Jurnal Pengabdian Masyarakat:
Pemberdayaan, Inovasi dan Perubahan
ISSN (Online): 21008-3407
DOI: 10.59818/jpm.v5i6.2455
Vol. 6, No. 1, Januari 2026

Peningkatan Kompetensi CAD 3D Siswa SMK Negeri 5 Surabaya Melalui Pelatihan *Autodesk Inventor* Berbasis *Project-Based Learning*

Widya Emilia Primaningtyas[1], Faiz Hamzah[2], Sindi Wahyu Pratiwi[3], Ludia Ni'matuzzahroh[4], Muhammad Rizqi Khoironi Fadhli[5], Nadiyatul Fitriyah[6]
[1,2,3,4,5,6] Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia, 60111
Telp: +6282141860691
E-mail: widyaemilia@ppns.ac.id

RIWAYAT ARTIKEL
Received : 2025-11-18
Revised : 2025-11-28
Accepted :-2026-01-29

KEYWORDS
CAD
Training
Simulation

KATA KUNCI
CAD
Pelatihan
Simulasi

ABSTRACT
Vocational High Schools (SMK) have a strategic function in preparing graduates who are in line with the demands of the industrial world. However, approximately 55% of SMK graduates in Indonesia still do not achieve the expected competency standards, especially in the fields of digital technology-based engineering and manufacturing. One factor contributing to this condition is the limited mastery of 3D Computer-Aided Design (CAD) software, especially Autodesk Inventor. This activity is designed to improve the ability of SMK students in operating Autodesk Inventor through an intensive training program organized by the Design and Manufacturing Engineering Study Program of the Surabaya State Polytechnic of Shipping (PPNS) for students of SMK Negeri 5 Surabaya. The training program was attended by 85 students and was implemented using a participatory approach and Project-Based Learning. Assessment of learning outcomes was carried out through a comparison of pre-test and post-test scores analyzed using the Wilcoxon Signed-Rank test. The results of the analysis showed a significant increase in students' abilities in using Autodesk Inventor, as reflected in the difference in scores before and after the training. In general, this activity contributes positively to strengthening the technical skills of vocational school students while strengthening collaboration between universities and vocational schools in developing industrial technology-based competencies.

ABSTRAK
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki fungsi strategis dalam menyiapkan lulusan yang selaras dengan tuntutan dunia industri. Akan tetapi, sekitar 55% lulusan SMK di Indonesia masih belum mencapai standar kompetensi yang diharapkan, terutama pada bidang teknik dan manufaktur berbasis teknologi digital. Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap kondisi tersebut adalah keterbatasan penguasaan software Computer-Aided Design (CAD) 3D, khususnya Autodesk Inventor. Kegiatan ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan siswa SMK dalam mengoperasikan Autodesk Inventor melalui program pelatihan intensif yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) bagi siswa SMK Negeri 5 Surabaya. Program pelatihan diikuti oleh 85 siswa dan dilaksanakan dengan menerapkan pendekatan partisipatif serta Project-Based Learning. Penilaian capaian pembelajaran dilakukan melalui perbandingan skor pre-test dan post-test yang dianalisis menggunakan uji Wilcoxon Signed-Rank. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan kemampuan siswa secara signifikan dalam penggunaan Autodesk Inventor, yang tercermin dari perbedaan

skor sebelum dan sesudah pelatihan. Secara umum, kegiatan ini berkontribusi positif terhadap penguatan keterampilan teknis siswa SMK sekaligus mempererat kolaborasi antara perguruan tinggi dan sekolah kejuruan dalam pengembangan kompetensi berbasis teknologi industri.

1. Pendahuluan

Era revolusi industri 4.0 ditandai oleh penekanan pada inovasi yang berfokus pada peran manusia, sehingga kebutuhan tenaga kerja tidak lagi terbatas pada kemampuan teknis dasar, melainkan mencakup keterampilan yang kompleks, luwes, dan mampu menyesuaikan diri dengan perubahan yang berlangsung cepat. Dalam kerangka tersebut, pendidikan kejuruan di Indonesia, khususnya Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), berperan penting dalam mencetak sumber daya manusia yang memiliki kompetensi aplikatif, relevan dengan kebutuhan industri, serta mampu berkompetisi di pasar kerja yang semakin kompetitif dan dinamis (Rahayu et al., 2025). Priambudi et al. (2020) menjelaskan bahwa pencapaian keselarasan antara kompetensi lulusan SMK dan tuntutan dunia usaha serta dunia industri memerlukan penerapan pendekatan manajemen strategis yang terencana. Salah satu permasalahan mendasar dalam pendidikan kejuruan adalah masih adanya ketimpangan antara keterampilan yang dikuasai lulusan dengan standar kompetensi yang dibutuhkan oleh sektor industri (Malik, 2019; Patt et al., 2021). Hal ini diperkuat oleh Wulansari (2021) yang menyatakan bahwa upaya menjaga kesesuaian kompetensi lulusan pendidikan kejuruan dengan kebutuhan industri masih menghadapi tantangan yang berkelanjutan. Kesenjangan tersebut menunjukkan urgensi peningkatan kerja sama yang lebih erat antara SMK dan pihak industri guna memastikan kesiapan lulusan dalam menghadapi perubahan dan tuntutan industri modern. Mahmudah dan Santosa (2021) menegaskan bahwa penguatan kualitas standar kompetensi menjadi prasyarat utama agar SMK mampu membangun kolaborasi yang efektif dengan Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI).

Sebagai institusi pendidikan kejuruan, SMK Negeri 5 Surabaya memiliki kapasitas yang cukup kuat dalam mendukung pengembangan sumber daya manusia di ranah teknik. Namun, sebagaimana yang terjadi di banyak SMK lain, sekolah ini masih berhadapan dengan persoalan ketidaksesuaian kompetensi peserta didik dengan tuntutan keahlian yang berkembang di dunia industri. SMK Negeri 5 Surabaya saat ini mengelola dua bidang keahlian utama, yakni Teknik Gambar Mesin (TGM) dan Teknik Permesinan, dengan populasi peserta didik aktif yang melampaui 800 orang dan tingkat kelulusan tahunan berkisar antara 250 hingga 300 siswa. Dalam proses pembelajaran, mayoritas siswa telah memperoleh sertifikasi kompetensi melalui LSP P1, terutama yang berkaitan dengan penguasaan AutoCAD 2D serta keterampilan dasar permesinan. Meskipun demikian, temuan dari hasil pengamatan langsung dan dialog dengan tenaga pendidik menunjukkan bahwa penguasaan perangkat lunak CAD 3D masih tergolong rendah, khususnya pada penggunaan Autodesk Inventor. Secara umum, siswa baru mampu mengerjakan pemodelan sederhana, sementara pemanfaatan fitur lanjutan seperti assembly, simulasi gerak, dan penyusunan dokumentasi teknik belum dikuasai secara memadai. Padahal, kemampuan dalam mengoperasikan fitur-fitur tersebut telah menjadi kebutuhan standar dalam praktik industri teknik masa kini.

Autodesk Inventor dikenal sebagai salah satu perangkat lunak Computer Aided Design (CAD) yang dikembangkan oleh perusahaan teknologi asal Amerika Serikat dan dirancang sebagai pengembangan lanjutan dari AutoCAD (Automatic Computer Aided Design) (Ningtyas et al., 2021). Dalam praktik industri, aplikasi ini telah menjadi alat kerja yang umum digunakan pada berbagai sektor, mulai dari otomotif, manufaktur, permesinan, hingga industri perkapalan. Melalui software tersebut, perancang teknik dapat menyusun model komponen secara digital, melakukan simulasi kinerja mekanis, serta menghasilkan gambar dan dokumen teknik dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Dalam konteks seleksi tenaga kerja di bidang desain teknik, penguasaan Autodesk Inventor sering kali dijadikan sebagai salah satu indikator kompetensi utama oleh perusahaan. Oleh karena itu, kemampuan mengoperasikan software ini menjadi keterampilan penting yang perlu dimiliki lulusan SMK agar memiliki daya saing di Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI). Sejalan dengan hal tersebut, Hidayati et al. (2021) menekankan pentingnya kolaborasi antara SMK dan pihak perusahaan dalam penyelenggaraan pelatihan kerja yang dirancang sesuai dengan kebutuhan nyata DUDI.

Sebagai respons atas tuntutan peningkatan kompetensi tersebut, Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur (TDM) Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) menyelenggarakan

kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk pelatihan intensif Autodesk Inventor yang ditujukan bagi peserta didik SMK Negeri 5 Surabaya. Program ini didukung oleh kapabilitas Prodi Teknik Desain dan Manufaktur PPNS yang memiliki kekuatan akademik pada bidang desain teknik, pemodelan CAD/CAM, analisis elemen, serta penerapan manufaktur digital. Tingginya tingkat penguasaan Autodesk Inventor di lingkungan prodi tersebut dapat dilihat dari keterlibatan aktif dosen dan mahasiswa dalam berbagai kompetisi desain, kepemilikan sertifikasi Autodesk Certified User (ACU), serta pengalaman melaksanakan beragam proyek industri yang berbasis CAD 3D.

Berangkat dari kapasitas dan kebutuhan yang telah diidentifikasi, pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan Autodesk Inventor berbasis Project-Based Learning (PBL) dirancang untuk memperkuat kemampuan CAD 3D peserta didik SMK Negeri 5 Surabaya secara praktis, terukur, dan selaras dengan standar industri. Kegiatan ini berfungsi sebagai sarana penghubung antara kompetensi yang dikembangkan di tingkat SMK dan tuntutan nyata dunia industri, dengan menekankan pembelajaran berbasis praktik serta pendampingan langsung oleh perguruan tinggi. Nilai pembeda dari program ini terletak pada penggabungan pelatihan CAD 3D dengan pola kemitraan aktif antara perguruan tinggi dan SMK dalam kerangka Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM). Pendekatan tersebut tidak hanya berfokus pada peningkatan keahlian teknis, tetapi juga mendorong terbentuknya ekosistem pembelajaran yang kolaboratif dan responsif terhadap kemajuan teknologi. Melalui implementasi program ini, diharapkan lulusan SMK memiliki kompetensi yang lebih kuat, kesiapan kerja yang lebih baik, serta kemampuan bersaing di tingkat nasional maupun internasional.

2. Tinjauan Literatur

a. Pendekatan Pembelajaran *Project-Based Learning* (PBL) dalam Pendidikan Vokasi

Project-Based Learning (PBL) merupakan pendekatan pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai aktor utama melalui keterlibatan langsung dalam pengerjaan proyek yang bersumber dari permasalahan nyata dan diselesaikan dalam rentang waktu tertentu. Pendekatan ini tidak hanya menuntut partisipasi aktif, tetapi juga mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi, pengaplikasian pengetahuan, serta pemahaman konteks autentik dalam proses belajar (Trisnawati et al., 2025). Sejumlah kajian menunjukkan bahwa PBL memiliki efektivitas tinggi dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kerja sama, serta pemanfaatan pengetahuan secara praktis, khususnya dalam pendidikan vokasi (Fricticarani et al., 2025; Hakiki et al., 2024). Yu (2024) menambahkan bahwa keterlibatan siswa secara langsung dalam setiap tahapan proyek berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan penguasaan konteks pembelajaran. Atas dasar tersebut, PBL dipandang sebagai strategi pembelajaran yang relevan untuk memastikan peserta didik, terutama pada jalur pendidikan vokasi, tidak hanya memahami konsep secara konseptual, tetapi juga mampu menerapkan keterampilan teknis secara nyata dalam situasi kerja.

b. Pelatihan *Software Computer-Aided Design* (CAD) untuk Kesiapan Industri

Pemanfaatan software CAD memberikan kemudahan bagi pengguna dalam menyusun gambar teknik yang presisi, terukur, serta fleksibel untuk disesuaikan, sehingga proses analisis dan penyelesaian permasalahan desain maupun konstruksi dapat dilakukan secara langsung (real time) (Barjuei et al., 2024). Sejumlah kajian menunjukkan bahwa penggabungan Project-Based Learning (PBL) dengan penggunaan software CAD mampu membentuk suasana pembelajaran yang lebih hidup dan kontekstual, selaras dengan pola kerja di lingkungan industri, serta berkontribusi pada peningkatan kompetensi siswa dalam bidang gambar teknik (Alvarez et al., 2025). Temuan serupa disampaikan oleh Fauzansyah et al. (2025) yang menegaskan bahwa penerapan PBL berbasis software CAD merupakan pendekatan pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan keterampilan menggambar teknik siswa SMK. Selain itu, integrasi tersebut juga terbukti dapat meningkatkan keterlibatan belajar, motivasi, serta capaian pembelajaran peserta didik (Zaher et al., 2023). Dengan demikian, penyelenggaraan pelatihan software CAD menjadi faktor pendukung penting dalam mempersiapkan lulusan agar lebih siap beradaptasi dan berkontribusi di dunia industri.

c. Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif

Sugiyono (2013) menjelaskan bahwa penelitian kuantitatif bertumpu pada pengolahan data berbentuk angka yang dianalisis menggunakan teknik statistik guna menguji dugaan penelitian dan menghasilkan kesimpulan yang bersifat objektif. Berbeda dengan itu, pendekatan kualitatif diarahkan pada penelaahan fenomena dalam kondisi alaminya dengan fokus utama pada penafsiran makna yang diperoleh dari proses analisis.

d. Uji Wilcoxon Signed-Rank

Dalam analisis statistik, Wilcoxon Signed-Rank Test dikenal sebagai teknik nonparametrik yang digunakan untuk mengevaluasi perbedaan kecenderungan nilai pusat pada dua data yang saling berpasangan. Metode ini umumnya dipilih sebagai pendekatan alternatif ketika data hasil pengamatan tidak memenuhi prasyarat distribusi normal (Walpole et al., 2017). Prosedur pengujiannya diawali dengan menentukan selisih setiap pasangan pengamatan, kemudian nilai selisih tersebut diambil nilai absolutnya dan disusun secara berurutan dari yang paling kecil hingga terbesar. Setiap nilai selisih selanjutnya diberikan peringkat yang disertai tanda positif atau negatif sesuai arah perbedaannya. Tahap berikutnya adalah menjumlahkan seluruh peringkat bertanda positif dan negatif secara terpisah. Statistik uji kemudian ditentukan berdasarkan jumlah peringkat yang paling kecil di antara keduanya (Montgomery et al., 2014).

3. Metode

Kegiatan ini dirancang dengan mengadopsi pendekatan partisipatif yang dipadukan dengan Project-Based Learning (PBL). Dalam kerangka PBL, peserta didik memperoleh pengalaman belajar melalui pengerjaan proyek yang berangkat dari permasalahan, pertanyaan, atau tantangan nyata dan diselesaikan dalam batas waktu tertentu. Pendekatan tersebut dipilih agar peserta tidak hanya menguasai konsep secara konseptual, tetapi juga mampu mengimplementasikan keterampilan teknis desain secara langsung melalui pemanfaatan software Autodesk Inventor. Selama proses pelaksanaan, metode ini menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang terlibat sejak tahap perencanaan hingga penyelesaian proyek akhir. Integrasi PBL dengan penggunaan software CAD diyakini mampu membentuk suasana pembelajaran yang lebih hidup dan relevan dengan konteks industri, sekaligus berkontribusi terhadap peningkatan kompetensi siswa dalam bidang gambar teknik (Alvarez et al., 2025).

Seluruh rangkaian kegiatan dilaksanakan secara bertahap mengikuti alur yang disajikan pada Bagan 1 sebagai berikut.

Bagan 1. Diagram Alir Proses Pelaksanaan Kegiatan



Penilaian capaian program dilaksanakan dengan memadukan metode kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif diterapkan melalui pemberian nilai dalam bentuk skor atau persentase, sementara aspek kualitatif digali melalui kegiatan observasi serta pengumpulan umpan balik dari peserta. Seluruh informasi yang diperoleh dari kedua pendekatan tersebut kemudian diolah dan dianalisis untuk menghasilkan temuan penelitian yang komprehensif (Yusanto, 2019). Adapun instrumen evaluasi utama yang digunakan dalam proses ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tolok Ukur Keberhasilan

No	Jenis Evaluasi	Tujuan	Tolok Ukur/ Indikator
1.	*Pre-test* dan *Post-test*	Mengukur peningkatan pemahaman siswa terhadap *software*	Selisih skor *pre-test* dan *post-test* $\geq$ 30%
2.	Penilaian Proyek Akhir	Menilai keterampilan dalam menerapkan *Autodesk Inventor*	Desain 3D lengkap, presisi dimensi, dan fungsionalitas
3.	Kuesioner Kepuasan	Menilai kepuasan siswa terhadap materi dan pelatihan	$\geq$ 80% peserta menyatakan puas atau sangat puas
4.	Partisipasi Aktif	Mengamati keterlibatan siswa selama pelatihan	$\geq$ 90% kehadiran dan keterlibatan aktif selama sesi
5.	Luaran	Hasil akhir kegiatan	Sertifikat pelatihan dan portofolio desain teknik.

Untuk menjamin kesinambungan program sekaligus memperjelas tahapan pengembangan kegiatan, seluruh rangkaian pengabdian dirancang secara sistematis dalam bentuk roadmap pelaksanaan yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Roadmap Pelaksanaan Kegiatan

No.	Bulan	Rencana Kegiatan
1.	Juni – Juli 2025	Koordinasi teknis dengan pihak SMK Negeri 5 Surabaya, melakukan survei kebutuhan dan pemetaan peserta. Penyusunan modul dan kurikulum pelatihan *Autodesk Inventor*.
2.	Agustus – September 2025	Finalisasi modul pelatihan *Autodesk Inventor*. Pelaksanaan pelatihan *Autodesk Inventor*. Evaluasi pelatihan (*pre-test, post-test*).
3.	Oktober – Desember 2025	Pelaporan akhir kegiatan dan dokumentasi. Publikasi luaran dan diseminasi.

4. Hasil

Program pelatihan pendalaman penggunaan Autodesk Inventor bagi SMK Negeri 5 Surabaya merupakan wujud nyata kontribusi Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dalam mendiseminasi ilmu pengetahuan dan teknologi kepada masyarakat pendidikan. Kegiatan ini dirancang dengan mengombinasikan pendekatan partisipatif dan Project-Based Learning (PBL), sehingga peserta didik berperan aktif dalam seluruh rangkaian pembelajaran. Melalui pendekatan tersebut, siswa dilibatkan secara langsung sejak tahap perencanaan hingga menghasilkan proyek akhir sebagai luaran pembelajaran. Secara operasional, pelaksanaan kegiatan dibagi ke dalam lima tahapan utama, meliputi survei awal dan koordinasi dengan pihak SMK, pengembangan materi pelatihan, pelaksanaan program, evaluasi yang disertai penugasan proyek akhir, serta tahap sertifikasi dan penyusunan laporan kegiatan.

Tahap awal kegiatan diawali dengan pelaksanaan survei serta koordinasi bersama pihak SMK sebagai langkah strategis untuk memastikan bahwa pelatihan Autodesk Inventor dapat dilaksanakan secara optimal dan selaras dengan kebutuhan pembelajaran. Hasil pengumpulan data menunjukkan bahwa SMK Negeri 5 Surabaya menyelenggarakan dua bidang keahlian utama, yakni Teknik Gambar Mesin (TGM) dan Teknik Permesinan, dengan jumlah peserta didik aktif yang melampaui 800 orang serta tingkat kelulusan tahunan berkisar antara 250 hingga 300 siswa. Meskipun mayoritas siswa telah dibekali sertifikasi AutoCAD 2D, kemampuan dalam mengoperasikan CAD 3D masih belum berkembang secara maksimal, terutama pada penggunaan Autodesk Inventor.

Perancangan modul beserta kurikulum pelatihan Autodesk Inventor disusun oleh tim pengusul yang berasal dari dosen Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS). Materi pelatihan diarahkan pada penguatan tiga aspek kompetensi utama, yaitu kemampuan menghasilkan desain 3D secara menyeluruh, ketelitian dimensi, serta aspek fungsional rancangan. Penyajian materi dirancang secara berjenjang, dimulai dari penguasaan pemodelan dasar hingga pengembangan assembly dan simulasi sederhana, sehingga peserta diharapkan mampu menghasilkan desain yang presisi dan dapat diterapkan dalam konteks nyata.

Program pelatihan Autodesk Inventor diselenggarakan di SMK Negeri 5 Surabaya dalam rentang waktu Agustus hingga September 2025. Pelaksanaan kegiatan dirancang dalam beberapa sesi pembelajaran yang tersusun secara sistematis, dimulai dari pengenalan lingkungan kerja perangkat lunak, kemudian berlanjut ke pembuatan model 3D, pengaturan ketelitian dimensi, hingga perancangan assembly. Selama kegiatan berlangsung, setiap sesi dibimbing oleh dosen sebagai narasumber utama dengan dukungan mahasiswa yang berperan sebagai asisten instruktur, sehingga peserta mendapatkan pendampingan secara intensif sepanjang proses pembelajaran.

Gambar 1. Keikutsertaan Siswa pada Kegiatan Pelatihan

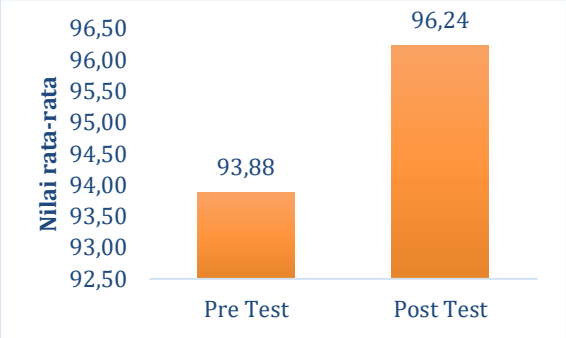


Gambar 2. Proses Kegiatan Pelatihan



Salah satu bentuk evaluasi yang diterapkan dalam kegiatan pelatihan ini dilakukan melalui perbandingan hasil pre-test dan post-test peserta. Tahap analisis diawali dengan penyajian statistik deskriptif yang divisualisasikan dalam bentuk diagram batang untuk memperlihatkan perbedaan capaian nilai sebelum dan setelah pelatihan. Berdasarkan data yang ditampilkan pada Bagan 2, rata-rata nilai post-test menunjukkan kenaikan sebesar 2,36% dibandingkan dengan nilai pre-test, yakni dari 93,88 menjadi 96,24. Hasil tersebut mengindikasikan adanya peningkatan tingkat pemahaman siswa SMK Negeri 5 Surabaya dalam penggunaan Autodesk Inventor setelah mengikuti rangkaian pelatihan.

Bagan 2. Nilai Rata-Rata Peserta Pelatihan



Meskipun memberikan gambaran awal, analisis statistik deskriptif belum cukup untuk menetapkan apakah perbedaan nilai pre-test dan post-test memiliki makna secara statistik. Oleh sebab itu, diperlukan penerapan analisis statistik inferensial guna menguji keberadaan perbedaan yang signifikan antara kedua skor tersebut. Dalam konteks data berpasangan yang berasal dari dua kelompok pengamatan, perbandingan dapat dilakukan menggunakan Wilcoxon Signed-Rank Test sebagai metode yang sesuai (Ohyver et al., 2019).

Wilcoxon Signed-Rank Test diterapkan sebagai alternatif analisis ketika data tidak memenuhi prasyarat statistik tertentu, khususnya terkait asumsi distribusi normal. Indikasi ketidakterpenuhan asumsi tersebut diperoleh dari hasil uji normalitas menggunakan metode Kolmogorov–Smirnov yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tes Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
Nilai *Pre-Test*	0,300	85	0,000
Nilai *Post-Test*	0,419	85	0,000

Mengacu pada informasi yang disajikan dalam Tabel 3, hasil pengujian menunjukkan bahwa data pre-test memiliki nilai statistik Kolmogorov–Smirnov (KS) sebesar 0,300 dengan p-value di bawah 0,05. Sementara itu, pengujian pada data post-test menghasilkan nilai KS sebesar 0,419 dengan p-value yang juga lebih kecil dari 0,05. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa kedua kelompok data tidak mengikuti distribusi normal. Penggunaan uji Kolmogorov–Smirnov dalam penelitian ini dipilih karena metode tersebut dinilai lebih sesuai untuk jumlah sampel yang relatif besar, yaitu lebih dari 40 responden (Biu et al., 2019). Dengan tidak terpenuhinya asumsi normalitas, penerapan uji parametrik seperti uji t berpasangan menjadi tidak tepat. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan pendekatan nonparametrik, yaitu Wilcoxon Signed-Rank Test, sebagai alternatif yang lebih sesuai dengan karakteristik data.

Tabel 4. Statistik Uji Wilcoxon Signed-Rank

Post Test – Pre Test	
Z	-2,262[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,024

b. Based on negative ranks

Ringkasan hasil pengujian Wilcoxon Signed-Rank Test ditampilkan pada Tabel 4. Informasi pada tabel tersebut menunjukkan nilai Z bertanda negatif, yang mengindikasikan bahwa capaian nilai sebelum pelatihan berada di bawah hasil setelah pelatihan. Dengan p-value sebesar 0,024 yang lebih kecil dari ambang signifikansi 0,05, dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara skor pre-test dan post-test bersifat signifikan secara statistik. Walaupun peningkatan rerata nilai yang terlihat pada Bagan 2 tidak terlalu besar, temuan ini menegaskan bahwa perubahan yang terjadi berlangsung secara konsisten dan terarah. Oleh karena itu, hasil pengujian memperlihatkan bahwa pelatihan Autodesk Inventor memberikan kontribusi yang nyata terhadap peningkatan hasil belajar peserta.

Selain pengukuran berbasis tes, evaluasi pelatihan juga dilakukan melalui penilaian terhadap proyek akhir yang dikerjakan oleh peserta. Dalam tahap ini, peserta diminta menyusun rancangan 3D menggunakan Autodesk Inventor sebagai bentuk penerapan langsung atas materi yang telah dipelajari. Penilaian proyek difokuskan pada kemampuan peserta dalam mengaplikasikan keterampilan teknis, mengembangkan kreativitas desain, serta menjaga ketelitian dan akurasi dimensi. Aspek yang digunakan sebagai dasar penilaian meliputi

kelengkapan model 3D, tingkat presisi ukuran, serta fungsi desain yang dihasilkan.

Usai mengikuti pelatihan Autodesk Inventor, siswa SMK Negeri 5 Surabaya diminta untuk mengisi instrumen survei kepuasan sebagai bagian dari proses evaluasi kegiatan. Kuesioner tersebut diisi oleh 85 peserta pelatihan. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa pelaksanaan program memperoleh respons yang sangat positif, dengan tingkat kepuasan tinggi terhadap berbagai aspek kegiatan, termasuk kesesuaian materi dengan kebutuhan peserta, mutu bahan ajar, serta kompetensi dan cara penyampaian narasumber.

Bagan 3. Hasil Kuesioner Kesesuaian Kegiatan dengan Kebutuhan Siswa



Data yang disajikan pada Bagan 3 menunjukkan bahwa mayoritas peserta, yakni sebesar 93,4%, menilai pelatihan yang diselenggarakan telah memenuhi kebutuhan kompetensi siswa Jurusan TFLM SMK Negeri 5 Surabaya. Temuan ini mengindikasikan bahwa tahap perancangan kegiatan, termasuk penentuan materi dan strategi pembelajaran yang digunakan, telah disesuaikan dengan karakteristik serta kebutuhan peserta. Sementara itu, proporsi responden yang menyatakan pelatihan hanya hampir sesuai atau kurang sesuai tergolong sangat kecil, sehingga ketidaksesuaian materi yang dirasakan oleh sebagian peserta tidak berdampak signifikan terhadap efektivitas pelaksanaan program secara keseluruhan.

Bagan 4. Hasil Kuesioner Kesesuaian Materi Pelatihan



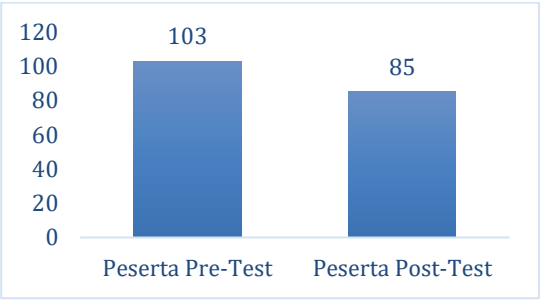
Berdasarkan informasi yang ditampilkan pada Bagan 4, sebesar 92,3% responden menyatakan bahwa materi pelatihan telah sejalan dengan sasaran kegiatan, terutama dalam mendukung penguasaan Autodesk Inventor. Tingginya tingkat penilaian tersebut menunjukkan bahwa penyusunan modul serta kedalaman materi yang disampaikan mampu mengakomodasi kebutuhan siswa, mulai dari pemahaman awal hingga pengembangan keterampilan yang bersifat praktis. Temuan ini sekaligus menegaskan bahwa materi pelatihan memiliki relevansi tinggi dan dapat diaplikasikan secara langsung dalam proses pembelajaran di lingkungan pendidikan kejuruan.

Bagan 5. Hasil Kuesioner Kualitas Penyampaian Narasumber



Berdasarkan data yang tersaji pada Bagan 5, proses penyampaian materi oleh narasumber bersama asisten instruktur memperoleh respons yang sangat positif dari peserta. Sebanyak 64,8% responden memberikan penilaian sangat baik, diikuti 29,7% yang menilai baik, sementara proporsi peserta yang menilai cukup berada pada kisaran sekitar 5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan pelatihan tidak semata-mata bergantung pada mutu materi yang disampaikan, tetapi juga dipengaruhi oleh cara penyampaian, kualitas interaksi selama kegiatan berlangsung, serta intensitas pendampingan teknis yang diterima oleh peserta.

Bagan 6. Perbandingan Jumlah Peserta *Pre-Test* dan *Post-Test*



Keterlibatan siswa selama pelaksanaan pelatihan Autodesk Inventor menunjukkan tingkat partisipasi yang relatif tinggi. Pada tahap awal kegiatan, sebanyak 103 peserta mengikuti pre-test sebagai sarana untuk mengidentifikasi pemahaman awal terkait penggunaan software CAD 3D. Setelah seluruh rangkaian pelatihan selesai, jumlah peserta yang mengikuti post-test tercatat sebanyak 85 siswa, atau setara dengan 82,5% dari jumlah awal. Berkurangnya jumlah peserta disebabkan oleh beberapa kendala, antara lain adanya kegiatan sekolah lain yang bersamaan serta keterbatasan waktu untuk mengikuti pelatihan secara penuh.

Kendati demikian, capaian tingkat keikutsertaan tersebut tetap mencerminkan partisipasi aktif siswa sepanjang proses pelatihan. Kondisi ini juga menunjukkan tingginya minat dan antusiasme peserta dalam mengikuti kegiatan hingga tahap evaluasi akhir.

5. Diskusi

Penerapan pelatihan software CAD 3D berbasis pendekatan partisipatif dan Project-Based Learning (PBL) terbukti mampu memperkuat kompetensi siswa SMK Negeri 5 Surabaya dalam penguasaan Autodesk Inventor. Melalui pendekatan partisipatif, peserta dilibatkan secara intensif dalam berbagai aktivitas pembelajaran, seperti diskusi, sesi tanya jawab, dan praktik langsung, sehingga siswa tidak sekadar menerima materi, tetapi turut berperan aktif dalam setiap tahapan proses belajar. Tingkat keterlibatan yang tinggi tersebut berdampak positif terhadap peningkatan motivasi belajar, pendalaman pemahaman konsep, serta rasa percaya diri siswa dalam mengoperasikan software CAD 3D Autodesk Inventor.

Temuan kuesioner kepuasan menunjukkan bahwa lebih dari 90% peserta menilai pelaksanaan kegiatan serta materi pelatihan telah sesuai dengan kebutuhan pengembangan kompetensi. Hasil ini selaras dengan temuan Bitu et al. (2024) yang menegaskan bahwa efektivitas pembelajaran meningkat ketika peserta dilibatkan secara aktif melalui diskusi, praktik langsung, dan interaksi dua arah. Ditinjau dari aspek keikutsertaan, persentase siswa yang mengikuti kegiatan hingga tahap post-test mencapai 82,5%, yang mencerminkan tingkat minat dan komitmen peserta yang cukup tinggi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa penerapan pendekatan partisipatif mampu menjaga keterlibatan siswa secara berkelanjutan sepanjang proses pembelajaran, meskipun dihadapkan pada berbagai kendala eksternal seperti keterbatasan waktu dan aktivitas lain di luar pelatihan.

Di sisi lain, penerapan Project-Based Learning (PBL) memberi ruang bagi peserta untuk memanfaatkan konsep dan fitur Autodesk Inventor secara kontekstual melalui pengerjaan proyek berbasis permasalahan nyata, seperti pembuatan komponen mesin maupun assembly sederhana. Tugas proyek tersebut mendorong peserta untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, menyelesaikan persoalan teknis, serta mengombinasikan berbagai fitur CAD secara terstruktur. Pendekatan ini menjadikan proses pembelajaran lebih bernilai karena peserta mampu mengaitkan materi yang dipelajari dengan tuntutan dan praktik yang berlaku di dunia industri.

Berdasarkan analisis kuantitatif, perbandingan hasil pre-test dan post-test menunjukkan adanya kenaikan nilai rata-rata sebesar 2,36%, dari 93,88 menjadi 96,24. Walaupun peningkatan tersebut tergolong tidak besar secara numerik, hasil Wilcoxon Signed-Rank Test mengonfirmasi adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor sebelum dan sesudah pelatihan ($Z = -2{,}262$; p-value = $0{,}024 < 0{,}05$). Temuan ini menegaskan bahwa pelatihan yang dirancang dengan mengintegrasikan pendekatan partisipatif dan Project-Based Learning (PBL) memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan pemahaman siswa. Hasil tersebut sejalan dengan temuan Fauzansyah et al. (2025) yang menyatakan bahwa efektivitas PBL terletak pada penempatannya terhadap siswa sebagai pusat pembelajaran melalui keterlibatan dalam proyek nyata yang relevan dengan bidang keahlian.

Efektivitas penerapan Project-Based Learning (PBL) dapat dilihat secara lebih komprehensif melalui hasil penilaian terhadap proyek akhir peserta. Fiqri et al. (2024) mengemukakan bahwa penggunaan PBL dalam pembelajaran gambar teknik dan manufaktur berkontribusi pada peningkatan capaian belajar serta keterampilan psikomotorik siswa SMK. Dalam pelatihan ini, penugasan proyek berupa pembuatan model 3D menggunakan Autodesk Inventor memberikan kesempatan bagi siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh ke dalam situasi yang menyerupai praktik nyata. Evaluasi proyek tidak hanya difokuskan pada penguasaan teknis perangkat lunak, tetapi juga mencakup kemampuan berpikir kritis, ketelitian, kreativitas dalam perancangan, serta akurasi dimensi dan fungsi model. Hasil pengerjaan proyek menunjukkan bahwa mayoritas siswa mampu menghasilkan model 3D yang lengkap dan presisi, yang menegaskan keberhasilan PBL dalam memperkuat keterampilan praktik sekaligus pemahaman yang bersifat aplikatif.

Walaupun pelaksanaan pelatihan Autodesk Inventor memberikan hasil yang menggembirakan, terdapat sejumlah keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam menafsirkan temuan penelitian ini. Waktu pelatihan yang relatif singkat membatasi pendalaman materi pada level lanjutan, termasuk penguasaan simulasi yang lebih kompleks maupun aspek optimasi desain. Di samping itu, tidak adanya kelompok kontrol menyebabkan peningkatan kompetensi siswa belum dapat dibandingkan secara

langsung dengan pendekatan pembelajaran lain atau metode konvensional. Perbedaan kemampuan awal peserta, baik yang dipengaruhi oleh latar belakang jurusan maupun pengalaman sebelumnya dalam menggunakan software CAD, juga berpotensi memengaruhi variasi capaian peningkatan pada masing-masing siswa.

Namun demikian, kesesuaian antara hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggabungan pendekatan partisipatif dan *Project-Based Learning* (PBL) tetap efektif dalam meningkatkan hasil belajar secara statistik serta memberikan dampak positif terhadap keterampilan praktik, kepuasan peserta, dan keberlanjutan partisipasi belajar pada pelatihan *Autodesk Inventor*.

Temuan penelitian ini memberikan implikasi praktis bagi berbagai pihak. Bagi sekolah, penerapan pembelajaran berbasis Project-Based Learning (PBL) yang disertai pendampingan intensif dapat dijadikan sebagai alternatif strategi pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan teknis siswa secara lebih aplikatif dan sesuai dengan tuntutan dunia industri. Sementara itu, bagi perguruan tinggi, pendekatan serupa dapat diadaptasi dalam pelaksanaan program pelatihan maupun kegiatan pengabdian kepada masyarakat, dengan penguatan pada aspek durasi pelaksanaan serta perancangan sistem evaluasi yang lebih menyeluruh pada kegiatan selanjutnya.

6. Kesimpulan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk pelatihan peningkatan penguasaan Autodesk Inventor bagi siswa SMK Negeri 5 Surabaya berjalan dengan lancar dan menunjukkan kontribusi positif terhadap pengembangan kompetensi peserta. Penerapan pendekatan partisipatif yang dipadukan dengan Project-Based Learning (PBL) mampu melibatkan siswa secara aktif sepanjang rangkaian kegiatan, mulai dari tahap perencanaan hingga penyelesaian proyek akhir. Pola pelaksanaan tersebut menjadikan proses pembelajaran lebih berorientasi pada praktik nyata dan selaras dengan konteks kebutuhan dunia kerja.

Hasil evaluasi mengindikasikan adanya peningkatan tingkat pemahaman peserta setelah pelaksanaan pelatihan. Peningkatan tersebut tercermin dari perolehan nilai rata-rata post-test yang lebih tinggi dibandingkan hasil pre-test. Temuan ini diperkuat oleh hasil Wilcoxon Signed-Rank Test yang menunjukkan perbedaan bermakna secara statistik, sehingga dapat disimpulkan bahwa pelatihan Autodesk Inventor memberikan pengaruh efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam mengoperasikan software CAD 3D.

Temuan dari survei kepuasan memperlihatkan bahwa pelaksanaan kegiatan memperoleh tanggapan yang sangat positif dari peserta. Mayoritas responden menyatakan bahwa materi pelatihan selaras dengan kebutuhan kompetensi keahlian, disampaikan secara komunikatif oleh narasumber, serta didukung oleh ketersediaan modul dan pendampingan yang memadai. Selain itu, tingkat keterlibatan peserta selama kegiatan juga tergolong tinggi, meskipun terjadi sedikit penurunan jumlah keikutsertaan pada tahap post-test yang dipengaruhi oleh faktor eksternal, seperti agenda sekolah lain dan keterbatasan waktu.

Secara umum, pelaksanaan program pelatihan ini mampu meningkatkan kemampuan siswa SMK Negeri 5 Surabaya dalam ranah desain dan manufaktur berbasis CAD 3D, khususnya dalam penggunaan Autodesk Inventor. Selain itu, kegiatan tersebut turut memberikan kontribusi nyata dalam memperkuat kesiapan lulusan SMK agar lebih adaptif dan kompetitif dalam memenuhi tuntutan dunia industri.

7. Persembahan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya atas bantuan dana yang diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Ibu guru SMK Negeri 5 Surabaya.

8. Referensi

Alvarez, M., Moron, A., Ferrandez, D., & Moron, C. (2025). Transforming architectural education: A teaching innovation approach using laser scanning and BIM. *INTED2025 Proceedings*, 5438–5444. doi:10.21125/inted.2025.1379

Barjuei, E. S., Capitanelli, A., Bertolucci, R., Courteille, E., Mastrogiovanni, F., & Maratea, M. (2024). Digital workflow for printability checking and prefabrication in robotic construction 3D printing based on artificial intelligence planning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 133*, 108254. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108254

Bitu, Y. S., Setiawi, A. P., Bili, F. G., Iriyani, S. A., Patty, N. S., Pgpaud, P. S., Loura, K., Sumba, K., Daya, B., & Timur, N. T. (2024). Pembelajaran interaktif: Meningkatkan keterlibatan dan

pemahaman siswa. *Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan, 5*(2), 193–198.

Biu, E. O., Nwakuya, M. T., & Wonu, N. (2019). Detection of non-normality in data sets and comparison between different normality tests. *Asian Journal of Probability and Statistics, 5*(4), 1–20.

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.

Fiqri, H., Indrawan, E., Refdinal, R., & Nabawi, R. A. (2024). Pengaruh model pembelajaran berbasis proyek terhadap hasil belajar pada mata pelajaran gambar teknik manufaktur kelas XII di SMK Semen Padang Universitas Negeri Padang. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik, 2*(1), 89–98.

Fricticarani, A., Nimpagaritse, S., Fauzansyah, T. A., Rahmadani, A. K., & Lelfita. (2025). Designing Android-based Smart Apps Creator learning media to improve critical thinking skills. *Journal of Educational Technology, 1*(2), 41–53.

Hakiki, M., Surjono, H. D., Fadli, R., Samala, A. D., & Eliza, F. (2024). Effectiveness of Android-based mobile learning in graphic design course for digital learning: The development research study. *International Journal of Information and Education Technology, 14*(4). https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.4.2083

Hidayati, A., Barr, F. D., & Sigit, K. N. (2021). Kesesuaian kompetensi lulusan SMK dengan kebutuhan dunia usaha dan industri. *Ekuitas: Jurnal Pendidikan Ekonomi, 9*(2), 284–292.

Mahmudah, F. N., & Santosa, B. (2021). Vocational school alignment based on industry needs. *JOVES (Journal of Vocational Education Studies), 4*(1), 36–45.

Malik, A. (2019). Creating competitive advantage through source basic capital strategic humanity in the industrial age 4.0. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science, 4*(1), 209–215.

Ningtyas, A. H. P., Ayunaning, K., Prambudiarto, B. A., Pahlawan, I. A., Maulana, I., Jufriyanto, M., & Hidayat. (2021). Implementasi penggunaan software Autodesk Inventor dalam meningkatkan kompetensi menggambar teknik pada pelajar kejuruan. *DedikasiMU (Journal of Community Service), 3*(2), 925–935.

Ohyver, M., Moniaga, V. J., Sungkawa, I., Subagyo, B. E., & Chandra, I. A. (2019). The comparison Firebase realtime database and MySQL database performance using Wilcoxon signed-rank test. In *Proceedings of the 4th International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCSCI)* (pp. 396–405). https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.231

Patt, A., Ruhose, J., Wiederhold, S., & Flores, M. (2021). International emigrant selection on occupational skills. *Journal of the European Economic Association, 19*(2), 1249–1298. https://doi.org/10.1093/jeea/jvaa032

Priambudi, P., Mahmudah, F. N., & Susatya, E. (2020). Pengelolaan kelas industri di sekolah menengah kejuruan. *Pendidikan Teknologi Kejuruan, 3*(2), 15–25.

Rahayu, S., Meirawan, D., Ghinaya, Z., & Gandra, M. (2025). Assessing workplace readiness of vocational school students for industry 5.0: A skills gap analysis. *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil, 7*(1), 28–36. https://doi.org/10.21831/jpts.v7i1.84543

Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Trisnawati, W., Sulistiyo, U., Haryanto, E., & Bashir, A. (2025). Systematic literature review: 21st-century English learning media utilizing augmented reality. *Vocational: Journal of Educational Technology, 1*(2), 63–73.

Walpole, R. E., Myers, R. H., & Myers, S. L. (2017). *Probability and statistics for engineers and scientists* (9th global ed.). Pearson.

Wulansari, S. (2021). Management of industrial work practices in improving student competence and satisfaction of the industrial as a partner vocational school. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia), 6*(2), 552–558.

Yu, H. (2024). Enhancing creative cognition through project-based learning: An in-depth scholarly exploration. *Heliyon, 10*(6), e27706. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27706

Yusanto, Y. (2019). Ragam pendekatan penelitian kualitatif. *Journal of Scientific Communication, 1*(1), 1–13.

Zaher, A. A., Hussain, G. A., & Altabbakh, H. (2023). An active learning approach for applying STEAMeD-based education in engineering programs. *International Journal of Engineering Pedagogy, 13*(3), 4–26.

© 2025 by the authors. Submitted for possible open accesspublication under the terms and conditions of the CreativeCommons Attribution Share Alike (CC BY SA) license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).