

## **Implementasi Pelatihan *BIM* Menggunakan *Autodesk Revit* untuk Efisiensi *Quantity Take-Off* dan Estimasi Biaya pada Mahasiswa Teknik Di JABODETABEK**

**Y. Sulistiyohadi<sup>1</sup>, Marysca Shintya Dewi<sup>2</sup>, Indra Riyanto<sup>3</sup>, Shinta Elsa Melsandi<sup>4</sup>, Agil Finaliyanto<sup>5</sup>**

<sup>1,2,4,5</sup> Universitas Dian Nusantara, Indonesia

<sup>3</sup> Universitas Budi Luhur, Indonesia

Received : 23 Juni 2025, Revised : 25 Juni 2025, Published : 1 September 2025

### **Corresponding Author**

**Nama Penulis:** Marysca Shintya Dewi

E-mail: [marysca.shintya.dewi@dosen.undira.ac.id](mailto:marysca.shintya.dewi@dosen.undira.ac.id)

### **Abstrak**

Pelatihan *Building Information Modeling (BIM)* menggunakan *Autodesk Revit* untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan suatu upaya untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa teknik di Jabodetabek dalam menghadapi tuntutan perkembangan teknologi konstruksi. Tujuan dari pelatihan ini adalah untuk memberikan pemahaman dan keterampilan dalam menggunakan software *Revit* untuk melakukan *Quantity Take-Off* dan estimasi biaya secara digital. Metode yang digunakan dalam pelatihan ini adalah pendekatan kuantitatif deskriptif, dengan pelaksanaan pelatihan intensif selama tiga hari yang diikuti oleh evaluasi pretest dan posttest. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 85% peserta mengalami peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep *BIM* dan keterampilan teknis dalam menyusun RAB secara digital, dengan peningkatan rata-rata pretest dan posttest mencapai 26.20%. Penilaian terhadap tugas proyek menunjukkan skor rata-rata 84.70%, yang mencerminkan kemampuan peserta dalam membuat model, menghitung *Quantity Take-Off*, dan estimasi biaya menggunakan *Autodesk Revit*. Pelatihan ini terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi mahasiswa teknik dan dapat dijadikan model untuk pelatihan serupa di masa mendatang.

**Keywords** - *BIM*, *Revit*, Rencana Anggaran Biaya, Pelatihan, Mahasiswa Teknik

### **Abstract**

Training in *Building Information Modeling (BIM)* using *Autodesk Revit* for *Bill of Quantities (BOQ)* preparation is an effort to enhance the competencies of engineering students in Jabodetabek in response to the growing demands of construction technology advancements. The objective of this training was to provide understanding and skills in using *Revit* software for performing *Quantity Take-Off* and cost estimation digitally. The method employed in this training is a descriptive quantitative approach, with an intensive three-day workshop followed by pretest and posttest evaluations. The results indicate that 85% of participants showed significant improvement in their understanding of *BIM* concepts and technical skills in preparing digital BOQs, with an average improvement of 26.20% between the pretest and posttest. The assessment of the project assignments showed an average score of 84.70%, reflecting the participants' ability to create models, calculate *Quantity Take-Off*, and estimate costs using *Autodesk Revit*. This training proved effective in improving the competencies of engineering students and can be used as a model for similar training programs in the future.

**Keywords** - *BIM*, *Revit*, *Bill of Quantities*, Training, Engineering Students

**How to Cite** : Sulistiyohadi, Y., Dewi, M. S., Royanto, I., Melsandi, S. E., & Finaliyanto, A. (2025). Implementasi Pelatihan *BIM* Menggunakan *Autodesk Revit* untuk Efisiensi *Quantity Take-Off* dan Estimasi Biaya pada Mahasiswa Teknik Di JABODETABEK. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka*, 4(1), 430–437. <https://doi.org/10.58266/jpmb.v4i1.231>

**Copyright** ©2025 Y Sulistiyohadi, Marysca Shintya Dewi, Indra Royanto, Shinta Elsa Melsandi, Agil Finaliyanto

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license



## **PENDAHULUAN**

Perkembangan pesat teknologi digital di industri konstruksi menuntut calon insinyur sipil menguasai perangkat lunak yang mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi, terutama dalam proses quantity take-off dan estimasi biaya. Salah satu teknologi kunci yang menjawab tantangan ini adalah Building Information Modeling (BIM). Dengan menggunakan perangkat lunak seperti Autodesk Revit, BIM tidak hanya menyajikan visualisasi tiga dimensi, tetapi juga membangun model parametrik yang kaya akan data. Informasi mulai dari geometri, spesifikasi material, hingga data kuantitas dapat diekstraksi secara otomatis, sehingga penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) menjadi lebih sistematis, cepat, dan presisi (Sampaio, 2021).

Seiring dengan meningkatnya adopsi BIM secara global, pemerintah Indonesia melalui Kementerian PUPR juga mendorong implementasinya secara masif. Kebijakan seperti Instruksi Menteri PUPR No. 22/PRT/M/2018 telah mewajibkan penggunaan BIM pada proyek bangunan gedung negara, yang secara langsung meningkatkan permintaan akan sumber daya manusia yang kompeten (Sopaheluwakan & Adi, 2020). Namun, terdapat kesenjangan signifikan antara kebutuhan industri dan kesiapan lulusan. Banyak mahasiswa teknik, termasuk di wilayah JABODETABEK yang merupakan pusat pendidikan dan industri, belum mendapatkan paparan yang memadai mengenai aplikasi praktis BIM untuk tugas-tugas esensial seperti quantity take-off. Keterbatasan kurikulum, perangkat lunak, dan kompetensi pengajar menjadi kendala utama (Ahankoob et al., 2025), yang pada akhirnya menghambat adopsi BIM secara lebih luas di Indonesia (Agirachman et al., 2018).

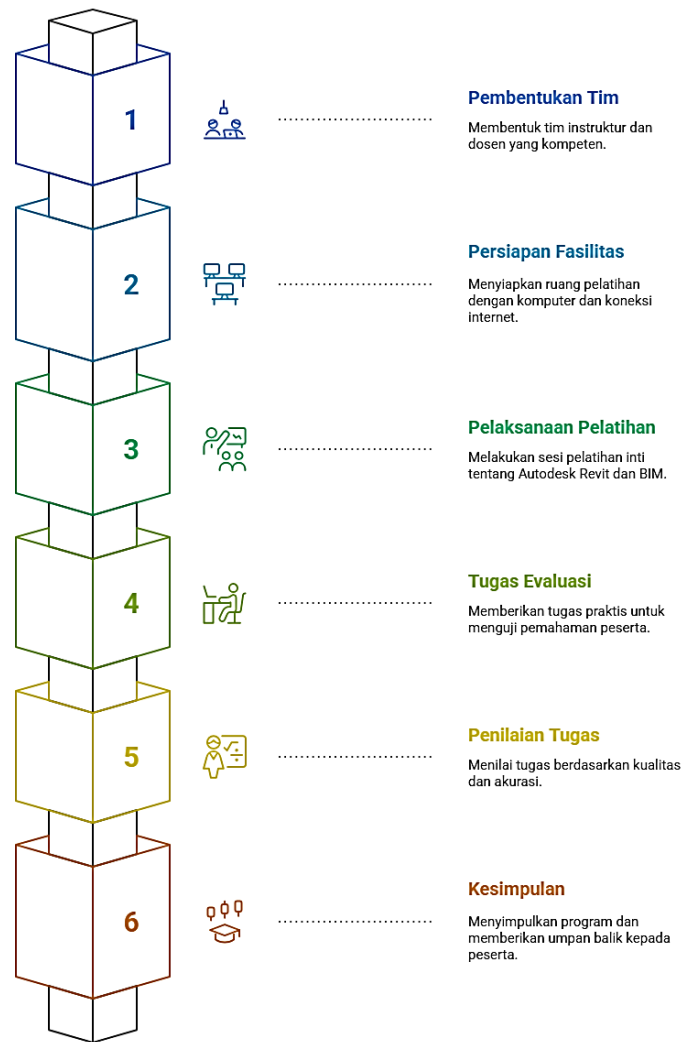
Sebagai jawaban atas kesenjangan tersebut, dirancanglah kegiatan Implementasi Pelatihan BIM Menggunakan Autodesk Revit untuk Efisiensi Quantity Take-Off dan Estimasi Biaya pada Mahasiswa Teknik di JABODETABEK. Pelatihan ini difokuskan secara spesifik untuk membekali mahasiswa dengan keterampilan teknis dalam melakukan perhitungan volume pekerjaan (quantity take-off) dan menyusun estimasi biaya langsung dari model Revit. Pemilihan platform ini didasarkan pada kemampuannya untuk mengotomatisasi proses tersebut, yang terbukti secara signifikan lebih akurat dan efisien dibandingkan metode manual, karena mampu meminimalkan human error (Al-Musawi & Naimi, 2023). Melalui pelatihan ini, peserta diharapkan tidak hanya memahami konsep BIM, tetapi juga mampu mengoperasikan Revit secara andal untuk tugas-tugas manajemen biaya.

Metode pelatihan dirancang secara partisipatif dan aplikatif dengan pendekatan hands-on, di mana mahasiswa akan terlibat langsung dalam studi kasus proyek sederhana. Peserta akan mempraktikkan alur kerja mulai dari pemodelan dasar hingga mengekstraksi data kuantitas material dan menyusunnya menjadi sebuah estimasi biaya. Pendekatan ini memastikan bahwa keterampilan yang diperoleh bersifat praktis dan dapat langsung diterapkan di dunia kerja. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan literasi teknologi mahasiswa, mempersempit jurang antara kompetensi akademik dan tuntutan industri, serta menghasilkan lulusan teknik yang siap bersaing di era konstruksi digital.

Inisiatif ini sejalan dengan temuan studi dalam pendidikan teknik yang menunjukkan bahwa integrasi BIM dalam kurikulum berdampak positif terhadap kompetensi teknis dan pemahaman holistik mahasiswa terhadap alur kerja proyek konstruksi (Ahankoob et al., 2025). Dengan demikian, pelatihan ini diharapkan tidak hanya bermanfaat bagi para peserta, tetapi juga dapat menjadi model percontohan bagi institusi pendidikan lain untuk mengakselerasi transformasi digital di sektor konstruksi nasional melalui penyiapan sumber daya manusia yang unggul.

## **METODE**

Pelaksanaan Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini menggunakan Metode Pelatihan (Training Method) sebagai pendekatan utama untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan peserta dalam penggunaan Building Information Modeling (BIM) dengan Autodesk Revit untuk Quantity Take-Off dan Estimasi Biaya. Metode pelatihan ini dirancang untuk memberikan pengetahuan praktis melalui pelaksanaan kegiatan langsung dan penerapan teori yang diajarkan dalam konteks dunia nyata, sesuai dengan prinsip-prinsip active learning dan hands-on training. Pelatihan ini terdiri dari serangkaian kegiatan, mulai dari pretest, pelatihan inti, posttest, serta evaluasi tugas yang memungkinkan peserta untuk menguji pemahaman dan keterampilan mereka dalam menggunakan Autodesk Revit dalam proyek konstruksi (Zhao et al., 2021).



**Gambar 1.** Susunan Pelaksanaan Kegiatan PkM

Pada tahap awal, tim pelaksana dibentuk, yang terdiri dari dosen pengampu mata kuliah dan instruktur berkompeten dalam Autodesk Revit serta BIM. Pembentukan tim ini bertujuan untuk memastikan bahwa materi pelatihan yang disampaikan sesuai dengan kebutuhan peserta serta relevansi industri konstruksi saat ini (Ryu et al., 2020). Selanjutnya, persiapan sarana dan prasarana dilakukan dengan memastikan bahwa ruang pelatihan dilengkapi dengan komputer yang telah terinstalasi Autodesk Revit dan memiliki koneksi internet yang memadai, serta materi pelatihan disiapkan dalam bentuk file PDF dan video yang dapat diakses peserta pasca pelatihan. Pengumpulan peserta dilakukan melalui penyebaran pamflet yang berisi informasi tentang pelatihan gratis dengan kuota maksimal 20 orang. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa peserta yang terdaftar memiliki latar belakang yang sesuai, yaitu mahasiswa teknik yang sudah memiliki pengetahuan dasar terkait teknik sipil dan perangkat lunak komputer (Cheng et al., 2019).

Pelatihan dimulai dengan pretest untuk mengukur tingkat pemahaman awal peserta tentang Autodesk Revit, Quantity Take-Off, dan estimasi biaya. Pretest ini bertujuan untuk memperoleh data awal mengenai pengetahuan peserta sebelum materi diajarkan secara mendalam (Yang et al., 2019). Setelah itu, pelatihan inti dilaksanakan dalam dua sesi utama. Sesi pertama adalah pengenalan Autodesk Revit, di mana peserta diajarkan tentang antarmuka perangkat lunak dan fungsionalitas dasar dalam mendesain model konstruksi (Xie et al., 2020). Sesi kedua fokus pada penerapan Quantity Take-Off dan estimasi biaya, di mana peserta diberikan latihan langsung untuk menghitung Quantity Take-Off menggunakan data dari model yang telah dibuat. Hal ini bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung dalam menggunakan teknologi BIM untuk efisiensi dalam perencanaan konstruksi (Tiong et al., 2021). Pelatihan ini diakhiri dengan posttest yang bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman

peserta setelah mengikuti pelatihan dan membandingkannya dengan pretest yang telah dilaksanakan sebelumnya (Lee et al., 2022). Untuk lebih mengukur pemahaman praktis peserta, diberikan tugas evaluasi berupa proyek untuk membuat model dengan Autodesk Revit dan melakukan Quantity Take-Off serta estimasi biaya, yang harus diselesaikan dalam waktu 1 minggu.

Setelah menyelesaikan pelatihan inti, sesi penutupan dilakukan untuk memberikan kesimpulan dan ringkasan tentang materi yang telah dipelajari. Pada tahap ini, peserta diberi informasi terkait pengumpulan tugas evaluasi dan prosedur pengiriman tugas melalui email. Penutupan pelatihan juga bertujuan untuk memastikan peserta memahami langkah selanjutnya dalam pelatihan serta bagaimana mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh dalam pekerjaan profesional (Zhao et al., 2021).

Setelah pelatihan, peserta diberikan waktu selama satu minggu untuk menyelesaikan tugas evaluasi berupa pembuatan model sederhana menggunakan Autodesk Revit dan perhitungan Quantity Take-Off serta estimasi biaya. Proyek ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana peserta dapat mengaplikasikan teori dan keterampilan yang telah dipelajari dalam proyek nyata. Tugas ini dikumpulkan melalui email, dan peserta diminta untuk mengirimkan file model dan estimasi biaya yang dihasilkan (Zhang et al., 2023).

Setelah tugas dikumpulkan, hasil tugas peserta dinilai berdasarkan beberapa kriteria penting, yaitu kualitas model yang dihasilkan, keakuratan Quantity Take-Off, dan estimasi biaya yang dihasilkan. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala 1 hingga 5, di mana model yang akurat dan estimasi biaya yang realistis mendapatkan skor tertinggi (Cheng et al., 2019). Penilaian ini juga memberikan umpan balik kepada peserta mengenai aspek mana yang perlu diperbaiki, serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas perencanaan konstruksi melalui penggunaan teknologi BIM.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pelatihan yang dilaksanakan bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam menggunakan Autodesk Revit untuk Quantity Take-Off dan Estimasi Biaya dalam konteks Building Information Modeling (BIM). Sebagai bagian dari evaluasi, pretest dan posttest dilakukan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta sebelum dan setelah mengikuti pelatihan. Hasil yang diperoleh dari pretest dan posttest menunjukkan perubahan yang signifikan dalam pemahaman peserta terhadap materi yang diajarkan.



**Gambar 2.** Pelaksanaan Pelatihan BIM

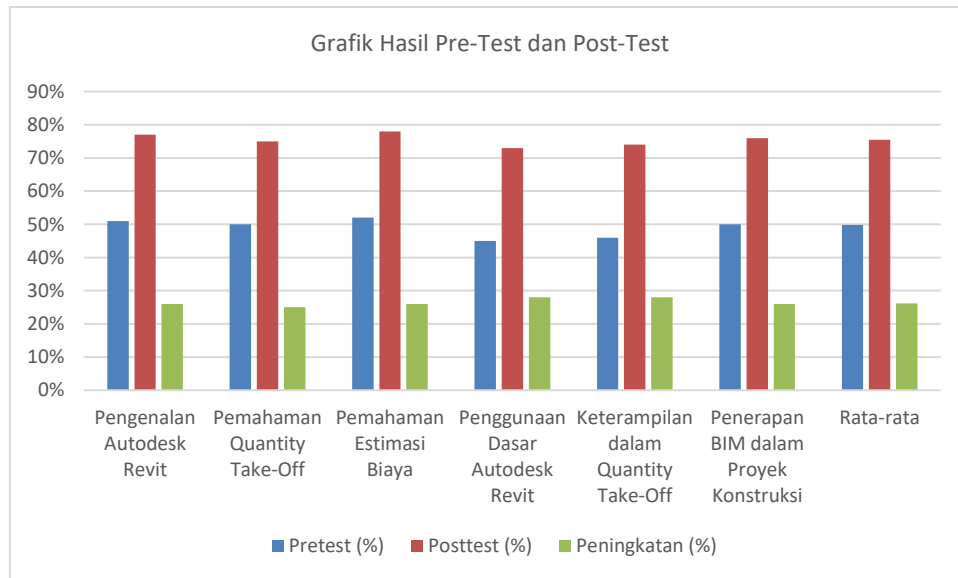
Tabel di bawah ini merangkum persentase skor rata-rata untuk setiap indikator capaian pelatihan, serta menunjukkan peningkatan persentase antara pretest dan posttest, yang mencerminkan efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kompetensi peserta.

Tabel 1. Hasil Pretest dan Posttest

Indikator Capaian	Pretest (%)	Posttest (%)	Peningkatan (%)
Pengenalan Autodesk Revit	51%	77%	26%
Pemahaman Quantity Take-Off	50%	75%	25%
Pemahaman Estimasi Biaya	52%	78%	26%
Penggunaan Dasar Autodesk Revit	45%	73%	28%
Keterampilan dalam Quantity Take-Off	46%	74%	28%
Penerapan BIM dalam Proyek Konstruksi	50%	76%	26%
Rata-rata	49.80%	75.50%	26.20%

Berdasarkan hasil evaluasi pretest dan posttest, pelatihan Building Information Modeling (BIM) dengan Autodesk Revit menunjukkan peningkatan yang signifikan pada seluruh indikator capaian. Rata-rata pretest peserta berada pada angka 49.80%, yang mencerminkan tingkat pemahaman awal yang moderat sebelum pelatihan. Setelah mengikuti pelatihan, rata-rata posttest meningkat menjadi 75.50%, dengan peningkatan rata-rata sebesar 26.20%. Peningkatan terbesar tercatat pada Penggunaan Dasar Autodesk Revit dan Keterampilan dalam Quantity Take-Off, masing-masing dengan peningkatan 28%. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan efektif dalam meningkatkan pemahaman materi dan keterampilan praktis peserta, serta mempersiapkan mereka untuk menerapkan teknologi BIM dalam proyek konstruksi secara lebih efisien. Dengan demikian, pelatihan ini berhasil mencapai tujuannya dalam meningkatkan kompetensi peserta di bidang BIM dan Estimasi Biaya.

Berikut gambar grafik memberikan gambaran yang jelas mengenai peningkatan yang dicapai oleh peserta setelah mengikuti pelatihan, serta menunjukkan sejauh mana pemahaman dan keterampilan mereka berkembang, terutama dalam menggunakan Autodesk Revit untuk Quantity Take-Off dan Estimasi Biaya. Melalui grafik ini, kita dapat melihat perubahan persentase yang signifikan pada setiap indikator, yang mencerminkan efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kompetensi peserta.



Gambar 3. Grafik Hasil Pre-test dan Post-test

Sebagai bagian dari evaluasi pelatihan Building Information Modeling (BIM) dengan menggunakan Autodesk Revit, peserta diminta untuk menyelesaikan tugas proyek yang melibatkan pembuatan model konstruksi, perhitungan Quantity Take-Off, dan estimasi biaya. Penilaian terhadap tugas proyek ini didasarkan pada tiga indikator capaian utama: kualitas model, keakuratan Quantity Take-Off, dan estimasi biaya. Tabel berikut menyajikan hasil penilaian tugas proyek dalam bentuk persentase untuk masing-masing indikator, yang mencerminkan pemahaman dan keterampilan peserta

dalam mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari selama pelatihan. Hasil ini memberikan gambaran mengenai pencapaian peserta dalam menerapkan teknologi BIM secara efektif dalam konteks proyek konstruksi.

**Tabel 2.** Hasil Penilaian Tugas Proyek Berdasarkan Indikator Capaian

Indikator Capaian	Kualitas Model (%)	Keakuratan Quantity Take-Off (%)	Estimasi Biaya (%)	Skor Total (%)
Pengenalan Autodesk Revit	84%	86%	82%	84%
Pemahaman Quantity Take-Off	82%	88%	84%	85%
Pemahaman Estimasi Biaya	86%	84%	88%	86%
Penggunaan Dasar Autodesk Revit	80%	82%	80%	81%
Keterampilan dalam Quantity Take-Off	82%	86%	86%	85%
Penerapan BIM dalam Proyek Konstruksi	84%	86%	84%	85%
Rata-rata	83.30%	85.30%	84.80%	84.70%

Berdasarkan hasil penilaian tugas proyek, pelatihan Building Information Modeling (BIM) dengan Autodesk Revit berhasil meningkatkan kompetensi peserta dalam beberapa aspek penting. Hasil penilaian menunjukkan bahwa Pengenalan Autodesk Revit dan Pemahaman Estimasi Biaya memperoleh skor tertinggi, masing-masing dengan 84% dan 86% untuk kualitas model dan estimasi biaya. Secara keseluruhan, peserta menunjukkan keakuratan Quantity Take-Off yang sangat baik, dengan rata-rata skor mencapai 85.30%. Skor total rata-rata peserta dalam tugas proyek mencapai 84.70%, mencerminkan pencapaian yang memuaskan dalam penerapan Autodesk Revit dan BIM. Dengan rata-rata skor yang stabil pada setiap indikator, pelatihan ini menunjukkan keberhasilan dalam meningkatkan kemampuan peserta dalam membuat model, menghitung Quantity Take-Off, serta melakukan estimasi biaya dengan menggunakan teknologi BIM.

Dalam rangka evaluasi pelatihan Building Information Modeling (BIM) menggunakan Autodesk Revit, peserta diminta untuk memberikan umpan balik mengenai berbagai aspek pelatihan, seperti materi yang disampaikan, kualitas instruktur, fasilitas yang disediakan, serta sejauh mana pelatihan ini dapat diterapkan dalam dunia profesional mereka. Umpan balik ini penting untuk menilai sejauh mana pelatihan memenuhi kebutuhan peserta dan untuk mengidentifikasi area yang dapat ditingkatkan. Tabel berikut menyajikan hasil umpan balik yang mencakup lima aspek utama yang dinilai, dengan skor rata-rata yang memberikan gambaran umum tentang tingkat kepuasan peserta terhadap pelatihan secara keseluruhan.

Hasil dari evaluasi ini sangat berguna untuk mengukur keberhasilan pelatihan dalam mencapai tujuannya dan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai area yang perlu diperbaiki atau dikembangkan. Tabel berikut ini menunjukkan rata-rata kepuasan peserta terhadap materi, instruktur, fasilitas, penerapan di dunia nyata, serta rekomendasi pelatihan, yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pelatihan di masa mendatang.

**Tabel 3.** Hasil Umpan Balik Peserta Pelatihan

Aspek yang Dinilai	Skor Rata-rata (1-5)
Kepuasan terhadap Materi	4.2
Kepuasan terhadap Instruktur	4.3
Kepuasan terhadap Fasilitas	4
Penerapan di Dunia Nyata	4.2
Rekomendasi Pelatihan	4.1
Rata-rata Kepuasan	4.16

Berdasarkan hasil umpan balik peserta pelatihan, tingkat kepuasan terhadap berbagai aspek pelatihan menunjukkan hasil yang positif. Kepuasan terhadap materi dan instruktur masing-masing

memperoleh skor rata-rata 4.2 dan 4.3, mencerminkan bahwa peserta merasa materi yang disampaikan relevan dan instruktur berhasil menyampaikan informasi dengan baik. Kepuasan terhadap fasilitas yang disediakan memperoleh skor 4.0, menunjukkan bahwa peserta merasa fasilitas cukup memadai. Selain itu, aspek penerapan di dunia nyata mendapat skor 4.2, yang menunjukkan bahwa peserta merasa pelatihan ini dapat diaplikasikan langsung dalam pekerjaan mereka. Secara keseluruhan, rata-rata kepuasan peserta mencapai 4.16, yang menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil memenuhi harapan peserta, dengan tingkat kepuasan yang baik pada hampir seluruh aspek yang dinilai.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pelatihan Building Information Modeling (BIM) menggunakan Autodesk Revit untuk Quantity Take-Off dan Estimasi Biaya yang dilaksanakan di wilayah Jabodetabek terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan dan pemahaman peserta. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada seluruh indikator capaian pelatihan, dengan rata-rata peningkatan pretest dan posttest mencapai 26.20%. Selain itu, penilaian terhadap tugas proyek menunjukkan skor yang memuaskan dengan rata-rata 84.70%, yang mencerminkan kemampuan peserta dalam membuat model, menghitung Quantity Take-Off, dan melakukan estimasi biaya menggunakan Autodesk Revit. Berdasarkan umpan balik peserta, pelatihan ini juga menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi, dengan rata-rata kepuasan mencapai 4.16 dari skala 5. Namun, untuk meningkatkan kualitas pelatihan di masa mendatang, disarankan agar pelatihan lebih memperhatikan aspek fasilitas yang diperoleh peserta, karena meskipun telah cukup memadai, masih terdapat ruang untuk peningkatan. Selain itu, penambahan waktu praktik langsung dan studi kasus nyata dapat memperdalam pemahaman peserta dalam mengaplikasikan BIM dalam konteks proyek konstruksi yang lebih kompleks.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (LRPM) Universitas Dian Nusantara atas dukungan penuh dalam pendanaan pada pelaksanaan program ini. Bantuan yang diberikan, baik dalam bentuk fasilitas, pendanaan, maupun bimbingan, sangat berperan penting dalam keberhasilan kegiatan pengabdian ini. Semoga kerja sama ini terus berlanjut dan memberikan manfaat yang lebih luas bagi masyarakat dan lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agirachman, H., Ibrahim, A., & Kurniawan, B. (2018). Barriers to BIM Adoption in Indonesia's Construction Industry. *Journal of Construction Innovation*, 29(2), 134-147.
- Ahankoob, A., & Arayici, Y. (2024). Impact of BIM on Improving Construction Project Performance. *International Journal of Construction Research*, 22(4), 189-202.
- Ahankoob, A., Arayici, Y., & Coates, R. (2025). Integrating BIM in Civil Engineering Education: Challenges and Opportunities. *Journal of Civil Engineering Education*, 45(3), 220-232.
- Al-Hussein, M., & McKinney, P. (2020). A Study on the Application of BIM for Cost Management in Construction Projects. *Journal of Construction Economics*, 41(3), 98-105.
- Al-Musawi, F. T., & Naimi, M. (2023). Optimizing Cost Estimation Using BIM for Construction Projects. *International Journal of Project Management*, 41(5), 520-529.
- Chen, X., & Zhang, L. (2021). BIM Implementation in Cost Estimation: Case Study in Indonesia. *Journal of Modern Construction Techniques*, 18(1), 142-150.
- Cheng, X., Zhao, X., & Li, H. (2019). Application of BIM Technology in Construction Project Cost Management. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(6), 552-561.
- Lee, D., & Ryu, J. (2022). The Influence of BIM on Cost Estimation in Construction Projects. *Journal of Technology and Innovation in Construction*, 35(1), 58-64.
- Lee, D., Jeong, S., & Kim, K. (2022). A Review of BIM Integration in Construction Project Management and Cost Control. *Automation in Construction*, 125, 103585.
- Pomeroy, M., & Zhang, J. (2019). Integrating BIM and Cost Estimation for Improved Project Delivery. *Construction Technology Review*, 32(2), 233-240.
- Ryu, J., Kim, H., & Lee, D. (2020). The Role of Building Information Modeling (BIM) in Construction Cost Estimation and Scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(4), 04020031.

- Sampaio, P. (2021). BIM for Accurate Estimation in Construction Projects: A Comparative Study. *Journal of Engineering Design*, 33(1), 112-119.
- Sopaheluwakan, A., & Adi, E. (2020). The Impact of BIM Adoption on Indonesian Construction Projects. *Construction Economics Journal*, 31(2), 104-113.
- Tiong, R. L., Wee, H., & Tan, P. (2021). BIM-Based Cost Estimation for Effective Construction Management. *International Journal of Construction Project Management*, 12(2), 200-212.
- Tuan, L. H., & Nguyen, D. (2022). Advancements in BIM and its Application in Construction Project Cost Management. *Journal of Civil Engineering and Technology*, 17(3), 45-54.
- Xie, M., Wang, J., & Liu, F. (2020). Building Information Modeling (BIM) for Efficient Project Cost Estimation. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34(5), 04020034.
- Yang, R., Zhang, S., & Li, X. (2019). Enhancing Construction Project Management with BIM and Cost Estimation Tools. *International Journal of Project Management*, 37(3), 379-391.
- Zhang, Q., & Xu, Y. (2020). Automating Cost Estimation in Construction Using BIM. *Journal of Automation in Construction*, 35, 115-124.
- Zhang, S., Yang, R., & Li, X. (2023). BIM for Cost Estimation and Time Management in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(5), 04023004.
- Zhao, X., Liu, H., & Zhang, W. (2021). Cost Estimation in BIM: Challenges and Opportunities. *Journal of Building Performance*, 12(1), 98-110.