

## PENERAPAN DAN PENDAMPINGAN TEKNOLOGI BIM UNTUK OPTIMALISASI PERENCANAAN DESAIN STRUKTUR PADA PEMBANGUNAN GEDUNG MASJID DI KABUPATEN MALANG

Deviany Kartika<sup>1</sup>, Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi<sup>2\*</sup>, Sriliani Surbakti<sup>3</sup>, Setyo Anggoro P<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup> [deviany\\_kartika@lecturer.itn.ac.id](mailto:deviany_kartika@lecturer.itn.ac.id), <sup>2\*</sup> [hadiwibawanto@lecturer.itn.ac.id](mailto:hadiwibawanto@lecturer.itn.ac.id),  
<sup>3</sup> [liani\\_surbakti@lecturer.itn.ac.id](mailto:liani_surbakti@lecturer.itn.ac.id), <sup>4</sup> [setyoanggoroputra7@gmail.com](mailto:setyoanggoroputra7@gmail.com)

### Abstract

*The implementation of Building Information Modeling (BIM) technology represents a strategic step in enhancing the efficiency and quality of construction planning, particularly in the development of a mosque building at SMK Negeri 1 Gedangan, Malang Regency. This community service activity aims to support partners in producing integrated planning documents, such as Detailed Engineering Design (DED) and Bill of Quantities (BoQ), in compliance with Indonesia's National Standards (SNI). Through intensive mentoring, partners were trained to utilize ETABS and Revit software for structural and architectural modeling processes. BIM technology offers benefits such as interdisciplinary integration, realistic 3D visualization, and more efficient project management. The results of the activity demonstrate that BIM improves planning accuracy and reduces the risk of volume calculation errors by up to 8% compared to conventional methods. Additionally, BIM implementation supports project sustainability by providing a digital database system for real-time data management. This activity not only enhances the technical competencies of partners but also delivers significant social impacts, such as reinforcing character education through the development of the mosque as a center for spiritual and social activities. BIM-based construction digitalization represents a progressive approach to addressing the challenges of technology-based infrastructure development in the modern era.*

**Keywords:** BIM, Construction Digitalization, Revit

### Abstrak

Penerapan teknologi Building Information Modeling (BIM) menjadi langkah strategis dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas perencanaan konstruksi, terutama pada pembangunan gedung Masjid di SMK Negeri 1 Gedangan, Kabupaten Malang. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mendukung mitra dalam menghasilkan dokumen perencanaan yang terintegrasi, seperti Detailed Engineering Design (DED) dan Bill of Quantities (BoQ), sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Melalui pendampingan intensif, mitra diajarkan untuk menggunakan perangkat lunak ETABS dan Revit dalam proses pemodelan struktur hingga arsitektural. Teknologi BIM memberikan keuntungan berupa integrasi lintas disiplin, visualisasi 3D yang realistis, dan pengelolaan proyek yang lebih efisien. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa BIM mampu meningkatkan akurasi perencanaan hingga mengurangi risiko kesalahan perhitungan volume pekerjaan sebesar 8% dibandingkan metode konvensional. Selain itu, penerapan BIM juga mendukung keberlanjutan proyek dengan menyediakan sistem database digital untuk pengelolaan data secara real-time. Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan kompetensi teknis mitra, tetapi juga memberikan dampak sosial yang signifikan, seperti mendukung penguatan pendidikan karakter melalui pembangunan masjid sebagai pusat kegiatan spiritual dan sosial. Digitalisasi konstruksi berbasis BIM menjadi langkah progresif dalam menjawab tantangan pembangunan infrastruktur berbasis teknologi di era modern.

**Kata Kunci:** BIM, Digital Konstruksi, Revit

Submitted: 2025-02-25

Revised: 2025-03-13

Accepted: 2025-03-22

### Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur, khususnya tempat ibadah seperti masjid di lingkungan pendidikan, memainkan peran penting dalam mendukung pembelajaran karakter dan kehidupan spiritual siswa. Masjid di sekolah bukan hanya sebagai tempat ibadah, tetapi juga menjadi pusat pendidikan agama, pembentukan karakter, dan interaksi sosial yang religius. Salah satu objek pengabdian ini adalah pembangunan gedung Masjid di SMK Negeri 1 Gedangan, Kabupaten Malang, yang bertujuan mendukung aktivitas keagamaan sekaligus penguatan pendidikan karakter bagi siswa. Namun, proses perencanaan dan pembangunan sering kali dihadapkan pada berbagai tantangan,

seperti keterbatasan koordinasi antar pihak, visualisasi desain yang kurang efektif, hingga perencanaan biaya yang tidak akurat.

Kegiatan abdimas haruslah mampu mengatasi permasalahan yang muncul pada mitra (Iskandar et al., 2022). Masalah utama yang dihadapi mitra dalam pembangunan masjid ini adalah kurangnya kemampuan dalam mengadopsi teknologi terkini untuk perencanaan konstruksi yang efisien dan akurat. Menurut kami, Penggunaan pendekatan tradisional dalam perencanaan menyebabkan kesenjangan komunikasi antar disiplin, risiko kesalahan desain, dan estimasi biaya yang kurang presisi. Untuk mengatasi masalah tersebut, pengabdian ini mengimplementasikan teknologi Building Information Modeling (BIM) sebagai solusi digitalisasi konstruksi. BIM menawarkan pendekatan terintegrasi yang memungkinkan koordinasi lintas disiplin, visualisasi 3D yang realistis, estimasi biaya yang akurat, serta analisis efisiensi energi yang berkelanjutan.

Pemilihan SMK Negeri 1 Gedangan sebagai subjek pengabdian didasarkan pada kebutuhan nyata untuk meningkatkan kapasitas teknologi dalam perencanaan konstruksi. Implementasi BIM tidak hanya diharapkan mampu menghasilkan dokumen perancangan berbasis Standar Nasional Indonesia (SNI), tetapi juga memberikan dampak positif berupa peningkatan kompetensi mitra dalam menggunakan teknologi digital. Tujuan utama dari pengabdian ini adalah mendukung pembangunan masjid melalui desain yang terintegrasi, efisien, dan berkelanjutan, dengan luaran berupa sistem database digital dan panduan implementasi BIM yang dapat digunakan pada proyek serupa di masa depan. Pemanfaatan teknologi pada sektor konstruksi adalah mutlak diperlukan, seperti strategi pembuatan aplikasi untuk memantau proses perencanaan dan pelaksanaan konstruksi (Sunarwadi et al., 2023).

Kajian literatur menunjukkan bahwa BIM telah terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi perencanaan dan pembangunan. Sebagai contoh (Zain dkk., 2022), penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan BIM mampu mengurangi kesalahan perhitungan volume material hingga 8,664% pada elemen balok dibandingkan metode konvensional, yang berkontribusi pada efisiensi biaya dan waktu. Selisih perhitungan volume secara konvensional dan BIM akan semakin terlihat dengan jelas apabila volume pekerjaan memiliki jumlah yang banyak. Hal ini disebabkan pada saat melakukan perhitungan volume secara konvensional tidak menutup kemungkinan terjadi tumpang volume (*overlap*) sehingga akan mempengaruhi jumlah pekerjaan secara nyata. Sedangkan BIM sudah diprogram untuk dapat menghindari terjadinya penumpukan volume pada bidang yang sama. Sehingga dapat terkoreksi dengan baik secara otomatis. Dengan demikian, pengabdian ini diharapkan dapat menjadi langkah strategis dalam mengatasi tantangan pembangunan infrastruktur berbasis teknologi, sekaligus memberikan manfaat berkelanjutan bagi mitra dan masyarakat. Salah satu parameter yang membuat bangunan itu tidak efektif dari segi biaya konstruksi adalah disebabkan oleh perencanaan yang tidak matang, dan gambar kerja serta metode kerja yang tidak dapat diterapkan (Ratna Winanda et al., 2024).

Menurut (Bolshakov et al., 2023) Building Information Modelling (BIM) tidak hanya berperan dalam tahap perencanaan dan konstruksi, tetapi juga dapat diintegrasikan ke dalam tahap operasi dan pemeliharaan bangunan (maintenance). Dengan menghubungkan BIM dengan teknologi Digital Twin serta berupa pendekatan Model-Based System Engineering (MBSE), informasi dari model digital yang kaya akan data (BIM) dapat digunakan untuk menciptakan representasi digital yang dinamis dari aset fisik. Selain itu, fungsi lain BIM adalah terhadap penilaian bangunan hijau. Dari hasil riser (Guo et al., 2021) menjelaskan bahwa Peran BIM dalam evaluasi gedung hijau adalah menyediakan data terintegrasi untuk menilai Tingkat keberlanjutan bangunan, seperti efisiensi energi dan material yang ramah lingkungan. Model digital 3D yang dihasilkan BIM mempermudah analisis kinerja dampak lingkungan, mempercepat proses evaluasi dan penilaian, dan mendukung standardisasi penilaian. Selain itu, BIM memungkinkan simulasi skenario keberlanjutan sebelum pembangunan, menjadikannya alat penting untuk pengembangan gedung hijau secara efisien dan berkelanjutan. Selain dari segi pemantauan perlu juga adanya upaya preventif yang dilakukan untuk rekomendasi perbaikan kerusakan yang mungkin akan terjadi pada bangunan sesuai dengan masa operasional tersebut (Nugroho & Sunarwadi, 2023).

Implementasi pada sektor proyek konstruksi diperlukan manajemen sistem yang terencana dan dirancang dengan baik untuk mencapai hasil yang cukup optimal. Dalam suatu proyek konstruksi

indikator keberhasilannya adalah ketepatan dalam mengendalikan biaya, waktu, dan mutu konstruksi. Sehingga pengendalian proyek diperlukan dalam tahap penyelesaian suatu proyek (Dewi et al., 2023).

(Szalai & Ajtayné Károlyfi, 2024) Salah satu tantangan adalah data yang sering berubah dan kurang terstruktur pada tahapan desain. Dari penelitian yang dilakukan tersebut mengeksplorasi alat BIM untuk mendukung kolaborasi antar-disiplin, dengan fokus pada pengelolaan perubahan desain dan penyediaan data beban awal. Revit menjadi salah satu yang efektif, memungkinkan pembaruan semi-otomatis data pembebanan struktur dari material bawaan dan fungsi ruang, sehingga meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam desain berbasis BIM.

## Metode

Kegiatan Pengabdian masyarakat ini berjalan multitalun, dan didalam jurnal ini adalah penerapan pendampingan pada tahun ke 2. Kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan berbasis Building Information Modeling (BIM) untuk menghasilkan dokumen perancangan yang sesuai dengan aturan Standar Nasional Indonesia (SNI) Konstruksi. Tahapan metode yang digunakan dijelaskan secara rinci berdasarkan diagram alur berikut:

### a. Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Tahap awal dimulai dengan proses pengumpulan data sekunder yang meliputi analisis struktur sesuai dengan hasil pendampingan tahun pertama (Kartika et al., 2024), gambar kerja, spesifikasi teknis, analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) PUPR 2022, perhitungan volume pekerjaan, studi literatur, rencana kerja dan syarat teknis (RKS), serta laporan hasil penyelidikan tanah. Data-data ini kemudian diolah untuk menjadi dasar dalam pemodelan struktur bangunan yang akan dilakukan pada tahap berikutnya. Proses pengumpulan dan pengolahan data dilakukan secara sistematis untuk memastikan data yang diperoleh relevan dan mendukung kebutuhan analisis dan desain struktur.

### b. Analisis Struktur

Pemodelan struktur atas yang telah selesai akan dianalisis menggunakan CSI Etabs, di mana tahap ini melibatkan pengecekan terhadap persyaratan teknis yang diatur dalam SNI 1726:2019. Analisis ini mencakup pengendalian simpangan struktur dengan membandingkan hasil perhitungan simpangan ( $\Delta$ ) dengan batas izin simpangan ( $\Delta_{ijin}$ ). Jika hasil analisis menunjukkan bahwa struktur memenuhi persyaratan ( $\Delta \leq \Delta_{ijin}$ ), maka proses dilanjutkan ke tahap desain struktur. Jika tidak, dilakukan revisi pada parameter struktur hingga memenuhi persyaratan.

### c. Desain Elemen Struktur

Output dari analisis gaya-gaya dalam, termasuk gaya lintang (D), gaya normal (N), dan gaya momen (M), digunakan sebagai acuan untuk mendesain dimensi elemen struktur seperti balok, kolom, plat lantai, dan pondasi. Desain elemen struktur dilakukan sesuai dengan hasil analisis gaya yang diperoleh, dengan memastikan bahwa dimensi elemen memenuhi standar keamanan dan efisiensi.

### d. Ekspor Pemodelan ke Revit

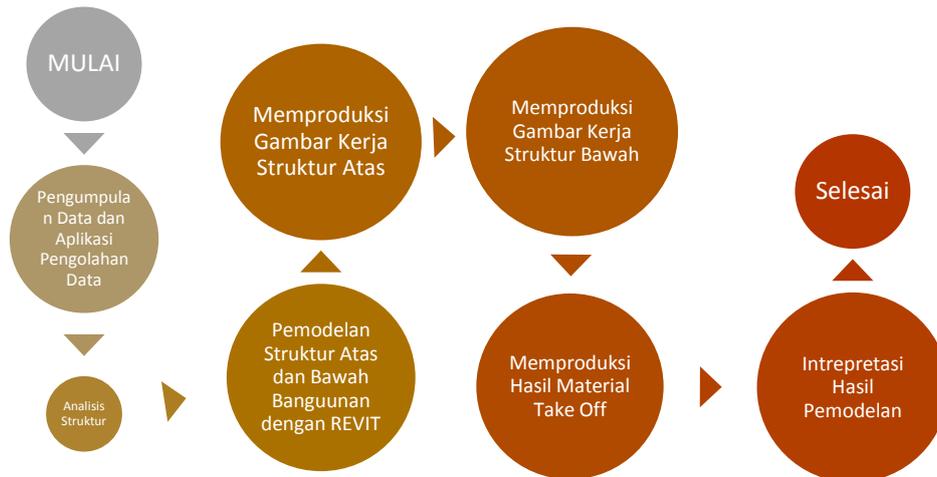
Setelah desain elemen struktur selesai, kemudian dilanjutkan pemodelan struktur pada Autodesk Revit. Proses ini bertujuan untuk desain struktur atas dengan model struktur bawah sehingga seluruh elemen bangunan dapat dikoordinasikan dalam satu platform yang terintegrasi.

### e. Analisis Volume Pekerjaan dan Penyusunan Bill of Quantities (BoQ)

Pada tahap ini, pemodelan terintegrasi yang telah selesai digunakan untuk melakukan analisis volume pekerjaan struktur. Hasil analisis volume pekerjaan ini kemudian dimanfaatkan untuk menyusun Bill of Quantities (BoQ), yaitu dokumen perhitungan biaya yang rinci untuk kebutuhan volume pekerjaan proyek. Penyusunan BoQ dilakukan dengan memperhatikan setiap elemen yang telah didesain sebelumnya.

### f. Kesimpulan dan Saran

Setelah semua tahapan selesai, hasil dari setiap tahap dikaji untuk menyusun kesimpulan yang menggambarkan keberhasilan penerapan BIM dalam mendukung efisiensi konstruksi. Selain itu, saran diberikan untuk membantu mitra memahami cara memanfaatkan hasil dokumen perancangan berbasis BIM ini untuk implementasi lebih lanjut di proyek-proyek mendatang.



Gambar 1. Flowchart Penyusunan Dokumen Perancangan Berbasis BIM

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Persiapan koordinasi dengan mitra	■											
2	Perancangan desain dan analisis Struktur		■	■									
3	Koordinasi Antar Tenaga Ahli pada BIM				■	■							
4	Intrepretasi Hasil, Implementasi dan pendampingan				■	■	■	■					
5	Membuat Luaran Abdimas							■	■				

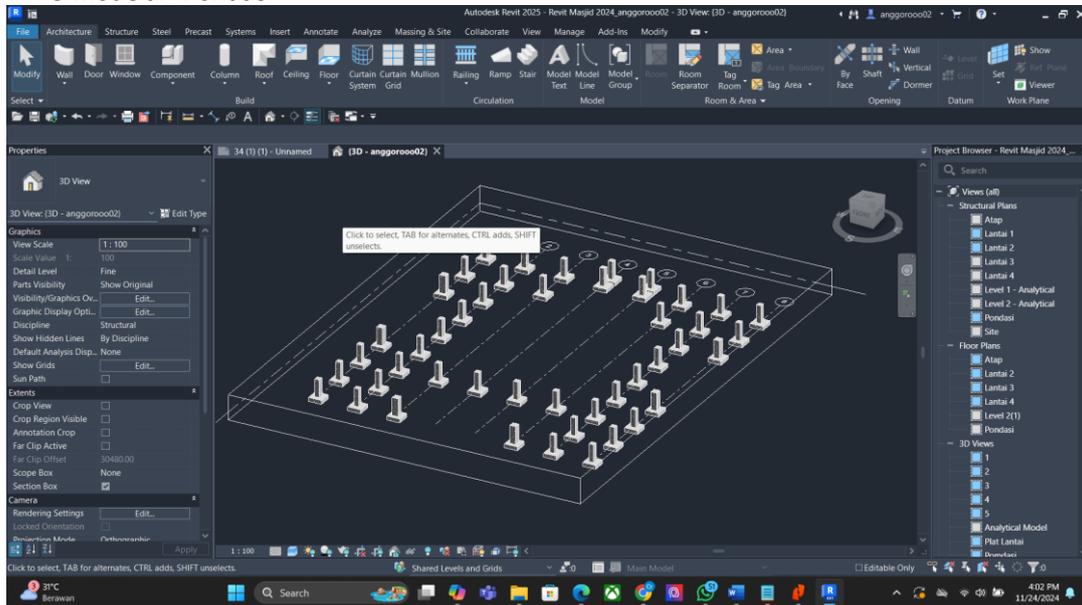
**Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan hasil pengabdian masyarakat yang telah dilakukan, penerapan Building Information Modeling (BIM) terbukti menjadi pendekatan revolusioner dalam dunia konstruksi. Teknologi ini mampu mengintegrasikan setiap tahap proses perencanaan proyek secara menyeluruh. Proses dimulai dari perencanaan struktur menggunakan perangkat lunak ETABS, yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan gambar kerja menggunakan Revit. Hasil dari kombinasi ini adalah gambar kerja yang detail dan Bill of Quantities (BoQ), yang menjadi dasar penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

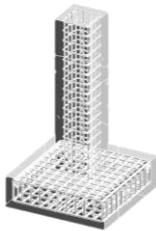
Penerapan BIM juga memiliki keunggulan signifikan dalam meminimalkan kesalahan di berbagai tahap perencanaan. Hal ini dimungkinkan karena satu model digital dapat digunakan secara berkelanjutan hingga ke tahap pemeliharaan bangunan. Dalam proses pemodelan menggunakan Revit, langkah awal dimulai dengan pembuatan family, yaitu elemen dasar untuk membangun model bangunan secara utuh. Pada tahap struktur, elemen-elemen seperti pondasi, kolom, balok, dan plat lantai dirancang. Kemudian, pada tahap arsitektural, elemen seperti dinding, pintu, dan jendela ditambahkan, sementara pada tahap Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP), elemen seperti pipa dan kabel dimasukkan.

Setelah pembuatan family selesai, langkah berikutnya adalah menentukan parameter yang akan menjadi dasar dalam menghasilkan output BoQ. Proses ini dimulai dari pemodelan elemen struktur, seperti pondasi, kolom, balok, dan plat lantai. Dengan pendekatan ini, setiap elemen bangunan dirancang secara terintegrasi, sehingga menghasilkan dokumen perencanaan yang lebih akurat dan mendukung efisiensi serta kualitas konstruksi.

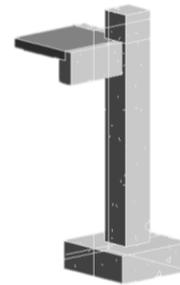
a. Permodelan Pondasi



b. Permodelan Tulangan Pondasi



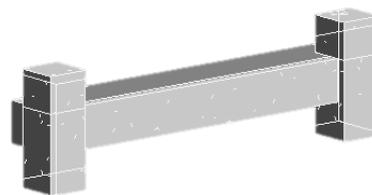
c. Permodelan Kolom



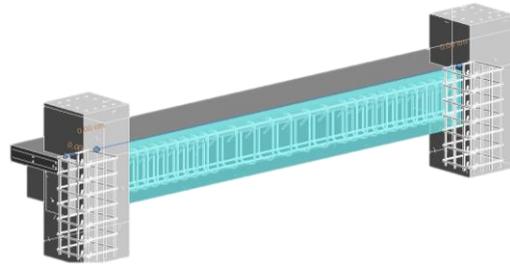
d. Permodelan Tulangan Kolom



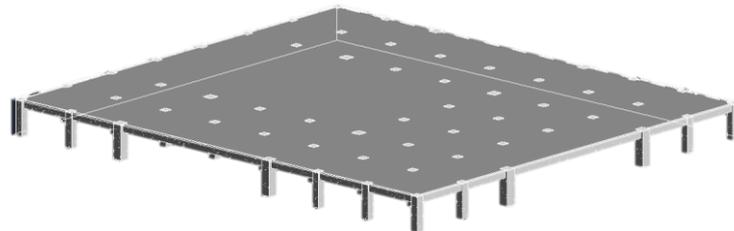
e. Permodelan Balok



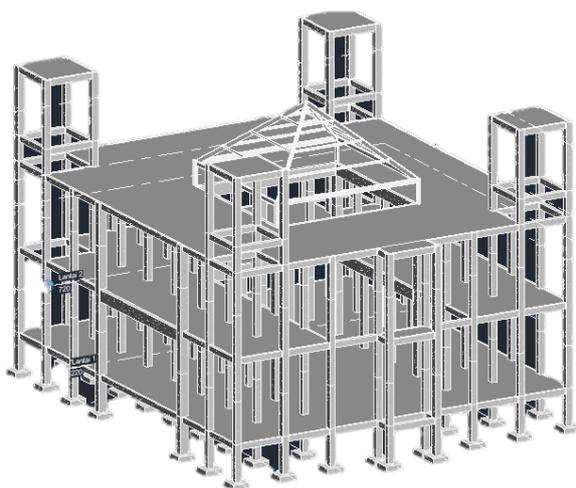
f. Permodelan Tulangan Balok



g. Permodelan Plat Lantai



h. Permodelan 3D Revit



i. Quantity Take Off

<Velume Beton Kolom>		
A	B	C
Top Level	Type	Volume
Lantai 1	K 35x35	22.68 m <sup>3</sup>
Lantai 1	K 45x45	22.68 m <sup>3</sup>
Lantai 2	K 35x35	5.65 m <sup>3</sup>
Lantai 2	K 45x45	31.39 m <sup>3</sup>
Lantai 3	K 35x35	12.02 m <sup>3</sup>
Lantai 3	K 45x45	13.05 m <sup>3</sup>
Lantai 4	H 250x125x6x9	4.92 m <sup>3</sup>
Lantai 4	K 35x35	0.02 m <sup>3</sup>
Atap	K 35x35	2.94 m <sup>3</sup>
		7.78 m <sup>3</sup>

Setelah proses pemodelan selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah menyusun Bill of Quantities (BOQ), yaitu dokumen perhitungan yang menjadi dasar untuk menyusun Rencana Anggaran Biaya

(RAB). Penyusunan BOQ ini dilakukan dengan mempertimbangkan parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya, seperti volume pekerjaan, spesifikasi material, serta kebutuhan tenaga kerja. Dengan pendekatan ini, estimasi anggaran dapat lebih akurat dan mendukung perencanaan proyek secara efisien.

Setelah seluruh tahapan perencanaan selesai dilaksanakan, hasil akhir yang dihasilkan pada tahap ini meliputi dua komponen utama, yaitu gambar kerja atau Detailed Engineering Design (DED) dan dokumen RAB. Gambar kerja dalam bentuk DED memberikan panduan teknis yang detail untuk pelaksanaan konstruksi di lapangan, sementara RAB memberikan perincian anggaran sebagai acuan pengadaan material dan alokasi sumber daya lainnya.

Dalam penerapan Building Information Modelling (BIM) pada industri konstruksi, teknologi ini memungkinkan pengelolaan data hingga dimensi ke-10 (10D), mencakup aspek seperti simulasi siklus hidup bangunan dan pengelolaan fasilitas. Namun, dalam kajian ini, implementasi BIM dibatasi hingga dimensi ke-5 (5D). Dimensi kelima melibatkan integrasi aspek biaya dengan elemen-elemen desain dan jadwal proyek, sehingga menghasilkan analisis yang lebih terintegrasi dan mendalam. Pendekatan ini memberikan nilai tambah signifikan dalam efisiensi perencanaan dan pengelolaan proyek konstruksi.

### **Simpulan dan Rekomendasi**

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat di SMK Negeri 1 Gedangan telah berhasil membuktikan bahwa penerapan teknologi Building Information Modeling (BIM) memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi dan kualitas perencanaan konstruksi. Melalui pendekatan berbasis teknologi ini, beberapa capaian utama telah diraih, yaitu:

#### **1. Efisiensi Perencanaan Konstruksi**

Implementasi BIM memungkinkan integrasi lintas disiplin, meminimalkan risiko kesalahan desain, serta meningkatkan efisiensi perhitungan volume dan biaya pekerjaan. Pemanfaatan perangkat lunak ETABS dan Revit menghasilkan model digital yang realistis, yang mempercepat proses pengambilan keputusan.

#### **2. Peningkatan Kompetensi Mitra**

Pendampingan intensif yang diberikan kepada mitra di SMK Negeri 1 Gedangan berhasil meningkatkan kemampuan teknis mereka dalam memahami dan mengadopsi teknologi BIM. Mitra kini mampu memanfaatkan teknologi ini dalam mendukung perencanaan proyek di masa mendatang.

#### **3. Peningkatan Akurasi Perencanaan**

Digitalisasi dokumen perencanaan, seperti Detailed Engineering Design (DED) dan Bill of Quantities (BoQ), memberikan dasar yang lebih kuat untuk pengelolaan proyek. Hasil ini membantu mengurangi potensi kesalahan hingga 8% dibandingkan metode perencanaan konvensional.

#### **4. Dampak Sosial dan Pendidikan**

Pembangunan masjid sebagai objek kegiatan pengabdian ini tidak hanya memberikan nilai teknis, tetapi juga mendukung pembentukan karakter siswa melalui keberadaan infrastruktur tempat ibadah yang direncanakan secara matang.

### **Penghargaan**

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) ITN Malang atas dukungan dana dan bantuan yang diberikan selama pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini. Panduan, fasilitasi, dan arahan yang diberikan oleh LPPM sangat berperan penting dalam keberhasilan program ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh mitra dan pemangku kepentingan yang terlibat, yang telah memberikan kerja sama dan kontribusi berharga sehingga pelaksanaan program ini dapat mencapai hasil yang optimal. Tanpa

dukungan tersebut, pencapaian tujuan program ini tidak akan terwujud. Semoga kegiatan ini dapat bermanfaat untuk perkembangan konstruksi di Indonesia.

**Daftar Pustaka**

- Bolshakov, N., Celani, A., & Azhimova, L. (2023). Integrating BIM in Operation and Maintenance Stage. In P. Akimov, N. Vatin, A. Tusnin, & A. Doroshenko (Eds.), *Proceedings of FORM 2022* (pp. 489–496). Springer International Publishing.
- Dewi, W. L., Ayu, L., Winanda, R., Sunarwadi, H. S. W., Sebayang, N., & Kurniawati, L. (2023). *Seminar Nasional Teknik Sipil Analisa Konsep Nilai Hasil Pada Proyek Pembangunan Konstruksi Gedung Pada Gereja*, 1, 96–101. <https://ojs.ejournalunigoro.com/index.php/sintesi/article/download/705/554>
- Guo, K., Li, Q., Zhang, L., & Wu, X. (2021). BIM-based green building evaluation and optimization: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 320, 128824. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621030213?via%3Dihub>
- Iskandar, T., Kartika, D., Sunarwadi, H. S. W., & Pangestuaji, W. B. (2022). Pendampingan Perencanaan Renovasi Desain Sekolah PAUD Nurul Hikmah Kabupaten Pamekasan. *JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT BORNEO*, 6(3), 194–197. <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/jpmb>
- Kartika, D., Sunarwadi, H. S. W., & Erfan, M. (2024). PENDAMPINGAN TEKNIS PERENCANAAN STRUKTUR DAN DRAINASE BESERTA RENCANA ANGGARAN BIAYA PADA GEDUNG MASJID. *PROFICIO: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5, 1. <https://ejournal.utp.ac.id/index.php/JPF/article/view/3320/520522062>
- Nugroho, D. H., & Sunarwadi, H. S. W. (2023). Studi Pemicu Kerusakan Pada Beton Dan Upaya Preventif. *Daktilitas*, 3(1), 35–42. <http://journal.unita.ac.id/index.php/daktilitas/>
- Ratna Winanda, L. A., Dewi, W. L., Wibawanto, H. S., & Manaha, Y. P. (2024). Optimization of Cost Performance Index in Construction Project Based on Influencing Factors. *E3S Web of Conferences*, 476. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447601019>
- Sunarwadi, H. S. W., Afdholy, A. R., Rudhistiar, D., Sugiantara, I. P., & Naufal, F. (2023). Strategi Efektif Dalam Estimasi Biaya Konstruksi Rumah Tinggal Dengan Aplikasi Halo Rumah. *Semsina*, 4(2), 214–223. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/semsina/index>
- Szalai, D., & Ajtayné Károlyfi, K. (2024). Integration of structural designers' workflows into BIM. *Journal of Building Engineering*, 98, 111141. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.111141>
- Zain, H. A., Bagyo Mulyono, & Gathot Heri Sudibyo. (2022). Analisis Perbandingan Efektifitas Metode Konvensional Dan Bim Pada Elemen Struktur Beton (Studi Kasus Gedung Pelayanan Pendidikan Fisip Unsoed). *Jurnal DISPROTEK*, 13(1), 37–44. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v13i1.3078>