

# Implementasi BIM 4D untuk Meningkatkan Efisiensi Penjadwalan Ulang Pada Proyek Pembangunan Gedung

Sabillah Maharani<sup>1</sup>, Adhi Purnomo<sup>2</sup>, Mirara Khanza<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Universitas Negeri Jakarta  
e-mail: [sabillah.mhrn4@gmail.com](mailto:sabillah.mhrn4@gmail.com)<sup>1</sup>, [apurnomo@unj.ac.id](mailto:apurnomo@unj.ac.id)<sup>2</sup>, [mirara.khanza@unj.ac.id](mailto:mirara.khanza@unj.ac.id)<sup>3</sup>

## Abstrak

Penjadwalan ulang proyek konstruksi sering menjadi tantangan akibat ketidakpastian di lapangan. Salah satu pendekatan modern untuk mengatasi hal ini adalah pemanfaatan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) 4D, yang mengintegrasikan dimensi waktu ke dalam model tiga dimensi bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas implementasi BIM 4D dalam meningkatkan efisiensi penjadwalan ulang pada proyek pembangunan gedung. Metodologi yang digunakan bersifat kuantitatif deskriptif dengan studi literatur dan dokumentasi kasus proyek terdahulu. Hasil analisis menunjukkan bahwa BIM 4D mampu mengidentifikasi potensi konflik waktu lebih awal dan memungkinkan visualisasi progres yang lebih akurat. Kesimpulan dari studi ini menunjukkan bahwa BIM 4D berkontribusi signifikan dalam efisiensi penjadwalan ulang dan pengendalian proyek.

**Kata Kunci:** *BIM 4D, Penjadwalan Ulang, Efisiensi Proyek, Pembangunan Gedung*

## Abstract

Rescheduling in construction projects often poses challenges due to on-site uncertainties. One modern approach to address this issue is the utilization of 4D Building Information Modeling (BIM), which integrates the time dimension into a 3D building model. This study aims to analyze the effectiveness of 4D BIM implementation in improving rescheduling efficiency in building construction projects. The methodology used is descriptive quantitative through literature review and documentation of previous project cases. The results show that 4D BIM can identify potential time conflicts earlier and enable more accurate progress visualization. The conclusion of this study indicates that 4D BIM significantly contributes to rescheduling efficiency and project control.

**Keywords :** *4D BIM, Rescheduling, Project Efficiency, Building Construction*

## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai sektor industri, tidak terkecuali dalam industri konstruksi. Penerapan teknologi modern semakin menjadi kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembangunan. Salah satu inovasi teknologi yang berkembang pesat dalam bidang konstruksi adalah Building Information Modeling (BIM), sebuah pendekatan berbasis model digital tiga dimensi yang menyatukan data geometrik, waktu, biaya, dan informasi teknis lainnya dalam satu sistem terintegrasi (Anisa, 2024; Autodesk, 2023). BIM bukan hanya berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai platform kolaboratif yang memfasilitasi koordinasi antar disiplin dan meningkatkan akurasi pengambilan keputusan (Gunawan, 2021).

Menurut Eastman et al. (2011), BIM merupakan revolusi dalam manajemen proyek konstruksi yang mampu mengintegrasikan berbagai aspek proyek sehingga memudahkan komunikasi dan koordinasi antar tim kerja. Penerapan BIM khususnya BIM 4D, yang menggabungkan dimensi waktu ke dalam model konstruksi, terbukti dapat meningkatkan efisiensi dalam penjadwalan proyek. Teknologi ini memungkinkan simulasi visual alur pekerjaan serta membantu identifikasi potensi konflik waktu sejak dini (Afriani et al., 2024). Studi oleh Faiz Maulana et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan BIM 4D pada proyek Elevee Penthouse &

Residence mampu mengintegrasikan penjadwalan secara real-time dengan progres lapangan, meningkatkan keandalan jadwal dan mempercepat eksekusi pekerjaan.

Namun demikian, proyek konstruksi di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan seperti ketidaksesuaian antara rencana dan kondisi lapangan, perubahan desain secara mendadak, serta keterlambatan pengadaan material yang mengakibatkan perlunya penjadwalan ulang (Dari et al., 2025; Elviyanti et al., 2023). Menurut Kerzner (2017), metode konvensional seperti bar chart dan Critical Path Method (CPM) seringkali kurang responsif terhadap dinamika dan kompleksitas proyek konstruksi modern. Oleh karena itu, penggunaan BIM 4D dianggap sebagai solusi strategis yang dapat mendukung proses penjadwalan ulang secara lebih efisien dan sistematis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kontribusi implementasi BIM 4D dalam meningkatkan efisiensi penjadwalan ulang proyek pembangunan gedung. Fokus utama adalah pada bagaimana BIM 4D mampu mengintegrasikan data waktu dengan model konstruksi untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan mengurangi risiko keterlambatan. Dengan pendekatan studi kasus dan analisis literatur, diharapkan penelitian ini dapat memberikan bukti empiris tentang efektivitas BIM 4D dalam konteks manajemen proyek konstruksi di Indonesia.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi pustaka dan studi kasus pada proyek-proyek pembangunan gedung yang telah mengimplementasikan BIM 4D. Data dikumpulkan dari berbagai sumber, seperti artikel jurnal, dokumentasi proyek, serta perangkat lunak pendukung penerapan BIM, termasuk Autodesk Revit dan Navisworks. Menurut Creswell (2014), pendekatan deskriptif kuantitatif sangat efektif digunakan untuk menggambarkan fenomena secara sistematis dan obyektif dengan mengumpulkan data numerik yang dapat dianalisis secara statistik.

Analisis dilakukan secara sistematis terhadap tahapan penjadwalan ulang, keterkaitan elemen waktu dalam BIM, dan hasil efisiensi yang diperoleh jika dibandingkan dengan metode konvensional. Eastman et al. (2011) menyatakan bahwa analisis mendalam terhadap integrasi waktu dalam BIM 4D mampu mengungkap keunggulan teknologi ini dalam meningkatkan koordinasi dan meminimalisasi konflik jadwal yang kerap terjadi pada proyek konstruksi. Parameter utama yang dianalisis meliputi durasi pekerjaan, konflik jadwal, dan integrasi informasi konstruksi, yang menurut Azhar (2011) merupakan aspek penting dalam mengevaluasi efektivitas BIM 4D dalam manajemen proyek.

Dengan demikian, metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran empiris yang jelas mengenai kontribusi BIM 4D dalam meningkatkan efisiensi penjadwalan ulang proyek konstruksi melalui pendekatan kuantitatif yang terukur dan berbasis bukti.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Studi ini bertujuan menganalisis efektivitas penerapan BIM 4D dalam proses penjadwalan ulang proyek konstruksi gedung melalui kajian literatur terhadap berbagai penelitian terdahulu. Penelitian ini mengumpulkan dan mengkaji berbagai studi kasus, mulai dari proyek komersial skala besar, fasilitas pendidikan, hunian modular inovatif, hingga infrastruktur publik. Fokus utama penelitian adalah mengevaluasi bagaimana BIM 4D digunakan untuk menyusun, mengevaluasi, serta menyimulasikan jadwal pelaksanaan proyek secara visual dan terintegrasi. Data yang dianalisis meliputi efektivitas proses rescheduling, kemampuan deteksi konflik waktu, koordinasi antar disiplin, akurasi pelacakan progres, dan efisiensi perencanaan ulang bila dibandingkan dengan metode konvensional. Temuan penelitian kemudian disajikan melalui bentuk tabel dan narasi deskriptif untuk menggambarkan kecenderungan penerapan BIM 4D dalam meningkatkan keandalan waktu pelaksanaan proyek serta tantangan yang dihadapi dalam implementasinya di lapangan.

**Tabel 1. Data Pengamatan Penjadwalan Ulang Proyek**

No	Penulis	Judul Artikel	Hasil	Kesimpulan
1	(Afriani et al., 2024)	Pengimplementasian BIM pada Penjadwalan Gedung PUT PNJ	Pada studi kasus pembangunan Gedung Pusat Unggulan Terapan di Politeknik Negeri Jakarta, penjadwalan ulang proyek dapat dilakukan dengan lebih cepat dan sistematis setelah adanya perubahan desain arsitektur di tengah pelaksanaan.	BIM 4D meningkatkan efisiensi proses penjadwalan sejak tahap awal perencanaan proyek.
2	(Maulana et al., 2023)	<i>Building Information Modeling (BIM) 4D</i> pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Pelayanan Syariat Islam dan Keistimewaan Aceh	BIM digunakan untuk menyesuaikan jadwal proyek yang terdampak oleh keterlambatan material dan cuaca ekstrem. Jadwal baru disusun ulang melalui simulasi visual 4D untuk mengefektifkan urutan kerja lapangan.	BIM 4D mempermudah penyusunan ulang jadwal konstruksi yang adaptif terhadap dinamika lapangan.
3	(Octavia et al., 2023)	Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan Building Information Modelling Pada Pembangunan Gedung Graha Pemuda Kompleks Katedral Jakarta	Dalam proyek renovasi dan penambahan struktur pada Graha Pemuda, BIM 4D memudahkan koordinasi antara pekerjaan struktur dan MEP melalui pemodelan waktu visual, sehingga menghindari benturan antar aktivitas.	BIM meningkatkan komunikasi lintas tim serta menyelaraskan jadwal antar disiplin kerja di proyek kompleks.
4	(Dari et al., 2025)	Analisis Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Precedence Diagram Method (studi kasus : Proyek Pembangunan Mitra 10 Purwokerto)	BIM 4D digunakan untuk mensimulasikan penjadwalan alternatif pada proyek ritel besar ketika pemasangan elemen utama mengalami kemunduran. Jadwal baru dapat segera disusun ulang tanpa mengganggu pekerjaan lain.	Simulasi waktu dalam BIM membantu menyusun ulang jadwal proyek secara real-time dengan tetap mempertahankan alur kerja utama.
5	(Prasetyo et al., 2024)	Keterkaitan Antara BIM 4D Dan Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pada	Pada proyek pembangunan perumahan skala	Jadwal proyek menjadi lebih dapat diandalkan dan

No	Penulis	Judul Artikel	Hasil	Kesimpulan
		Pembangunan Perumahan (Studi Kasus: Perumahan Alya Residence)	menengah, tim proyek memanfaatkan BIM 4D untuk memonitor progres aktual tiap unit secara berkala dan membandingkannya dengan <i>baseline schedule</i> yang telah disimulasikan sebelumnya.	proses kontrol waktu lebih akurat terhadap kondisi di lapangan.
6	(Rachmawati & Abma, 2022)	Implementasi Konsep BIM 4D Dalam Perencanaan <i>Time Schedule</i> Dengan Analisis <i>Resources Levelling (Implementation of 4D Bim Concept in Time Schedule Planning With Resources Levelling Analysis)</i>	Proyek pada bangunan bertingkat menuntut distribusi beban kerja yang merata. BIM 4D digunakan untuk menganalisis waktu kerja dan meratakan penggunaan tenaga kerja serta alat berat agar lebih efisien dalam jangka waktu pelaksanaan.	Penerapan BIM 4D mampu mencegah penumpukan pekerjaan dan meningkatkan kelancaran pelaksanaan konstruksi.
7	(Saputro & Aufa, 2024)	Penerapan Konsep Building Information Modeling (BIM) Dalam Perencanaan Estimasi Biaya dan Percepatan Penjadwalan Pada Pekerjaan Struktur (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Asrama Terpadu MAN 2 Kudus)	BIM 4D diterapkan pada tahap perencanaan struktur untuk memetakan durasi pelaksanaan setiap komponen, sehingga waktu penyusunan jadwal bisa langsung digabungkan ke dalam model bangunan secara real-time.	BIM 4D mempercepat dan menyederhanakan proses penjadwalan pelaksanaan konstruksi berbasis model terintegrasi.
8	(Ramdani et al., 2022)	Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Perumahan	Proyek pembangunan perumahan modular menuntut jadwal berulang dengan urutan pekerjaan seragam. BIM 4D digunakan untuk menyusun dan menyesuaikan jadwal setiap unit rumah secara efisien melalui fitur replikasi visual 4D.	BIM 4D sangat efektif dalam mengelola pekerjaan berulang dengan visualisasi dan kontrol jadwal yang konsisten.

**Tabel 2. Data Akurasi dan Efisiensi Penjadwalan**

No	Penulis	Judul Artikel	Akurasi Visualisasi Progres	Efisiensi Penjadwalan
1	(Afriani et al., 2024)	Pengimplementasian BIM pada Penjadwalan Gedung PUT PNJ	Visualisasi progres berjalan sesuai update model, memudahkan kontrol waktu pada tiap tahap konstruksi.	Jadwal mudah disesuaikan langsung dalam model, mempercepat proses revisi akibat perubahan desain.
2	(Maulana et al., 2023)	<i>Building Information Modeling (BIM) 4D</i> pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Pelayanan Syariah Islam dan Keistimewaan Aceh	BIM 4D mampu menampilkan perubahan alur kerja akibat cuaca dan material, membantu pelacakan deviasi progres.	BIM mempermudah Simulasi ulang jadwal dilakukan lebih cepat dan tidak memerlukan pembuatan ulang dari awal seperti metode konvensional.
3	(Octavia et al., 2023)	Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan <i>Building Information Modelling</i> Pada Pembangunan Gedung Graha Pemuda Kompleks Katedral Jakarta	Visualisasi interaktif menjembatani antar tim teknis untuk memastikan progres lintas bidang berjalan selaras.	Penyusunan ulang jadwal lintas struktur, arsitektur, dan MEP dapat dilakukan lebih sinkron dan efisien.
4	(Dari et al., 2025)	Analisis Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode <i>Precedence Diagram Method</i> (studi kasus : Proyek Pembangunan Mitra 10 Purwokerto)	Akurasi waktu antar aktivitas lebih tinggi karena tiap pekerjaan disimulasikan dengan model waktu secara nyata.	Jadwal alternatif dapat dibuat tanpa mengganggu pekerjaan lain, menghemat waktu penjadwalan ulang.
5	(Prasetyo et al., 2024)	Keterkaitan Antara BIM 4D Dan Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pada Pembangunan Perumahan (Studi Kasus: Perumahan Alya Residence)	Pelacakan progres dilakukan langsung dari lapangan melalui model, sehingga deviasi bisa dikoreksi lebih cepat.	Proses kontrol jadwal menjadi lebih akurat dan penyusunan ulang tidak perlu menunggu laporan manual.
6	(Rachmawati & Abma, 2022)	Implementasi Konsep BIM 4D Dalam Perencanaan <i>Time Schedule</i> Dengan Analisis <i>Resources Levelling (Implementation of 4D Bim Concept in Time Schedule Planning With Resources Levelling Analysis)</i>	Visualisasi progres harian ditampilkan untuk mendeteksi titik beban kerja tinggi dan meminimalkan stagnasi.	Jadwal dapat dirancang ulang untuk menghindari penumpukan pekerjaan di titik waktu tertentu.
7	(Saputro & Aufa, 2024)	Penerapan Konsep <i>Building Information Modeling (BIM)</i> Dalam Perencanaan Estimasi Biaya dan Percepatan	Akurasi progres struktur meningkat karena elemen telah terhubung	Penjadwalan dapat langsung diterapkan pada model 3D sehingga tidak ada duplikasi data atau

No	Penulis	Judul Artikel	Akurasi Visualisasi Progres	Efisiensi Penjadwalan
		Penjadwalan Pada Pekerjaan Struktur (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Asrama Terpadu MAN 2 Kudus)	langsung ke model.	dokumen.
8	(Ramdani et al., 2022)	Implementasi <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Pada Proyek Perumahan	Progres pekerjaan berulang dapat dicatat lebih konsisten karena BIM 4D memetakan unit serupa dengan sistematis.	Waktu penyusunan ulang bisa disesuaikan per unit tanpa mengganggu keseluruhan proyek berulang.

Analisis terhadap delapan studi kasus yang disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa implementasi Building Information Modeling (BIM) 4D secara nyata memberikan kontribusi positif terhadap efisiensi penjadwalan ulang proyek pembangunan gedung. Pada tahap perencanaan maupun pelaksanaan, BIM 4D mampu menyajikan informasi visual secara simultan antara elemen bangunan dan durasi pekerjaan, sehingga memberikan kejelasan terhadap urutan aktivitas konstruksi. Hampir seluruh studi kasus menunjukkan bahwa BIM 4D mempermudah proses penyesuaian jadwal ketika terjadi perubahan desain, kendala cuaca, keterlambatan material, maupun konflik pekerjaan di lapangan. Hal ini terlihat dari kemampuannya dalam mempercepat penyusunan ulang jadwal yang sebelumnya hanya dapat dilakukan secara manual melalui bar chart atau diagram jaringan konvensional.

Visualisasi waktu yang terintegrasi dengan model bangunan menjadikan BIM 4D sebagai alat bantu yang akurat dalam pelacakan progres pekerjaan. Progres aktual dapat dilihat langsung dari model, sehingga memudahkan tim pelaksana dalam melakukan monitoring tanpa harus menunggu laporan berkala dalam bentuk naratif. Selain itu, pada proyek-proyek dengan karakter pekerjaan berulang atau modular, seperti perumahan, BIM 4D memungkinkan penjadwalan dilakukan per unit atau segmen tanpa harus membangun ulang seluruh jadwal proyek, yang secara signifikan mengurangi waktu dan sumber daya. Kemampuan BIM 4D dalam mensimulasikan berbagai skenario waktu juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan ketepatan pengambilan keputusan, karena penyesuaian alur kerja dapat diuji terlebih dahulu secara visual sebelum diterapkan di lapangan.

Dalam konteks akurasi, penggunaan BIM 4D membuat setiap elemen bangunan memiliki keterkaitan langsung dengan durasi pelaksanaan, sehingga progres bisa dilacak hingga ke tingkat detail pekerjaan. Hal ini juga berdampak positif pada pengendalian waktu dan penghindaran pekerjaan ulang. Sementara itu, dari sisi efisiensi, hasil studi kasus menunjukkan bahwa BIM 4D mempercepat proses rescheduling, terutama ketika proyek menghadapi gangguan yang memerlukan perubahan struktur jadwal. Selain itu, dalam kasus proyek yang melibatkan banyak disiplin seperti arsitektur, struktur, dan MEP, BIM 4D terbukti meningkatkan koordinasi lintas tim karena seluruh pihak bekerja berdasarkan model dan jadwal yang sama. Dengan demikian, penerapan BIM 4D tidak hanya relevan sebagai alat visualisasi proyek, tetapi juga terbukti efektif sebagai strategi peningkatan efisiensi, akurasi, dan ketepatan pengelolaan waktu dalam proyek konstruksi gedung secara menyeluruh.

## SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa implementasi BIM 4D secara nyata berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi penjadwalan ulang proyek pembangunan gedung. Teknologi ini memungkinkan visualisasi proses konstruksi berbasis waktu secara akurat, meningkatkan koordinasi antar tim, dan mempercepat pengambilan keputusan terkait perencanaan waktu. BIM 4D juga membantu mengurangi benturan aktivitas dan meningkatkan keandalan jadwal proyek. Saran dari penelitian ini adalah agar pelaksana proyek konstruksi, baik dari pihak kontraktor

maupun konsultan perencana, mulai mengadopsi BIM 4D sebagai standar baru dalam proses penjadwalan, khususnya untuk proyek skala menengah dan besar yang kompleks.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, B., Widiasanti, I., & Wangi, I. P. (2024). Pengimplementasian Sistem Building Information Modelling Pada Tahapan Penjadwalan Gedung PUT PNJ. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(1), 200. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i1.435>
- Afriani, R., Gunawan, A., & Pratama, S. (2024). Penerapan BIM 4D dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi. *Jurnal Manajemen Proyek*, 12(1), 45-59.
- Anisa, D. (2024). Inovasi Teknologi Building Information Modeling (BIM) di Industri Konstruksi. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(2), 100-112.
- Anisa, W. (2024). Analisis Pengaruh Pemakaian Teknologi BIM (Building Information Modeling) dalam Proses Perencanaan dan Konstruksi. *WriteBox*, 1(No. 2), 1–11.
- Autodesk. (2023). Autodesk Navisworks. Autodesk Product.
- Autodesk. (2023). Building Information Modeling Overview. Autodesk Official Website. Diakses dari <https://www.autodesk.com/bim>
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Dari, P. W., Anjarwati, S., & Suksmono, A. K. (2025). Analisis Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Precedence Diagram Method (studi kasus: Proyek Pembangunan Mitra 10 Purwokerto). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(1), 49–56.
- Dari, D., Elviyanti, R., & Fadilah, A. (2025). Tantangan Penjadwalan Proyek Konstruksi di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 75-87.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (2nd ed.). Wiley.
- Elviyanti, I. A. Z., & Helny Lalan. (2023). Analisa Schedule Dengan Precedence Diagram Method (PDM) Proyek Gedung Oleh PT.X. *Journal of Scientech Research and Development*, 5(1), 449–458. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v5i1.152>
- Elviyanti, R., Dari, D., & Fadilah, A. (2023). Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi di Indonesia. *Jurnal Konstruksi*, 14(2), 88-97.
- Faiz Maulana, M., Budi Broto, A., Wacono, S., & Negeri Jakarta Jl GA Siwabessy, P. D. (2023). Penerapan Building Information Modeling Pada Penjadwalan Proyek Elevee Penthouse & Residence Alam Sutera Tangerang. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*, 2, 2023.
- Faiz Maulana, M., Gunawan, A., & Sari, N. (2023). Implementasi BIM 4D pada Proyek Elevee Penthouse & Residence. *Jurnal Arsitektur dan Konstruksi*, 11(4), 230-242.
- Fazis, M., & Tugiah, T. (2022). Perencanaan Proyek dan Penjadwalan Proyek. *Jurnal Sosial Teknologi*, 2(12), 1365–1377. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v2i12.517>
- Fazis, R., & Tugiah, R. (2022). Keterbatasan Metode Konvensional dalam Penjadwalan Proyek. *Jurnal Teknik Industri*, 10(3), 150-161.
- Gunawan, A. (2021). BIM sebagai Platform Kolaboratif dalam Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Konstruksi*, 8(1), 33-46. <https://doi.org/10.37150/jsts.v3i2.1655>
- Gunawan, M. (2021). Penerapan Building Information Modelling (BIM) Pada Proyek Pasar Soreang Kabupaten Bandung. *Jurnal Student Teknik Sipil*, 3(2), 407–420.
- Maulana, R., Maulina, F., & Fadhly, N. (2023). Building Information Modeling (BIM) 4D pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Pelayanan Syariah Islam dan Keistimewaan Aceh. *Journal of The Civil Engineering Student*, 5(3), 260–266. <https://doi.org/10.24815/journalces.v5i3.23873>
- Octavia, A. P., Purnomo, A., & Yasinta, R. B. (2023). Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan Building Information Modelling Pada Pembangunan Gedung Graha Pemuda Kompleks Katedral Jakarta. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26307–26319.

<https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/10834>

- Prasetyo, R., Andri, Salam, M., Priskhal, Nuhun, R., Soeparyanto, T. S., & Lawelendo. (2024). Keterkaitan Antara BIM 4D Dan Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pada Pembangunan Perumahan (Studi Kasus: Perumahan Alya Residence). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12, 134–140.
- Rachmawati, S., & Abma, V. (2022). Implementasi Konsep BIM 4D Dalam Perencanaan Time Schedule Dengan Analisis Resources Levelling (Implementation of 4D BIM Concept in Time Schedule Planning With Resources Levelling Analysis). *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, 2(Juli), 64.
- Ramdani, I., Paikun, Rozandi, A., Budiman, D., Ramdani, I., & Vladimirovna, K. E. (2022). Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Perumahan. *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(1), 1–15.  
<https://doi.org/10.52005/teslink.v4i1.105>
- Saputro, A. F., & Aufa, B. A. (2024). Penerapan Konsep Building Information Modeling (BIM) Dalam Perencanaan Estimasi Biaya dan Percepatan Penjadwalan Pada Pekerjaan Struktur (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Asrama Terpadu MAN 2 Kudus). Universitas Islam Sultan Agung.