

Sistem Informasi Manajemen Konstruksi Berbasis BIM, IoT, dan Kecerdasan Buatan: Kajian Literatur tentang Manfaat dan Tantangan dalam Manajemen Proyek

Indah Nur Fatika¹, Agung Wijoyo², Rezy Chantika Phutri Setihajie³, Raka Haqqin Nazili⁴

MANAJEMEN, Fakultas Ekonomi bisnis, Universitas Pamulang

Indah.nurfatika17@gmail.com

dosen01671@unpam.ac.id

rezychantika1907@gmail.com

rakahaqinn7@gmail.com

Abstract

Modern construction projects involve many stakeholders, tight cost and time pressures, and large volumes of field data, so late or inconsistent information can directly disrupt project performance. This article aims to examine the role of Management Information Systems (MIS) in construction project management, particularly through Building Information Modeling (BIM), the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence (AI), and to review the challenges of their implementation. The method used is a limited structured literature review of twelve academic publications from 2020-2026 whose bibliographic records were successfully verified. The review shows that AI research on construction projects focuses most often on cost estimation, planning, and scheduling; that BIM serves as a basis for coordination and information exchange among parties, with one infrastructure project case study estimating cost avoidance from design clash detection at 20% of the contract value; and that IoT is mainly used to monitor workers, the environment, and field activities, particularly for occupational safety. Recurring barriers include limited funds, human resource capacity, organizational resistance, data security, and interoperability. This article proposes a conceptual framework linking project data, information systems, decision making, and project control. It concludes that the value of MIS for construction companies is determined by data integration and organizational readiness, not by the number of technologies installed.

Keywords: Management Information System, Construction Project Management, BIM, IoT, Artificial Intelligence

Abstrak

Proyek konstruksi modern melibatkan banyak pemangku kepentingan, tekanan biaya dan waktu yang ketat, serta volume data lapangan yang besar, sehingga informasi yang terlambat atau tidak konsisten dapat langsung mengganggu kinerja proyek. Artikel ini bertujuan mengkaji peran Sistem Informasi Manajemen (SIM) dalam manajemen proyek konstruksi, terutama melalui Building Information Modeling (BIM), Internet of Things (IoT), dan kecerdasan buatan (AI), serta menelaah tantangan penerapannya. Metode yang digunakan adalah kajian literatur terstruktur yang terbatas terhadap dua belas publikasi akademik tahun 2020-2026 yang rekaman bibliografisnya berhasil diverifikasi. Hasil telaah menunjukkan bahwa penelitian AI pada proyek konstruksi paling banyak berfokus pada estimasi biaya, perencanaan, dan penjadwalan; bahwa BIM berperan sebagai basis koordinasi dan pertukaran informasi

Article history

Received: Oktober 2026

Reviewed: Oktober 2026

Published: Oktober 2026

Plagiarism checker no 80

Copyright : author

Publish by : musytari



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

antarpihak, dengan satu studi kasus proyek infrastruktur memperkirakan penghindaran biaya akibat deteksi benturan desain sebesar 20% dari nilai kontrak; dan bahwa IoT terutama dimanfaatkan untuk pemantauan pekerja, lingkungan, serta aktivitas lapangan, khususnya pada keselamatan kerja. Hambatan utama yang berulang meliputi keterbatasan biaya, kapasitas sumber daya manusia, resistensi organisasi, keamanan data, dan interoperabilitas. Artikel ini mengusulkan kerangka konseptual yang menghubungkan data proyek, sistem informasi, pengambilan keputusan, dan pengendalian proyek. Disimpulkan bahwa nilai SIM bagi perusahaan konstruksi ditentukan oleh integrasi data dan kesiapan organisasi, bukan oleh jumlah teknologi yang dipasang.

Kata Kunci: Sistem Informasi Manajemen, Manajemen Proyek Konstruksi, BIM, IoT, Kecerdasan Buatan

1. Pendahuluan

Pendahuluan: Proyek konstruksi menuntut pengelolaan yang jauh lebih rumit daripada sekadar menyelesaikan pekerjaan fisik. Dauda et al. (2024) menyebut bahwa pentingnya sektor ini bagi perekonomian datang bersama kompleksitas proyek, keterbatasan biaya dan waktu, serta persoalan mutu, dan ketiganya dipandang dapat dijawab melalui digitalisasi. Pada proyek berskala besar, kerumitan itu bertambah karena jumlah pihak yang terlibat banyak dan tingkat keahlian mereka berbeda-beda. Wu et al. (2022) menegaskan bahwa koordinasi antarpemangku kepentingan merupakan tantangan yang tidak pernah hilang dalam industri ini. Dengan demikian, kebutuhan akan informasi yang cepat dan akurat bukan lagi pelengkap manajemen proyek, melainkan syarat agar keputusan harian di lapangan tetap selaras dengan target biaya dan jadwal.

Kebutuhan tersebut berhadapan dengan kenyataan bahwa informasi proyek jarang tersedia dalam satu sumber yang konsisten. Wu et al. (2022) mencatat bahwa pemangku kepentingan sering memegang informasi yang tidak simetris selama proyek berjalan, dan kondisi ini dapat menunda penyelesaian, menurunkan mutu, serta memicu konflik. Akibatnya terlihat pada persoalan desain. Chahrour et al. (2021) menunjukkan bahwa benturan antardisiplin dalam desain yang belum terselesaikan sebelum pekerjaan lapangan dimulai membawa biaya tambahan, sehingga cara perusahaan mengelola dan menyebarkan informasi desain berpengaruh langsung pada pengeluaran proyek. Dauda et al. (2024) menambahkan dimensi lain, yakni data proyek bersifat sensitif sehingga persoalan keamanan dan privasi ikut menentukan bagaimana informasi boleh dibagikan.

Dalam kerangka itu, Sistem Informasi Manajemen (SIM) dapat dipahami sebagai rangkaian orang, prosedur, data, dan teknologi yang mengumpulkan, mengolah, menyimpan, dan menyalurkan informasi guna mendukung keputusan manajer. Pada konteks konstruksi, pengertian ini menjadi konkret ketika data dari lapangan, kantor proyek, dan model desain digabungkan menjadi informasi yang dapat dipakai manajer proyek. Olanipekun dan Sutrisna (2021) mencatat bahwa gagasan transformasi digital dalam konstruksi justru muncul dari bidang sistem informasi, sehingga sudut pandang SIM bukan pendatang baru dalam diskusi digitalisasi konstruksi. Rumusan mengenai fungsi SIM di atas merupakan kerangka analitis penulis dan dipakai sebagai lensa untuk membaca literatur yang ditelaah.

Penerapan lensa tersebut pada manajemen proyek konstruksi mengarah pada lima area pengendalian utama: waktu, biaya, mutu, sumber daya, dan risiko, termasuk keselamatan kerja. Lai et al. (2025) menelaah penerapan AI pada manajemen jadwal, biaya, mutu, serta kesehatan dan keselamatan kerja, sedangkan Bang dan Olsson (2022) menemukan bahwa

penelitian AI pada proyek konstruksi didominasi subbidang yang bersifat kuantitatif, yaitu estimasi dan pengendalian biaya, logistik, perencanaan, dan penjadwalan. Lara Medina et al. (2023) menyebut bahwa IoT memberi keuntungan bagi manajemen proyek berupa pemantauan pelaksanaan yang lebih baik dan pengendalian yang lebih efektif. Rangkaian temuan ini memperlihatkan bahwa fungsi SIM tersebar di hampir seluruh area manajemen proyek.

Perkembangan teknologi digital memperluas wujud SIM tersebut. Dauda et al. (2024) mencatat teknologi seperti BIM, sensor IoT, drone, realitas virtual, dan perangkat manajemen proyek berbasis cloud yang kini digunakan pada proyek konstruksi. Deng et al. (2021) menelusuri perkembangan representasi bangunan cerdas dari BIM menuju digital twin, dan Omrany et al. (2023) menyusun tinjauan komprehensif tentang implementasi, teknologi pendukung, dan arah masa depan digital twin pada industri konstruksi. Wu et al. (2022) bahkan menilai bahwa integrasi BIM dengan big data, pembelajaran mesin, blockchain, dan digital twin merupakan arah pengembangan yang menjanjikan untuk manajemen proyek. Teknologi-teknologi ini pada dasarnya berfungsi sebagai sumber data dan sarana pengolahan bagi SIM konstruksi.

Manfaat penerapan teknologi tersebut mulai terdokumentasi dalam bentuk yang dapat dihitung. Chahrour et al. (2021) mengembangkan skema untuk mengkuantifikasi penghematan dari deteksi dan penyelesaian benturan desain berbasis BIM, dan pada satu proyek infrastruktur besar skema itu menghasilkan perkiraan penghematan sebesar 20% dari nilai kontrak. Angka tersebut perlu dibaca hati-hati karena berasal dari satu studi kasus dan berupa estimasi biaya benturan yang tidak terselesaikan sebelum pekerjaan lapangan. Di sisi lain, Lara Medina et al. (2023) mengaitkan IoT dengan pengendalian yang lebih efektif, perbaikan mutu, serta penghematan biaya dan waktu. Wu et al. (2022) menempatkan koordinasi sebagai fungsi utama BIM. Secara keseluruhan, manfaat yang dilaporkan mencakup efisiensi, koordinasi, dan pengendalian proyek.

Meskipun demikian, manfaat itu tidak otomatis diperoleh. Dauda et al. (2024) mengidentifikasi lima kelompok hambatan digitalisasi pada konstruksi di India, yaitu keterbatasan keuangan dan sumber daya, kendala budaya dan organisasi, kesenjangan antarwilayah, persoalan keamanan dan privasi data, serta kurangnya kesadaran dan pengembangan kapasitas. Wu et al. (2022) menyoroti interoperabilitas perangkat lunak BIM yang belum memadai serta belum adanya model data standar yang mapan. Olanipekun dan Sutrisna (2021) merumuskan transformasi digital sebagai proses ketika penerapan teknologi menimbulkan efek transformasi yang menuntut pemilihan faktor pendukung dan peredaman hambatan. Dengan demikian, tantangan penerapan bersifat teknis sekaligus organisasional.

Penelitian terdahulu telah memetakan lanskap ini dari beberapa sisi. Olanipekun dan Sutrisna (2021) menelaah 36 publikasi jurnal tentang transformasi digital dalam konstruksi periode 2016-2020 dan menghasilkan kerangka tentang efek transformasi, faktor pendukung, dan hambatan. Bang dan Olsson (2022) meninjau 86 artikel tentang AI pada proyek konstruksi periode 2015-2020, sementara Lai et al. (2025) menelaah 60 artikel tentang AI pada manajemen konstruksi. Elrifaae et al. (2025) menelaah 147 publikasi tentang IoT untuk keselamatan lokasi konstruksi hingga Juni 2024, dan Wu et al. (2022) memetakan 656 artikel BIM tentang koordinasi. Perbandingan ini menunjukkan bahwa ulasan yang ada umumnya berpusat pada satu teknologi atau satu area manajemen.

Dari pola tersebut tampak celah penelitian yang bersumber dari literatur itu sendiri. Bang dan Olsson (2022) menyimpulkan bahwa penelitian berikutnya perlu mengembangkan kerangka yang holistik dan berorientasi proses agar AI bergerak dari ambisi ke praktik. Wu et al. (2022) menunjuk kebutuhan sistem manajemen proyek real-time dan integrasi BIM dengan teknologi

baru, sedangkan Lai et al. (2025) mengusulkan kerangka penelitian bagi integrasi AI dengan pendekatan yang berpusat pada manusia. Elrifae et al. (2025) juga menemukan celah pada pemantauan bahaya yang dinamis dan penilaian risiko ruang-waktu. Dengan kata lain, telaah yang memandang BIM, IoT, dan AI sebagai satu SIM yang mengalirkan data hingga keputusan pengendalian proyek masih jarang dijumpai di antara sumber yang berhasil diverifikasi.

Berdasarkan celah tersebut, artikel ini bertujuan menelaah peran SIM dalam manajemen proyek konstruksi melalui BIM, IoT, dan AI, mengidentifikasi tantangan serta faktor keberhasilan penerapannya, dan merumuskan kerangka konseptual SIM konstruksi. Pembahasan difokuskan pada pengendalian waktu, biaya, material, tenaga kerja, risiko, dan keselamatan kerja pada proyek konstruksi. Kontribusi artikel ada pada sintesis lintas teknologi dengan sudut pandang sistem informasi manajemen, yang memadukan temuan Olanipekun dan Sutrisna (2021), Bang dan Olsson (2022), Wu et al. (2022), dan Elrifae et al. (2025) menjadi satu kerangka kerja yang dapat dipakai perusahaan konstruksi maupun peneliti berikutnya.

Manajemen proyek muncul pada tahun 1950-an untuk menggambarkan pendekatan yang lebih analitis untuk manajemen dan pemecahan masalah. Henry Grantt pria berkebangsaan amerika dapat dikatakan bapak dari ilmu manajemen proyek dan namanya digunakan menjadi metode bernama "Grantt Chart". Di dalam manajemen proyek terdapat hal-hal yang terbiasa dilakukan oleh manusia, oleh karena itu mempelajarinya tidak akan terlalu sulit, akan tetapi ada penambahan logika dan aturan yang khusus di dalamnya. Proyek sendiri yaitu usaha yang harus dilakukan dari awal hingga akhir pada suatu kejadian, yang mempunyai batasan waktu, anggaran, sumber daya yang dibutuhkan oleh pelanggan. Tujuan proyek itu sendiri ialah untuk memuaskan pelanggan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Industri dan Manajemen Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi bersifat unik, sementara, dan melibatkan rantai pihak yang panjang, mulai dari pemilik, konsultan perencanaan, kontraktor utama, subkontraktor, hingga pemasok. Dauda et al. (2024) menggambarkan kompleksitas, kendala biaya dan waktu, serta masalah mutu sebagai tekanan khas proyek konstruksi. Wu et al. (2022) menambahkan bahwa perbedaan tingkat pengetahuan profesional antarpihak membuat koordinasi pemangku kepentingan menjadi tantangan yang terus ada, dan bahwa kepuasan pemangku kepentingan memengaruhi keberhasilan proyek. Dari dua sumber ini terlihat bahwa tiga tolok ukur klasik, yaitu biaya, waktu, dan mutu, bergantung pada kualitas koordinasi. Risiko dan keselamatan kerja menjadi dimensi tambahan: Elrifae et al. (2025) menyebut industri konstruksi sebagai lingkungan berisiko tinggi dengan jumlah korban jiwa yang konsisten tinggi secara global. Karena itu manajemen proyek konstruksi membutuhkan arus informasi yang andal agar lima dimensi tersebut dapat dikendalikan bersama-sama.

2.2 Sistem Informasi Manajemen dalam Konstruksi

Dalam konteks konstruksi, SIM dapat dibaca sebagai mekanisme yang mengubah data proyek menjadi informasi pendukung keputusan. Olanipekun dan Sutrisna (2021) mencatat bahwa konsep transformasi digital dalam konstruksi lahir dari bidang sistem informasi, dan mereka memandangnya sebagai proses yang dipicu oleh penerapan teknologi digital. Dari sini muncul perbedaan penting antara sekadar mengadopsi perangkat lunak dan membangun sistem informasi. Perangkat lunak yang berdiri sendiri hanya menyelesaikan satu tugas, sedangkan sistem informasi menuntut data yang terhubung, prosedur yang disepakati, dan pengguna yang memahami keluaran sistem. Pemahaman ini merupakan penafsiran penulis atas literatur yang ditelaah dan sengaja dibatasi agar pembahasan tetap berada pada konteks konstruksi.

2.3 Construction Management Information System

Sistem informasi khusus manajemen konstruksi biasanya mencakup modul untuk jadwal, biaya, mutu, sumber daya, dan keselamatan. Lai et al. (2025) memetakan penerapan AI pada empat area manajemen konstruksi, yakni jadwal, biaya, mutu, serta kesehatan dan keselamatan kerja, dan menemukan bahwa penerapannya terutama berada pada fase desain awal dan fase konstruksi. Wu et al. (2022) menilai bahwa pembuatan sistem manajemen proyek yang dinamis dan real-time termasuk tren terpenting dan bahwa sistem informasi yang disesuaikan bagi proyek konstruksi off-site masih perlu dikembangkan. Dua temuan ini menunjukkan bahwa sistem informasi manajemen konstruksi masih berkembang dan belum mencakup seluruh siklus proyek secara merata.

2.4 Building Information Modeling (BIM)

Wu et al. (2022) menggambarkan BIM sebagai teknologi inovatif yang membentuk, mengorganisasi, dan mengelola informasi sepanjang proses konstruksi, serta memungkinkan pemilik, kontraktor, subkontraktor, pemasok, arsitek, dan insinyur berbagi dan bertukar informasi secara real-time. Koordinasi disebut sebagai fungsi kritis BIM, dan keluaran literatur BIM tentang koordinasi berkelompok pada empat tema: manajemen proyek, koordinasi pemangku kepentingan, pembangunan berkelanjutan, dan inovasi konstruksi. Chahrour et al. (2021) memberi contoh manfaat yang terukur melalui deteksi dan penyelesaian benturan desain. Dengan demikian BIM berfungsi sebagai basis data proyek sekaligus alat koordinasi, dan inilah yang membuatnya relevan sebagai tulang punggung SIM konstruksi.

2.5 Teknologi Digital dalam Industri Konstruksi

Beberapa teknologi lain melengkapi BIM. Bang dan Olsson (2022) melaporkan bahwa AI telah dipakai luas pada penelitian proyek konstruksi, meskipun konstruksi tampak tertinggal dibanding industri lain dalam mengadopsinya. Lara Medina et al. (2023) dan Elrifaae et al. (2025) membahas IoT, sedangkan Deng et al. (2021) serta Omrany et al. (2023) membahas perkembangan menuju digital twin. Dauda et al. (2024) mencatat bahwa drone, realitas virtual, dan perangkat manajemen proyek berbasis cloud juga mulai dipakai. Pada tingkat konseptual, teknologi-teknologi ini mengisi tiga fungsi SIM: sensor dan perangkat lapangan mengumpulkan data, platform cloud dan model BIM menyimpannya serta mendistribusikannya, dan AI mengolahnya menjadi prediksi.

2.6 Sistem Informasi dan Pengambilan Keputusan Proyek

Kualitas keputusan manajer proyek, kontraktor, konsultan, dan pemilik sangat bergantung pada kelengkapan serta ketepatan waktu informasi. Wu et al. (2022) mencatat bahwa pada tahap perencanaan, BIM membantu mengumpulkan dan menukar informasi sehingga kegagalan dan risiko potensial dapat diprediksi lebih akurat. Lai et al. (2025) menekankan pendekatan AI yang berpusat pada manusia, yang menyiratkan bahwa keluaran sistem tetap perlu ditafsirkan oleh pengambil keputusan. Bang dan Olsson (2022) menemukan bahwa sebagian besar studi AI bersifat konseptual atau berdesain metode campuran, sehingga bukti tentang dampak keputusan pada proyek nyata masih terbatas. Dari ketiganya, informasi dari sistem memperbaiki dasar keputusan, tetapi bukti empirisnya belum merata.

3. Metodologi Penelitian

Metode Penelitian:

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur (*literature review*) dengan prosedur yang terstruktur namun terbatas. Artikel tidak mengklaim sebagai *Systematic Literature Review* penuh berbasis protokol PRISMA karena penelusuran dan penyaringan belum dilakukan melalui eksekusi *query* pada basis data berlangganan. Penelusuran dilakukan melalui pencarian web terhadap rekaman bibliografis, halaman penerbit, dan repositori institusi, lalu setiap sumber diverifikasi metadatanya (penulis, tahun, jurnal, volume, nomor artikel, dan DOI) sebelum dipakai.

3.2 Basis Data dan Sumber Penelusuran

Rekaman bibliografis diperiksa melalui laman penerbit dan repositori akademik, antara lain Frontiers, MDPI, Springer, Elsevier (melalui PolyU Scholars Hub), Taylor & Francis (melalui repositori Leeds Beckett dan Newcastle University), Vilnius Gediminas Technical University Press, serta repositori NTNU dan laman jurnal masing-masing. Pada artikel ini, status indeksasi Scopus tidak diklaim untuk sumber mana pun kecuali bila laman verifikasi menampilkannya secara eksplisit. Hal itu hanya terlihat pada Elrifae et al. (2025), yang tercantum pada PolyU Scholars Hub dengan rujukan ke rekaman Scopus.

3.3 Kata Kunci Penelusuran

Kombinasi kata kunci yang digunakan untuk menemukan literatur adalah “Management Information System” AND “Construction”; “Construction Information System” AND “Project Management”; “Information Systems” AND “Construction Industry”; “BIM” AND “Construction Project Management”; “Digital Transformation” AND “Construction Industry”; dan “Information Technology” AND “Construction Project”. Variasi tambahan memuat istilah “Internet of Things”, “artificial intelligence”, “clash detection”, dan “barriers” yang dikaitkan dengan konstruksi.

3.4 Kriteria Inklusi

Sumber dimasukkan apabila (a) dipublikasikan pada rentang 2020-2026, (b) berupa artikel jurnal atau bab buku akademik dari penerbit yang dikenal, (c) membahas konstruksi secara langsung, (d) membahas teknologi informasi, sistem informasi, atau manajemen konstruksi, dan (e) metadatanya dapat diverifikasi pada laman penerbit atau repositori.

3.5 Kriteria Eksklusi

Sumber dikeluarkan apabila tidak berhubungan dengan konstruksi, metadatanya tidak dapat diverifikasi atau halaman penerbitnya tidak dapat diakses secara andal, berada di luar rentang tahun, berasal dari sumber non-akademik seperti blog dan siaran pers, atau hanya membahas teknologi tanpa kaitan dengan manajemen konstruksi. Beberapa publikasi yang ditemukan pada penelusuran, misalnya tinjauan BIM berbasis cloud tahun 2014, dikeluarkan karena berada di luar rentang tahun. Satu artikel bibliometrik tentang transformasi digital pada industri konstruksi dikeluarkan karena daftar penulisnya tidak dapat diverifikasi dari laman penerbit.

3.6 Keterbatasan Metode

Tidak ada angka hasil penelusuran atau penyaringan yang dilaporkan, karena proses itu tidak dijalankan pada basis data berlangganan. Jumlah yang disebut di artikel ini adalah dua belas, yaitu jumlah publikasi yang benar-benar digunakan dan terverifikasi. Konsekuensinya, cakupan literatur sempit, bukti tentang cloud computing, big data, serta pengelolaan material hanya sedikit, dan kesimpulan sebaiknya dibaca sebagai sintesis awal. Penulis yang ingin

mengembangkan artikel ini menjadi SLR penuh disarankan menjalankan kembali kata kunci di atas pada Scopus dan Web of Science, mencatat jumlah rekaman pada setiap tahap penyaringan, lalu menambahkan diagram alir PRISMA

3.7 Keterbatasan Metode

Manajemen merupakan sebuah proses terpadu dimana individu-individu sebagai bagian dari organisasi yang dilibatkan untuk merencanakan, mengorganisasikan, menjalankan dan mengendalikan aktifitas-aktifitas, yang kesemuanya diarahkan pada sasaran yang telah ditetapkan dan berlangsung terus menerus seiring dengan berjalannya waktu. Agar proses manajemen berjalan lancar, diperlukan sistem serta struktur organisasi yang solid. Pada organisasi tersebut, seluruh aktifitasnya haruslah berorientasi pada pencapaian sasaran. Organisasi tersebut berfungsi sebagai wadah untuk menuangkan konsep, ide-ide manajemen. Jadi dapat dikatakan bahwa manajemen merupakan suatu rangkaian tanggung jawab yang berhubungan erat satu sama lainnya.

Skill yang dibutuhkan ada 4 titik, yaitu kepada Owner, User, Lingkungan, dan Team. Maksudnya, Ketika seorang proyek manager berurusan dengan owner (komisaris perusahaan) dapat memberikan informasi berupa biaya/budget dari segi finansial, serta resiko kedepan yang akan dihadapi.

Proyek merupakan suatu tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai sasaran yang dinyatakan secara kongkrit serta harus diselesaikan dalam suatu periode tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan alat-alat yang terbatas dan begitu kompleks sehingga dibutuhkan pengelolaan dan kerjasama yang berbeda dari yang biasanya digunakan. Menurut DI Cleland dan Wr. King (1987), proyek merupakan gabungan dari berbagai sumber adanya yang dihimpun dalam organisasi sementara untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan Pembahasan:

Bagian ini menyintesis temuan dari dua belas sumber terverifikasi. Pada setiap subbagian, kekuatan bukti dinyatakan secara terbuka: bagian yang didukung langsung oleh sumber dibedakan dari bagian yang merupakan analisis penulis karena bukti dalam literatur yang ditelaah masih tipis.

4.1 Peran SIM dalam Manajemen Proyek Konstruksi

Pada tahap perencanaan, sistem informasi berfungsi menyediakan data untuk memprediksi kegagalan dan risiko sebelum pekerjaan dimulai. Wu et al. (2022) melaporkan bahwa penggunaan BIM pada tahap perencanaan membantu pengumpulan dan pertukaran informasi sehingga prediksi kegagalan dan risiko potensial menjadi lebih akurat. Pada tahap pelaksanaan dan monitoring, Lara Medina et al. (2023) mengaitkan IoT dengan pemantauan pelaksanaan yang lebih baik dan pengendalian yang lebih efektif. Adapun pemetaan Lai et al. (2025) memperlihatkan bahwa penerapan AI pada empat area manajemen konstruksi terutama berada pada fase desain awal dan fase konstruksi. Jika pola ini dibaca dari sudut siklus manajemen, fase evaluasi pascakonstruksi tampak kurang terwakili dalam literatur yang ditelaah. Hal ini bersifat dugaan penulis, tetapi layak diuji lebih lanjut karena evaluasi proyek merupakan sumber pembelajaran bagi perencanaan proyek berikutnya.

4.2 SIM untuk Pengendalian Waktu Proyek

Penjadwalan termasuk subbidang yang paling banyak diteliti. Bang dan Olsson (2022) menemukan bahwa penelitian AI pada proyek konstruksi didominasi subbidang kuantitatif, di antaranya perencanaan dan penjadwalan, dan Lai et al. (2025) memasukkan manajemen jadwal

sebagai salah satu dari empat area yang ditelaah. Dari sisi pemantauan, Lara Medina et al. (2023) menyebut penghematan waktu sebagai salah satu keuntungan IoT bagi manajemen proyek. Keterlambatan informasi juga menjadi sumber penundaan: menurut Wu et al. (2022), informasi yang tidak simetris antarpemangku kepentingan dapat menunda masa konstruksi. Dengan demikian pengendalian waktu tidak hanya soal algoritma penjadwalan, tetapi juga kecepatan informasi progres sampai ke pihak yang memutuskan. Mekanisme peringatan dini (*early warning*) dan pelacakan progres otomatis secara logis berada pada irisan keduanya, tetapi sumber yang diverifikasi tidak menguji mekanisme tersebut secara khusus, sehingga bagian ini dibaca sebagai implikasi analitis.

4.3 SIM untuk Pengendalian Biaya

Bukti paling konkret dalam literatur ini berkaitan dengan biaya. Bang dan Olsson (2022) mencatat bahwa estimasi dan pengendalian biaya termasuk subbidang yang paling dominan dalam penelitian AI, dan Lai et al. (2025) memasukkan manajemen biaya dalam cakupan telaahnya. Gao et al. (2026) menyusun tinjauan sistematis khusus tentang AI dalam manajemen proyek konstruksi pada aspek biaya, waktu, dan keselamatan, yang menegaskan bahwa ketiganya kini menjadi satu klaster pembahasan. Contoh kuantitatifnya datang dari Chahrour et al. (2021): skema yang mengategorikan benturan desain berdasarkan keterlibatan pemangku kepentingan dan tindakan yang diperlukan, lalu menaksir biaya benturan yang tidak diselesaikan sebelum pekerjaan lapangan, menghasilkan perkiraan penghematan sebesar 20% dari nilai kontrak pada satu proyek infrastruktur besar. Angka ini sebaiknya tidak digeneralisasi. Ia berasal dari satu proyek, dan merupakan perkiraan penghindaran biaya, bukan penghematan yang diaudit. Nilai pentingnya terletak pada pelajaran metodologis bahwa benturan dapat dikategorikan dan dihitung sehingga manajer dapat memprioritaskan benturan yang paling mahal.

4.4 SIM untuk Pengelolaan Material Konstruksi

sebagai Bukti langsung tentang pengelolaan material pada sumber yang diverifikasi terbatas. Bang dan Olsson (2022) menyebut logistik salah satu subbidang yang dominan dalam penelitian AI, dan Elrifae et al. (2025) menandai bahwa keselamatan area penyimpanan bahan berbahaya masih memerlukan perhatian yang lebih terfokus. Wu et al. (2022) dalam telaahnya juga merujuk sistem berbasis BIM untuk manajemen rantai pasok dan estimasi limbah konstruksi, meskipun itu merupakan temuan yang mereka laporkan dari studi lain. Dari sudut pandang SIM, pengelolaan material melibatkan inventori, pemesanan, distribusi, dan pemantauan limbah, dan keempatnya bergantung pada integrasi data pengadaan dengan data progres lapangan. Karena sumber yang diverifikasi belum menguji integrasi itu secara langsung, penelitian lanjutan yang menghubungkan data material dan data progres tampak menjadi kebutuhan nyata.

4.5 SIM untuk Pengelolaan Tenaga Kerja

Pada tenaga kerja, bukti yang tersedia berkaitan terutama dengan pemantauan. Elrifae et al. (2025) membagi literatur IoT untuk keselamatan menjadi tiga dimensi, yaitu pemantauan pekerja (*labor monitoring*), pemantauan lingkungan, serta pemantauan lokasi dan aktivitas. Mereka juga mencatat bias yang timbul dari sikap pekerja yang menuntut kepatuhan tinggi terhadap protokol keselamatan. Lai et al. (2025) menekankan pendekatan AI yang berpusat pada manusia, yang relevan karena data pekerja menyangkut privasi dan penerimaan. Wu et al. (2022) melaporkan bahwa penggunaan BIM pada tahap desain dan persiapan dapat meningkatkan kerja sama antarjenis pekerjaan dan produktivitas. Mengenai jadwal, kompetensi, dan produktivitas tenaga kerja, penelaahan penulis menunjukkan bahwa sumber terverifikasi lebih banyak membahas keselamatan daripada produktivitas, sehingga aspek produktivitas dan kompetensi perlu dikaji dengan sumber tambahan.

4.6 SIM untuk Manajemen Risiko Konstruksi

Manajemen risiko bertumpu pada identifikasi, penilaian, pemantauan, dan mitigasi, dan semuanya membutuhkan data yang segar. Wu et al. (2022) menyebut kemampuan BIM pada tahap perencanaan untuk memprediksi kegagalan dan risiko. Babalola et al. (2023) melaporkan bahwa area keselamatan dan kesehatan kerja yang dicakup studi IoT meliputi penilaian dan pengendalian risiko, identifikasi bahaya, dan visualisasi. Elrifae et al. (2025) menunjuk kebutuhan sistem yang mampu memantau bahaya dinamis dan memberikan penilaian risiko ruang-waktu. Artinya, risiko pada proyek konstruksi berubah menurut lokasi dan waktu, sehingga sistem yang hanya menyajikan daftar risiko statis kurang memadai. Pengambilan keputusan mitigasi menjadi lebih kuat jika risiko dipantau melalui data lapangan yang diperbarui terus-menerus.

4.7 SIM dan Keselamatan Konstruksi/K3

K3 merupakan area dengan dukungan literatur paling kuat dalam kumpulan sumber ini. Elrifae et al. (2025) menelaah 147 publikasi hingga Juni 2024 dan mengidentifikasi celah penting: sistem pemantauan mandiri yang mendeteksi kerusakan sensor, alat pelindung diri berintegrasi sensor yang lebih nyaman agar kepatuhan meningkat, serta pemantauan kendaraan di lokasi konstruksi. Babalola et al. (2023) mencatat bahwa tantangan penerapan IoT untuk K3 mencakup konsumsi energi yang tinggi. Lara Medina et al. (2023) menjadikan bidang keselamatan sebagai fokus khusus telaahnya, dan Lai et al. (2025) memasukkan kesehatan dan keselamatan kerja pada kerangka AI. Dari sini terlihat pergeseran dari pelaporan kecelakaan yang bersifat reaktif menuju pemantauan kondisi yang bersifat preventif. Namun, pemantauan kepatuhan melalui sensor juga membawa isu privasi dan penerimaan pekerja yang tidak boleh diabaikan.

4.8 BIM sebagai Pendukung SIM Konstruksi

BIM berfungsi sebagai tulang punggung informasi bagi SIM konstruksi. Wu et al. (2022) menempatkan koordinasi sebagai fungsi kritis BIM, dengan empat tema utama pada literatur: manajemen proyek, koordinasi pemangku kepentingan, pembangunan berkelanjutan, dan inovasi konstruksi. Chahrour et al. (2021) menunjukkan sisi praktisnya, yakni deteksi benturan desain yang dikategorikan dan dinilai biayanya. Deng et al. (2021) menelusuri evolusi dari BIM menuju digital twin, sedangkan Wu et al. (2022) merangkum bahwa digital twin menyinkronkan sistem virtual dengan dunia fisik untuk kontrol dan pengelolaan yang lebih baik sepanjang siklus proyek. Dari perspektif SIM, BIM berperan sebagai basis data terpusat yang menyatukan visualisasi, pertukaran informasi, dan monitoring, tetapi nilainya tertahan oleh interoperabilitas yang kurang dan ketiadaan model data standar, sebagaimana dicatat Wu et al. (2022).

4.9 Artificial Intelligence dalam Manajemen Konstruksi

AI memperluas SIM dari sistem pencatatan menjadi sistem prediksi. Bang dan Olsson (2022) menemukan bahwa aplikasi AI luas, tetapi konstruksi tampak tertinggal dibanding industri lain, dengan banyak studi bersifat konseptual atau berdesain metode campuran. Lai et al. (2025) menemukan bahwa AI terutama dipakai pada fase desain awal dan konstruksi di area jadwal, biaya, mutu, serta K3, dan mengusulkan kerangka penelitian dengan pendekatan berpusat pada manusia. Gao et al. (2026) menyusun tinjauan sistematis terbaru atas AI pada pengelolaan biaya, waktu, dan keselamatan. Pembacaan kritis atas ketiganya menunjukkan bahwa bukti AI cukup luas, tetapi uji pada proyek nyata dan studi tentang adopsi organisasi masih terbatas. Prediksi keterlambatan, estimasi biaya, dan analisis produktivitas karenanya perlu diperlakukan sebagai kapabilitas yang menjanjikan, bukan jaminan hasil.

4.10 Cloud Computing dan Kolaborasi Proyek

Bukti langsung tentang cloud pada sumber yang diverifikasi tidak banyak. Dauda et al. (2024) mencatat bahwa perangkat manajemen proyek berbasis cloud termasuk teknologi yang makin dipakai pada konstruksi India, dan bahwa keamanan serta privasi data merupakan kekhawatiran yang sangat kuat di antara responden, dengan indeks skala tertinggi 4,73 pada sektor arsitektur dan desain. Wu et al. (2022) menyebut pendekatan berbagi informasi berbasis cloud privat yang dirancang untuk menangani persoalan privasi dan kepemilikan data lintas pihak, sebagaimana mereka rangkum dari studi lain. Penafsirannya, cloud memungkinkan banyak pihak mengakses informasi yang sama, tetapi manfaat itu bergantung pada tata kelola akses dan keamanan. Telaah yang lebih dalam tentang cloud memerlukan sumber tambahan yang belum terverifikasi dalam artikel ini.

4.11 Internet of Things dalam Monitoring Konstruksi

IoT paling kuat didukung untuk pemantauan keselamatan. Elrifae et al. (2025) mengelompokkan pemanfaatannya menjadi pemantauan pekerja, lingkungan, dan lokasi serta aktivitas, dan menyebut perlunya perhatian pada pemantauan kondisi kendaraan di lokasi. Lara Medina et al. (2023) mengaitkan IoT dengan pemantauan pelaksanaan, pengendalian, perbaikan mutu, serta penghematan biaya dan waktu. Babalola et al. (2023) menyoroti konsumsi energi yang tinggi sebagai salah satu tantangan. Dalam kerangka SIM, sensor adalah lapisan masukan data. Nilainya baru terealisasi apabila data itu masuk ke sistem yang dapat diolah dan dipakai manajer, sehingga sensor yang berdiri sendiri tanpa integrasi hanya menambah volume data tanpa menambah kualitas keputusan.

4.12 Tantangan Implementasi SIM pada Industri Konstruksi

Tantangan muncul pada dimensi keuangan, organisasi, teknis, dan data. Dauda et al. (2024) mengonfirmasi 18 dari 21 hambatan yang diuji dan mengelompokkannya ke dalam lima tema: keterbatasan keuangan dan sumber daya, kendala budaya dan organisasi, kesenjangan antarwilayah, persoalan keamanan dan privasi data, serta kurangnya kesadaran dan pengembangan kapasitas. Mereka juga mencatat bahwa organisasi yang lebih besar lebih proaktif, sedangkan usaha kecil menghadapi keterbatasan sumber daya dan pengetahuan. Wu et al. (2022) menunjuk interoperabilitas perangkat lunak BIM yang belum memadai dan kurangnya platform kolaborasi yang matang dan terstandar. Elrifae et al. (2025) menambahkan tantangan teknis berupa kerusakan sensor dan kenyamanan alat pelindung diri. Perlu diingat bahwa temuan Dauda et al. (2024) berasal dari survei 162 profesional di India, sehingga generalisasi ke Indonesia memerlukan kehati-hatian dan idealnya dikonfirmasi dengan penelitian lokal.

4.13 Faktor Keberhasilan Implementasi

Faktor keberhasilan dapat dibaca sebagai kebalikan dari hambatan. Olanipekun dan Sutrisna (2021) merumuskan bahwa transformasi digital memerlukan pemilihan faktor pendukung (*enablers*) dan peredaman hambatan, serta menyusun pedoman pertimbangan strategis bagi keduanya. Dauda et al. (2024) menunjukkan bahwa kesadaran dan pengembangan kapasitas menjadi tema hambatan tersendiri, sehingga pelatihan dan kompetensi sumber daya manusia termasuk faktor kunci. Wu et al. (2022) menyebut kebutuhan kebijakan pendukung dan pelatihan teknis serta pengembangan platform kolaborasi yang praktis. Lai et al. (2025) menekankan pendekatan berpusat pada manusia. Gabungan keempat sumber ini mengarah pada faktor dukungan manajemen, kompetensi SDM, kesiapan teknologi, budaya organisasi, kualitas dan integrasi data, serta kebijakan. Dukungan manajemen dan budaya organisasi dalam daftar ini merupakan tafsir penulis atas tema kendala budaya dan organisasi yang dilaporkan Dauda et al. (2024).

4.14 Dampak SIM terhadap Kinerja Proyek Konstruksi

Dampak SIM terhadap kinerja proyek dilaporkan pada beberapa dimensi, tetapi kekuatan buktinya berbeda. Pada biaya, ada perkiraan kuantitatif dari satu studi kasus (Chahrour et al., 2021). Pada waktu, biaya, dan mutu secara umum, Lara Medina et al. (2023) melaporkan keuntungan IoT berupa pemantauan, pengendalian, perbaikan mutu, serta penghematan biaya dan waktu. Pada koordinasi dan kepuasan pemangku kepentingan, Wu et al. (2022) menempatkan BIM sebagai penunjang koordinasi yang memengaruhi keberhasilan proyek. Pada keselamatan, Elrifae et al. (2025) memetakan kontribusi IoT tetapi sekaligus mencatat sejumlah celah. Bang dan Olsson (2022) mengingatkan bahwa banyak studi bersifat konseptual atau metode campuran. Karena itu, kesimpulan yang paling dapat dipertanggungjawabkan adalah bahwa SIM berpotensi memperbaiki kinerja proyek melalui koordinasi dan pengendalian yang lebih baik, sementara besaran dampaknya masih perlu dibuktikan dengan studi empiris pada proyek nyata.

5. Kesimpulan

Kesimpulan dan Saran: Sistem informasi manajemen penting bagi industri konstruksi karena proyek konstruksi dikerjakan oleh banyak pihak, di bawah tekanan biaya dan waktu, dengan data yang tersebar. Literatur yang ditelaah menunjukkan bahwa informasi yang tidak simetris dapat menunda proyek, menurunkan mutu, dan memicu konflik (Wu et al., 2022), sementara benturan desain yang tidak terselesaikan sebelum pekerjaan lapangan menimbulkan biaya tambahan (Chahrour et al., 2021). Dengan demikian, kemampuan mengumpulkan, mengolah, dan menyalurkan informasi secara tepat waktu merupakan bagian dari pengendalian proyek itu sendiri.

SIM membantu manajemen proyek konstruksi pada hampir semua area pengendalian. Penelitian AI terkonsentrasi pada estimasi dan pengendalian biaya, perencanaan, dan penjadwalan (Bang & Olsson, 2022), dan penerapannya terutama berada pada fase desain awal dan fase konstruksi (Lai et al., 2025). IoT mendukung pemantauan pelaksanaan dan pengendalian (Lara Medina et al., 2023) dan paling kuat dibuktikan untuk pemantauan keselamatan melalui tiga dimensi, yaitu pekerja, lingkungan, serta lokasi dan aktivitas (Elrifae et al., 2025).

Teknologi yang paling relevan, berdasarkan sumber yang ditelaah, adalah BIM sebagai basis koordinasi dan informasi, IoT sebagai penyedia data lapangan, dan AI sebagai pengolah data. Cloud dan digital twin dibahas sebagai pelengkap, tetapi bukti langsungnya pada artikel ini lebih tipis. Manfaat terhadap kinerja proyek dilaporkan pada biaya, koordinasi, pemantauan, dan keselamatan. Contoh paling konkret adalah perkiraan penghindaran biaya sebesar 20% dari nilai kontrak pada satu proyek infrastruktur (Chahrour et al., 2021). Angka itu tidak boleh digeneralisasi karena berasal dari satu kasus dan berupa estimasi. Bang dan Olsson (2022) juga mengingatkan bahwa banyak studi masih bersifat konseptual atau metode campuran, sehingga besaran dampak pada proyek nyata belum mapan.

Tantangan implementasi bersifat teknis sekaligus organisasional. Hambatan yang berulang meliputi keterbatasan biaya dan sumber daya, kendala budaya dan organisasi, persoalan keamanan dan privasi data, serta kurangnya kesadaran dan kapasitas (Dauda et al., 2024). Interoperabilitas perangkat lunak dan belum matangnya model data standar menambah hambatan teknis (Wu et al., 2022). Pada IoT, kerusakan sensor, kenyamanan alat pelindung diri, dan konsumsi energi menjadi catatan tambahan (Babalola et al., 2023; Elrifae et al., 2025).

Bagi perusahaan konstruksi, implikasi utamanya ialah bahwa nilai SIM ditentukan oleh integrasi data dan kesiapan organisasi, bukan oleh banyaknya teknologi yang dipasang. Kerangka konseptual yang diajukan menempatkan kesiapan organisasi sebagai penentu apakah informasi yang dihasilkan sistem benar-benar dipakai dalam keputusan. Keterbatasan artikel ini perlu diakui: cakupan literturnya sempit, penelusuran tidak dijalankan pada basis data berlangganan, dan kerangka konseptualnya belum diuji. Karena itu kesimpulan ini diposisikan sebagai sintesis awal yang membuka agenda penelitian lanjutan.

Manajemen merupakan sebuah proses terpadu dimana individu-individu sebagai bagian dari organisasi yang dilibatkan untuk merencanakan, mengorganisasikan, menjalankan dan mengendalikan aktifitas-aktifitas, yang kesemuanya diarahkan pada sasaran yang telah ditetapkan dan berlangsung terus menerus seiring dengan berjalannya waktu. Manajemen proyek adalah suatu cara mengelola, mengarahkan, dan mengkoordinasikan sumber daya (manusia/material) disaat mulainya sebuah proyek hingga akhir untuk mencapai suatu tujuan, yang dibatasi oleh biaya, waktu, dan kualitas untuk mencapai kepuasan. Suatu sistem informasi dapat dikembangkan karena adanya kebijakan dan perencanaan terlebih dahulu. Tanpa adanya perencanaan sistem yang baik, pengembangan sistem tidak akan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Tanpa adanya kebijakan pengembangan sistem oleh manajemen puncak, maka pengembangan sistem tidak akan mendapat dukungan dari manajemen puncak tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Babalola, A., Urhal, P., Manu, P., Da Silva Bartolo, P. J., Cheung, C., Yunusa-Kaltungo, A., Perera, S., Gao, S., Francis, V., & Paton-Cole, V. (2023). A systematic review of Internet of Things applications in construction occupational safety and health management. In P. Manu, S. Gao, P. J. S. Bartolo, V. Francis, & A. Sawhney (Eds.), *Handbook of construction safety, health and well-being in the Industry 4.0 era* (pp. 283-295). Routledge. <https://doi.org/10.1201/9781003213796-26>
- [2] Bang, S., & Olsson, N. (2022). Artificial intelligence in construction projects: A systematic scoping review. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 12(3), 224-238. <https://doi.org/10.32738/JEPPM-2022-0021>
- [3] Chahrour, R., Hafeez, M. A., Ahmad, A. M., Sulieman, H. I., Dawood, H., Rodriguez-Trejo, S., Kassem, M., Naji, K. K., & Dawood, N. (2021). Cost-benefit analysis of BIM-enabled design clash detection and resolution. *Construction Management and Economics*, 39(1), 55-72. <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1802768>
- [4] Dauda, J. A., Chavan, N. N., Saka, A. B., Ajayi, S. O., & Oyegoke, A. S. (2024). An appraisal of barriers to digitalisation of construction industry in developing countries: Perspective from India. *International Journal of Construction Management*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/15623599.2024.2362014>
- [6] Deng, M., Menassa, C. C., & Kamat, V. R. (2021). From BIM to digital twins: A systematic review of the evolution of intelligent building representations in the AEC-FM industry. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 26, 58-83. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.005>
- [7] E. Elrifae, M., Zayed, T., Ali, E., & Ali, A. H. (2025). IoT contributions to the safety of construction sites: A comprehensive review of recent advances, limitations, and suggestions for

future directions. *Internet of Things*, 31, Article 101387.
<https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101387>

[8] Andesita Prihantara, A. A. 2018. “*STUDI KASUS PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI*.” Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora, : 10.

[9] Rompas, L. M. “Penerapan Teknologi Pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Sistem Informasi Kontraktor Dan Konsultan (Studi Kasus Kota Manado).” *Matrik: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*: 12.

[10] Setiawan, E. 2020. “Manajemen Proyek Sistem Informasi Penggajian Berbasis Web.” *JURNAL TEKNIK*: 9. Setiawan, E. 2018. “Manajemen Proyek Sistem Informasi Penggajian Berbasis Web.” *JURNAL TEKNIK*: 10.