

PELATIHAN SKETCHUP SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN
KOMPETENSI PERANCANGAN BANGUNAN BAGI SISWA SMK
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK KONSTRUKSI DAN PERUMAHAN DI
SMK NEGERI 1 GUNUNGSITOLI BARAT

Yelisman Zebua¹, Aprianus Telaumbanua², Arisman Telaumbanua³, Delipiter Lase⁴,
Yupiter Mendrofa⁵, Envilwan Berkat Harefa⁶

Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Corresponding author: yelyszebua@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history

Received: 28 Februari 2026
Revised: 22 April 2026
Accepted: 29 April 2026

Kata Kunci:

pendidikan vokasi, *SketchUp*,
kompetensi desain, *pretest-*
posttest; *N-Gain*.

Keywords:

vocational education,
SketchUp, *design competency*,
pretest-posttest, *N-Gain*



This is an open access article under the
[CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Hak cipta © 2026 oleh Penulis.
Diterbitkan oleh Lembaga Penelitian
dan Pengabdian kepada Masyarakat
(LPPM) Universitas Nias

ABSTRAK/ABSTRACT

Transformasi digital pada sektor konstruksi menuntut lulusan pendidikan vokasi menguasai perangkat lunak desain berbasis CAD dan BIM. Namun, pembelajaran gambar teknik di SMK Negeri 1 Gunungsitoli Barat masih didominasi metode manual sehingga diperlukan penguatan kompetensi digital siswa. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan meningkatkan kompetensi perancangan bangunan melalui pelatihan *SketchUp* berbasis praktik. Program dilaksanakan pada 13–14 Januari 2026 dengan desain kuasi-eksperimen *one-group pretest-posttest* terhadap 25 siswa. Analisis data menggunakan SPSS meliputi statistik deskriptif, uji normalitas Shapiro–Wilk, *paired sample t-test*, *effect size* (Cohen’s *d*), dan *N-Gain*. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* ($p < 0,001$) dengan *effect size* kategori besar ($d = 1,72$). Nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,336 termasuk kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa pelatihan *SketchUp* berbasis praktik efektif meningkatkan kompetensi desain dan literasi digital siswa serta relevan mendukung kebutuhan industri konstruksi modern.

Digital transformation in the construction sector requires vocational graduates to master CAD- and BIM-based design software. However, technical drawing instruction at SMK Negeri 1 Gunungsitoli Barat was still predominantly manual, indicating the need to strengthen students’ digital competencies. This Community Service (PkM) program aimed to improve building design competencies through hands-on SketchUp training. The program was conducted on 13–14 January 2026 using a quasi-experimental one-group pretest–posttest design involving 25 students. Data were analyzed using SPSS through descriptive statistics, Shapiro–Wilk normality test, paired sample t-test, effect size (Cohen’s d), and N-Gain analysis. The results revealed a significant improvement between pretest and posttest scores ($p < 0.001$) with a large effect size ($d = 1.72$). The mean N-Gain score of 0.336 was categorized as moderate. These findings indicate that practice-based SketchUp training effectively enhances students’ design competencies and digital literacy, supporting alignment with the demands of the modern construction industry.

PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan memiliki mandat strategis dalam menyiapkan sumber daya manusia yang kompeten dan siap memasuki dunia kerja sesuai kebutuhan industri (UNESCO, 2021). Secara global, transformasi ekonomi berbasis teknologi mendorong sistem *Technical and Vocational Education and Training* (TVET) untuk beradaptasi dengan perkembangan

digitalisasi industri. Dalam konteks Indonesia, penguatan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menjadi prioritas nasional sebagai bagian dari strategi peningkatan daya saing tenaga kerja dan pembangunan ekonomi berbasis kompetensi (Kemendikbudristek, 2022). Kebijakan revitalisasi SMK menekankan pentingnya link and match antara pendidikan dan dunia usaha serta dunia industri (DUDI), khususnya melalui penguatan kompetensi teknis dan literasi digital.

Perkembangan Revolusi Industri 4.0 telah mengubah paradigma sektor konstruksi dari sistem konvensional menuju sistem berbasis digital. Transformasi ini ditandai dengan penerapan teknologi *Computer-Aided Design* (CAD) dan *Building Information Modeling* (BIM) sebagai standar industri dalam perencanaan dan manajemen proyek konstruksi (Succar & Kassem, 2018; Oesterreich & Teuteberg, 2016). Integrasi BIM bahkan diproyeksikan menjadi kompetensi inti tenaga kerja konstruksi masa depan karena mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kolaborasi lintas disiplin (Li et al., 2024; Brown, 2024). Dengan demikian, penguasaan perangkat lunak desain tidak lagi bersifat tambahan, melainkan menjadi kompetensi esensial bagi siswa Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan (TKP).

Dalam kerangka Education 4.0, kompetensi digital menjadi prasyarat utama dalam membangun kesiapan kerja lulusan pendidikan vokasi (Redecker, 2017). Literasi digital tidak hanya mencakup kemampuan menggunakan teknologi, tetapi juga mencakup kemampuan berpikir kritis, problem solving, kolaborasi digital, dan adaptasi terhadap perubahan teknologi (Bond et al., 2020; OECD, 2021). Studi terbaru menunjukkan bahwa integrasi perangkat lunak desain berbasis 3D dalam pendidikan teknik dapat meningkatkan keterampilan spasial, kreativitas desain, serta kesiapan kerja siswa (Garcia, 2023; Wang, 2023). Oleh karena itu, pembelajaran berbasis teknologi digital menjadi kebutuhan mendesak dalam sistem pendidikan kejuruan.

Namun, berdasarkan hasil observasi awal di SMK Negeri 1 Gunungsitoli Barat, pembelajaran gambar teknik masih didominasi metode manual dan belum sepenuhnya terintegrasi dengan penggunaan perangkat lunak desain 3D. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan industri konstruksi modern dan praktik pembelajaran di sekolah. Keterbatasan fasilitas, minimnya pelatihan khusus, serta rendahnya pengalaman siswa dalam menggunakan aplikasi desain digital menjadi faktor penghambat peningkatan kompetensi. Apabila kondisi ini tidak diintervensi, maka lulusan berpotensi mengalami kesulitan beradaptasi dengan kebutuhan DUDI yang semakin terdigitalisasi.

Padahal, berbagai penelitian telah membuktikan bahwa penggunaan media digital dalam pembelajaran teknik mampu meningkatkan pemahaman spasial, kreativitas, dan keterampilan problem solving siswa (Cheng & Tsai, 2019; Martín-Gutiérrez et al., 2015). Teknologi visualisasi 3D membantu siswa memahami hubungan antar elemen struktur bangunan secara lebih konkret dibandingkan pendekatan dua dimensi konvensional. Selain itu, integrasi teknologi desain dalam pembelajaran vokasi terbukti meningkatkan motivasi belajar dan partisipasi aktif siswa (Kim & Park, 2023; Lopez, 2022).

SketchUp merupakan salah satu perangkat lunak pemodelan tiga dimensi (3D) yang banyak digunakan dalam pendidikan arsitektur dan konstruksi karena memiliki antarmuka yang intuitif, ringan, serta mudah dipelajari oleh pemula (Sampaio, 2018). Aplikasi ini memungkinkan pengguna memodelkan bangunan secara cepat dan visual, sehingga sangat sesuai untuk pembelajaran di tingkat SMK. Penelitian Sampaio (2018) menunjukkan bahwa visualisasi 3D berbasis *SketchUp* meningkatkan kualitas pembelajaran konstruksi dan keterlibatan mahasiswa. Studi lanjutan mengindikasikan bahwa penggunaan *SketchUp* dalam

pembelajaran teknik dapat meningkatkan kemampuan desain, akurasi pengukuran, serta kemampuan interpretasi gambar teknik (Silva, 2020; Torres, 2025).

Meskipun demikian, implementasi perangkat lunak desain di SMK daerah masih belum merata, terutama pada sekolah yang memiliki keterbatasan fasilitas dan akses pelatihan. Kondisi ini memperkuat urgensi pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) berbasis riset yang tidak hanya bersifat pelatihan teknis, tetapi juga bertujuan meningkatkan kompetensi digital siswa secara terukur melalui pendekatan berbasis praktik (*hands-on training*).

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan PkM ini dilaksanakan untuk meningkatkan kompetensi siswa Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan di SMK Negeri 1 Gunungsitoli Barat melalui pelatihan *SketchUp* yang aplikatif dan berbasis praktik langsung. Program ini dirancang tidak hanya untuk meningkatkan kemampuan teknis pemodelan bangunan, tetapi juga untuk memperkuat literasi digital, keterampilan spasial, serta kesiapan kerja siswa dalam menghadapi tuntutan industri konstruksi modern.

METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilaksanakan pada tanggal 13–14 Januari 2026 di SMK Negeri 1 Gunungsitoli Barat berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan mitra yang menunjukkan masih rendahnya penguasaan perangkat lunak desain bangunan pada siswa Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan (TKP). Program dirancang sebagai kegiatan berbasis riset dengan pendekatan *Community-Based Research* (CBR), yaitu pendekatan kolaboratif yang melibatkan mitra secara aktif dalam proses identifikasi masalah, perancangan solusi, implementasi program, dan evaluasi hasil kegiatan (Strand et al., 2003; Israel et al., 2017). Pendekatan ini dipilih untuk memastikan bahwa intervensi yang diberikan relevan dengan kebutuhan nyata sekolah serta memiliki keberlanjutan.

Secara metodologis, penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan model *one-group pretest–posttest design* (Creswell & Creswell, 2018). Desain ini bertujuan untuk mengukur efektivitas pelatihan *SketchUp* terhadap peningkatan kompetensi perancangan bangunan siswa melalui perbandingan skor sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) intervensi. Struktur desain penelitian dapat direpresentasikan sebagai berikut:

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

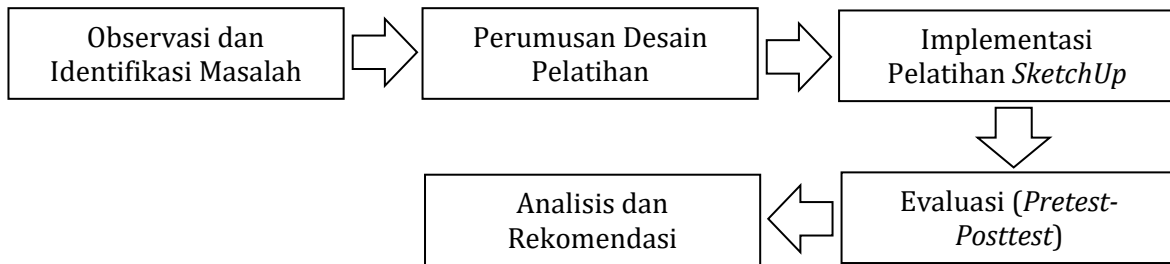
di mana O_1 adalah *pretest*, X adalah perlakuan berupa pelatihan *SketchUp*, dan O_2 adalah *posttest*.

Pendekatan pembelajaran yang diterapkan dalam pelatihan ini mengacu pada teori *experiential learning* yang dikemukakan oleh Kolb (2015), yang menekankan proses belajar melalui pengalaman langsung (*learning by doing*). Model ini relevan dalam pendidikan vokasi karena memungkinkan peserta didik membangun pemahaman konseptual melalui praktik, refleksi, konseptualisasi, dan eksperimen aktif.

Subjek kegiatan berjumlah 25 siswa yang berasal dari kelas X, XI, dan XII Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan (TKP). Pemilihan subjek dilakukan secara purposive berdasarkan rekomendasi guru produktif yang mengidentifikasi perlunya peningkatan kompetensi desain digital. Kegiatan dilaksanakan di laboratorium komputer sekolah dengan dukungan perangkat tambahan dari tim pelaksana untuk memastikan kelancaran praktik.

Model pembelajaran berbasis praktik ini sejalan dengan prinsip pendidikan vokasi

berbasis kompetensi yang menekankan penguasaan keterampilan nyata (Mulder, 2017). Alur pelaksanaan kegiatan PkM secara sistematis disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pelaksanaan Kegiatan PkM

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan tahap persiapan yang mencakup koordinasi dengan pihak sekolah, identifikasi kebutuhan kompetensi siswa, penyusunan modul pelatihan berbasis kurikulum TKP, serta instalasi perangkat lunak *SketchUp*. Tahap implementasi pelatihan dilaksanakan secara tatap muka dengan pendekatan *experiential learning*. Kegiatan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar pemodelan tiga dimensi, pengenalan antarmuka *SketchUp*, serta demonstrasi penggunaan fitur utama seperti *line*, *rectangle*, *push/pull*, dan *move*.



Gambar 2. Dokumentasi Pemaparan Materi Pelatihan

Setelah sesi pemaparan materi, peserta didik mengikuti praktik terbimbing untuk memodelkan bangunan rumah tinggal sederhana secara bertahap. Dokumentasi pelaksanaan kegiatan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Dokumentasi Praktik Terbimbing

Dokumentasi tersebut menunjukkan keterlibatan aktif siswa selama kegiatan berlangsung. Pendekatan berbasis praktik memungkinkan peserta memahami konsep pemodelan secara langsung melalui pengalaman belajar yang aplikatif. Interaksi dua arah antara fasilitator dan peserta juga mendukung terciptanya suasana pembelajaran yang partisipatif dan kolaboratif.

Evaluasi efektivitas pelatihan dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Evaluasi kuantitatif dilakukan dengan menggunakan tes kompetensi desain bangunan berskala 0–100 yang diberikan sebelum dan sesudah pelatihan. Instrumen tes disusun berdasarkan rubrik penilaian yang mencakup aspek ketepatan ukuran, kelengkapan elemen struktur, kerapian model, dan pemanfaatan fitur *SketchUp*. Penyusunan indikator kompetensi mengacu pada prinsip pendidikan vokasi berbasis kompetensi yang menekankan aspek keterampilan teknis dan presisi kerja (Mulder, 2017). Matriks indikator kompetensi yang digunakan dalam penilaian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Indikator Kompetensi

Aspek	Indikator	Skor Maksimal
Ketepatan Ukuran	Sesuai skala desain	25
Kelengkapan Elemen	Dinding, atap, pintu, jendela	25
Kerapian Model	Presisi dan tata letak	25
Penggunaan Tools	Pemanfaatan fitur SketchUp	25

Sementara itu, evaluasi kualitatif dilakukan melalui observasi partisipasi siswa serta analisis kualitas produk desain yang dihasilkan. Analisis data kuantitatif dilakukan menggunakan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 26.0. Sebelum dilakukan uji hipotesis, data diuji terlebih dahulu asumsi normalitasnya menggunakan uji *Shapiro–Wilk* karena jumlah sampel kurang dari 50 responden (Field, 2018). Apabila nilai signifikansi (p) lebih besar dari 0,05, maka data dinyatakan berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk analisis parametrik.

Untuk menguji perbedaan rata-rata skor *pretest* dan *posttest* digunakan uji *paired sample t-test*. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan kompetensi yang signifikan setelah diberikan perlakuan (Creswell & Creswell, 2018). Tingkat signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$. Rumus uji t berpasangan yang digunakan adalah:

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

di mana $\bar{d}$ adalah rata-rata selisih skor, S_d adalah standar deviasi selisih, dan n adalah jumlah sampel.

Untuk mengetahui besarnya pengaruh pelatihan terhadap peningkatan kompetensi siswa, dihitung nilai *effect size* menggunakan *Cohen's d* sebagaimana direkomendasikan oleh Lakens (2013), dengan rumus:

$$d = \frac{\bar{d}}{S_d}$$

Interpretasi nilai d dikategorikan menjadi kecil (0,2), sedang (0,5), dan besar ($\geq 0,8$). Kombinasi analisis statistik deskriptif dan inferensial ini bertujuan memberikan gambaran

komprehensif mengenai efektivitas program, baik secara statistik maupun secara praktis dalam konteks pembelajaran vokasi.

Selain uji signifikansi dan *effect size*, dilakukan pula analisis *Normalized Gain (N-Gain)* untuk mengetahui efektivitas peningkatan skor secara proporsional. *N-Gain* dihitung menggunakan rumus (Hake, 1999):

$$g = \frac{Skor_{post} - Skor_{pre}}{Skor_{maks} - Skor_{pre}}$$

dengan $Skor_{post}$ sebagai rata-rata posttest, $Skor_{pre}$ sebagai rata-rata pretest, dan $Skor_{maks}$ sebagai skor maksimum (100). Interpretasi nilai *N-Gain* dikategorikan menjadi rendah ($g < 0,3$), sedang ($0,3 \leq g < 0,7$), dan tinggi ($g \geq 0,7$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Bagian hasil menyajikan temuan kuantitatif dan kualitatif dari pelaksanaan pelatihan *SketchUp* terhadap peningkatan kompetensi perancangan bangunan siswa Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan (TKP).

1. Analisis Deskriptif

Berdasarkan hasil pengukuran terhadap 25 siswa, diperoleh data skor *pretest* dan *posttest* kompetensi desain bangunan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Skor *Pretest* dan *Posttest*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pretest	25	48	72	59,64	5,267
Posttest	25	57	90	73,16	8,826
Valid N (listwise)	25				

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa rata-rata skor *pretest* sebesar 59,64 (SD = 5,267), sedangkan rata-rata skor *posttest* sebesar 73,16 (SD = 8,826). Secara deskriptif terjadi peningkatan rata-rata sebesar 13,52 poin setelah pelatihan *SketchUp*. Peningkatan ini mengindikasikan adanya perubahan kompetensi siswa setelah mengikuti pelatihan *SketchUp* berbasis praktik langsung.

2. Uji Normalitas

Sebelum dilakukan uji hipotesis, dilakukan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel kurang dari 50 responden (Field, 2018). Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	,127	25	,200*	,977	25	,829
Posttest	,134	25	,200*	,971	25	,673

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa skor *pretest* ($W =$

0,977; $p = 0,829$) dan *posttest* ($W = 0,971$; $p = 0,673$) berdistribusi normal ($p > 0,05$). Dengan demikian, data memenuhi asumsi untuk dilakukan analisis parametrik menggunakan uji *paired sample t-test* (Field, 2018).

3. Uji Paired Sample t-Test

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* (Creswell & Creswell, 2018). Hasil uji t ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *Paired Sample t-Test*

Paired Samples Test				
		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest - Pretest	13,520	7,880	1,576

Paired Samples Test						
		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	Posttest - Pretest	10,267	16,773	8,579	24	,000

Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest*, $t(24) = 8,579$, $p < 0,001$. Rata-rata skor *posttest* lebih tinggi sebesar 13,520 poin dibandingkan *pretest*. Interval kepercayaan 95% berada pada rentang 10,267 hingga 16,773, yang menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi terjadi secara konsisten pada seluruh peserta.

4. Effect Size (Cohen's d)

Untuk mengetahui besarnya pengaruh pelatihan, dihitung nilai *effect size* menggunakan *Cohen's d* (Lakens, 2013).

$$d = \frac{\bar{d}}{S_d}$$

$$d = \frac{13,520}{7,880}$$

$$d = 1,72$$

Perhitungan *effect size* menggunakan *Cohen's d* menghasilkan nilai $d = 1,72$ yang termasuk kategori efek besar (Lakens, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan *SketchUp* tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki dampak substantif yang kuat terhadap peningkatan kompetensi siswa.

5. Analisis N-Gain

Untuk menguji tingkat efektivitas peningkatan kompetensi siswa dilakukan analisis *Normalized Gain* (*N-Gain*). Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis *N-Gain*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain	25	-,049	,714	,33564	,202054
Valid N (listwise)	25				

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata *N-Gain* sebesar 0,336 ($SD = 0,202$) yang termasuk dalam kategori sedang menurut klasifikasi Hake (1999). Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan *SketchUp* memberikan peningkatan kompetensi yang efektif secara pedagogis. Variasi nilai *N-*

Gain antar siswa menunjukkan bahwa tingkat peningkatan tidak seragam, namun mayoritas peserta mengalami peningkatan pada kategori sedang hingga tinggi.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelatihan *SketchUp* berbasis praktik memberikan peningkatan kompetensi perancangan bangunan yang signifikan secara statistik dan substantif. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa integrasi perangkat lunak desain 3D dalam pembelajaran vokasi mampu menjawab kebutuhan transformasi digital di sektor konstruksi sebagaimana ditekankan dalam kerangka TVET global (UNESCO, 2021). Temuan ini memperkuat urgensi penguatan kompetensi digital di SMK sebagai bagian dari strategi revitalisasi pendidikan kejuruan di Indonesia (Kemendikbudristek, 2022).

Secara teoritis, peningkatan kompetensi siswa dapat dijelaskan melalui pendekatan *experiential learning* yang menjadi dasar pelaksanaan pelatihan (Kolb, 2015). Model ini menekankan proses pembelajaran melalui pengalaman langsung, refleksi, konseptualisasi, dan eksperimen aktif. Dalam konteks pelatihan *SketchUp*, siswa tidak hanya menerima penjelasan konseptual, tetapi juga secara langsung mempraktikkan pemodelan bangunan menggunakan perangkat lunak 3D. Proses ini memungkinkan terbentuknya pemahaman konseptual yang lebih mendalam dibandingkan pembelajaran berbasis ceramah atau gambar manual semata. Temuan ini konsisten dengan teori bahwa pembelajaran berbasis pengalaman lebih efektif dalam membangun keterampilan teknis pada pendidikan vokasi.

Dari perspektif pendidikan vokasi berbasis kompetensi, peningkatan skor menunjukkan penguatan pada aspek ketepatan ukuran, kelengkapan elemen struktur, kerapian model, serta penggunaan tools *SketchUp*. Hal ini sejalan dengan prinsip *competency-based education* yang menekankan penguasaan keterampilan nyata sesuai kebutuhan industri (Mulder, 2017). Kompetensi yang diukur dalam penelitian ini merepresentasikan keterampilan teknis yang relevan dengan praktik kerja konstruksi modern, khususnya dalam penggunaan perangkat lunak desain digital.

Temuan ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi visualisasi 3D meningkatkan pemahaman spasial dan kualitas pembelajaran teknik. Martín-Gutiérrez et al. (2015) menyatakan bahwa visualisasi tiga dimensi membantu siswa memahami hubungan struktural bangunan secara lebih konkret. Cheng dan Tsai (2019) juga menemukan bahwa integrasi teknologi digital dalam pembelajaran teknik meningkatkan kemampuan berpikir spasial dan problem solving. Dalam konteks yang lebih spesifik, Sampaio (2018) menunjukkan bahwa penggunaan *SketchUp* dalam pendidikan konstruksi meningkatkan keterlibatan mahasiswa dan kualitas hasil desain. Hasil penelitian ini memperkuat temuan tersebut pada konteks SMK di daerah, yang sebelumnya masih didominasi pendekatan manual.

Lebih lanjut, dalam kerangka Education 4.0, kompetensi digital menjadi komponen penting dalam kesiapan kerja lulusan (Redecker, 2017; OECD, 2021). Peningkatan kompetensi yang diperoleh melalui pelatihan *SketchUp* tidak hanya mencerminkan peningkatan keterampilan teknis pemodelan, tetapi juga menunjukkan perkembangan literasi digital siswa dalam menggunakan perangkat lunak desain. Hal ini relevan dengan kebutuhan industri konstruksi modern yang semakin mengandalkan CAD dan BIM dalam proses perencanaan dan manajemen proyek (Succar & Kassem, 2018; Oesterreich & Teuteberg, 2016). Dengan demikian, pelatihan ini berkontribusi terhadap upaya *link and match* antara SMK dan dunia usaha serta dunia industri (DUDI).

Nilai *effect size* yang besar menunjukkan bahwa dampak pelatihan tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki makna praktis dalam konteks pembelajaran. Hal ini menandakan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktik langsung (*hands-on training*) efektif dalam meningkatkan kompetensi teknis siswa secara substansial. Namun demikian, hasil analisis *N-Gain* yang berada pada kategori sedang menunjukkan bahwa meskipun peningkatan terjadi secara konsisten, masih terdapat variasi tingkat peningkatan antar siswa. Variasi ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan awal, tingkat literasi digital, serta pengalaman sebelumnya dalam menggunakan teknologi desain.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pelatihan SketchUp berbasis praktik dapat menjadi model intervensi yang efektif untuk meningkatkan kompetensi desain bangunan pada siswa SMK. Program ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga memperkuat kesiapan digital siswa dalam menghadapi tuntutan industri konstruksi modern. Dengan demikian, implementasi pelatihan serupa secara berkelanjutan berpotensi mendukung transformasi pembelajaran vokasi menuju sistem yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi. Temuan ini memberikan implikasi bahwa integrasi perangkat lunak desain 3D perlu diinstitusionalisasikan dalam kurikulum SMK, bukan hanya sebagai pelatihan insidental.

KESIMPULAN

Pelatihan SketchUp berbasis praktik langsung terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi perancangan bangunan siswa Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan di SMK Negeri 1 Gunungsitoli Barat. Integrasi perangkat lunak desain 3D dalam pembelajaran vokasi mampu memperkuat penguasaan keterampilan teknis, ketepatan pemodelan, serta literasi digital siswa yang relevan dengan kebutuhan industri konstruksi modern. Pendekatan *experiential learning* yang diterapkan selama pelatihan berkontribusi terhadap peningkatan kompetensi secara signifikan dan substantif.

Meskipun demikian, variasi tingkat peningkatan antar siswa menunjukkan perlunya pendampingan berkelanjutan dan integrasi pembelajaran berbasis perangkat lunak desain secara sistematis dalam kurikulum sekolah. Oleh karena itu, sekolah disarankan untuk mengembangkan program pelatihan lanjutan serta meningkatkan ketersediaan fasilitas pendukung agar kompetensi digital siswa dapat berkembang secara optimal dan berkelanjutan. Implementasi program serupa juga dapat direplikasi pada SMK lain sebagai bagian dari strategi penguatan pendidikan vokasi berbasis teknologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Kepala SMK Negeri 1 Gunungsitoli Barat beserta jajaran guru Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan yang telah memberikan dukungan administratif, fasilitasi tempat, serta koordinasi teknis selama pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para siswa peserta pelatihan atas partisipasi aktif dan komitmen dalam mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Penulis turut mengapresiasi seluruh pihak yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan program ini sehingga kegiatan dapat terlaksana dengan baik dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bond, M., Marín, V. I., Dolch, C., Bedenlier, S., & Zawacki-Richter, O. (2020). Digital transformation in education: A systematic review of research. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 2049–2072. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09756-3>
- Brown, J. (2024). Building information modeling (BIM) integration in vocational education and training. *Automation in Construction*, 158, 105243.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2019). A case study of immersive virtual field trips in education: Students' learning experience. *Computers & Education*, 126, 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.014>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Garcia, M. (2023). The impact of 3D modeling software on spatial skills development in technical education. *Computers in Human Behavior*, 139, 107521.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. *Unpublished manuscript, Indiana University*.
- Israel, B. A., Eng, E., Schulz, A. J., & Parker, E. A. (2017). *Methods in community-based participatory research for health* (2nd ed.). Jossey-Bass.
- Kemendikbudristek. (2022). *Roadmap SMK pusat keunggulan 2022–2024*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
- Kim, J., & Park, M. (2023). Effects of CAD-based instruction on vocational students' design competencies. *Education Sciences*, 13(5), 451. <https://doi.org/10.3390/educsci13050451>
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science. *Frontiers in Psychology*, 4, 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Li, X., Wu, P., & Wang, X. (2024). BIM-enabled education for construction digital transformation. *Automation in Construction*, 154, 105102.
- Lopez, D. (2022). Technology-enhanced vocational learning: A systematic review. *Education Sciences*, 12(9), 601. <https://doi.org/10.3390/educsci12090601>
- Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. D., & Mora, C. E. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior*, 51, 752–761. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.093>
- Misbah, M., Rahman, A., & Sulaiman. (2020). Competency-based vocational education: Implementation and challenges. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 10(2), 123–135.
- Mulder, M. (2017). *Competence theory and research: A synthesis*. Springer.
- OECD. (2021). *Education at a glance 2021: OECD indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b35a14e5-en>
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation in the construction industry. *Computers in Industry*, 83, 121–139. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators (DigCompEdu)*. European Commission.
- Sampaio, A. Z. (2018). SketchUp as a support tool in construction education. *Automation in Construction*, 92, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.002>
- Silva, L. (2020). CAD integration in vocational secondary schools. *Education Sciences*, 10(12), 378. <https://doi.org/10.3390/educsci10120378>
- Strand, K., Marullo, S., Cutforth, N., Stoecker, R., & Donohue, P. (2003). *Community-based research and higher education: Principles and practices*. Jossey-Bass.

- Succar, B., & Kassem, M. (2018). Building information modeling framework. *Automation in Construction*, 35, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.001>
- Torres, A. (2025). Emerging digital technologies in vocational education. *Computers & Education*, 198, 104785.
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO Publishing.
- Wang, T. (2023). Effectiveness of CAD-based training in vocational institutions. *Sustainability*, 15(3), 2145. <https://doi.org/10.3390/su15032145>