

PENINGKATAN PEMAHAMAN DAN KEMAMPUAN PRAKTIK CAD SISWA SMA DAN SMK MELALUI PELATIHAN AUTODESK INVENTOR

P Y M Wibowo Ndaruhadi¹⁾, Damawidjaya Biksono^{2)*}, Deny Bayu Saefudin³⁾, Besse Titing Karmiati⁴⁾, Martijanti Martijanti⁵⁾, Gagan Ganjar Tabah⁶⁾, Dwi Virgiawan Nugraha⁷⁾ Arjun Prasetyo⁸⁾

Universitas Jenderal Achmad Yani

¹⁾ wibowo.ndaruhadi@lecture.unjani.ac.id, ²⁾ damawidjaya.b@lecture.unjani.ac.id,
³⁾ deny.bayusaefudin@lecture.unjani.ac.id, ⁴⁾ besse.titing@lecture.unjani.ac.id,
⁵⁾ martijanti@lecture.unjani.ac.id, ⁶⁾ gagan.ganjar@lecture.unjani.ac.id,
⁷⁾ teknomekanika@unjani.ac.id, ⁸⁾ teknomekanika@unjani.ac.id

Histori artikel

Received:
02 Juni 2026

Accepted:
20 Agustus 2026

Published:
31 Agustus 2026

Abstrak

Transformasi digital di bidang industri membuat penguasaan desain berbantuan komputer semakin penting untuk dikenalkan sejak pendidikan menengah. Namun, kebutuhan siswa SMK dan SMA tidak sepenuhnya sama. Siswa SMK dari program keahlian yang relevan telah mengenal gambar teknik atau CAD sebagai bagian dari kompetensi kurikulum, sedangkan siswa SMA umumnya belum memperoleh praktik CAD secara khusus. Kegiatan pengabdian ini bertujuan memperkuat pengetahuan dan kemampuan praktik CAD siswa SMK sekaligus mengenalkan proses desain digital kepada siswa SMA melalui pelatihan Autodesk Inventor berbasis *project-based learning*. Kegiatan dilaksanakan pada 31 Januari 2026 di Laboratorium Komputer Fakultas Teknologi Manufaktur Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi. Pelaksanaan meliputi *pretest*, demonstrasi, praktik terbimbing, proyek komponen mekanik sederhana, *posttest*, dan evaluasi kinerja. Rerata nilai siswa SMK meningkat dari $74,38 \pm 4,17$ menjadi $82,50 \pm 4,63$, dengan rata-rata peningkatan individual sebesar 11,21%. Rerata nilai siswa SMA meningkat dari $55,00 \pm 5,00$ menjadi $75,00 \pm 5,00$, dengan rata-rata peningkatan individual sebesar 36,87%. Siswa SMK menyelesaikan tugas dalam 30-45 menit, sedangkan siswa SMA dalam 60-90 menit. Seluruh peserta memperoleh nilai *posttest* yang lebih tinggi daripada nilai *pretest*. Pelatihan ini memperkuat kompetensi yang telah dikenal siswa SMK dan memberikan pengalaman awal CAD yang bermakna bagi siswa SMA. Perbedaan capaian dan waktu pengerjaan menunjukkan bahwa materi dan pendampingan perlu disesuaikan dengan latar belakang peserta., dan mendukung peningkatan nilai tambah UMKM.

Kata-kata Kunci: Autodesk Inventor; Kompetensi Desain; Pelatihan CAD; *Project-Based Learning*; Siswa Sekolah Menengah

* Corresponding author: Damawidjaya Biksono (damawidjaya.b@lecture.unjani.ac.id)

Abstract. Digital transformation in the industrial sector has made computer-aided design increasingly important to introduce at the secondary education level. However, the needs of vocational high school (SMK) and general high school (SMA) students are not entirely the same. Students in relevant SMK study programs have been introduced to technical drawing or CAD as part of their curriculum competencies, whereas SMA students generally have not received specific CAD practice. This community service activity aimed to strengthen the CAD knowledge and practical skills of SMK students while introducing digital design processes to SMA students through Autodesk Inventor training based on project-based learning. The activity was conducted on January 31, 2026, at the Computer Laboratory of the Faculty of Manufacturing Technology, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi. The implementation included a pretest, demonstration, guided practice, a simple mechanical component project, a posttest, and performance evaluation. The mean score of SMK students increased from 74.38 ± 4.17 to 82.50 ± 4.63 , with an average individual improvement of 11.21%. The mean score of SMA students increased from 55.00 ± 5.00 to 75.00 ± 5.00 , with an average individual improvement of 36.87%. SMK students completed the task within 30–45 minutes, while SMA students required 60–90 minutes. All participants obtained higher posttest scores than pretest scores. The training strengthened competencies already familiar to SMK students and provided a meaningful initial CAD experience for SMA students. Differences in achievement and completion time indicate that the

Keywords: Autodesk Inventor; Design Competency; CAD Training; Project-Based Learning; Secondary School Students

PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam bidang industri telah meningkatkan kebutuhan terhadap kompetensi desain berbantuan komputer (*Computer-Aided Design/CAD*). Penguasaan CAD menjadi bagian penting dalam pengembangan kompetensi desain teknik karena mendukung proses perancangan secara digital, sistematis, dan sesuai dengan kebutuhan praktik industri. Perkembangan teknologi CAD/CAE juga mendorong perubahan dalam pembelajaran bidang teknik, khususnya pada pendidikan vokasi, melalui peningkatan penggunaan pemodelan dan simulasi dalam proses pembelajaran (Kuna et al., 2024; Xie et al., 2018). Oleh karena itu, pengenalan dan penguatan kompetensi desain digital sejak pendidikan menengah menjadi relevan untuk mendukung kesiapan peserta didik menghadapi perkembangan teknologi industri.

Pada jenjang pendidikan menengah, kebutuhan pembelajaran CAD antara siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dan Sekolah Menengah Atas (SMA) memiliki karakteristik yang berbeda. Siswa SMK, khususnya pada program keahlian yang berkaitan dengan teknik dan manufaktur, telah memperoleh gambar teknik sebagai bagian dari kompetensi pembelajaran sehingga CAD dapat digunakan untuk memperkuat keterampilan yang telah dimiliki. Sebaliknya, siswa SMA pada umumnya tidak memperoleh pembelajaran CAD secara khusus sehingga pengenalan desain berbasis komputer dapat menjadi pengalaman awal untuk memahami proses perancangan digital. Perbedaan latar belakang tersebut perlu diperhatikan dalam penyusunan materi dan pendampingan karena pembelajaran CAD pada pendidikan vokasi berkaitan dengan pengembangan kompetensi kognitif dan psikomotor, sedangkan pengalaman belajar peserta didik dapat berbeda sesuai dengan kompetensi awal yang dimiliki (Chester, 2007; Hidayat & Widiyanti, 2026).

Penggunaan perangkat lunak CAD dalam pembelajaran memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghubungkan konsep desain dengan praktik pemodelan secara langsung. Autodesk Inventor merupakan salah satu perangkat lunak CAD yang dapat digunakan untuk pemodelan komponen dan perakitan mekanik. Pembelajaran CAD pada pendidikan vokasi perlu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan pemodelan dan praktik sehingga keterampilan yang dikembangkan tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga mencakup kemampuan teknis (Jaakma & Kiviluoma, 2019; Kuna et al., 2024). Penggunaan Autodesk Inventor dalam kegiatan pelatihan pada siswa SMK juga telah digunakan untuk memperkuat pengetahuan dan keterampilan desain teknik berbasis CAD (Ikhsan et al., 2025).

Pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*/PjBL) relevan digunakan dalam pembelajaran CAD karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan pengetahuan melalui penyelesaian proyek yang konkret. PjBL mendorong peserta didik terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran dan menghubungkan pengetahuan dengan penyelesaian tugas atau produk tertentu (Almulla, 2020; Chen & Yang, 2019). Dalam pembelajaran CAD, integrasi PjBL dengan perangkat lunak CAD telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan keterampilan gambar teknik siswa SMK karena peserta didik terlibat langsung dalam proses perancangan dan penyelesaian tugas berbasis proyek (Fauzansyah et al., 2025).

Kegiatan pelatihan CAD pada pendidikan vokasi juga menunjukkan bahwa penguatan keterampilan menggunakan perangkat lunak desain dapat menjadi bagian dari upaya mempersiapkan peserta didik menghadapi kebutuhan dunia kerja. Pelatihan Autodesk Inventor bagi siswa SMK dilaporkan dapat meningkatkan kemampuan peserta dalam membuat objek gambar tiga dimensi dan mengembangkan keterampilan desain teknik berbasis CAD (Ikhsan et al., 2025). Kegiatan pengabdian lainnya melalui pelatihan CAD juga menunjukkan bahwa penguatan kompetensi penggunaan perangkat lunak desain dapat mendukung peningkatan kemampuan siswa dalam bidang desain teknik (Abdullah et al., 2023). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa kegiatan pelatihan berbasis praktik memiliki relevansi dalam memperkuat kompetensi CAD pada pendidikan menengah kejuruan.

Penerapan PjBL dalam pembelajaran CAD juga memberikan peluang untuk mengembangkan kemampuan peserta didik melalui pengalaman belajar yang menggabungkan pemahaman konsep dan praktik. Penelitian Fauzansyah et al. (2025) menunjukkan bahwa integrasi PjBL dengan perangkat lunak CAD dapat meningkatkan keterampilan gambar teknik siswa SMK. Hasil tersebut sejalan dengan Hidayat dan Widiyanti (2026) yang menempatkan kompetensi kognitif dan psikomotor sebagai bagian penting dalam

pembelajaran CAD berbasis proyek. Dengan demikian, penggunaan proyek komponen mekanik sederhana dalam pelatihan CAD dapat menjadi sarana untuk mengamati kemampuan peserta dalam menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama pelatihan.

Meskipun demikian, pengenalan CAD pada pendidikan menengah tidak dapat dilakukan dengan pendekatan yang sepenuhnya sama untuk seluruh peserta. Siswa SMK yang telah memperoleh dasar gambar teknik memiliki titik awal pembelajaran yang berbeda dengan siswa SMA yang belum memperoleh praktik CAD secara khusus. Perbedaan tersebut dapat berimplikasi terhadap kebutuhan materi, tingkat pendampingan, dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas. Pengalaman pelatihan Autodesk Inventor berbasis PjBL pada siswa SMK menunjukkan bahwa pendekatan praktik dan proyek dapat digunakan untuk mengembangkan kompetensi CAD peserta (Primaningtyas et al., 2026), sementara penerapan PjBL pada pembelajaran CAD juga menunjukkan pentingnya keterkaitan antara pengalaman belajar, kemampuan kognitif, dan keterampilan psikomotor peserta (Hidayat & Widiyanti, 2026).

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan memperkuat pengetahuan dan kemampuan praktik CAD siswa SMK sekaligus mengenalkan proses desain digital kepada siswa SMA melalui pelatihan Autodesk Inventor berbasis *project-based learning*. Kegiatan ini diarahkan untuk memberikan pengalaman praktik sesuai dengan karakteristik dan latar belakang peserta serta mengidentifikasi perbedaan capaian dan kebutuhan pendampingan antara siswa SMK dan SMA dalam pembelajaran CAD.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada 31 Januari 2026 di Laboratorium Komputer, Gedung Fakultas Teknologi Manufaktur, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi. Mitra kegiatan terdiri atas siswa sekolah menengah, yaitu 8 siswa SMK dan 3 siswa SMA, dengan pendampingan guru. Kegiatan melibatkan dosen Program Studi Teknik Mesin sebagai instruktur dan mahasiswa sebagai fasilitator selama proses praktik. Kegiatan dilaksanakan dengan pendanaan mandiri. Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan edukatif-partisipatif melalui pelatihan Autodesk Inventor berbasis *project-based learning* (PjBL). Pendekatan ini diterapkan melalui pemberian materi, demonstrasi, praktik terbimbing, pengerjaan proyek komponen mekanik sederhana, serta pendampingan langsung selama praktik. Evaluasi dilakukan melalui *pretest*, *posttest*, observasi praktik, penilaian tugas, dan pencatatan waktu penyelesaian. Instrumen tes terdiri atas 20 butir pertanyaan dengan skor 5 untuk setiap jawaban benar sehingga nilai maksimum adalah 100. Data dianalisis secara deskriptif berdasarkan pasangan nilai setiap peserta. Persentase peningkatan individual

dihitung berdasarkan selisih nilai *posttest* dan *pretest* yang dibagi nilai *pretest*, kemudian dikalikan 100%. Hasil evaluasi disajikan dalam bentuk rentang nilai, rerata, simpangan baku, rata-rata persentase peningkatan individual, serta waktu penyelesaian tugas.

Tahapan pelaksanaan kegiatan adalah sebagai berikut:

1. Koordinasi dan persiapan. Kegiatan diawali dengan koordinasi bersama pihak sekolah untuk mengenali kebutuhan peserta. Tim kemudian menyiapkan modul, komputer, perangkat lunak Autodesk Inventor, serta contoh proyek yang digunakan selama pelatihan.
2. Pretest dan pengenalan CAD. Peserta mengikuti *pretest* untuk memperoleh gambaran kemampuan awal. Selanjutnya diberikan pengenalan mengenai konsep CAD, fungsi CAD dalam desain mekanik, dan lingkungan kerja Autodesk Inventor, termasuk pengaturan satuan, navigasi model, serta pengelolaan file proyek.
3. Demonstrasi dan praktik terbimbing. Instruktur mendemonstrasikan penggunaan Autodesk Inventor, kemudian peserta melakukan praktik secara terbimbing. Materi praktik meliputi pembuatan *sketch* menggunakan garis, lingkaran, persegi panjang, dan busur; penerapan *constraints* dan dimensi; pengembangan sketsa menjadi model tiga dimensi menggunakan fitur *extrude* dan *cut*; serta penyempurnaan bentuk melalui *fillet* dan *chamfer*. Peserta juga diperkenalkan pada proses *assembly* dan *drawing*.
4. Pengerjaan proyek komponen mekanik sederhana. Peserta menerapkan materi yang telah dipelajari melalui pengerjaan proyek komponen mekanik sederhana. Selama pengerjaan, peserta memperoleh pendampingan langsung untuk membantu mengatasi kesulitan dan memperbaiki kesalahan. Waktu penyelesaian tugas dicatat oleh tim penilai.
5. Posttest dan evaluasi kinerja. Setelah menyelesaikan praktik dan proyek, peserta mengikuti *posttest*. Evaluasi kinerja dilakukan melalui pengamatan langsung selama praktik dan penilaian tugas. Hasil *pretest* dan *posttest* dibandingkan berdasarkan pasangan nilai setiap peserta, sedangkan waktu penyelesaian digunakan untuk menggambarkan perbedaan proses pengerjaan antara siswa SMK dan SMA.
6. Evaluasi dan refleksi. Kegiatan diakhiri dengan evaluasi dan refleksi terhadap pelaksanaan pelatihan. Hasil evaluasi digunakan untuk menggambarkan capaian peserta serta kebutuhan penyesuaian materi dan pendampingan berdasarkan latar belakang pendidikan peserta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kegiatan pelatihan Autodesk Inventor diikuti oleh 11 peserta yang terdiri atas delapan siswa SMK dan tiga siswa SMA. Pelaksanaan kegiatan berlangsung melalui tahapan koordinasi dan persiapan, *pretest* dan pengenalan CAD, demonstrasi dan praktik terbimbing, pengerjaan

proyek komponen mekanik sederhana, *posttest* dan evaluasi kinerja, serta evaluasi dan refleksi. Selama kegiatan, peserta didampingi oleh dosen sebagai instruktur dan mahasiswa sebagai fasilitator sehingga peserta dapat mengikuti setiap tahapan praktik secara langsung.

Pada tahap awal, peserta mengikuti *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal sebelum pelatihan. Hasil *pretest* menunjukkan bahwa siswa SMK memiliki rentang nilai 70-80 dengan rerata $74,38 \pm 4,17$, sedangkan siswa SMA memiliki rentang nilai 50-60 dengan rerata $55,00 \pm 5,00$. Perbedaan nilai awal tersebut menunjukkan bahwa siswa SMK memiliki kemampuan awal yang lebih tinggi dibandingkan siswa SMA. Kondisi ini berkaitan dengan latar belakang siswa SMK dari program keahlian yang relevan, yang telah mengenal gambar teknik atau CAD sebagai bagian dari kompetensi pembelajaran, sedangkan siswa SMA umumnya belum memperoleh praktik CAD secara khusus.

Setelah *pretest*, peserta memperoleh pengenalan mengenai fungsi CAD dalam proses desain mekanik dan lingkungan kerja Autodesk Inventor, meliputi pengaturan satuan, navigasi model, dan pengelolaan file proyek. Kegiatan dilanjutkan dengan demonstrasi dan praktik terbimbing. Peserta berlatih membuat *sketch* menggunakan garis, lingkaran, persegi panjang, dan busur, kemudian menerapkan *constraints* dan dimensi. Sketsa yang telah dibuat dikembangkan menjadi model tiga dimensi menggunakan fitur *extrude* dan *cut*, kemudian disempurnakan dengan *fillet* dan *chamfer*. Peserta juga diperkenalkan pada proses *assembly* dan *drawing*. Selama praktik, dosen dan mahasiswa memberikan pendampingan secara langsung untuk membantu peserta memahami tahapan pemodelan dan memperbaiki kesalahan yang ditemukan.



Gambar 1. Tim pelaksana dan Peserta Kegiatan Pelatihan Autodesk Inventor

Pada tahap pengerjaan proyek, peserta menerapkan materi yang telah dipelajari melalui penyelesaian komponen mekanik sederhana. Setiap peserta memperoleh pendampingan selama pengerjaan sehingga dapat mengajukan pertanyaan dan memperbaiki kesalahan secara langsung. Pengamatan selama praktik menunjukkan bahwa siswa SMK dapat mengikuti alur pengerjaan dengan lebih cepat, sedangkan siswa SMA memerlukan waktu adaptasi yang lebih panjang untuk memahami antarmuka, urutan perintah, dan hubungan antara sketsa dua dimensi dengan model tiga dimensi. Meskipun demikian, kedua kelompok dapat menyelesaikan tugas yang diberikan dengan pendampingan selama proses praktik.



Gambar 2. Dokumentasi Hasil Proyek Desain dan Penyerahan Sertifikat Kepada Peserta

Setelah praktik dan penyelesaian proyek, peserta mengikuti *posttest*. Hasil *posttest* menunjukkan adanya peningkatan nilai pada seluruh peserta. Pada delapan siswa SMK, rentang nilai meningkat dari 70–80 menjadi 75–90, dengan rerata meningkat dari $74,38 \pm 4,17$ menjadi $82,50 \pm 4,63$. Rata-rata peningkatan individual pada kelompok SMK sebesar 11,21%. Pada tiga siswa SMA, rentang nilai meningkat dari 50–60 menjadi 70–80, dengan rerata meningkat dari $55,00 \pm 5,00$ menjadi $75,00 \pm 5,00$. Rata-rata peningkatan individual pada kelompok SMA sebesar 36,87%. Seluruh peserta memperoleh nilai *posttest* yang lebih tinggi daripada nilai *pretest*.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Pretest dan Posttest Peserta

Kelompok	Pretest Rentang; Rerata ± SD	Posttest Rentang; Rerata ± SD	Rata-rata Peningkatan Individual
Siswa SMK (n = 8)	70–80; 74,38 ± 4,17	75–90; 82,50 ± 4,63	11,21%
Siswa SMA (n = 3)	50–60; 55,00 ± 5,00	70–80; 75,00 ± 5,00	36,87%

Keterangan: SD = simpangan baku. Persentase peningkatan merupakan rata-rata persentase peningkatan nilai setiap peserta berdasarkan data individual.

Selain capaian nilai, pengamatan tim penilai menunjukkan adanya perbedaan waktu penyelesaian tugas antara kedua kelompok. Siswa SMK dapat menyelesaikan tugas dalam waktu 30–45 menit, sedangkan siswa SMA memerlukan waktu sekitar 60–90 menit. Waktu pengerjaan yang lebih singkat pada siswa SMK menunjukkan bahwa pengalaman awal dalam gambar teknik atau CAD membantu peserta memahami alur kerja dengan lebih cepat. Sementara itu, siswa SMA membutuhkan waktu lebih panjang untuk mengenali antarmuka, memahami urutan perintah, dan menghubungkan sketsa dua dimensi dengan bentuk tiga dimensi.

Tabel 2. Durasi Penyelesaian Tugas Praktik Berdasarkan Pengamatan Tim Penilai

Kelompok	Durasi Penyelesaian	Keterangan
Siswa SMK	30–45 menit	Penyelesaian tugas lebih cepat.
Siswa SMA	60–90 menit	Memerlukan waktu pengerjaan lebih panjang.

Evaluasi kinerja dilakukan melalui pengamatan langsung selama praktik dan penilaian tugas. Capaian praktik diamati dari model yang dihasilkan, keterlibatan peserta dalam diskusi, penyelesaian tahapan proyek, dan kemampuan peserta menjelaskan kembali proses yang telah dilakukan. Pengamatan tersebut memberikan gambaran mengenai capaian praktik peserta selama pelatihan, tetapi tidak digunakan sebagai skor keterampilan terstandar.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa pelatihan Autodesk Inventor memberikan perkembangan pada kedua kelompok peserta. Pada siswa SMK, kegiatan memperkuat pengetahuan dan kemampuan praktik CAD yang telah berkaitan dengan kompetensi di sekolah. Pada siswa SMA, kegiatan memberikan pengalaman awal dalam memahami fungsi CAD, tahapan pemodelan, dan penerapannya dalam bidang rekayasa. Perbedaan capaian nilai dan waktu penyelesaian antara kedua kelompok menunjukkan adanya kebutuhan penyesuaian materi, waktu latihan, dan intensitas pendampingan berdasarkan latar belakang peserta.

Pembahasan

Hasil kegiatan menunjukkan adanya perbedaan kemampuan awal antara siswa SMK dan SMA sebelum pelatihan. Rerata nilai *pretest* siswa SMK sebesar $74,38 \pm 4,17$, sedangkan siswa SMA sebesar $55,00 \pm 5,00$. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa latar belakang pembelajaran menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pelatihan CAD. Siswa SMK dari program keahlian yang relevan telah memperoleh pengalaman gambar teknik atau CAD dalam pembelajaran, sedangkan siswa SMA umumnya belum memperoleh praktik CAD secara khusus. Kondisi ini sejalan dengan karakteristik pembelajaran CAD pada pendidikan vokasi yang menempatkan keterampilan teknis dan praktik sebagai bagian penting dari kompetensi peserta didik (Akbar et al., 2024; Ningtyas et al., 2021). Dengan demikian, perbedaan kemampuan awal yang ditemukan dalam kegiatan ini menjadi pertimbangan penting dalam menentukan tingkat materi dan bentuk pendampingan.

Peningkatan nilai setelah pelatihan terjadi pada kedua kelompok peserta. Rerata nilai siswa SMK meningkat dari $74,38 \pm 4,17$ menjadi $82,50 \pm 4,63$ dengan rata-rata peningkatan individual sebesar 11,21%, sedangkan siswa SMA meningkat dari $55,00 \pm 5,00$ menjadi $75,00 \pm 5,00$ dengan rata-rata peningkatan individual sebesar 36,87%. Seluruh peserta memperoleh nilai *posttest* yang lebih tinggi daripada nilai *pretest*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pelatihan memberikan perkembangan terhadap pengetahuan peserta mengenai materi CAD yang diberikan. Peningkatan yang lebih besar secara persentase pada kelompok SMA perlu dipahami dalam kaitannya dengan nilai awal yang lebih rendah, sehingga persentase peningkatan tidak secara langsung menunjukkan bahwa kemampuan akhir siswa SMA lebih tinggi daripada siswa SMK. Temuan ini memperlihatkan pentingnya melihat capaian awal dan capaian akhir secara bersamaan ketika mengevaluasi kegiatan pelatihan.

Peningkatan pada kelompok siswa SMK menunjukkan bahwa pelatihan dapat digunakan untuk memperkuat kompetensi yang sebelumnya telah dikenal peserta. Hasil tersebut sejalan dengan kegiatan pelatihan Autodesk Inventor yang dilaksanakan pada siswa SMK, yang menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik dapat mendukung peningkatan kompetensi penggunaan perangkat lunak desain (Sanjaya et al., 2022; Mulyadi et al., 2025). Penggunaan Autodesk Inventor dalam kegiatan ini memberikan kesempatan kepada peserta untuk menerapkan pengetahuan gambar teknik melalui pemodelan tiga dimensi, *assembly*, dan *drawing*. Dengan demikian, kegiatan tidak hanya memberikan pengenalan perangkat lunak, tetapi juga memperkuat hubungan antara pengetahuan gambar teknik dengan proses desain berbasis komputer.

Pada kelompok siswa SMA, peningkatan rerata nilai dari 55,00 menjadi 75,00 menunjukkan adanya perkembangan setelah peserta memperoleh pengalaman langsung

menggunakan Autodesk Inventor. Bagi peserta yang belum memperoleh praktik CAD secara khusus, proses pelatihan memberikan kesempatan untuk mengenal lingkungan kerja perangkat lunak, memahami fungsi dasar perintah, dan menghubungkan sketsa dua dimensi dengan model tiga dimensi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengenalan CAD dapat diberikan pada peserta dengan latar belakang nonvokasi, tetapi tingkat materi dan pendampingannya perlu disesuaikan. Pendekatan pembelajaran CAD yang menggabungkan pemodelan dengan pengalaman praktik memungkinkan peserta memahami proses desain secara lebih konkret (Guo et al., 2020; Sola-Guirado et al., 2022).

Penerapan *project-based learning* dalam kegiatan ini mendukung peserta untuk tidak berhenti pada latihan penggunaan perintah perangkat lunak, tetapi menerapkannya dalam penyelesaian proyek komponen mekanik sederhana. Peserta mengikuti tahapan dari pembuatan *sketch*, penerapan *constraints* dan dimensi, pemodelan tiga dimensi, hingga penyelesaian tugas. Pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan kepada peserta untuk mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan melalui penyelesaian tugas yang konkret (Nuryanto et al., 2025). Hal tersebut sejalan dengan penelitian mengenai pembelajaran CAD berbasis proyek yang menempatkan kemampuan kognitif dan psikomotor sebagai bagian dari kompetensi yang dikembangkan (Hidayat & Widiyanti, 2026). Dalam konteks kegiatan ini, proyek sederhana menjadi sarana untuk menerapkan materi yang telah diberikan sekaligus mengamati kemampuan peserta dalam mengikuti alur kerja desain.

Perbedaan waktu penyelesaian juga memperlihatkan pengaruh latar belakang peserta terhadap proses belajar CAD. Siswa SMK menyelesaikan tugas dalam waktu 30–45 menit, sedangkan siswa SMA memerlukan waktu 60–90 menit. Waktu pengerjaan yang lebih singkat pada siswa SMK dapat dipahami karena peserta telah memiliki pengalaman awal dalam gambar teknik atau CAD. Sebaliknya, siswa SMA memerlukan waktu tambahan untuk memahami antarmuka dan urutan kerja perangkat lunak. Temuan tersebut memperkuat pentingnya pengalaman awal dalam pembelajaran CAD, karena penguasaan perangkat lunak tidak hanya berkaitan dengan kemampuan mengingat fungsi perintah, tetapi juga kemampuan memahami alur kerja desain (Chester, 2007; Jaakma & Kiviluoma, 2019).

Hasil observasi praktik juga menunjukkan bahwa pendampingan langsung menjadi bagian penting selama proses pelatihan. Peserta dapat mengajukan pertanyaan dan memperbaiki kesalahan secara langsung ketika mengalami kesulitan. Hal ini terutama penting bagi siswa SMA yang belum memiliki pengalaman khusus dalam CAD. Pembelajaran berbasis praktik yang disertai umpan balik memungkinkan peserta memperoleh bantuan ketika menghadapi kesulitan dalam proses pemodelan. Dalam pembelajaran CAD, penggunaan tugas praktik dan penilaian terhadap hasil kerja juga dapat memberikan gambaran mengenai

kemampuan peserta dalam menerapkan keterampilan desain, bukan hanya penguasaan pengetahuan secara teoritis (Ramadani et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil kegiatan memperlihatkan bahwa pelatihan Autodesk Inventor berbasis *project-based learning* dapat diterapkan pada peserta dari dua jenjang pendidikan dengan latar belakang yang berbeda. Siswa SMK memperoleh penguatan terhadap kompetensi CAD yang telah dikenal, sedangkan siswa SMA memperoleh pengalaman awal dalam desain digital. Temuan kegiatan ini sejalan dengan berbagai kegiatan pelatihan CAD yang menempatkan praktik langsung sebagai sarana penguatan kompetensi siswa (Abdullah et al., 2023; Akbar et al., 2024). Namun, perbedaan nilai awal, peningkatan nilai, dan waktu penyelesaian menunjukkan bahwa satu pola pembelajaran belum tentu memberikan pengalaman yang sama bagi seluruh peserta. Oleh karena itu, kegiatan pelatihan CAD selanjutnya perlu mempertimbangkan kemampuan awal peserta dalam menentukan kedalaman materi, alokasi waktu praktik, dan intensitas pendampingan.

KESEIMPULAN

Pelatihan Autodesk Inventor berbasis *project-based learning* dapat memperkuat pengetahuan dan kemampuan praktik CAD siswa SMK sekaligus memberikan pengalaman awal desain digital kepada siswa SMA. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rerata nilai siswa SMK meningkat dari $74,38 \pm 4,17$ menjadi $82,50 \pm 4,63$ dengan rata-rata peningkatan individual sebesar 11,21%, sedangkan rerata nilai siswa SMA meningkat dari $55,00 \pm 5,00$ menjadi $75,00 \pm 5,00$ dengan rata-rata peningkatan individual sebesar 36,87%. Seluruh peserta memperoleh nilai *posttest* yang lebih tinggi daripada *pretest*.

Perbedaan capaian dan waktu penyelesaian tugas, yaitu 30–45 menit pada siswa SMK dan 60–90 menit pada siswa SMA, menunjukkan bahwa latar belakang peserta perlu menjadi pertimbangan dalam pelaksanaan pelatihan CAD. Siswa SMK dapat memperoleh penguatan terhadap kompetensi yang telah dikenal, sedangkan siswa SMA memerlukan waktu adaptasi dan pendampingan yang lebih panjang. Oleh karena itu, materi, alokasi waktu praktik, dan intensitas pendampingan perlu disesuaikan dengan kemampuan awal dan karakteristik peserta.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, S., Alhamidi, A. A., Notonegoro, H. A., Hendra, H., Erwin, E., Lusiani, R., Sudrajat, A., Nugraha, K., & Setiawan, I. (2023). Pelatihan menggambar teknik 3D menggunakan aplikasi berbasis CAD (Computer Aided Design) untuk guru SMK. *Civil Engineering for Community Development*, 2(2), 117–123. <https://doi.org/10.36055/cecd.v2i2.22539>

- Akbar, I., Rawani, D., Prakoso, A. T., Tamalika, T., Aziz, A. M. A., & Zulkarnain, Y. P. (2024). Digitalisasi desain teknik: Sosialisasi dan pelatihan Autodesk Inventor di SMK Satria Nusantara (SN). *Bersama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 7–20. <https://doi.org/10.61994/bersama.v2i1.606>
- Almulla, M. A. (2020). The effectiveness of the project-based learning (PBL) approach as a way to engage students in learning. *SAGE Open*, 10(3), 1–15. <https://doi.org/10.1177/2158244020938702>
- Chen, C.-H., & Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71–81. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Chester, I. (2007). Teaching for CAD expertise. *International Journal of Technology and Design Education*, 17(1), 23–35. <https://doi.org/10.1007/s10798-006-9015-z>
- Fauzansyah, T. A., Edyan, R., & Hakiki, M. (2025). Project based learning integrated with CAD software to improve technical drawing skills. *Juwara: Jurnal Wawasan dan Aksara*, 5(1), 115–125. <https://doi.org/10.58740/juwara.v5i1.406>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hidayat, H. R., & Widiyanti, W. (2026). Effect of project-based learning on vocational high school student's cognitive and psychomotor competencies in CAD. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 10(3), 2269–2274. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v10i3.2163>
- Ikhsan, M., Fachrul, M., Nurhidayanti, & Kido, M. I. (2025). Pelatihan Autodesk Inventor sebagai upaya peningkatan daya saing lulusan SMKN 3 Pinrang. *Open Community Service Journal*, 4(1). <https://doi.org/10.33292/ocsj.v4i1.125>
- Jaakma, K., & Kiviluoma, P. (2019). Auto-assessment tools for mechanical computer aided design education. *Heliyon*, 5(10), e02622. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02622>
- Kuna, P., Haskova, A., Haller, J., Hrbáček, J., & Timor, T. (2024). Experiences with an innovative approach to CAD/CAE system teaching at secondary vocational schools. *Journal of Education, Culture and Society*, 15(1), 265–281. <https://doi.org/10.15503/jecs2024.1.265.281>
- Mulyadi, E., Fahrudin, A., & Ahfas, A. (2025). Computer-Aided Design (CAD) training for appropriate technology (TTG) to enhance the competence of vocational high school students in East Java. *ABDIMAS TALENTA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(2), 239–244. <https://doi.org/10.32734/abdimastalenta.v10i2.22448>

- Ningtyas, A. H. P., Prambudiarto, B. A., Ayunaning, K., Khabib, M., Putra, R. P., & Cahyono, M. D. (2021). Pelatihan software Autodesk Inventor dalam meningkatkan kompetensi siswa kejuruan. *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, 1(4), 648–653. <https://doi.org/10.30587/justicb.v1i4.2940>
- Nuryanto, A., Ngadiyono, Y., & Widodo, S. F. A. (2025). Implementation of project-based learning in CAD education to support machine design drawing skills. In *The 8th International Conference on Education Innovation (ICEI 2024)* (pp. 1434–1448). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-360-3_122
- Ramadani, A. H., Ekohariadi, E., Anifah, L., Nugroho, Y. S., & Safitri, R. (2024). Development of performance assessment instruments for measuring drawing skills in vocational students competence in mechanical engineering expertise. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 5(2), 268–279. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i2.551>
- Sanjaya, F. L., Fatkhurrozak, F., Syarifudin, S., & Wakhyudi, D. (2022). Pelatihan perancangan mesin pada SMK Diponegoro Lebaksiu Kabupaten Tegal jurusan TKRO dengan menggunakan aplikasi Autodesk Inventor. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 484–490. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v6i2.9279>
- Sola-Guirado, R. R., Guerrero-Vacas, G., & Rodríguez-Alabanda, Ó. (2022). Teaching CAD/CAM/CAE tools with project-based learning in virtual distance education. *Education and Information Technologies*, 27, 5051–5073. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10826-3>
- Xie, C., Schimpf, C., Chao, J., Nourian, S., & Massicotte, J. (2018). Learning and teaching engineering design through modeling and simulation on a CAD platform. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(4), 824–840. <https://doi.org/10.1002/cae.21920>