga, Daniel Maranatha, Stefanus Yobel Hendrawan, and Oei Fuk Jin. 2024. "DIGITALISASI METODE KONSTRUKSI PADA PROYEK HIGH-RISE BUILDING." *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil* 795–806. doi:10.24912/jmts.v7i3.26755.

- Sulistyo, Sakti Aulia, Akhmad Aminullah, and Ashar Saputra. 2023. "Metode Pemantauan Pekerjaan Konstruksi Menggunakan Point Clouds Berbasis Drone dan LiDAR Iphone." *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* 21(3):197. doi:10.12962/j2579-891X.v21i3.15686.
- Wirapraja Mahatama, I. Kadek Badradnyana, I. Putu Ari Sanjaya, and Anak Agung Diah Parami Dewi. 2025. "PARADOKS ADOPTSI BIM DI INDONESIA: TINJAUAN SISTEMATIS ATAS EFISIENSI, HAMBATAN, DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN."
- Wulandari, Lakshmi Dewi. 2023. "PERENCANAAN LOGISTIK KONSTRUKSI: STUDI LITERATUR." *CRANE: Civil Engineering Research Journal* 4(1):15–22. doi:10.34010/crane.v4i1.9739.

