



## Hubungan Antara Hasil Belajar Pelatihan BIM Menggunakan E-Learning terhadap Kemampuan Penerapan BIM di Proyek

Bintan Farahiyah Arfani<sup>1</sup>, Tuti Iriani<sup>2</sup>, Wahyu Heryadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

E-mail: [bintanfarahiyah55@gmail.com](mailto:bintanfarahiyah55@gmail.com)

Article Info	Abstract
<b>Article History</b> Received: 2025-01-10 Revised: 2025-02-20 Published: 2025-03-09	<p>This study aims to determine the relationship between the learning outcomes of BIM training using E-Learning and the ability to apply BIM in projects. This research is based on the need for the development of BIM learning materials using E-Learning. The research method uses mix methods, a combination of quantitative and qualitative analysis. This research began with the preparation of data on the learning outcomes of BIM training using E-Learning and the assessment of BIM application capabilities in projects with an Ex Post Facto approach. Quantitative analysis with correlation analysis, t-test and determination coefficient analysis. Qualitative analysis with the thematic analysis method from the results of interviews with BIM and Engineering coordinators. The results of the Pearson (r) Product Moment correlation analysis of 0.832 showed a very positive relationship level. The results of the t-test showed that the <math>t_{hitung}</math> value was 9,250 &gt; <math>t_{table}</math>, which was 2,021, which means that there was a significant relationship between BIM training and the ability to apply BIM in the project. The results of the determination coefficient (R) showed a joint contribution of 69.247%. The results of interviews with BIM and Engineering coordinators show that the learning outcomes of BIM training have a positive influence on the ability to apply BIM in projects and BIM training materials using E-Learning are in accordance with BIM work in the project as evidenced by the construction workforce being able to carry out BIM work in the project. It can be stated that there is a similarity between the results of quantitative data analysis and qualitative data which states that there is a significant relationship between the learning outcomes of BIM training using E-Learning on the ability to apply BIM in the project.</p>
<b>Keywords:</b> BIM; Relationships; Learning Outcomes; Competencies; Training.	

Artikel Info	Abstrak
<b>Sejarah Artikel</b> Diterima: 2025-01-10 Direvisi: 2025-02-20 Dipublikasi: 2025-03-09	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek. Penelitian ini didasari kebutuhan pengembangan materi pembelajaran BIM menggunakan <i>E-Learning</i>. Metode penelitian menggunakan <i>Mix Methods</i>, kombinasi analisis kuantitatif dan kualitatif. Penelitian ini diawali dengan persiapan data nilai hasil belajar pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> dan nilai kemampuan penerapan BIM di proyek dengan pendekatan <i>Ex Post Facto</i>. Analisis kuantitatif dengan analisis korelasi, uji t dan analisis koefisien determinasi. Analisis kualitatif dengan metode <i>thematic analysis</i> dari hasil wawancara kepada koordinator BIM dan <i>Engineering</i>. Hasil analisis korelasi <i>Product Moment Pearson</i> (r) sebesar 0,832 yang menunjukkan tingkat hubungan sangat positif. Hasil uji t menunjukkan bahwa nilai <math>t_{hitung}</math> sebesar 9,250 &gt; <math>t_{tabel}</math> yaitu 2,021 artinya terdapat hubungan yang signifikan antara pelatihan BIM terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek. Hasil koefisien determinasi (R) menunjukkan kontribusi bersama sebesar 69,247%. Hasil wawancara kepada koordinator BIM dan <i>Engineering</i> menunjukkan bahwa hasil belajar pelatihan BIM memiliki pengaruh positif terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek dan materi pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> sudah sesuai dengan pekerjaan BIM di proyek yang dibuktikan dengan tenaga kerja konstruksi dapat melaksanakan pekerjaan BIM di proyek. Dapat dinyatakan bahwa terdapat kesamaan antara hasil analisis data kuantitatif dengan data kualitatif yang menyatakan terdapat signifikan hubungan antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek.</p>
<b>Kata kunci:</b> BIM; Hubungan; Hasil Belajar; Kemampuan; Pelatihan.	

### I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era digitalisasi saat ini mendorong peningkatan efektivitas dan efisiensi diberbagai industri termasuk industri

konstruksi (Fatmasari Faisal & Fansuri, 2023). Salah satu teknologi digital yang memiliki manfaat dan banyak diterapkan di industri konstruksi saat ini yaitu Building Information

Modelling (BIM). Definisi BIM adalah teknologi digital yang berada di aspek *Architecture, Engineering, dan Construction* (AEC) yang memiliki kemampuan untuk memodelkan, merencanakan, dan mengoperasikan suatu bangunan (Purnomo dkk., 2022). Manfaat penggunaan BIM di beberapa perusahaan industri konstruksi baik BUMN maupun swasta diantaranya sebagai media komunikasi yang efektif dalam proses kolaborasi antar *stakeholders* (Endro Yuwono & Rayshanda, 2019). Pemerintah sebagai salah satu *stakeholders* industri konstruksi mengeluarkan kebijakan dalam Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021 tentang kewajiban penerapan BIM pada kategori proyek padat teknologi yaitu BIM level 1 pemodelan 3D dan BIM Level 2 simulasi penjadwalan (BIM 4D) dan biaya (BIM 5D), lalu pada kategori proyek padat modal sampai dengan BIM level 3 yaitu 8D (Sekretariat Kabinet RI, 2021).

Namun kewajiban penerapan BIM tersebut menghadapi berbagai tantangan diantaranya ketersediaan sumber daya manusia, manajemen serta kesiapan berbagai pihak dalam penerapan BIM yang belum sepenuhnya mendukung (Nugrahini & Pernama, 2020). Minimnya ketersediaan pelatihan BIM menjadi salah satu permasalahan dalam meningkatkan kompetensi BIM di industri konstruksi Indonesia (Zhafirah dkk., 2023). Persiapan untuk memenuhi kebutuhan sumber daya manusia dapat dilakukan dengan mengikuti pelatihan BIM yang didukung dengan pembelajaran yang berkelanjutan (Heryadi dkk., 2023).

Menurut Nugrahini & Pernama (2020) minimnya ketersediaan pelatihan BIM di Indonesia salah satunya disebabkan oleh biaya sarana pelatihan BIM yang mahal meliputi *software* dan *hardware*. Faktor biaya untuk pelatihan BIM cenderung mahal disebabkan penyediaan sarana yang juga mahal Alrizqi & Fazri (2023). Untuk menunjang ketersediaan pembelajaran BIM tersebut, salah satu perusahaan konstruksi di Indonesia yaitu PT X menginisiasi program pelatihan BIM menggunakan *E-Learning*. *E-Learning* adalah model pembelajaran yang mengkolaborasi antara pengajaran dan penggunaan teknologi seperti komputer dan jaringan internet, yang dimana pembelajaran dapat dilakukan jarak jauh secara online berbasis web Rifqi dkk. (2023). Salah satu keunggulan dari *E-Learning* adalah fleksibilitas waktu dan tempat serta kemudahan dan ketersediaan akses materi pembelajaran (Umaliyahati dkk., 2023). Dalam penelitian Prasetya dkk.

(2023) dinyatakan bahwa pelatihan meningkatkan pemahaman dan penguasaan yang cukup signifikan. Penggunaan media pembelajaran digital berbasis komputer dapat memberikan pengalaman yang nyata (Muthia dkk., 2021). Pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* adalah program pelatihan bagi tenaga kerja konstruksi secara berkala yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan kompetensi dalam implementasi BIM di proyek. Melalui pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* diharapkan mampu menunjang ketersediaan tenaga kerja konstruksi yang kompeten di bidang BIM untuk memenuhi kewajiban penerapan BIM di setiap proyek. Pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* menyuguhkan fasilitas seperti materi dalam bentuk media video pembelajaran, tes kognitif dan tes praktek/psikomotorik. Penyusunan materi pembelajaran pelatihan BIM menggunakan *E-learning* melibatkan Mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan dalam program Magang Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) pada periode 2021 – 2022. Namun saat ini belum diukur dampak pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek, sehingga belum ada pengembangan lebih lanjut dari materi pembelajaran BIM untuk mendukung peningkatan kemampuan penerapan BIM di proyek secara berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, penelitian pada program pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* ini bertujuan untuk menganalisa hubungan antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan tenaga kerja konstruksi dalam penerapan BIM, kemudian hasil penelitian ini digunakan untuk menjadi masukan pengembangan Program Pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* yang sesuai kebutuhan proyek khususnya pada materi pembelajaran yang disusun oleh mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Jakarta.

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *Mixed Methods*, kombinasi metode kuantitatif dan kualitatif secara bersama-sama dilakukan baik dalam proses pengumpulan data maupun proses analisis data, kemudian dilakukan perbandingan antar 2 data yang diperoleh sebagai validasi hasil penelitian. Data kuantitatif menggunakan analisis korelasi, uji signifikan dan analisis koefisien determinasi. Data kualitatif menggunakan metode *thematic analysis* dengan wawancara kepada koordinator BIM dan *Engineering*. Data pada penelitian berupa data primer dan data sekunder

dengan pendekatan *Ex Post Facto*. Pada penelitian ini untuk memeriksa keabsahan data penelitian menggunakan metode triangulasi, yaitu teknik pengumpulan data yang bersifat menggabungkan dari berbagai teknik pengumpulan data dan sumber data yang telah ada sekaligus menguji kredibilitas data (Sugiyono, 2022).

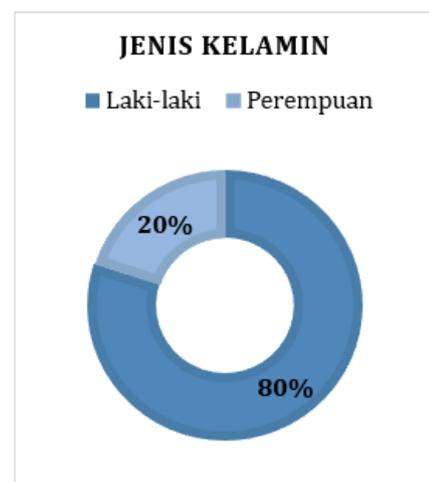
Populasi pada penelitian ini adalah tenaga kerja konstruksi di PT X yang telah lulus dalam pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* pada kategori pelatihan *Basic Building Information Modelling* yang berjumlah 56 orang sebagai pelaksana penerapan BIM di proyek dan 4 orang tenaga kerja konstruksi sebagai fungsi *Engineering* dan *Building Information Modelling* (BIM) divisi operasi. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2017). Pada penelitian ini, pertimbangan sampel yaitu berdasarkan proyek yang sudah melakukan penilaian kemampuan BIM dengan progres 50% sesuai ketentuan perusahaan tempat penelitian. Berdasarkan data yang diterima dari informan PT X saat ini terdapat 56 proyek yang sedang berjalan menerapkan BIM. Dari 56 proyek tersebut terdapat 40 proyek yang sudah melaksanakan penilaian kemampuan BIM, sehingga sampel penelitian diambil dari 40 proyek dengan masing-masing proyek 1 orang tenaga kerja konstruksi yang telah mengikuti pelatihan BIM menggunakan *E-Learning*. Maka jumlah sampel pada penelitian ini berjumlah 40 orang sesuai dengan karakteristik penelitian ini.

Teknik pengumpulan data untuk memperoleh data menggunakan teknik dokumentasi dan wawancara. Instrumen dokumentasi sebagai data sekunder berupa nilai hasil pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* dan nilai hasil kemampuan penerapan BIM di proyek, sedangkan instrumen wawancara sebagai data primer dengan wawancara tidak terstruktur secara mendalam terhadap informan PT X untuk mengetahui kemampuan penerapan BIM di proyek, kesesuaian materi pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap pekerjaan BIM di proyek dan manfaat pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* di proyek. Berdasarkan kualitas instrumen yang digunakan, maka melalui instrumen tersebut dapat diketahui korelasi antar dua variabel yang diteliti pada penelitian ini.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

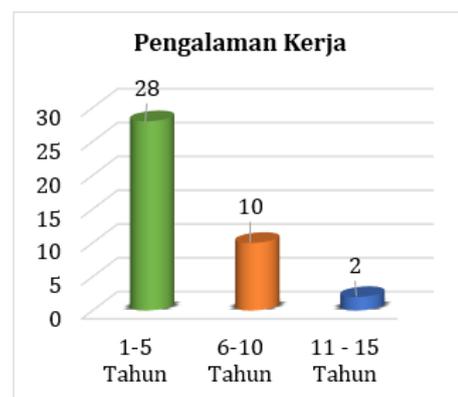
Pengumpulan data penelitian dilakukan di PT X. Data pada penelitian ini didapatkan melalui data sekunder dan data primer. Data sekunder berupa data nilai pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* dan data nilai kemampuan penerapan BIM di proyek, sedangkan data primer berupa wawancara kepada koordinator BIM dan *Engineering*. Responden pada penelitian ini memenuhi karakteristik untuk dianalisis yaitu lulus mengikuti pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* dan telah melaksanakan penilaian kemampuan penerapan BIM di proyek, sebanyak 40 orang. Salah satu karakteristik responden dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Data Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Sumber: Diolah Peneliti

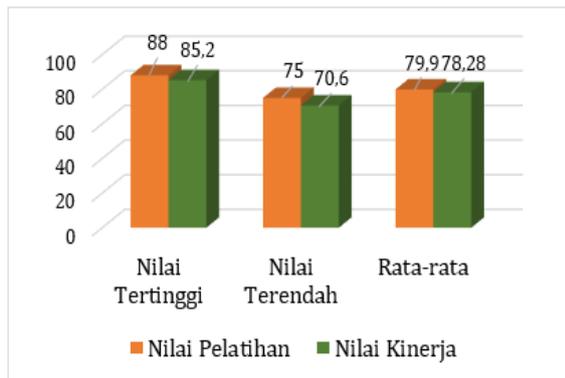
Masa kerja juga menjadi karakteristik responden pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Data Responden Berdasarkan Masa Kerja

Sumber: Diolah Peneliti

Data nilai pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* dan nilai kemampuan penerapan BIM di proyek dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Data Nilai Pelatihan BIM Menggunakan *E-Learning* Dan Nilai Kemampuan Penerapan BIM Di Proyek Responden

Sumber: Diolah Peneliti

Pada Gambar 3 dapat dilihat kedekatan hubungan antara nilai hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap nilai kemampuan penerapan BIM di proyek dimana antar kategori nilai memiliki rentang yang kecil.

Data yang telah terkumpul selanjutnya akan dianalisis dengan metode *Mix Methods* yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat korelasi antara variabel hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* (X) dan variabel nilai kemampuan penerapan BIM di proyek (Y) dengan melakukan analisis korelasi, uji signifikan (uji t) dan analisis koefisien determinasi. Analisis kualitatif digunakan untuk memvalidasi hasil data kuantitatif dengan melakukan wawancara kepada koordinator BIM dan *Engineering*.

#### 1. Analisis Kuantitatif

Pada penelitian ini analisis korelasi yang digunakan adalah analisis korelasi *Product Moment Pearson* untuk mengetahui hubungan yang signifikan sangat positif dan kuat antara variabel hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* (X) dan variabel kemampuan penerapan BIM di proyek (Y). Hasil analisis korelasi *Product Moment Pearson* menunjukkan nilai sebesar 0,832. Hal ini menyatakan bahwa terdapat korelasi yang signifikan sangat kuat karena besar nilai  $-1 < r < 1$ .

Uji signifikan digunakan untuk mengetahui pengaruh signifikan antara variabel hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* (X) terhadap variabel kemampuan penerapan BIM di proyek (Y). Hasil uji signifikan dengan ( $\alpha$ ) 5% (tingkat kesalahan 5%) df 40 menunjukkan bahwa  $t_{hitung}$  sebesar 9,250 dengan  $t_{tabel}$  sebesar 2,021. Hal ini menyatakan bahwa variabel hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* (X) memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel kemampuan penerapan BIM di proyek (Y), sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

Uji analisis koefisien determinasi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari kontribusi variabel hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* (X) terhadap variabel kemampuan penerapan BIM di proyek (Y). Hasil uji analisis koefisien determinasi menunjukkan bahwa  $R$ -squared sebesar 0,69247 yang berarti variabel pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* memberikan kontribusi sebesar 69,247% terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek sedangkan sisanya 30,753% dipengaruhi variabel lain. Hal ini menunjukkan bahwa variabel pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* (X) memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek, maka hipotesis 3 dalam penelitian ini diterima.

#### 2. Analisis Kualitatif

Setelah memperoleh hasil pengujian statistik, selanjutnya dilakukan wawancara kepada koordinator BIM dan *Engineering* di PT X untuk memvalidasi dan memperkuat data statistik. Analisis kualitatif dilakukan dengan metode *thematic analysis*. Profil data informan wawancara dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Profil Data Informan Wawancara

Nama	Narasumber (N)	Masa Kerja
ZR	N1	15 tahun
ESP	N2	8 tahun
HR	N3	8 tahun
RJ	N4	5 tahun

Sumber: Diolah Peneliti

Hasil wawancara diperoleh enam tema dapat dilihat melalui Tabel 2.

**Tabel 2.** Tema Dari Hasil Wawancara

No	Tema Hasil Wawancara
1	Pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> memberikan pengaruh terhadap kompetensi BIM kepada personil proyek
2	Hasil belajar pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> sesuai dengan kemampuan penerapan BIM saat ini
3	Pekerjaan BIM di proyek berupa penyajian data 3D model BIM sesuai dengan materi pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> yaitu <i>basic pemodelan 3D arsitektur dan struktur</i>
4	Pekerjaan BIM di proyek berupa penyajian data simulasi penjadwalan (4D) dan biaya (5D) sesuai dengan materi pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> yaitu <i>basic simulasi penjadwalan (4D) dan biaya (5D)</i>
5	Pekerjaan BIM di proyek berupa manajemen dokumen melalui CDE sesuai dengan materi pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> yaitu <i>basic manajemen dokumen (CDE)</i>
6	Pelatihan BIM menggunakan <i>E-Learning</i> memberikan pengaruh terhadap kemampuan tenaga kerja konstruksi dalam penerapan BIM di Proyek

Sumber: Diolah Peneliti

## B. Pembahasan

Penelitian dilakukan di PT X ini memiliki tujuan untuk mengetahui hubungan antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek.

Berdasarkan hasil analisis data statistic yang telah diperoleh, menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek. Hasil ini berdasarkan pada hasil uji signifikan, hasil uji signifikansi yang menggunakan uji t, didapatkan hasil yang menunjukkan nilai  $t_{hitung}$  yaitu sebesar 9,250 dengan nilai  $t_{tabel}$  yaitu sebesar 2,021 (df 40). Maka dari itu, disimpulkan  $t_{hitung} > t_{tabel}$  yaitu  $9,250 > 2,021$  yang berarti  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima artinya antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan tenaga kerja konstruksi PT X memiliki hubungan yang signifikan. Hasil kesimpulan tersebut didukung dengan penelitian lain yang selaras dilakukan oleh Hartomo & Luturlean (2020) mengungkapkan mengungkapkan bahwa nilai t 2,960 dengan nilai signifikansi 0,005 menunjukkan nilai signifikansi  $0,005 < 0,05$  maka dinyatakan pelatihan berpengaruh secara signifikan terhadap kemampuan karyawan dan semakin baik pelatihan maka akan diikuti oleh semakin baiknya kemampuan karyawan.

Hasil uji analisis korelasi *Product Moment Pearson*, dimana diketahui nilai korelasi yaitu sebesar 0,832 artinya terdapat hubungan sangat positif. Hubungan positif memiliki semakin besar kompetensi BIM yang dimiliki, semakin meningkat pula kemampuan penerapan BIM di proyek. Dalam pedoman besaran nilai derajat korelasi, nilai korelasi dalam penelitian ini berada pada rentang 0,80 – 1,00 yang artinya nilai 0,832 termasuk dalam hubungan yang sangat kuat dan sangat positif. Selaras dengan temuan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pramadista & Engkus (2022) yang menyatakan nilai koefisien korelasi pelatihan kerja dengan kemampuan karyawan sebesar 0,861 yang artinya pelatihan kerja dengan kemampuan karyawan memiliki hubungan yang sangat kuat.

Hasil uji analisis koefisien determinasi, didapatkan hasil R square yaitu sebesar 69,247%. Dari hasil tersebut, dapat diartikan bahwa hubungan antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek signifikan berkontribusi sebesar 69% sedangkan sisanya sebesar 31% dipengaruhi variabel lain. Pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* yang dibahas pada penelitian ini berpengaruh terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek karena memberikan materi dasar-dasar kemampuan yang dibutuhkan oleh tenaga kerja konstruksi untuk melakukan pekerjaan pemodelan 3D, simulasi penjadwalan (4D) dan biaya (5D) serta manajemen dokumen melalui *Common Data Environment (CDE)* yang dibutuhkan di proyek.

Materi pelatihan berupa pemodelan 3D, simulasi penjadwalan (4D) dan biaya (5D) serta manajemen dokumen melalui *Common Data Environment (CDE)* sesuai dengan kebutuhan proyek, didukung oleh penelitian Ramadhani (2023) yang menyatakan ruang lingkup BIM di proyek mencakup desain proyek (3D model), monitoring jadwal pekerjaan dan manajemen koordinasi informasi yang baik, dimana penerapan BIM tersebut akan berpengaruh pada setiap tahapan pekerjaan konstruksi.

Pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* sesuai dengan kebutuhan pekerjaan BIM di proyek pada saat ini juga diperkuat dengan jawaban wawancara dengan narasumber (N3), yang menyatakan:

*"Materi pelatihan BIM menggunakan E-Learning terpakai dan sesuai dengan"*

kebutuhan pekerjaan BIM di proyek, terbukti personil BIM dapat mengerjakan 3D, 4D dan 5D serta CDE sesuai dengan alur materi pelatihan BIM tersebut.”

Namun, terdapat hambatan juga dalam pekerjaan BIM di proyek seperti tingkat implementasi BIM di proyek, pengalaman kerja dan tingkat penguasaan materi pelatihan (Putri dkk., 2023). Dari hasil jawaban wawancara dari ke empat narasumber variasi jawaban mengenai hambatan atau kurangnya dalam pekerjaan BIM di proyek, seperti human error, permintaan klien, perpindahan tenaga kerja yang sudah terlatih, penguasaan materi yang kurang dan pengalaman dari tenaga kerja konstruksi.

Tenaga kerja yang menguasai bidang pekerjaannya maka kompetensi dan kemampuan akan meningkat, hal tersebut disebabkan karena pelatihan (Setiani & Febrian, 2023). Temuan penelitian mengenai *E-Learning* yang menjadi media pembelajaran pada pelatihan BIM dalam penelitian ini didukung oleh Maulidah Nurul Tri dkk. (2023) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh antara pembelajaran *E-Learning* terhadap peningkatan kompetensi karyawan. Jika kualitas pelatihannya baik maka kemampuan tenaga kerjanya juga akan baik (Rahmawati dkk., 2023).

Kualitas yang baik pada pelatihan menggunakan *E-Learning* sehingga berpengaruh terhadap kompetensi didasari oleh keterkaitan materi dengan kebutuhan pekerjaan dilapangan (Anggriawan dkk., 2023). Pengaruh signifikan antara pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan tenaga kerja, didukung oleh hasil penelitian Yumesri dkk. (2024) yang menyatakan dengan *E-Learning* peserta dapat belajar mengakses materi pelatihan yang akurat dan terbaru tanpa terbatas tempat dan waktu, hal tersebut menjadi salah satu pemenuhan fasilitas belajar yang memadai sehingga berpengaruh terhadap motivasi belajar sebagai kunci tercapainya tujuan pembelajaran. Menggunakan I sebagai media pembelajaran dapat menjadi peluang self-learning yang sesuai kebutuhan peserta, berdampak baik terhadap hasil belajar, keaktifan, efektivitas penilaian (Hekmatyar dkk., 2024). *E-Learning* juga dapat sebagai *self-directed learning* untuk meningkatkan berpikir kritis dalam pembelajaran (Baharuddin dkk., 2022).

Didukung dengan hasil wawancara dengan narasumber (N4), diperoleh hasil yang menyatakan:

“Media pada pelatihan ini yaitu *E-Learning* yang digunakan untuk media pembelajaran secara mandiri sangat bermanfaat dan berguna oleh tenaga kerja konstruksi terhadap peningkatan belajar mandiri, fleksibilitas waktu dan ketersediaan materi yang kapan saja bisa dibuka.”

Hasil analisis korelasi yang menyatakan terdapat hubungan positif antara variabel hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap variabel kemampuan penerapan BIM di proyek diperkuat dengan hasil jawaban wawancara narasumber (N3), yang menyatakan:

“Terdapat pengaruh positif dari pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* untuk membantu tim proyek dalam membantu visualisasi 3D dan penjadwalan (4D) serta biaya (5D) serta meningkatkan kemampuan penerapan BIM di proyek. Dibuktikan tenaga kerja dapat mengerjakan pekerjaan BIM sesuai dengan kemauan klien pada saat di proyek dan minim hambatan.”

Temuan penelitian sesuai dengan teori (Sugiyono, 2017) yang menyatakan data penelitian dinyatakan valid apabila tidak ada perbedaan antara yang dilaporkan dengan apa yang sesungguhnya terjadi pada obyek yang diteliti. Pada penelitian ini, hasil nilai hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* dan nilai kemampuan penerapan BIM di proyek yang sesuai dengan kondisi lapangan berdasarkan jawaban wawancara kepada coordinator BIM dan *Engineering*. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa data pada penelitian ini valid dengan kesimpulan terdapat hubungan antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* dengan kemampuan penerapan BIM di proyek.

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

##### A. Simpulan

Penelitian ini menguji hubungan antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek menggunakan penelitian campuran (*Mixed Method*). Pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* adalah program pelatihan bagi tenaga kerja konstruksi secara berkelanjutan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan kompetensi dalam penerapan BIM di proyek.

Dari hasil analisis korelasi *Product Moment Pearson*, uji *t* dan analisis koefisien determinasi ditemukan bahwa terdapat hubungan signifikan positif antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek. Kemudian berdasarkan analisis kualitatif dari hasil wawancara kepada koordinator BIM dan *Engineering*, ditemukan bahwa materi pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* sesuai dengan kebutuhan pekerjaan BIM di proyek dan berpengaruh positif yang membantu tim proyek dalam visualisasi 3D, simulasi penjadwalan (4D) dan biaya (5D) serta manajemen dokumen berbasis *cloud* (CDE) sehingga mendukung kemampuan penerapan BIM di proyek dibuktikan dengan tenaga kerja dapat melaksanakan pekerjaan BIM sesuai dengan permintaan klien di proyek dan minim hambatan.

Berdasarkan hasil temuan analisis korelasi dan kualitatif menyatakan hasil temuan yang sama, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan signifikan positif antara hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* terhadap kemampuan penerapan BIM di proyek.

## B. Saran

1. Bagi mahasiswa yang ingin mengembangkan penelitian ini diharapkan dapat melengkapi data nilai hasil belajar pelatihan BIM nilai kemampuan penerapan BIM dengan lingkup yang luas atau meneliti faktor lain yang mempengaruhi kemampuan penerapan BIM. Hasil belajar pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* memiliki pengaruh sebesar 69% sehingga 31% faktor lain yang mempengaruhi kemampuan penerapan BIM di proyek.
2. Bagi satuan pendidikan, pelatihan BIM menggunakan *E-Learning* sebaiknya rutin diberikan kepada mahasiswa Program Studi Teknik Bangunan khususnya yang sedang mengambil mata kuliah menggambar teknik 2 agar memiliki kompetensi dasar BIM yang sudah tervalidasi sesuai dengan pekerjaan BIM di proyek.
3. Bagi PT X apabila nilai kemampuan penerapan BIM di proyek ingin ditingkatkan, maka tenaga kerja konstruksi perlu diberikan pelatihan BIM dengan materi yang lebih dalam sesuai kasus pekerjaan di proyek.

## DAFTAR RUJUKAN

- Endro Yuwono, B., & Rayshanda, R. (2019). Manfaat Penggunaan Building Information Modelling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Sebagai Media Komunikasi Stakeholders. *Construction and Sustainable Development (CESD)*, 1(2), 62–66. <http://dx.doi.org/10.25105/cesd.v1i2.4197>
- Fatmasari Faisal, U., & Fansuri, I. (2023). Pengembangan Teknologi Digital Terhadap Pemenuhan Keselamatan Konstruksi Di Indonesia. *Indonesian Journal Of Construction Engineering And Sustainable Development (CESD)*, 6(2), 35–45. <https://doi.org/10.25105/cesd.v6i2.18811>
- Heryadi, W., Sri Handoyo, S., & Agphin Ramadhan, M. (2023). Revolusi Perencanaan Jalan: Penyusunan E-Modul Berbasis BIM dalam Pendidikan Teknik Bangunan. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, 3(2), 159–168. <https://doi.org/10.17509/jptb.v3i2>
- Nugrahini, F. C., & Pernama, T. A. (2020). Building Information Modelling (BIM) dalam Tahapan Desain dan Konstruksi di Indonesia, Peluang Dan Tantangan : Studi Kasus Perluasan T1 Bandara Juanda Surabaya. *AGREGAT*, 5(2), 459–467. <https://doi.org/10.30651/ag.v5i2.6588.g3373>
- Prasetya, I., Tjitradi, D., Khatimi, H., Neilkelvin, J., Rijalul, M., & Ananta, F. (2023). Pelatihan Building Information Modeling kepada Praktisi Konstruksi di Kalimantan Selatan. *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*, 3(2), 295–304. <https://doi.org/10.20527/ilung.v3i2>
- Purnomo, C. C., Hutabarat, L. E., Putri, R., & Gultom, W. (2022). Kajian Tingkat Implementasi Dan Hambatan Penggunaan Building Information Modelling (BIM). *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(2), 68–76.
- Rifqi, M., Irsyad, N., Arum Karunia, W., Hidayat, A. R., Sava Salsabila, D., Arizal, M. I., Amrozi, Y., Melati, T., & Wiryawanto, P. (2023). Tren Penelitian E-Learning pada Jurnal Terindeks SINTA di Indonesia. *Information System For Educators And Professionals*, 7(2), 117–126.

- Sekretariat Kabinet RI. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D (Sugiyono, Ed.; 25 ed.). ALFABETA.
- Sugiyono. (2022). Metode Penelitian Kualitatif (Untuk Penelitian Yang Bersifat: Eksploratif, Enterpretif, Interaktif Dan Konstruktif). Alfabeta Bandung.
- Umaliyahati, Maylia, S. T., Mahfud Muhammad, Habibie, A., Abdulghani, T., Anyan, Supriyadi Andy, Geroda, G. B., Sappaile, B. I., & Mulyadi. (2023). Teknologi Pendidikan (P. T. Cahyono, Ed.). Yayasan Cendekia Mulia Mandiri .  
<https://www.researchgate.net/publication/371958804>
- Zhafirah, H., Oktaviani, C. Z., & Maulina, F. (2023). Identifikasi Faktor Pendukung Dan Penghambat Adopsi Bim Oleh Kontraktor Di Provinsi Aceh. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 19(1), 54.  
<https://doi.org/10.25077/jrs.19.1.54-63.2023>