

Integrasi BIM 4D untuk Optimalisasi Penjadwalan dan Pengendalian Waktu Proyek : Literatur Review

Muhammad Aldino Pradana^{1*}, Lenggogeni¹, Muh Abdhy Gazali HS²

¹Jurusan Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

²Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

*Koresponden email: muhammadaldino.p7a21@gmail.com

Diterima: 27 Mei 2026

Disetujui: 02 Juni 2026

Abstract

Construction project delays caused by poor management, design changes, and material delivery failures remain a recurring problem in Indonesia. Conventional scheduling methods such as the Critical Path Method (CPM) and Gantt Chart are increasingly inadequate for managing the complexity of modern construction projects. Building Information Modeling (BIM) 4D, which integrates three-dimensional models with construction schedules, emerges as an innovative solution to improve scheduling efficiency and project time control. This study conducts a systematic literature review of seven scientific articles (2024–2026) on BIM 4D implementation. The results show that BIM 4D consistently outperforms conventional methods, including measurable project duration reductions, improved resource allocation, early identification of Contract Change Order (CCO) impacts, and more accurate progress monitoring compared to the conventional S-Curve. Four key benefits were identified: enhanced visualization and communication, scheduling efficiency and accuracy, early detection of schedule conflicts, and reliable time control throughout construction. Implementation challenges include limited competent human resources, high initial investment costs, and organizational resistance to change. This study recommends adopting BIM 4D as an industry standard in Indonesia, supported by regulatory development, professional certification, and integration with BIM 5D, Artificial Intelligence, and the Internet of Things.

Keywords: *bim 4d, building information modeling, construction scheduling, time control*

Abstrak

Keterlambatan proyek konstruksi akibat lemahnya manajemen, perubahan desain, dan keterlambatan material menjadi permasalahan yang terus berulang di Indonesia. Metode penjadwalan konvensional seperti *Critical Path Method* (CPM) dan *Gantt Chart* dinilai tidak lagi memadai menghadapi kompleksitas proyek modern. *Building Information Modeling* (BIM) 4D, yang mengintegrasikan model tiga dimensi dengan jadwal konstruksi, hadir sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi penjadwalan dan pengendalian waktu proyek. Penelitian ini melakukan kajian literatur sistematis terhadap tujuh artikel ilmiah (2024–2026) mengenai implementasi BIM 4D. Hasil kajian menunjukkan BIM 4D secara konsisten unggul dibandingkan metode konvensional, meliputi pemendekan durasi proyek, peningkatan alokasi sumber daya, identifikasi dini dampak *Contract Change Order* (CCO), serta pemantauan progres yang lebih akurat dibandingkan Kurva S. Empat manfaat utama teridentifikasi: peningkatan visualisasi dan komunikasi, efisiensi penjadwalan, deteksi dini konflik jadwal, dan pengendalian waktu yang handal. Tantangan implementasi meliputi keterbatasan SDM kompeten, tingginya biaya investasi, dan resistensi terhadap perubahan metode kerja. Kajian ini merekomendasikan adopsi BIM 4D sebagai standar industri konstruksi Indonesia, didukung regulasi, sertifikasi tenaga ahli, dan integrasi dengan BIM 5D, Kecerdasan Buatan, serta *Internet of Things*.

Kata Kunci: *bim 4d, penjadwalan konstruksi, pengendalian waktu, building information modeling*

1. Pendahuluan

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang paling dinamis sekaligus paling rentan terhadap permasalahan keterlambatan dan pembengkakan biaya. Keterlambatan proyek konstruksi menjadi fenomena yang hampir universal, di mana berbagai kajian menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti perubahan desain oleh pemilik, keterlambatan pengiriman material, dan lemahnya manajemen proyek menjadi penyebab utama. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Indonesia, faktor perubahan desain oleh pemilik mencapai 68%, keterlambatan pengiriman material sebesar 62%, dan manajemen proyek yang lemah sebesar 54% [1]. Dampak yang ditimbulkan tidak hanya berupa kenaikan biaya dan pemborosan waktu, tetapi juga penurunan kualitas pekerjaan serta reputasi perusahaan. Sejalan dengan itu, penelitian

[2] menegaskan bahwa penentuan keberhasilan proyek konstruksi secara fundamental diukur dari tiga indikator utama, yakni mutu, biaya, dan waktu, yang ketiganya saling berkaitan erat. Kondisi ini mendorong kebutuhan mendesak akan pendekatan manajemen proyek yang lebih inovatif dan berbasis teknologi guna mengatasi permasalahan tersebut.

Manajemen waktu merupakan komponen kritis dalam keberhasilan sebuah proyek konstruksi. Efektivitas penjadwalan yang baik memungkinkan para pemangku kepentingan untuk memeriksa kelayakan proyek, memperkirakan biaya awal, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, serta memantau dan mengendalikan kemajuan pekerjaan agar berjalan secara efisien [3]. Selain itu, [4] menyatakan bahwa efektivitas manajemen waktu berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dan mencegah keterlambatan proyek. Sebaliknya, defisiensi dalam perencanaan dan penjadwalan serta buruknya komunikasi antar partisipan proyek telah diidentifikasi sebagai faktor-faktor utama yang menyebabkan keterlambatan dan pembengkakan biaya. Metode penjadwalan konvensional seperti *Critical Path Method* (CPM) dan *Gantt Chart*, meskipun masih banyak digunakan, dinilai kurang memadai untuk menangani kompleksitas proyek modern yang memerlukan visualisasi tiga dimensi dan pembaruan data secara real-time [5].

Building Information Modeling (BIM) telah berkembang menjadi paradigma digital yang merevolusi cara perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian proyek konstruksi dilakukan. BIM mengintegrasikan data spasial dan non-spasial dalam satu model terpadu, sehingga memungkinkan seluruh pemangku kepentingan untuk berkolaborasi, berbagi informasi, dan mengambil keputusan berbasis data secara efektif sepanjang siklus hidup proyek [6]. Kajian komprehensif yang dilakukan oleh Alsofiani (2024) menyimpulkan bahwa BIM memberikan keunggulan yang signifikan sepanjang siklus hidup proyek, mencakup tahap perencanaan, desain, konstruksi, pemeliharaan, hingga keberlanjutan. Lebih lanjut, studi yang diterbitkan di *Discover Materials* (2025) mengungkapkan bahwa penerapan BIM secara rata-rata mampu mereduksi waktu pelaksanaan proyek sebesar 20% dan biaya sebesar 15%, sekaligus menurunkan kesalahan desain hingga 30%. Meskipun demikian, tingkat adopsi BIM di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala, seperti kurangnya standar nasional, keterbatasan sumber daya manusia terampil, serta resistensi terhadap perubahan teknologi.

Salah satu dimensi BIM yang paling relevan dalam konteks penjadwalan proyek adalah BIM 4D, yakni integrasi model 3D dengan elemen waktu berupa jadwal konstruksi. BIM 4D merupakan teknologi yang menghubungkan komponen-komponen model bangunan dengan aktivitas jadwal konstruksi, sehingga menghasilkan simulasi visual yang menggambarkan bagaimana sebuah bangunan akan dibangun dari waktu ke waktu [7]. Melalui pendekatan ini, manajer proyek dapat mengoptimalkan urutan konstruksi, mengidentifikasi konflik jadwal, serta mengomunikasikan kemajuan kepada para pemangku kepentingan melalui simulasi animasi yang informatif. Penelitian yang dilakukan oleh [8] pada proyek Gedung UNISMA menyimpulkan bahwa penerapan BIM 4D efektif dalam meningkatkan akurasi penjadwalan, menyeimbangkan alokasi sumber daya, dan meningkatkan kualitas visualisasi perencanaan konstruksi. Selain itu, integrasi BIM 4D dengan metode lean construction juga terbukti mampu mengejar keterlambatan proyek yang signifikan dengan mengoptimalkan alur komunikasi dan proses perizinan di lapangan [9].

Berdasarkan latar belakang di atas, artikel ini bertujuan untuk melakukan kajian literatur secara sistematis terhadap penelitian-penelitian terkini mengenai integrasi BIM 4D dalam konteks optimasi penjadwalan dan pengendalian waktu proyek konstruksi. Artikel ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif tentang bagaimana BIM 4D diterapkan, alat dan metode yang digunakan, manfaat yang dihasilkan, serta hambatan yang dihadapi dalam implementasinya. Dengan mengacu pada publikasi ilmiah dari tahun 2020 hingga 2025, kajian ini diharapkan menjadi referensi yang relevan bagi akademisi, praktisi, maupun pembuat kebijakan yang tertarik untuk mengadopsi teknologi BIM 4D dalam proyek-proyek konstruksi di era digitalisasi saat ini.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur sistematis melalui penelaahan publikasi ilmiah yang berkaitan dengan penerapan BIM 4D dalam optimalisasi penjadwalan proyek konstruksi, dengan sumber data diperoleh dari jurnal-jurnal ilmiah nasional maupun internasional menggunakan kata kunci pencarian "Implementasi BIM 4D" dan "Optimalisasi Penjadwalan". Pemilihan artikel didasarkan pada kriteria inklusi yang telah ditetapkan, yaitu artikel harus membahas penerapan BIM 4D secara spesifik, menyajikan hasil analisis baik secara konseptual maupun empiris, serta diterbitkan dalam rentang waktu 2021 hingga 2025 guna memastikan relevansi dan kemutakhiran informasi. Selanjutnya, analisis data dilakukan secara kualitatif dengan pendekatan tematik yang mencakup identifikasi, pengelompokan, dan pengkajian terhadap manfaat serta tantangan dalam pengembangan dan penerapan BIM 4D, untuk

kemudian disintesis menjadi gambaran komprehensif mengenai potensi BIM 4D sebagai solusi peningkatan efektivitas penjadwalan proyek konstruksi. **Tabel 1** merupakan artikel yang dikaji dalam studi ini.

Tabel 1. Artikel yang dikaji

Penulis	Tahun	Judul Artikel
(Rachman et al., n.d.)	2025	Penerapan BIM 4D dan Analisis Alokasi Sumber Daya pada Proyek Gedung Kyai Tholhah Hasan UNISMA
(Fikhoir et al.,)	2024	Implementasi BIM 4D pada Studi Penjadwalan Proyek Rehabilitasi Spillway Bendungan Pacal di Bojonegoro
(Zettyara et al.,)	2026	Implementasi BIM 4D dan 5D dalam Perencanaan Pembangunan Apartemen LRT City Cibubur
(Fajar et al.,)	2025	Implementasi BIM untuk Optimasi Penjadwalan dan Biaya Pekerjaan Struktural dan Arsitektural Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi
(Afriani et al.,)	2024	Federated Model and Scheduling by Implementing Building Information Modeling in the PNJ Center of Technology (PUT) Laboratory Building
(Alfiah Dzakiroh et al.,)	2025	Perencanaan 4D Scheduling Simulation Dengan Menggunakan Building Information Modeling (BIM) Pada Gedung 6 (Enam) Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung
(Maharani et al.,)	2025	Implementasi BIM 4D untuk Meningkatkan Efisiensi Penjadwalan Ulang Pada Proyek Pembangunan Gedung

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Studi Literatur

Berdasarkan hasil literatur yang disajikan pada **Tabel 2** implementasi BIM 4D terbukti meningkatkan efisiensi secara signifikan dalam penjadwalan pada proyek konstruksi jika dibandingkan dengan metode konvensional. Dari segi durasi proyek, BIM 4D dapat mempercepat waktu pelaksanaan dengan perencanaan jadwal yang lebih terintegrasi dan terstruktur dengan model tiga dimensi. Dalam hal alokasi sumber daya, BIM 4D memungkinkan pengenalan dan penyeimbangan kebutuhan tenaga kerja serta peralatan dengan lebih efisien, sehingga mengurangi potensi tumpang tindih pekerjaan di proyek. Selain itu, BIM 4D juga meningkatkan ketepatan pengendalian proyek karena semua informasi mengenai jadwal, urutan pekerjaan dan progress konstruksi terintegrasi dalam satu model digital yang dapat divisualisasikan secara dinamis. Hal ini secara langsung mengurangi potensi konflik waktu dan keterlambatan yang kerap terjadi pada pendekatan penjadwalan konvensional.

Tabel 2. Hasil Studi Literatur

Penulis	Tahun	Judul Artikel	Hasil Optimalisasi
(Rachman et al., n.d.)	2025	Penerapan BIM 4D dan Analisis Alokasi Sumber Daya pada Proyek Gedung Kyai Tholhah Hasan UNISMA	Teknik penyeimbangan sumber daya secara manual berhasil menghilangkan alokasi tenaga kerja yang berlebihan tanpa mengubah jalur kritis, meskipun durasi proyek meningkat dari 157 menjadi 199 hari. Simulasi 4D berhasil memvisualisasikan urutan dan tahap konstruksi secara dinamis serta memudahkan identifikasi dini potensi konflik.
(Fikhoir et al.,)	2024	Implementasi BIM 4D pada Studi Penjadwalan Proyek Rehabilitasi Spillway Bendungan Pacal di Bojonegoro	Analisis alternatif menghasilkan percepatan durasi 10,9% dan pengurangan biaya 14,3% dengan penambahan alat berat, serta percepatan 16,3% dan pengurangan biaya 10,9% dengan penambahan jam kerja. Pemantauan proyek berbasis BIM 4D dinilai lebih mudah dibandingkan Kurva

Penulis	Tahun	Judul Artikel	Hasil Optimalisasi
			S karena dapat melihat bobot pekerjaan hingga skala harian.
(Zettyara et al.,)	2026	Implementasi BIM 4D dan 5D dalam Perencanaan Pembangunan Apartemen LRT City Cibubur Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi	Penerapan BIM 4D mampu mempercepat durasi proyek menjadi 712 hari, 19 hari lebih singkat dibandingkan metode konvensional 731 hari. Integrasi data biaya dan waktu melalui BIM mempermudah proses verifikasi, meningkatkan efisiensi, serta mengurangi ketergantungan terhadap konsultan eksternal
(Fajar et al.,)	2025	Implementasi BIM untuk Optimasi Penjadwalan dan Biaya Pekerjaan Struktural dan Arsitektural	Durasi pekerjaan struktural dan arsitektural yang semula direncanakan 294 hari berhasil dipersingkat menjadi 287 hari. Estimasi biaya berbasis BIM lebih hemat Rp12,68 miliar atau sekitar 10% dibandingkan metode konvensional.
(Afriani et al.,)	2024	Federated Model and Scheduling by Implementing Building Information Modeling in the PNJ Center of Technology (PUT) Labotary Building	Berdasarkan hasil kajian literatur, penerapan BIM 4D dalam optimalisasi penjadwalan proyek konstruksi terbukti memberikan keunggulan yang signifikan dibandingkan metode konvensional, Hal ini dibuktikan pada berbagai studi kasus, di antaranya Gedung Laboratorium PUT PNJ yang menghasilkan total durasi penjadwalan 230 hari dengan visualisasi yang telah tervalidasi oleh ahli, serta proyek-proyek lainnya yang menunjukkan penghematan durasi pelaksanaan secara nyata dibandingkan pendekatan konvensional. Dengan demikian, BIM 4D terbukti lebih unggul dibandingkan metode konvensional dalam hal akurasi penjadwalan, efisiensi waktu, dan kualitas pengendalian proyek konstruksi, sehingga penerapannya perlu terus didorong sebagai standar dalam manajemen proyek konstruksi modern di Indonesia
(Alfiah Dzakiroh et al.,)	2025	Perencanaan 4D Scheduling Simulation Dengan Menggunakan Building Information Modeling (BIM) Pada Gedung 6 (Enam) Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjadwalan menggunakan Microsoft Project menghasilkan total durasi rencana selama 200 hari, dengan start date 1 Februari 2019 dan finish date 19 Agustus 2019. Penerapan BIM 4D memberikan visualisasi konstruksi yang efektif sekaligus menjadi alat komunikasi manajemen yang memudahkan tim proyek maupun owner dalam memahami teknik pelaksanaan dan rencana konstruksi secara menyeluruh
(Maharani et al.,)	2025	Implementasi BIM 4D untuk Meningkatkan Efisiensi Penjadwalan Ulang Pada Proyek Pembangunan Gedung	BIM 4D mampu mengidentifikasi potensi konflik waktu lebih awal dan memungkinkan visualisasi progress yang lebih akurat, serta berkontribusi signifikan dalam efisiensi penjadwalan ulang dan pengendalian proyek.

Tabel 3. Keberhasilan Penerapan BIM 4D

No	Judul Artikel	Keberhasilan Penerapan BIM 4D	
		Berhasil	Tidak Berhasil
(Rachman et al., n.d.)	Penerapan BIM 4D dan Analisis Alokasi Sumber Daya pada Proyek Gedung Kyai Tholhah Hasan UNISMA	V	
(Fikhoir et al.,)	Implementasi BIM 4D pada Studi Penjadwalan Proyek Rehabilitasi Spillway Bendungan Pacal di Bojonegoro	V	
(Zettyara et al.,)	Implementasi BIM 4D dan 5D dalam Perencanaan Pembangunan Apartemen LRT City Cibubur	V	
(Fajar et al.,)	Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi		
(Afriani et al.,)	Implementasi BIM untuk Optimasi Penjadwalan dan Biaya Pekerjaan Struktural dan Arsitektural	V	
(Alfiah Dzakiroh et al.,)	Federated Model and Scheduling by Implementing Building Information Modeling in the PNJ Center of Technology (PUT) Labotary Building	V	
(Maharani et al.,)	Perencanaan 4D Scheduling Simulation Dengan Menggunakan Building Information Modeling (BIM) Pada Gedung 6 (Enam) Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung	V	
	Implementasi BIM 4D untuk Meningkatkan Efisiensi Penjadwalan Ulang Pada Proyek Pembangunan Gedung	V	

3.2 Manfaat Integrasi BIM 4D dalam Penjadwalan

Hasil analisis terhadap literatur yang dikaji menunjukkan bahwa integrasi BIM 4D dalam penjadwalan proyek konstruksi memberikan manfaat yang signifikan dalam beberapa aspek utama. Temuan-temuan ini dikelompokkan berdasarkan tema yang muncul secara konsisten di seluruh studi yang dianalisis.

3.2.1. Peningkatan Visualisasi dan Komunikasi Proyek

Salah satu manfaat utama BIM 4D yang secara konsisten ditemukan dalam berbagai literatur adalah kemampuannya dalam meningkatkan kualitas visualisasi dan komunikasi antar pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi. Melalui integrasi model 3D dengan dimensi waktu, BIM 4D menghasilkan simulasi konstruksi yang dapat menggambarkan urutan dan tahapan pekerjaan secara dinamis dan mudah dipahami. Hal ini memudahkan tim proyek maupun owner dalam memahami rencana konstruksi secara menyeluruh tanpa harus bergantung pada interpretasi gambar 2D yang bersifat statis. Pada proyek Gedung Laboratorium PUT PNJ, visualisasi penjadwalan yang dihasilkan melalui Autodesk Navisworks telah tervalidasi oleh ahli dan dinyatakan layak digunakan sebagai alat komunikasi manajemen proyek yang efektif. Dengan demikian, BIM 4D tidak hanya berfungsi sebagai alat perencanaan, tetapi juga sebagai media komunikasi yang memperkuat koordinasi antar disiplin dalam pelaksanaan proyek.

3.2.2. Efisiensi dan Akurasi Penjadwalan

BIM 4D terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi penjadwalan proyek secara signifikan dibandingkan metode konvensional. Melalui integrasi antara model 3D dan time schedule pada Microsoft Project yang dihubungkan melalui Autodesk Navisworks, setiap item pekerjaan dapat dijadwalkan secara lebih terstruktur dan terukur. Hal ini dibuktikan pada proyek Apartemen LRT City Cibubur yang berhasil mempersingkat durasi pelaksanaan sebesar 19 hari dibandingkan metode konvensional, serta proyek Rusun ASN 3 IKN yang mempersingkat durasi dari 294 hari menjadi 287 hari. Selain itu, teknik resource levelling yang diintegrasikan dalam BIM 4D pada proyek Gedung Kyai Tholhah Hasan UNISMA berhasil menyeimbangkan alokasi tenaga kerja tanpa mengubah jalur kritis proyek. Secara keseluruhan, BIM 4D menghasilkan jadwal pelaksanaan yang lebih realistis, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan.

3.2.3. Identifikasi Dini Dampak Contract Change Order

Salah satu tantangan utama dalam pelaksanaan proyek konstruksi adalah terjadinya *Contract Change Order* (CCO) yang berpotensi mengganggu jalannya penjadwalan yang telah ditetapkan. BIM 4D memberikan solusi atas permasalahan ini melalui kemampuannya dalam mengidentifikasi secara dini dampak perubahan kontrak terhadap jadwal pelaksanaan. Dengan adanya simulasi visual yang terintegrasi, setiap perubahan lingkup pekerjaan akibat CCO dapat langsung dimodelkan ulang sehingga dampaknya

terhadap durasi, urutan pekerjaan, dan alokasi sumber daya dapat dianalisis sebelum perubahan tersebut diimplementasikan di lapangan. Kemampuan ini sangat relevan dalam konteks proyek yang memiliki kompleksitas tinggi dan rentan terhadap perubahan desain, sehingga BIM 4D menjadi instrumen yang efektif dalam menjaga konsistensi jadwal pelaksanaan meskipun terjadi perubahan kontrak di tengah proses konstruksi.

3.2.4. Dukungan terhadap Pengendalian Waktu Proyek

BIM 4D memberikan dukungan yang signifikan terhadap pengendalian waktu proyek melalui kemampuannya dalam memantau progres pelaksanaan secara berkala dan akurat. Berbeda dengan metode konvensional yang mengandalkan Kurva S sebagai alat pemantauan, BIM 4D memungkinkan pemantauan bobot pekerjaan hingga skala harian sehingga deviasi antara rencana dan realisasi dapat terdeteksi lebih cepat. Pada proyek Rehabilitasi Spillway Bendungan Pacal, pemantauan berbasis BIM 4D dinilai lebih efektif dibandingkan Kurva S karena memberikan gambaran visual yang lebih informatif terhadap progress konstruksi. Selain itu, fitur clash detection pada Autodesk Navisworks turut berkontribusi dalam pengendalian waktu dengan mencegah terjadinya konflik antar elemen pekerjaan yang berpotensi menyebabkan keterlambatan. Dengan demikian, BIM 4D tidak hanya berperan dalam perencanaan jadwal, tetapi juga menjadi alat pengendalian waktu yang handal sepanjang siklus pelaksanaan proyek konstruksi.

3.3 Tantangan dalam Penerapan BIM 4D

Meskipun BIM 4D memberikan berbagai manfaat dalam optimalisasi penjadwalan proyek konstruksi, hasil kajian literatur juga mengungkapkan sejumlah tantangan yang dihadapi dalam proses implementasinya. Tantangan-tantangan ini perlu dipahami secara menyeluruh agar penerapan BIM 4D dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan.

3.3.1. Keterbatasan Sumber Daya Manusia dan Kompetensi

Salah satu tantangan terbesar dalam penerapan BIM 4D adalah keterbatasan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi memadai dalam mengoperasikan perangkat lunak BIM. Penggunaan software seperti Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, dan Microsoft Project secara terintegrasi memerlukan keahlian teknis yang tidak dapat diperoleh dalam waktu singkat. Mayoritas tenaga kerja di industri konstruksi Indonesia masih terbiasa dengan metode konvensional berbasis gambar 2D, sehingga transisi menuju BIM 4D membutuhkan investasi pelatihan yang cukup besar. Kondisi ini menjadi hambatan utama, terutama bagi kontraktor skala kecil dan menengah yang memiliki keterbatasan anggaran untuk pengembangan kompetensi sumber daya manusianya.

3.3.2. Tingginya Biaya Investasi Awal

Implementasi BIM 4D memerlukan investasi awal yang cukup besar, baik dari segi pengadaan perangkat lunak maupun perangkat keras yang memadai. Lisensi software BIM seperti Autodesk Revit dan Navisworks membutuhkan biaya yang tidak sedikit, sementara spesifikasi komputer yang digunakan juga harus memenuhi standar minimum agar proses pemodelan dan simulasi dapat berjalan dengan lancar. Hal ini menjadi kendala tersendiri bagi perusahaan konstruksi yang belum memiliki kesiapan finansial untuk berinvestasi dalam teknologi BIM, sehingga adopsi BIM 4D di Indonesia masih terbatas pada proyek-proyek berskala besar dengan nilai kontrak yang signifikan.

3.3.3. Proses Pemodelan yang Membutuhkan Waktu dan Tenaga

Meskipun BIM 4D mampu meningkatkan efisiensi penjadwalan, proses pembuatan model BIM itu sendiri memerlukan waktu dan tenaga yang cukup besar, terutama pada tahap awal. Pemodelan 3D yang mencakup elemen struktur, arsitektur, dan MEP secara terintegrasi harus dilakukan secara teliti agar menghasilkan federated model yang akurat. Proses pengintegrasian model dengan jadwal pada Autodesk Navisworks juga masih memerlukan upaya manual yang cukup besar, termasuk dalam hal pembentukan selection set dan penghubungan setiap elemen model dengan item pekerjaan pada time schedule. Tingginya kompleksitas proses ini berpotensi memperlambat tahap perencanaan apabila tidak ditangani oleh tenaga ahli yang berpengalaman.

3.3.4. Resistensi terhadap Perubahan Metode Kerja

Tantangan yang tidak kalah penting adalah adanya resistensi dari berbagai pihak dalam industri konstruksi untuk beralih dari metode konvensional ke pendekatan berbasis BIM 4D. Kebiasaan kerja yang telah lama terbentuk, minimnya pemahaman tentang manfaat BIM, serta kekhawatiran terhadap kompleksitas teknologi menjadi faktor yang menghambat adopsi BIM 4D secara luas. Resistensi ini tidak hanya terjadi di tingkat pelaksana lapangan, tetapi juga pada level manajemen proyek yang belum sepenuhnya memahami nilai tambah yang dapat diberikan oleh BIM 4D dalam pengendalian waktu dan

biaya proyek. Oleh karena itu, diperlukan upaya sosialisasi dan edukasi yang berkelanjutan untuk mendorong perubahan budaya kerja di industri konstruksi Indonesia.

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian terhadap tujuh studi (2024–2026), integrasi BIM 4D terbukti secara konsisten meningkatkan efisiensi penjadwalan dan pengendalian waktu proyek konstruksi dibandingkan metode konvensional. Seluruh literatur yang dikaji menunjukkan keberhasilan penerapan BIM 4D, yang tercermin dari pemendekan durasi proyek—seperti penghematan 19 hari pada proyek Apartemen LRT City Cibubur dan 7 hari pada proyek Rusun ASN 3 IKN—peningkatan akurasi penjadwalan, serta penyeimbangan alokasi sumber daya yang lebih optimal.

Empat manfaat utama yang teridentifikasi meliputi: peningkatan visualisasi dan komunikasi proyek, efisiensi dan akurasi penjadwalan, identifikasi dini dampak *Contract Change Order* (CCO), serta pengendalian waktu yang lebih handal dibandingkan Kurva S konvensional. Di sisi lain, implementasi BIM 4D masih menghadapi tantangan berupa keterbatasan SDM yang kompeten, tingginya biaya investasi awal, proses pemodelan yang padat tenaga, serta resistensi terhadap perubahan metode kerja.

Kajian ini menegaskan bahwa BIM 4D merupakan solusi strategis yang perlu diadopsi sebagai standar industri konstruksi Indonesia, didukung oleh regulasi, sertifikasi tenaga ahli, dan integrasi dengan teknologi lanjutan seperti BIM 5D, *Artificial Intelligence*, dan *Internet of Things* (IoT).

5. Referensi

- [1] J. Jamal and M. R. Ian, “Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Di Indonesia,” *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 1–8, Mar. 2025, doi: 10.52447/jkts.v10i1.8071.
- [2] Y. I. Silalahi, L. Masthura, and N. Fahriana, “Analisis Faktor - Faktor Penentu Keberhasilan Proyek Konstruksi Berdasarkan Mutu, Biaya dan Waktu,” *Jurnal Komposit*, vol. 7, no. 2, pp. 233–240, Aug. 2023, doi: 10.32832/komposit.v7i2.14240.
- [3] A. A. Putra and M. Islah, “Perencanaan Waktu Dalam Pelaksanaan Konstruksi Dapat Mengurangi Tingkat Kerugian, Kesalahan Di Dalam Pengerjaan Suatu Proyek,” *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 1, no. 1, pp. 35–40, Apr. 2018, doi: 10.31004/jutin.v1i1.309.
- [4] E. Syakhertra, M. D. F. Sudarsa, and P. D. Saputra, “Identifikasi Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi : Studi Literatur,” *Menara Ilmu*, vol. 19, no. 2, pp. 502–524, Apr. 2025, doi: 10.31869/mi.v19i2.6632.
- [5] A. Angelin and S. Ariyanti, “Analisis Penjadwalan Proyek New Product Development Menggunakan Metode PERT dan CPM,” *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 6, no. 1, Feb. 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v6i1.3025.
- [6] W. D. Putra, “Penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam Manajemen Proyek Konstruksi,” *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 10, no. 1, pp. 85–91, Feb. 2025, doi: 10.33096/z0x8kk31.
- [7] N. Salman and M. Hamadeh, “The Integration of Virtual Design and Construction (VDC) With the Fourth Dimension of Building Information Modeling (4D BIM),” *International Journal of BIM and Engineering Science*, vol. 7, no. 1, pp. 08–27, 2023, doi: 10.54216/IJBES.070101.
- [8] A. Pratama and P. F. Marzuki, “Kajian Implementasi BIM (Building Information Modeling) di Indonesia Berdasarkan Perspektif Pelaksana Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Kontraktor BUMN),” *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 30, no. 2, pp. 277–296, Jul. 2024, doi: 10.5614/jts.2023.30.2.15.
- [9] H. Andraiko, P. Dwiyanto, and W. Citra, “Integrasi Metoda Lean Construction Dan BIM 4D Pada Proyek Renovasi Gedung Pemerintah Lhokseumawe Aceh Untuk Meningkatkan Kinerja Waktu,” *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, May 2023, doi: 10.24815/jts.v12i1.27538.
- [10] Rachman, Joe, Ita Suhermin Ingsih, and Ade Fitriyanti Ulul Azmi. “Penerapan Building Information Modeling (BIM) 4D dan Analisis Alokasi Sumber Daya Pada Proyek Gedung Kyai Tholhah Hasan Unisma.” *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)* 16.1 (2026): 187-197.
- [11] Y. Fikhoir, Pitojo Tri Juwono, and Evi Nur Cahya, “Implementasi BIM 4D Pada Studi Penjadwalan Proyek Rehabilitasi Spillway Bendungan Pacal di Bojonegoro,” *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 4, no. 1, pp. 581–591, Jan. 2024, doi: 10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.049.
- [12] D. Zettyara, “Implementasi Bim 4d Dan 5d Dalam Perencanaan Pembangunan Apartemen Lrt City Cibubur,” 2026. [Online]. Available: <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- [13] R. 'Fajarwati, A. 'Fajar, “Implementasi Bim Untuk Optimasi Penjadwalan Dan Biaya Pekerjaan Struktural Dan Arsitektural Proyek Rusun ASN 3 IKN,” *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi*, 2025.

-
- [14] B. Afriani, I. Wideasanti, and I. P. Wangi, "Pengimplementasian Sistem Building Information Modelling Pada Tahapan Penjadwalan Gedung PUT PNJ," *Jurnal Talenta Sipil*, vol. 7, no. 1, p. 200, Feb. 2024, doi: 10.33087/talentasipil.v7i1.435.
- [15] A. Alfiah Dzakiroh, A. Ma, ruf Siregar, and H. Riakara Husni, "Perencanaan 4D Scheduling Simulation Dengan Menggunakan Building Information Modeling (BIM) Pada Gedung 6 (Enam) Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung," 2023.
- [16] Wicaksono, Ari Ikhsan, Adhi Purnomo, and Muh Abdhy Gazali HS. "Penerapan BIM 4D Proyek Rehap Total Gedung Sekolah SMPN 117 Jakarta." *Jurnal Teknik Sipil* 6.2 (2025): 85-94.