

Perancangan Pelatihan *Building Information Modelling* (BIM) untuk Kontraktor Skala Kecil: Pendekatan *Critical Event Model* (CEM)

Nectaria Putri Pramesti¹, Harijanto Setiawan², Andreas Adiel Setiawan, Sie³
Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari No. 44 Yogyakarta¹²³
Email: nectaria.putri@uajy.ac.id

Received 27 May 2024; Revised: -; Accepted for Publication 11 June 2024; Published 30 June 2024

Abstract — Effective Building Information Modeling (BIM) training is crucial for small-scale contractors to enhance their adoption of this technology. This study proposes the implementation of the Critical Event Model (CEM) as a participant-centered approach to BIM training for small-scale contractors. The CEM framework helps identify critical barriers faced by contractors, such as cost, expertise, and support. By understanding these obstacles, targeted BIM training programs can be designed to address them directly. This study outlines nine stages in implementing CEM, from needs identification to evaluation and feedback. Each stage focuses on ensuring the training program is relevant and effective for participants. The study emphasizes the importance of continuous assessment, improvement, and commitment from all stakeholders, including contractors, instructors, and training providers. By combining CEM with these best practices, BIM training programs can optimally equip small-scale contractors with the skills and knowledge needed to succeed in BIM projects.

Keywords — *Building Information Modelling, Critical Event Model, Training Design*

Abstrak— Pelatihan Building Information Modeling (BIM) yang efektif sangatlah krusial bagi kontraktor skala kecil untuk meningkatkan adopsi teknologi ini. Pengabdian ini bertujuan penerapan *Critical Event Model* (CEM) sebagai pendekatan yang berpusat pada peserta pelatihan. Perencanaan pelatihan BIM ini memaparkan sembilan tahapan dalam penerapan CEM, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi dan umpan balik. Setiap tahapan difokuskan pada memastikan program pelatihan relevan dan efektif bagi peserta. Perencanaan pelatihan BIM ini menekankan pentingnya evaluasi dan penyempurnaan berkelanjutan, serta komitmen dari semua pemangku kepentingan, termasuk kontraktor, instruktur, dan penyedia pelatihan. Dengan menggabungkan CEM dengan praktik terbaik ini, program pelatihan BIM dapat secara optimal membekali kontraktor skala kecil dengan keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk sukses dalam proyek BIM.

Kata Kunci— *Bulding Information Modelling, Critical Event Model, Perencanaan Pelatihan.*

I. PENDAHULUAN

Industri konstruksi di Indonesia saat ini mengalami perubahan dan perkembangan yang pesat di bidang teknologi salah satunya kemunculan *Bulding Information Modelling* (BIM). BIM sendiri memberikan manfaat yang besar bagi proyek konstruksi diantaranya efisiensi perencanaan dan pelaksanaan serta pengurangan resiko. BIM merupakan metode yang mengintegrasikan informasi digital dari berbagai disiplin ilmu ke dalam model 3D yang dinamis.

Model ini tidak hanya merepresentasikan geometri bangunan, tetapi juga informasi penting lainnya seperti material, struktur, sistem mekanis dan kelistrikan, serta biaya dan jadwal proyek [1].

Implementasi BIM sebagian besar digunakan oleh kontraktor-kontraktor besar, sedangkan kontraktor-kontraktor kecil masih tertinggal jauh. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu (1) banyak kontraktor kecil yang kurang memahami manfaat BIM bagi pengembangan bisnis mereka, (2) kontraktor kecil tidak memiliki staf dan sumber daya yang cukup yang ahli dalam penggunaan BIM, (3) kurangnya pelatihan dan training BIM dikarenakan biaya pelatihan yang cenderung mahal [2].

Meskipun banyak hambatan bagi kontraktor kecil, tetapi BIM memberikan banyak alasan dan manfaat mengapa kontraktor kecil harus mengimplementasikan pada proyek konstruksi mereka. Manfaat BIM bagi kontraktor kecil adalah (1) BIM membantu kontraktor kecil meminimalisasi kesalahan dan perubahan desain sehingga terjadi efisiensi biaya dan waktu, (2) BIM dapat membantu kontraktor kecil menghasilkan proyek dengan kualitas yang lebih tinggi dengan mengurangi cacat dan meningkatkan koordinasi. (3) BIM membantu kontraktor kecil bersaing dengan kontraktor lain karena memiliki pelayanan yang lebih canggih dan inovatif. (4) BIM dapat membantu kontraktor kecil melakukan peningkatan peluang bisnis dengan memenangkan lebih banyak proyek dikarenakan komitmen kontraktor kecil dalam penggunaan teknologi baru. [3]

Berdasarkan latar belakang diatas, sangat penting bagi kontraktor kecil untuk mengadopsi BIM sebagai upaya mengembangkan kinerja, kualitas, daya saing dan keberhasilan proyek konstruksi di masa depan. Mengembangkan program pelatihan BIM yang terjangkau dan mudah diakses oleh kontraktor kecil di Indonesia. Meningkatkan keterampilan dan pengetahuan staf kontraktor kecil di Indonesia tentang BIM.

Oleh karena tujuan dari pengabdian ini adalah pelatihan BIM yang komprehensif dan sesuai dengan kebutuhan kontraktor skala kecil di Indonesia serta sesuai dengan kaidah tujuan pelatihan yang SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant, and Time-bound*).

Pengembangan program pelatihan BIM yang khusus dirancang dan belum pernah dilakukan untuk kontraktor kecil di Indonesia. Program ini akan menggunakan metode *Critical Event Model* (CEM), sebuah metode pelatihan yang inovatif dan terjangkau, seperti pelatihan online dan pelatihan mandiri.

II. METODE PENGABDIAN

Perencanaan pelatihan BIM untuk kontraktor kecil ini menggunakan metode CEM. Metode ini mengidentifikasi permasalahan maupun situasi-situasi yang kritis dimana terjadi kinerja yang kurang dalam sebuah organisasi. Solusi yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah membuat sebuah modul pelatihan.

Dalam Buku [4] perencanaan pelatihan dengan CEM ini akan menggunakan beberapa tahapan yaitu (1) mengidentifikasi kebutuhan organisasi, (2) mengidentifikasi kemampuan peserta training, (3) mengidentifikasi kebutuhan training, (4) merumuskan tujuan pelatihan, (5) pengembangan kurikulum, (6) pemilihan strategi pembelajaran, (7) Pengumpulan sumber daya pembelajaran, (8) Pelaksanaan pelatihan, (9) Pengevaluasian dan umpan balik.

A. Mengidentifikasi kebutuhan organisasi

Tahapan ini berdasarkan tujuan organisasi, apa saja tugas-tugas yang dilakukan karyawan, serta bagaimana potensi permasalahan yang mungkin terjadi. Melihat area di mana masalah atau ketidak efisienan mungkin terjadi. Ini bisa melibatkan peninjauan peristiwa masa lalu, tinjauan kinerja, atau melakukan survei dengan karyawan dan manajer.

B. Mengidentifikasi kinerja pekerja

Tahapan penentuan keahlian dan pengetahuan yang dibutuhkan peserta atau karyawan sebuah perusahaan sehingga pekerjaan dapat berjalan secara efektif. Apa saja yang perlu diketahui dan mampu dilakukan agar berhasil dalam pekerjaan. Hal ini melibatkan analisis deskripsi pekerjaan, pengamatan dalam melakukan pekerjaan, dan mengidentifikasi kompetensi yang dibutuhkan supaya kinerja menjadi optimal.

C. Mengidentifikasi kebutuhan training

Tahapan pengidentifikasian pembelajaran yang tepat sehingga permasalahan pada tahapan 1 dapat diatasi

D. Merumuskan tujuan pelatihan

Tahapan ini merumuskan tujuan pelatihan yang SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant, and Time-bound*). Artinya bahwa tujuan tersebut harus jelas dan terukur dengan hasil yang diharapkan lebih baik setelah program pelatihan. Pada akhir tahap penetapan tujuan, perencana harus mampu merefleksikan apakah semua kebutuhan yang memerlukan pelatihan telah tercakup dalam tujuan pelatihan tersebut [5].

E. Pengembangan kurikulum

Tahapan pemilihan metode pelatihan yang tepat seperti ceramah, simulasi, studi kasus, atau modul e-learning yang secara efektif memberikan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan. Konten dan aktivitas pelatihan aktual untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran dan tujuan yang ditetapkan pada langkah sebelumnya.

F. Pemilihan strategi pembelajaran

Tahapan ini berupa faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam strategi pembelajaran adalah berupa tingkat kompleksitas materi, metode dan gaya pelatihan yang disukai

para peserta dan sumber daya. Salah satu contohnya adalah kompleksitas materi dapat dipelajari dengan simulasi langsung.

G. Pengumpulan sumber daya pembelajaran

Sumber daya pelatihan dapat berupa materi pelatihan, pengadaan peralatan seperti perangkat lunak atau simulasi, atau mengidentifikasi instruktur yang *qualified* dengan keahlian dalam bidang tersebut.

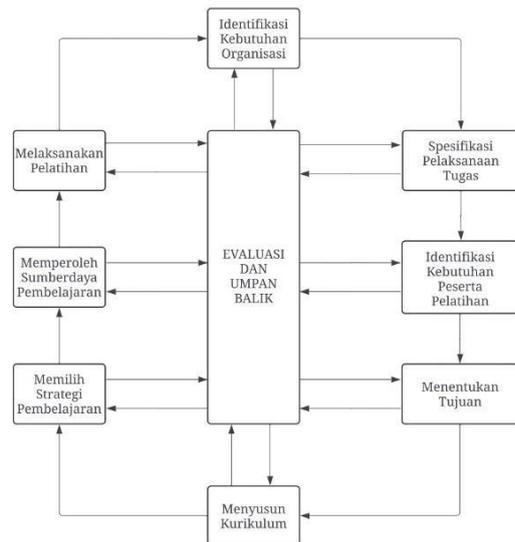
H. Pelaksanaan pelatihan

Tahapan ini mempunyai tujuan untuk melaksanakan pelatihan sesuai dengan program yang telah direncanakan.

I. Pengevaluasian dan umpan balik

Pada tahapan terakhir ini, perencana harus bisa mengevaluasi sejauh mana hasil pelatihan telah menyelesaikan masalah awal dan menentukan apakah ada kebutuhan untuk mengulang atau memodifikasi program tersebut.

Tahapan-tahapan tersebut dijelaskan melalui *flowchart* pada Gambar 1



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Perencanaan Pelatihan dengan CEM [4] diadopsi dari [5]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan CEM dalam perencanaan pelatihan BIM untuk kontraktor kecil menawarkan pendekatan yang berpusat pada peserta pelatihan. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan efektivitas dan relevansi pelatihan. Model ini membantu mengidentifikasi hambatan kritis yang dihadapi kontraktor kecil dalam mengadopsi BIM, memungkinkan desain program pelatihan yang ditargetkan dan mengatasi masalah secara langsung. Penerapan CEM menggunakan tahapan-tahapan seperti yang telah dijelaskan pada bagian metode.

A. Tahapan pertama mengidentifikasi kebutuhan kontraktor kecil

Mengidentifikasi kebutuhan kontraktor-kontraktor kecil dilakukan dengan survey, wawancara, *Forum Group Discussion* (FGD) dan studi literatur. Salah satu penerapan survey yang dilakukan pada perencanaan pelatihan ini adalah menggunakan studi literatur. Kebutuhan-kebutuhan kontraktor-kontraktor kecil dapat diuraikan dari beberapa studi literatur adalah

- (1) Biaya tinggi untuk memperoleh perangkat lunak dan pelatihan BIM maka kebutuhan dari kontraktor-kontraktor kecil adalah solusi BIM dan pelatihan BIM hemat biaya serta mudah diterapkan [6][7][8][9][10]. Serta menawarkan pelatihan yang hemat biaya dan fleksibel, seperti pelatihan online, pelatihan mandiri, dan pelatihan campuran.
- (2) Kurangnya keahlian praktis dalam menggunakan perangkat lunak BIM [6][7][11][12][8][10][13]. Kebutuhan kontraktor-kontraktor kecil adalah meningkatkan program pelatihan sehingga mendapatkan pengalaman praktis dengan BIM [13].
- (3) Kontraktor kecil mungkin tidak memiliki akses ke dukungan yang diperlukan untuk mengadopsi BIM [7][11] sehingga diperlukan solusi dengan memberikan dukungan berkelanjutan bagi kontraktor kecil, seperti akses ke sumber daya online, forum diskusi, dan bantuan individu.
- (4) Dengan semakin besar kompleksitas proyek maka BIM menyediakan pelatihan lanjutan tentang topik-topik spesifik, seperti pemodelan BIM, manajemen data BIM, dan kolaborasi BIM.

Oleh karena itu berdasarkan parameter kebutuhan dari studi literatur maka pengidentifikasian kebutuhan pelatihan BIM untuk kontraktor-kontraktor berskala kecil harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti tingkat pengetahuan dan pengalaman BIM, jenis proyek yang dikerjakan oleh kontraktor, anggaran pelatihan dan sumber daya yang tersedia.

B. Tahapan kedua mengidentifikasi kinerja pekerjaan

Dengan menggunakan kriteria kinerja, kontraktor skala kecil dapat memastikan bahwa perencanaan pelatihan BIM mereka efektif dalam membantu peserta meningkatkan keterampilan dan pengetahuan mereka tentang BIM, dan mampu menerapkannya dalam pekerjaan mereka. Sebagai contoh kontraktor mempunyai karyawan atau staf khusus menangani BIM. Karyawan ini bertanggung jawab membuat model 3D yang akurat dan terperinci dari proyek konstruksi menggunakan perangkat lunak BIM, memastikan bahwa model BIM sesuai dengan desain dan spesifikasi proyek, berkolaborasi dengan anggota tim lain untuk mengintegrasikan model BIM ke dalam proses desain dan konstruksi, melakukan analisis data dari model BIM untuk mengidentifikasi potensi masalah dan mengoptimalkan desain, memberikan pelatihan dan dukungan BIM kepada anggota tim lain. Untuk memastikan kinerja yang sesuai, maka pada saat pelatihan akan diberikan penilaian berdasarkan kemampuan dalam membuat model 3D yang akurat dan terperinci dari proyek konstruksi, menggunakan perangkat lunak BIM secara mahir, menganalisis data dari model BIM. Peserta pelatihan akan menerima umpan balik yang konstruktif tentang kinerja mereka berdasarkan

penilaian tersebut. Kemudian peserta pelatihan yang berhasil menyelesaikan program pelatihan akan menerima sertifikat yang menunjukkan kompetensi mereka dalam BIM.

C. Tahapan ketiga mengidentifikasi kebutuhan pelatihan BIM untuk kontraktor skala kecil

Identifikasi kebutuhan pelatihan akan didasarkan pada kesulitan yang dihadapi selama proyek BIM sebelumnya. Hal ini bisa berupa kesalahan dalam pembuatan model, kolaborasi yang buruk antar tim, atau kurangnya pemanfaatan analisa data BIM. Identifikasi dapat juga dilakukan dengan melakukan wawancara untuk menilai pengetahuan dan keterampilan mereka terkait BIM. Dan pengamatan bagaimana karyawan saat ini menggunakan (atau tidak menggunakan) BIM dalam pekerjaan mereka sehari-hari. Jika karyawan tidak memiliki pengetahuan atau keterampilan dasar tentang BIM, tidak memiliki pengalaman atau keterampilan dalam mengelola proyek BIM dan tidak memiliki pengetahuan atau pengalaman dalam mengintegrasikan BIM ke dalam proses bisnis perusahaan maka kebutuhan pelatihan adalah.

Modul 1: Pengenalan BIM: Mencakup pengetahuan dasar tentang BIM, manfaat, aplikasi, dan standar industri.

Modul 2: Perangkat Lunak BIM: Melatih karyawan dalam penggunaan perangkat lunak BIM yang umum digunakan, seperti Autodesk Revit atau Graphisoft ArchiCAD.

Modul 3: Pembuatan Model 3D: Mengajari karyawan cara membuat dan mengedit model 3D yang akurat dan terperinci dari proyek konstruksi.

Modul 4: Kolaborasi BIM: Membahas cara mengintegrasikan model BIM ke dalam proses desain dan konstruksi dan cara berkolaborasi dengan anggota tim lain dalam proyek.

D. Tahapan keempat perumusan tujuan pelatihan BIM untuk kontraktor skala kecil

Setelah kebutuhan pelatihan telah diidentifikasi, tujuan pelatihan yang spesifik dan terukur harus dikembangkan. Tujuan ini harus selaras dengan tujuan keseluruhan kontraktor untuk mengadopsi BIM dengan menerapkan tujuan yang SMART artinya peserta dapat menggunakan BIM setelah dilakukan pelatihan. Penerapan tujuan yang SMART adalah peserta yang telah menyelesaikan modul pelatihan tentang pembuatan model 3D, peserta akan mampu membuat model 3D dasar dari proyek konstruksi sederhana menggunakan perangkat lunak BIM dalam waktu 60 menit dengan akurasi 90%. Selain itu setelah menyelesaikan modul pelatihan tentang kolaborasi BIM, peserta akan mampu menggunakan platform kolaborasi BIM untuk mengunggah dan memperbaharui model BIM secara efektif dan dapat menjelaskan perubahan tersebut kepada anggota tim lain dalam waktu 5 menit.

E. Tahapan kelima pengembangan kurikulum pelatihan BIM

Penerapan pengembangan kurikulum dalam pelatihan BIM ini mempunyai struktur dan konten kurikulum berupa modul-modul pelatihan seperti yang dijelaskan pada tahapan ketiga yaitu modul pengenalan BIM dan perangkat lunak BIM, modul pembuatan model 3D dan modul kolaborasi BIM. Kurikulum harus menggunakan berbagai metode pembelajaran untuk mengakomodasi gaya belajar yang berbeda dan memaksimalkan efektivitas pelatihan. Beberapa metode pembelajaran yang dapat digunakan dalam pelatihan BIM untuk kontraktor skala kecil meliputi (1) Kuliah: Presentasi oleh instruktur untuk menjelaskan konsep dasar BIM. (2) Diskusi Kelompok: Diskusi antara peserta untuk mendalami pemahaman tentang materi pelatihan. (3) Belajar Mandiri: Peserta diberi bacaan atau tugas online untuk dikerjakan secara mandiri. (3) Studi Kasus: Peserta menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang dipelajari pada kasus studi nyata di bidang konstruksi. (4) Simulasi: Peserta berlatih menggunakan perangkat lunak BIM dalam simulasi proyek konstruksi.

F. Tahapan keenam pemilihan strategi pembelajaran

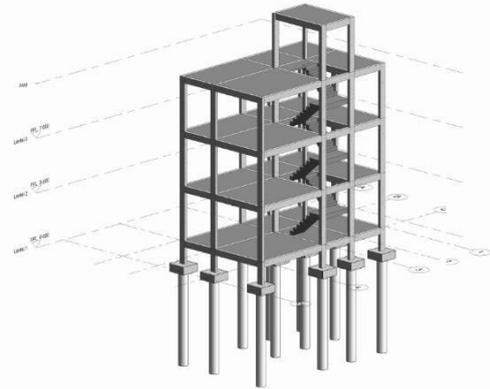
Pada tahapan strategi pembelajaran yang dilakukan adalah berdasarkan modul-modul.

(1) Modul Pengenalan BIM dan perangkat BIM. Tujuan pembelajaran adalah peserta dapat menjelaskan konsep dasar BIM, manfaat, dan aplikasinya di industri konstruksi. Strategi pembelajarannya adalah yang pertama strategi pembelajaran kuliah: Instruktur memberikan presentasi tentang konsep dasar BIM, manfaat, dan aplikasinya. Kemudian diskusi kelompok dimana peserta melakukan diskusi kelompok untuk mendalami pemahaman tentang materi pelatihan. Yang terakhir adalah studi kasus dimana peserta membahas studi kasus tentang proyek konstruksi yang telah menerapkan BIM dan mendiskusikan manfaat yang diperoleh.

(2) Modul pelatihan pembuatan model 3D

Tujuan pembelajaran adalah peserta dapat membuat model 3D dasar dari proyek konstruksi sederhana menggunakan perangkat lunak BIM. Strategi Instruksional berupa demonstrasi dimana Instruktur melakukan demonstrasi tentang cara menggunakan perangkat lunak BIM untuk membuat model 3D. Kemudian melakukan latihan praktis yang memberi kesempatan peserta untuk berlatih membuat model 3D dasar dari proyek konstruksi sederhana menggunakan perangkat lunak BIM. Dan yang terakhir adalah evaluasi dimana peserta diberi tugas membuat model 3D dari proyek konstruksi sederhana dan hasilnya dievaluasi oleh instruktur.

Untuk gambaran lebih jelas mengenai modul-modul pembuatan 3D pada BIM dapat dilihat pada Gambar 2.

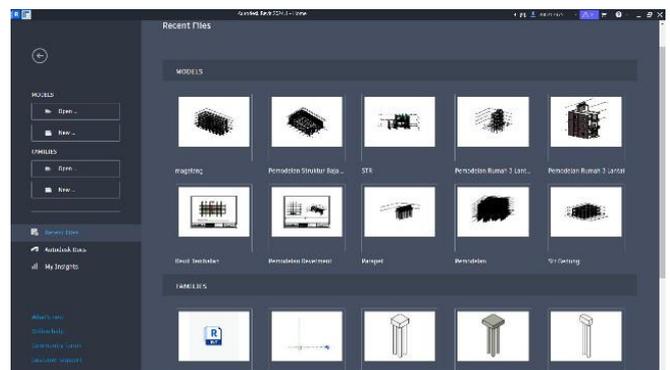


Gambar 2. Salah satu bagian pada modul pelatihan pembuatan 3D pada bangunan rumah 3 lantai

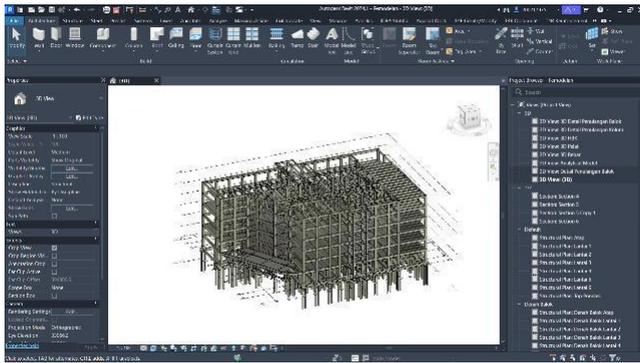
G. Tahapan ketujuh pengumpulan sumber daya pelatihan BIM untuk kontraktor skala kecil

Sumber daya yang digunakan didalam pelatihan ini berupa materi (Modul-modul), perangkat atau peralatan BIM dan instruktur BIM. Peralatan dan perangkat BIM adalah Komputer: Setiap peserta pelatihan membutuhkan komputer dengan perangkat lunak BIM terinstal. Menggunakan lisensi perangkat lunak BIM khusus untuk pelatihan yang biasanya lebih terjangkau daripada lisensi komersial. Dan perangkat simulasi: (Opsional) untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih praktis kepada peserta. Perangkat simulasi ini dapat membantu peserta menerapkan keterampilan BIM mereka dalam situasi nyata di lapangan. Sedangkan instruktur BIM adalah profesional BIM yang memiliki pengalaman dalam industri konstruksi dan pengalaman menyampaikan pelatihan.

Gambar 3 dan 4 menunjukkan perangkat lunak yang digunakan pada rencana pelatihan BIM. Perangkat lunak ini menggunakan Revit. Gambar 3 sebagai tampilan awal dari Revit.



Gambar 3. Tampilan awal perangkat lunak BIM



Gambar 4. Tampilan pada pemodelan perangkat lunak BIM

H. Tahapan kedelapan pelaksanaan pelatihan

Setelah tahapan satu sampai dengan ketujuh dilakukan maka pada tahapan kedelapan ini merupakan tahapan pelaksanaan pelatihan dengan target peserta dapat mengadopsi BIM. Pelatihan BIM dibagi menjadi tiga hari pelatihan. Hari pertama pengenalan BIM dan perangkatnya dibagi menjadi empat sesi pelatihan yaitu dua sesi pertama berupa pengenalan BIM secara umum tujuannya peserta dapat mendefinisikan BIM dan menjelaskan manfaatnya., membedakan BIM dari CAD tradisional dan mengidentifikasi tahapan utama dalam alur kerja BIM. Dua sesi berikutnya berupa pengenalan perangkat/software BIM, tujuannya adalah peserta dikenalkan software BIM, proyek BIM baru menggunakan *software* BIM, antarmuka pengguna software BIM beserta alat-alat dasar untuk pemodelan.

Hari kedua pelatihan, peserta diberikan studi kasus dan diaplikasikan pada *software* BIM. Hari kedua dibagi menjadi empat sesi/ Dua sesi pertama menjelaskan konsep Model 3D BIM, Pentingnya model 3D dalam BIM, Elemen dan properti model BIM dan *Level of Detail* (LOD) dalam model BIM. Dan dua sesi kedua pemodelan 3D Struktur, Arsitek dan MEP.

Hari ketiga pelatihan, peserta diberikan evaluasi melalui sebuah test berupa penilaian latihan praktek dengan mengevaluasi kemampuan peserta dalam menggunakan software BIM untuk membuat model 3D. serta ujian singkat untuk enguji pemahaman peserta terhadap materi yang telah disampaikan.

I. Tahapan kesembilan pengevaluasian dan umpan balik

Penyelenggaraan evaluasi untuk mengukur pemahaman peserta terhadap materi pelatihan. Evaluasi berupa tes pengetahuan, observasi keterampilan peserta saat melakukan latihan praktis, atau diskusi kelompok.

Dengan menerapkan tahapan-tahapan ini secara efektif, Penyelenggaraan pelatihan BIM yang bermanfaat dan membantu kontraktor skala kecil meningkatkan keterampilan dan pengetahuan BIM mereka.

IV. KESIMPULAN

Perencanaan pelatihan BIM ini ditujukan untuk kontraktor-kontraktor skala kecil. Dengan tujuan sebuah pelatihan yang SMART. Tujuan-tujuan ini harus jelas dan terukur, serta menguraikan hasil yang diharapkan dari program pelatihan. Melalui metode CEM perencanaan pelatihan BIM ini menjawab tujuan SMART dengan membagi kegiatan-kegiatan menjadi beberapa tahapan. Penerapan tahapan-tahapan CEM dalam perencanaan pelatihan BIM untuk kontraktor skala kecil adalah pendekatan yang efektif dan efisien untuk meningkatkan adopsi BIM di kalangan mereka. Dengan memahami kebutuhan dan hambatan mereka, program pelatihan yang dirancang dengan baik dapat membantu mereka memperoleh keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk berhasil dalam proyek BIM. Penerapan CEM dalam perencanaan pelatihan BIM sangat penting untuk dievaluasi berdasarkan umpan balik sehingga keberhasilan pelatihan BIM ini menyempurnakan program pelatihan BIM ke depannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Manzoor, I. Othman, S. S. S. Gardezi, H. Altan, and S. B. Abdalla, "Bim-based research framework for sustainable building projects: A strategy for mitigating bim implementation barriers," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 12, 2021.
- [2] F. R. Utomo, "Klasifikasi Faktor-Faktor Penghambat Dan Pendorong Adopsi Building Information Modelling (BIM) Di Indonesia," *Tesis*, pp. 1–131, 2019.
- [3] A. B. Saka and D. W. M. Chan, "Adoption and implementation of building information modelling (BIM) in small and medium-sized enterprises (SMEs): a review and conceptualization," *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 28, no. 7, pp. 1829–1862, 2020.
- [4] L. Nadler, *Desain Training Program : The Critical Event Model*, Second. London, 2011.
- [5] G. Cahya Nirmaya, "Perencanaan Program Pelatihan Masyarakat dalam Mendukung Agenda Prioritas Pembangunan Desa," *J. Ilm. Adm. Publik*, vol. 5, no. 1, pp. 25–34, 2019.
- [6] I. G. A. G. N. Dharmastika, P. G. Suranata, and I. A. C. Vinantya, "ANALISIS PENGHAMBAT PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELING," vol. 5, no. 1, pp. 13–23, 2024.
- [7] A. T. Hall, S. Durdyev, K. Koc, O. Ekmekcioglu, and L. Tupenaite, "Multi-criteria analysis of barriers to building information modeling (BIM) adoption for SMEs in New Zealand construction industry," *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 30, no. 9, pp. 3798–3816, 2023.
- [8] E. Gustian, R. Milyardi, and C. Lesmana, "Analysis of Benefits and Barriers Factors in the Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Building Construction for Contractor," *J. Tek. Sipil dan Perenc.*, vol. 24, no. 2, pp. 158–167, 2022.
- [9] N. A. A. Ismail, M. Z. A. Zulkifli, H. E. A. Baharuddin, W. N. W. Ismail, and A. A. Mustapha, "Challenges of Adopting Building Information Modelling (BIM) Technology amongst SME's Contractors in Malaysia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1067, no. 1, 2022.
- [10] C. Vidalakis, F. H. Abanda, and A. H. Oti, "BIM adoption and implementation: focusing on SMEs," *Constr. Innov.*, vol. 20, no. 1, pp. 128–147, 2020.
- [11] A. Waqar, A. H. Qureshi, and W. S. Alaloul, "Barriers to Building Information Modeling (BIM) Deployment in Small Construction Projects: Malaysian Construction Industry," *Sustain.*, vol. 15, no. 3, 2023.
- [12] B. Ben Mahmoud, N. Lehoux, P. Blanchet, and C. Cloutier, "Barriers, Strategies, and Best Practices for BIM Adoption in Quebec Prefabrication Small and Medium-Sized Enterprises

- (SMEs),” *Buildings*, vol. 12, no. 4, 2022.
- [13] S. Clermont, G. Lefebvre, and C. Boton, “Understanding the diffusion of Building Information Modeling among contractor SMEs in the Quebec construction industry,” no. 2012, pp. 762–772, 2020.

PENULIS

Nectaria Putri Pramesti, prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.



Harijanto Setiawan, prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.



Andreas Adiel Setiawan, Sie, prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

