

Penguatan Kompetensi Manufaktur Digital Guru Melalui Pelatihan CAD Dan 3D Printing Berbasis Proyek Di SMKN 8 Palembang

Elfahmi Dwi Kurniawan^{1*}, M. Amri Santosa², Nopriyanti³,
Rudi Hermawan⁴, Romy Saputra⁵

^{1,2,3,4,5} Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya
Email: elfahmi_dwi_kurniawan@unsri.ac.id

Abstract

This study reports a community service program aimed at strengthening vocational teachers' competencies in digital manufacturing through a project-based CAD and 3D printing training at SMKN 8 Palembang. The intervention was structured into face-to-face sessions, guided hands-on practice, and sustained online mentoring. Program effectiveness was evaluated using the Kirkpatrick model at the levels of reaction, learning, and behavior. Data were collected through validated Likert-scale questionnaires, structured observation sheets, and performance-based assessments, and were analyzed using descriptive statistics and gain score analysis. The findings reveal a substantial improvement in participants' competencies, reflected in mean scores of 4.5 for digital literacy, 4.3 for CAD design skills, 4.2 for creativity, 4.1 for communication, and 4.1 for collaboration. Participants successfully developed 3D models, assemblies, technical drawings, and 3D-printed products using Autodesk Inventor. These results demonstrate that the program effectively enhances digital manufacturing competencies and supports the integration of technology-driven learning in vocational education, thereby improving teachers' readiness to address the evolving demands of Industry 4.0.

Keywords: CAD, 3D Printing, Digital Manufacturing, Project-Based Learning, Vocational Education.

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat kompetensi manufaktur digital guru produktif di SMKN 8 Palembang melalui pelatihan CAD dan 3D Printing berbasis proyek. Kegiatan dilaksanakan melalui tahapan pelatihan tatap muka, praktik terbimbing, dan pendampingan daring. Evaluasi dilakukan menggunakan model Kirkpatrick pada level reaksi, pembelajaran, dan perilaku. Instrumen yang digunakan meliputi angket skala Likert, lembar observasi, dan penilaian kinerja. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan perhitungan gain score untuk mengidentifikasi peningkatan kompetensi peserta. Hasil menunjukkan adanya peningkatan kompetensi yang signifikan, dengan nilai kecakapan digital mencapai 4,5, kemampuan desain CAD 4,3, kreativitas 4,2, komunikasi 4,1, dan kolaborasi 4,1. Peserta mampu menghasilkan model 3D, assembly, drawing, serta produk cetak 3D berbasis Autodesk Inventor. Program ini efektif dalam memperkuat pembelajaran vokasi berbasis digital manufacturing serta meningkatkan kesiapan guru dalam menghadapi tuntutan industri 4.0.

Kata Kunci: CAD, 3D Printing, Digital Manufacturing, Project-Based Learning, Pendidikan Vokasi

Pendahuluan

Arah perekonomian global saat ini telah bergeser dari ekonomi tradisional berbasis komoditas dan pekerjaan manual menuju ekonomi berbasis pengetahuan yang menekankan kualitas sumber daya manusia (Sajad et al., 2018). Pergeseran ini menuntut tenaga kerja yang tidak hanya memiliki keterampilan teknis, tetapi juga kemampuan berpikir kreatif, inovatif, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi terkini. Transisi tersebut ditandai dengan beralihnya pekerjaan rutin dan mekanis menjadi pekerjaan yang lebih kreatif dan inovatif (Realto & Yatin, 2020).

Dalam konteks pendidikan vokasi, perubahan ekonomi dan tuntutan industri ini menimbulkan implikasi langsung terhadap peran guru SMK, khususnya di bidang Teknologi dan Rekayasa. Guru SMK tidak lagi hanya berperan sebagai penyampai materi teknis, melainkan juga sebagai fasilitator pengembangan keterampilan desain dan kreativitas siswa agar siap menghadapi dunia industri yang kompetitif. Penguasaan teknologi seperti CAD (*Computer Aided Design*) dan 3D printing menjadi sangat penting untuk mendukung pembelajaran berbasis proyek dan desain yang relevan dengan kebutuhan industri. Penggunaan CAD juga dapat dianggap sebagai media pembelajaran karena hasil desainnya dapat dicetak menggunakan mesin 3D printing, sehingga pembelajaran menjadi lebih nyata dan kreatif (Dewi & Pardjono, 2017; Noviyanti et al., 2024; Wisnusuasono & Ngadiyono, 2024).

Model benda kerja yang dibuat menggunakan Autodesk Inventor memiliki representasi nyata dan parameter properti yang menyerupai benda asli (Gembarski, 2020). Optimalisasi pemanfaatan aplikasi ini dapat meningkatkan kreativitas guru dan siswa serta menghasilkan model produk nyata (Plappert et al., 2020). Secara umum, alur kerja pada Autodesk Inventor dimulai dari pembuatan Part, dirakit menjadi Assembly, ditampilkan melalui Drawing atau Presentation, dan selanjutnya dapat diproduksi menggunakan 3D printing.

Meskipun teknologi CAD dan 3D printing memiliki potensi besar, observasi awal di beberapa SMK di Kota Palembang menunjukkan pemanfaatannya masih belum optimal akibat keterbatasan penguasaan guru vokasi (Haerani et al., 2025). Padahal keterampilan menggunakan CAD saat ini merupakan salah satu keterampilan yang dibutuhkan oleh industri (Hu, 2020). Sementara itu pada era industri 4.0 terdapat kecenderungan ‘memindahkan’ lembaran kertas ke digital, dengan tujuan tidak hanya membuat gambar teknik, tetapi juga membuat model digital melalui aplikasi CAD (Pando Cerra et al., 2023). Fakta ini menjadi dasar pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat oleh tim Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP Universitas Sriwijaya. Kegiatan ini melibatkan dosen dan mahasiswa sebagai agen pendamping, didukung oleh kurikulum yang relevan seperti mata kuliah CAD/CAM (6 sks) dan Pengelolaan Kelas Digital (2 sks), untuk memberikan bekal teori dan praktik teknologi pendidikan kepada peserta.

Metode pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan pemberdayaan yang terdiri atas tahap persiapan, pelatihan, dan pendampingan berkelanjutan. Pada tahap persiapan disiapkan modul pelatihan, video tutorial, dan kelas digital sebagai infrastruktur pembelajaran hybrid (luring-daring). Pelatihan dilakukan melalui kombinasi tatap muka dan daring menggunakan metode demonstrasi, tutorial, dan pembelajaran terbimbing, dengan pendampingan oleh dosen dan mahasiswa saat praktik desain menggunakan Autodesk Inventor. Pendampingan lanjutan dilakukan secara daring melalui Google Classroom, Zoom, dan YouTube untuk memastikan peserta dapat belajar mandiri secara fleksibel.

Teknologi utama yang digunakan adalah Autodesk Inventor sebagai alat desain teknik dan 3D printing sebagai sarana produksi model fisik dari desain digital. Inovasi kegiatan mencakup penerapan pembelajaran hibrida serta integrasi platform digital untuk mendukung pelatihan dan pendampingan jarak jauh. Kegiatan ini ditujukan bagi 15–20 guru SMK di wilayah Palembang, dengan target luaran berupa peningkatan keterampilan guru dalam menggunakan Autodesk Inventor, tersusunnya media pembelajaran berupa gambar dan animasi model benda kerja, tersedianya modul pelatihan dan video tutorial, terwujudnya jejaring kolaboratif antara perguruan tinggi dan sekolah vokasi, serta tersusunnya laporan kegiatan dan artikel ilmiah sebagai bentuk diseminasi hasil.

Melalui pendekatan ini, diharapkan guru SMK mampu merancang media pembelajaran yang kontekstual dan relevan dengan kebutuhan industri, meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah vokasi, sekaligus memberikan pengalaman langsung bagi mahasiswa dalam pengabdian kepada masyarakat dan penerapan teknologi desain dalam konteks nyata. Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dalam kegiatan pengabdian ini sebagai berikut

(1) meningkatkan pengetahuan, kemampuan, dan keterampilan menggunakan aplikasi Autodesk Inventor bagi guru SMK, dan (2) meningkatkan kemampuan desain dan berpikir kreatif guru SMK melalui teknologi CAD dan 3d printing.

Metode Pengabdian

Khalayak sasaran dalam pengabdian ini adalah guru-guru Produktif SMK Negeri 8 Palembang. Kegiatan dilaksanakan selama 2 hari yaitu pada tanggal 7 dan 8 November 2025. Jumlah guru yang melibatkan dalam pelatihan ini berjumlah 15 orang guru. Pelatihan dilaksanakan secara luring dilakukan untuk memberi motivasi dan meningkatkan minat peserta untuk mempelajari materi, serta menjelaskan konsep dasar penggunaan aplikasi Autodesk Inventor dan 3D-Printing.

Metode yang akan digunakan dalam kegiatan ini adalah pemberdayaan. Kegiatan pemberdayaan ditujukan untuk meningkatkan keterampilan guru, sesuai potensi yang dimilikinya. Adapun langkah pelaksanaannya akan diuraikan sebagai berikut:

1. Persiapan (Perencanaan)
 - a. Perancangan materi pelatihan berupa modul dan video, serta menyiapkan kelas digital sebagai wadah interaksi peserta dan tim pengabdian.
 - b. Mempersiapkan mahasiswa agar dapat mendampingi peserta pelatihan. Mahasiswa terlebih dahulu diberi pelatihan singkat mengendai cara instalasi dan dasar penggunaan aplikasi Autodesk Inventor. Lokasi persiapan di Laboratorium Multimedia FKIP Unsri KM 5.
 - c. Pembuatan kelas digital, modul dan video tutorial yang dilalukan oleh dosen dan mahasiswa PSPTM.
2. Pelaksanaan pelatihan

Tahapan pada pelaksanaan kegiatan pelatihan adalah sebagai berikut.

 - a. Presentasi dan Tutorial

Metode ini digunakan untuk menyampaikan berbagai materi terkait pengenalan aplikasi CAD, pemanfaatan aplikasi CAD (*Computer Aided Design*) serta cara instalasi dan mendapatkan lisensi resmi dari Autodesk (*Education License*).

b. Pembelajaran Terbimbing

Pada tahap ini peserta akan diberi kesempatan untuk mempelajari dan mengerjakan contoh-contoh gambar pada modul cetak yang disediakan, kemudian tim PSPTM akan membimbing peserta untuk mengerjakannya. Tujuan kegiatan ini agar peserta dapat menguasai tools dan feature dasar pada Autodesk Inventor. Tahap a dan b dilakukan minimal selama 4 kali pertemuan.

c. Pendampingan

Pada tahap ini tim menyediakan kelas digital (Google Classroom, Whatsapp Group dan Youtube) agar peserta dapat mengakses materi dan video tutorial. Selanjutnya tim PSPTM juga menyediakan sarana Zoom untuk mendampingi peserta dalam proses pembuatan media pembelajaran hingga tuntas. Peserta dapat bertanya dan berkonsultasi melalui sarana digital yang disediakan

Rancangan Evaluasi

Evaluasi pelatihan menggunakan modifikasi dari model evaluasi Kirkpatrick yang meliputi (1) Reaction (reaksi), mengukur kepuasan dan respon peserta terhadap pelatihan melalui angket, (2) Learning (pembelajaran), mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta berdasarkan hasil tugas dan penilaian kinerja, dan (3) Behavior (perilaku) mengukur perubahan kemampuan peserta dalam mengaplikasikan CAD dan 3D Printing melalui hasil produk dan aktivitas selama pendampingan. Berdasarkan hasil evaluasi diharapkan dapat terlihat tingkat keberhasilan kegiatan pelatihan, baik dari segi persiapan, pelaksanaan serta keterlibatan mahasiswa. Tabel 1 merupakan rencana evaluasi pelaksanaan kegiatan PPM.

Tabel 1. Evaluasi Pelaksanaan Kegiatan PPM

No	Jenis Kegiatan	Instrumen Evaluasi
1.	Koordinasi dan persiapan surat kegiatan Pengabdian Masyarakat	Dokumentasi/Form
2.	Melakukan Need Assesment kepada peserta pelatihan	Google Form/Observasi
3.	Aktivitas pelatihan dan pembimbingan peserta pelatihan	Observasi
4.	Kegiatan Pelatihan	Dokumentasi/Angket
5.	Kegiatan Pendampingan <i>Lisensi Autodesk</i>	Dokumentasi/Angket
6.	Kegiatan Pembuatan Model CAD	Angket dan Penilaian Kinerja
7.	Produksi melalui 3D-Printer	Observasi dan penilaian kinerja

Instrumen dan Validitas

Instrumen evaluasi yang digunakan meliputi:

- Angket (kuesioner skala Likert 1–5) untuk mengukur aspek reaksi, persepsi, dan peningkatan kompetensi.
- Lembar observasi untuk menilai keterlibatan dan aktivitas peserta selama pelatihan.
- Penilaian kinerja (performance assessment) untuk mengukur kemampuan peserta dalam menghasilkan produk CAD dan 3D printing.

Validitas instrumen dilakukan melalui:

- Validitas isi (content validity) dengan melibatkan dua ahli di bidang

pendidikan teknik mesin dan pembelajaran vokasi.

- b. Uji reliabilitas menggunakan koefisien Cronbach Alpha dengan kriteria $\alpha > 0,70$ yang menunjukkan instrumen reliabel.

Adapun untuk mengukur kinerja keterlibatan sasaran digunakan metode observasi dengan indikator sebagai berikut.

<u>No.Indikator</u>
1. Keaktifan
2. Komunikasi
3. Kolaborasi
4. Kreatifitas
5. <i>Problem Solving</i>
6. Kecakapan Digital
<u>7. Kemampuan CAD</u>

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan:

- Statistik deskriptif (rata-rata, persentase, dan kategori skor) untuk menggambarkan tingkat pencapaian kompetensi peserta.
- Uji peningkatan (gain score sederhana) untuk melihat perubahan sebelum dan sesudah pelatihan.
- Interpretasi hasil mengacu pada skala kategori (sangat rendah hingga sangat tinggi) untuk memperjelas tingkat keberhasilan program.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengabdian

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada pelatihan CAD dan 3D Printing bagi guru produktif di SMKN 8 Palembang menghasilkan capaian yang sangat signifikan terhadap peningkatan kompetensi guru, khususnya dalam mendukung pembelajaran berbasis digital manufacturing. Kegiatan ini dilaksanakan melalui beberapa metode, yaitu presentasi, demonstrasi, diskusi, pelatihan luring, serta pendampingan daring. Seluruh metode tersebut berjalan terpadu dan saling melengkapi sehingga mampu meningkatkan hard skills guru secara terstruktur.

Kegiatan dimulai dengan tahap sosialisasi kepada pihak sekolah untuk menyampaikan tujuan, ruang lingkup, serta rencana teknis pelaksanaan program. Pada tahap ini tim pengabdian melakukan komunikasi dan observasi langsung terhadap kondisi laboratorium, ketersediaan komputer, serta kesiapan 3D printer yang dimiliki sekolah. Dari hasil observasi diketahui bahwa beberapa guru telah mengenal CAD secara dasar, namun belum memanfaatkan aplikasi secara optimal, terutama dalam pembuatan model tiga dimensi, perakitan (assembly), animasi, maupun integrasi dengan teknologi 3D printing. Temuan tersebut sekaligus menjadi dasar penyusunan materi pelatihan yang lebih kontekstual dan relevan.

Pelatihan luring kemudian dilaksanakan di laboratorium komputer SMKN 8 Palembang. Pada sesi presentasi, peserta diperkenalkan pada konsep digital manufacturing, peran CAD dalam pendidikan vokasi, dan perkembangan teknologi 3D printing dalam industri modern. Penyampaian materi dilakukan secara bertahap dengan menyertakan contoh aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan guru produktif, khususnya pada mata pelajaran gambar teknik, mekanika, dan mata pelajaran permesinan.

Pada sesi demonstrasi, pelatih memperlihatkan langkah demi langkah penggunaan perangkat lunak Autodesk Inventor, mulai dari instalasi, pengaturan lisensi pendidikan, hingga penggunaan fitur-fitur dasar seperti pembuatan sketsa, pengaturan ukuran, penerapan *constraint*, serta pemodelan awal menggunakan fitur *extrude*, *revolve*, dan *fillet*. Guru dengan cepat menunjukkan ketertarikan yang tinggi, terlihat dari banyaknya pertanyaan serta partisipasi aktif saat mencoba mengikuti langkah-langkah demonstrasi secara mandiri pada komputer masing-masing.



Gambar 1. Peserta mendesain produk yang akan dicetak

Selama kegiatan praktikum luring, guru dibimbing untuk membuat beberapa model dasar sesuai jobsheet yang disiapkan oleh tim. Melalui pendampingan langsung, guru yang awalnya belum terbiasa menggunakan fitur pemodelan 3D akhirnya mampu mengembangkan bentuk-bentuk yang lebih kompleks. Proses ini tidak hanya meningkatkan pemahaman teknis, tetapi juga memunculkan ide-ide kreatif untuk mengintegrasikan CAD ke dalam pembelajaran sehari-hari.

Setelah pelatihan luring selesai, kegiatan dilanjutkan dengan pendampingan daring melalui platform Google Classroom, WhatsApp Group, dan Zoom Meeting. Pendampingan daring memberikan ruang bagi guru untuk mempelajari kembali materi-materi yang belum dikuasai dan berkonsultasi mengenai kendala teknis yang ditemui saat mengerjakan latihan secara mandiri. Beberapa peserta bahkan mengirimkan rancangan objek mereka sendiri untuk mendapatkan masukan, seperti model pulley sederhana, bracket mesin, dan komponen berbentuk geometri kompleks. Materi tambahan berupa video tutorial diakses oleh peserta dengan antusias sehingga proses belajar tetap berjalan meskipun tidak tatap muka.



Gambar 2. Peserta mencetak produk di Mesin 3D Printing

Tahap berikutnya adalah implementasi teknologi 3D printing. Pada tahap ini guru dibimbing untuk mengeksport model CAD ke format STL, melakukan penyusunan parameter *slicing* menggunakan aplikasi Cura, serta menyesuaikan pengaturan printer seperti kecepatan, suhu nozzle, jumlah *infill*, dan ketebalan layer. Hampir seluruh peserta berhasil mencetak minimal satu objek hasil desain mereka sendiri. Proses pencetakan ini memberikan pengalaman nyata kepada guru mengenai alur produksi digital, mulai dari desain virtual hingga menjadi produk fisik. Hal tersebut menjadi aspek penting untuk mempersiapkan peserta dalam memanfaatkan teknologi serupa dalam pembelajaran siswa di kelas.



Gambar 3. Hasil 3D Printing

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan memberikan dampak yang sangat positif. Mayoritas guru mengaku keterampilan mereka dalam menggunakan Autodesk Inventor meningkat secara signifikan. Mereka mulai memahami bagaimana menyusun gambar kerja, membuat *assembly*, menambahkan anotasi, hingga mempresentasikan model secara visual melalui animasi. Selain itu, terdapat peningkatan kemampuan guru dalam membuat media ajar berbasis model 3D sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami oleh siswa. Pelaksanaan pelatihan CAD dan 3D Printing bagi 15 guru produktif SMKN 8 Palembang memberikan hasil yang sangat positif terhadap peningkatan hard skills dan kompetensi digital peserta. Setelah rangkaian pelatihan luring, demonstrasi, praktik terbimbing, serta pendampingan daring, dilakukan evaluasi terhadap perkembangan peserta melalui tujuh aspek utama, yaitu: **keaktifan, komunikasi, kolaborasi, kreativitas, problem solving, kecakapan digital, dan kemampuan CAD.**

Evaluasi dilakukan menggunakan skala 1–5, di mana: 1 = sangat rendah, 2 = rendah, 3 = cukup, 4 = baik, dan 5 = sangat baik. Hasil evaluasi berikut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta berada pada kategori **baik hingga sangat baik**, terutama pada aspek kecakapan digital dan kemampuan CAD, setelah mengikuti seluruh rangkaian kegiatan.

Tabel Evaluasi Peserta Pelatihan (15 Guru)

No	Aspek Evaluasi	Rata-Rata Nilai (1–5)	Kategori
1	Keaktifan	4.3	Baik
2	Komunikasi	4.1	Baik
3	Kolaborasi	4.4	Baik–Sangat Baik
4	Kreativitas	4.2	Baik
5	Problem Solving	4.0	Baik
6	Kecakapan Digital	4.5	Sangat Baik
7	Kemampuan CAD	4.3	Baik

Berdasarkan hasil evaluasi, ditemukan bahwa **keaktifan peserta** berada pada kategori baik, ditunjukkan melalui antusiasme berdiskusi dan bertanya selama sesi demonstrasi maupun pendampingan daring. Peserta aktif mencoba fitur-fitur baru Autodesk Inventor serta memberikan umpan balik terhadap materi yang diberikan. Keaktifan ini berpengaruh langsung terhadap peningkatan pemahaman teknis peserta dalam waktu singkat.

1. Pada aspek komunikasi, rata-rata nilai 4.1 menunjukkan bahwa peserta mampu berkomunikasi dengan baik baik secara langsung maupun melalui diskusi online. Banyak peserta yang menyampaikan kendala desain, mengirimkan file model, serta berkonsultasi mengenai langkah perbaikan model 3D mereka.
2. Aspek kolaborasi memperoleh nilai 4.4, yang merupakan salah satu skor tertinggi. Hal ini terlihat saat peserta saling membantu dalam proses instalasi software, menyelesaikan jobsheet, serta melakukan troubleshooting selama praktik 3D printing. Pendekatan kolaboratif ini menjadi kekuatan utama dalam pelatihan karena mempercepat adaptasi peserta terhadap teknologi baru.
3. Pada aspek kreativitas, guru mampu mengembangkan model 3D di luar contoh yang diberikan, seperti membuat varian komponen sederhana, dudukan komponen, dan bentuk-bentuk geometri kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan tidak hanya bersifat reproduktif, tetapi juga mendorong eksplorasi ide.
4. Kemampuan problem solving peserta juga meningkat, terutama ketika berhadapan dengan error pada fitur assembly, kendala dimensi yang tidak sesuai, maupun kegagalan pencetakan 3D. Nilai rata-rata 4.0 menunjukkan bahwa peserta dapat mengidentifikasi sumber masalah dan mencari solusi dengan bimbingan minimal.
5. Aspek kecakapan digital merupakan nilai tertinggi dengan rata-rata 4.5. Guru mampu mengoperasikan platform digital seperti Google Classroom, Zoom, hingga aplikasi slicing Cura, serta memahami alur kerja digital manufacturing secara utuh.
6. Sementara itu, kemampuan CAD memperoleh nilai rata-rata 4.3. Pada akhir pelatihan, seluruh peserta mampu membuat minimal dua model 3D, melakukan assembly, menghasilkan gambar kerja, dan menyiapkan file STL untuk dicetak. Ini menunjukkan peningkatan keterampilan yang signifikan dari sebelum pelatihan, di mana sebagian peserta hanya memahami gambar teknik 2D.

Secara keseluruhan, data evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan ini tidak hanya meningkatkan kemampuan teknis peserta, tetapi juga keterampilan soft skills

seperti kolaborasi, komunikasi, dan problem solving. Kombinasi metode presentasi, demonstrasi, praktik langsung, serta pendampingan daring menjadi faktor kunci keberhasilan program ini.

Dengan adanya peningkatan ini, guru produktif SMKN 8 Palembang kini lebih siap mengintegrasikan Autodesk Inventor dan teknologi 3D printing ke dalam pembelajaran siswa, serta menghasilkan media ajar berbasis digital manufacturing yang lebih menarik, efektif, dan relevan dengan kebutuhan industri masa kini.

Pembahasan

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan CAD dan 3D Printing bagi guru produktif SMKN 8 Palembang memberikan gambaran bahwa kompetensi guru dalam bidang teknologi desain dan manufaktur digital dapat ditingkatkan secara signifikan melalui pendekatan pelatihan berbasis praktik langsung dan pendampingan berkelanjutan. Kegiatan berhasil meningkatkan kemampuan dan keterampilan peserta pelatihan dalam melakukan instalasi, membuat model 3D dan menggunakan mesin 3D printing dengan baik (Andriyansyah et al., 2023) serta bisa meningkatkan minat peserta di bidang digital manufacturing (Yusuf et al., 2024).

Pembahasan ini difokuskan pada efektivitas metode pelatihan, perubahan kompetensi peserta, serta bagaimana integrasi CAD dan 3D printing berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran di lingkungan SMK.

Pelatihan yang diawali dengan sosialisasi dan observasi kondisi sekolah memungkinkan tim untuk mendapatkan gambaran awal mengenai kesiapan peserta serta fasilitas yang tersedia. Fakta bahwa sebagian besar guru memiliki pengalaman dasar dalam gambar teknik namun belum familiar dengan pemodelan 3D menjadi landasan penting dalam penyusunan materi. Dengan demikian, pendekatan yang digunakan pada pelatihan dirancang bertahap, dimulai dari penguasaan fitur dasar Autodesk Inventor hingga penerapan lanjutan seperti pembuatan drawing, assembly, serta persiapan file untuk 3D printing.

Metode pelatihan yang menggabungkan presentasi, demonstrasi, diskusi, dan praktik langsung terbukti sangat efektif. Guru tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga terlibat aktif mencoba langkah-langkah yang didemonstrasikan. Proses ini membantu peserta memahami konsep CAD secara langsung melalui pengalaman praktik. Keterlibatan peserta yang tinggi dibuktikan oleh nilai evaluasi aspek **Keaktifan** yang mencapai 4.3, menunjukkan respon positif dan kesiapan peserta dalam menyerap materi baru.

Aspek **Komunikasi** juga mengalami peningkatan yang signifikan, terlihat dari intensitas peserta dalam bertanya, berdiskusi, dan memberikan umpan balik selama sesi pelatihan maupun pendampingan daring. Nilai rata-rata 4.1 menggambarkan bahwa interaksi dua arah berjalan efektif, yang berdampak pada peningkatan kecepatan pemahaman materi peserta. Pada sisi lain, kolaborasi antarpeserta yang berada pada kategori tinggi (nilai 4.4) menunjukkan bahwa proses belajar tidak berjalan secara individual, melainkan disertai kerja sama dalam menyelesaikan tugas desain maupun mengatasi kendala teknis.

Kreativitas guru berkembang selama pelatihan, terutama ketika diberi kesempatan membuat model 3D di luar jobsheet yang disediakan. Peningkatan kreativitas ini tercermin dari nilai 4.2 pada aspek tersebut. Kreativitas menjadi aspek penting dalam pembelajaran di SMK, karena guru dituntut tidak hanya menguasai kompetensi teknis, tetapi juga mampu merancang media ajar inovatif yang mudah dipahami siswa. Beberapa peserta bahkan mampu menghasilkan

model benda kerja yang dapat langsung digunakan sebagai media pembelajaran, seperti mini bracket, model wheel sederhana, serta komponen geometri yang relevan dengan mata pelajaran produktif.

Kemampuan peserta dalam **problem solving** juga meningkat, khususnya ketika menghadapi kendala selama proses pemodelan maupun pencetakan 3D. Peserta pada awalnya sering mengalami error pada constraint, kesalahan dimensi, maupun kegagalan cetak. Namun seiring berjalannya pelatihan, peserta mampu menemukan solusi dengan lebih mandiri serta memanfaatkan sesi diskusi daring untuk mendapatkan panduan teknis. Nilai 4.0 pada aspek ini menegaskan bahwa pelatihan telah membantu peserta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam menyelesaikan permasalahan teknis.

Peningkatan paling menonjol terlihat pada aspek **kecakapan digital**, yang memperoleh nilai tertinggi yaitu 4.5. Pelatihan bisa meningkatkan keterampilan peserta pelatihan (Arifin et al., 2025). Hal ini ditunjukkan bahwa peserta sudah mampu mengoperasikan aplikasi digital seperti Google Classroom, Zoom, YouTube tutorial, dan software slicing untuk 3D printing. Kemampuan ini menjadi bekal penting bagi guru untuk melaksanakan pembelajaran yang selaras dengan perubahan kurikulum pendidikan vokasi yang menekankan literasi digital.

Selanjutnya, kemampuan inti yang menjadi fokus kegiatan yakni **kemampuan CAD** menunjukkan peningkatan signifikan dengan rata-rata nilai 4.3. Sebagian besar peserta yang sebelumnya hanya terbiasa menggunakan aplikasi gambar 2D kini telah mampu membuat model 3D lengkap, menyusun assembly, membuat lembar kerja, serta menghasilkan file CAD yang siap dicetak menggunakan 3D printer. Hal ini membuktikan bahwa pelatihan mampu memberikan dampak langsung terhadap peningkatan kompetensi produktif guru.

Keterlibatan peserta dalam penerapan teknologi 3D printing juga memberikan pemahaman praktis terhadap alur digital manufacturing, mulai dari desain virtual hingga produk fisik. Ini merupakan pengalaman baru bagi sebagian besar guru yang selama ini hanya mengajar materi pemesinan konvensional. Kemampuan untuk menghasilkan objek 3D secara mandiri memberikan potensi besar bagi sekolah untuk mengembangkan proyek Teaching Factory, membuat model pembelajaran, hingga memproduksi souvenir berbasis potensi lokal.

Secara keseluruhan, pembahasan hasil menunjukkan bahwa pelatihan CAD dan 3D printing tidak hanya meningkatkan kompetensi teknis guru, tetapi juga kompetensi pendukung seperti komunikasi, kolaborasi, kreativitas, dan pemecahan masalah. Kombinasi pelatihan luring dan pendampingan daring terbukti mampu menjembatani kesenjangan kompetensi dan memfasilitasi proses pembelajaran yang mandiri, fleksibel, dan efektif. Program ini berperan penting dalam mendukung penguatan kapasitas guru SMK agar lebih siap menghadapi tantangan pembelajaran era industri 4.0 dan mampu mengintegrasikan teknologi digital ke dalam proses pembelajaran di kelas (Finali & Wahid, 2025).

Rencana Tindak Lanjut

Berdasarkan hasil pelaksanaan pelatihan CAD dan 3D Printing serta evaluasi kemampuan peserta, tim pengabdian merumuskan beberapa rencana tindak lanjut untuk memastikan keberlanjutan program dan peningkatan kapasitas guru produktif SMKN 8 Palembang. Rencana tindak lanjut ini disusun agar kompetensi yang telah diperoleh tidak berhenti pada tahap pelatihan, melainkan terus berkembang dan terintegrasi dalam proses pembelajaran di sekolah.

1. Pertama, tim akan melakukan pendampingan lanjutan secara berkala melalui

media komunikasi daring seperti WhatsApp Group dan Google Classroom. Pendampingan ini ditujukan untuk membantu guru ketika menghadapi kendala teknis dalam pemodelan CAD, proses slicing, atau penggunaan 3D printer. Dengan pendampingan ini, guru tetap memiliki akses konsultasi yang cepat, sehingga proses implementasi di kelas dapat berjalan lebih lancar.

2. Kedua, tim mendorong guru untuk mulai mengintegrasikan hasil pelatihan ke dalam RPP, modul ajar, dan praktik pembelajaran di kelas. Guru diharapkan mampu memanfaatkan model 3D, animasi assembly, dan produk hasil cetak 3D sebagai media pembelajaran yang lebih interaktif. Dalam jangka panjang, sekolah diharapkan dapat membuat bank model CAD yang dapat digunakan lintas mata pelajaran produktif.
3. Ketiga, akan dilakukan rencana penyelenggaraan pelatihan lanjutan pada tingkat intermediate, khususnya pada materi CAM, simulasi CNC, serta pemodelan yang lebih kompleks menggunakan Autodesk Inventor. Pelatihan lanjutan ini penting agar guru semakin kompeten dan dapat mengikuti kebutuhan industri manufaktur yang terus berkembang.
4. Keempat, sekolah akan difasilitasi untuk mengembangkan Teaching Factory berbasis desain dan additive manufacturing, sehingga siswa dapat terlibat dalam proses produksi sederhana seperti pembuatan souvenir sekolah, komponen praktikum, atau produk inovatif berbasis potensi lokal. Upaya ini tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran, tetapi juga membuka peluang sekolah untuk menambah sumber pendapatan melalui unit produksi.

Akhirnya, tim pengabdian merencanakan penyusunan laporan dampak pembelajaran (lesson learned) dalam enam bulan ke depan untuk meninjau sejauh mana hasil pelatihan telah diterapkan dalam proses belajar mengajar. Hasil monitoring ini nantinya dapat menjadi dasar untuk meningkatkan kualitas kegiatan pengabdian serupa di masa mendatang.

Dengan rencana tindak lanjut ini, program pelatihan CAD dan 3D Printing tidak hanya berhenti pada transfer pengetahuan sesaat, tetapi benar-benar menjadi upaya berkelanjutan untuk meningkatkan kapasitas guru, memperkuat pembelajaran berbasis teknologi, dan mendukung transformasi pendidikan vokasi menuju era digital manufacturing.

Simpulan

Pelatihan dan pendampingan aplikasi CAD dan 3D Printing bagi guru produktif SMKN 8 Palembang terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi digital dan kemampuan desain peserta. Guru mengalami peningkatan signifikan pada aspek kecakapan digital, kreativitas, problem solving, serta kemampuan menggunakan Autodesk Inventor hingga menghasilkan model 3D dan produk cetak 3D. Metode pelatihan yang menggabungkan demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan daring memberikan dampak positif terhadap penguasaan teknologi desain dan manufaktur digital. Kontribusi utama kegiatan ini adalah model pelatihan integratif yang menggabungkan desain digital menggunakan Autodesk Inventor dengan praktik manufaktur melalui 3D printing dalam kerangka Project-Based Learning. Secara strategis, model ini berpotensi mendukung peningkatan kualitas pembelajaran vokasi dan pengembangan Teaching Factory. Namun, keterbatasan jumlah peserta dan durasi pelatihan yang singkat menunjukkan perlunya pengembangan program lanjutan serta evaluasi jangka panjang untuk mengukur dampak terhadap praktik pembelajaran di kelas.

Ucapan Terima Kasih

Publikasi artikel ini dibiayai oleh Anggaran Universitas Sriwijaya tahun 2025, sesuai dengan SK Rektor Nomor: 0014/UN9/SK.LPPM.PM/2025 tanggal 17 September 2025

Daftar Pustaka

- Andriyansyah, D., Hermawan, M. V., Supriyanto, A., Margono, M., Raharjo, E. B., Tiarno, I. W., & Pambudi, F. T. (2023). Printing Untuk Guru Smk Bhinneka Karya Surakarta Training of Basic 3D Printing for Teachers of Bhinneka Karya Vocational School Surakarta. *Jurnal Abdi Masya*, 4, 1–10.
- Arifin, M., Muhammad Hadi Widanto, & Muhamad Jayadi. (2025). Pelatihan Dasar 3D Printing Untuk Peningkatan Pengetahuan Dan Keterampilan Guru SMK Penerbangan Gutama Jakarta. *Jurnal Bakti Dirgantara*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.35968/a4sa2m49>
- Dewi, R. S. D., & Pardjono, P. (2017). Peningkatan Penguasaan Fitur Cad Inventor Melalui Penerapan Metode Problem Solving Di Smk N 2 Depok. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 5, 151–160. <http://journal.student.uny.ac.id/ojs/ojs/index.php/mesin/article/view/71104/0>
- Finali, A., & Wahid, M. A. (2025). Pelatihan 3D Print FDM Untuk Teaching Factory Di SMK Dian Kirana Sragen. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat UBJ*, 8(1), 13–22. <https://doi.org/10.31599/2sxtj039>
- Gembarski, P. C. (2020). Three Ways of Integrating Computer-Aided Design and Knowledge-Based Engineering. *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference, 1*, 1255–1264. <https://doi.org/10.1017/dsd.2020.313>
- Haerani, R., Farida, R. D. M., & Subali, D. (2025). Pendampingan Keterampilan Guru SMK Melalui Pelatihan Computer Aided Design Untuk Meningkatkan Kemampuan Aspek Soft Skill. *ABDIMAS : Mahakam Journal*, 9(01), 185–194.
- Hu, L. (2020). Application of AutoCAD's 3D Modeling Function in Industrial Modeling Design. *Computer-Aided Design and Applications*, 18(S1), 33–42. <https://doi.org/10.14733/cadaps.2021.S1.33-42>
- Noviyanti, A. A., Saldi, Z. S., Prakasa, D. Y., Santana, F. C., & Akbar, M. F. S. (2024). Enhancing entrepreneurship project-based learning for vocational schools with human-centered design and 3D printing. *SPEKTA (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat : Teknologi Dan Aplikasi)*, 5(2), 225–243. <https://doi.org/10.12928/spekta.v5i2.9432>
- Pando Cerra, F., Cattaneo, C., & Antonietti, A. (2023). Integrating 3D Printing into Technical Education to Foster Creativity and Innovation. *Journal of Industrial Education*, 21(3), 201–215. <https://doi.org/10.1108/JIE-05-2022-0045>
- Plappert, S., Hoppe, L., Gembarski, P. C., & Lachmayer, R. (2020). Application of Knowledge-Based Engineering for Teaching Design Knowledge to Design Student. *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference*, 1795–1804. <https://doi.org/10.1017/dsd.2020.300>

- Realto, B., & Yatin, N. (2020). Relevansi Kurikulum Cad Smk Bidang Keahlian Teknik Pemesinan Dengan Kebutuhan Dunia Usaha Dan Industri. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, Volume 5 N(April)*, 51–56. <https://journal.uny.ac.id/index.php/dynamika/issue/view/1843>
- Sajad, B., Fattahi, M., & Azimi, N. A. (2018). The Impact of Knowledge-Based Economy on Growth. *Department of Economics of Science and Technology, 10*, 1168–1182.
- Wisnusuasono, B. D., & Ngadiyono, Y. (2024). Pengembangan E-Modul 3D Printing Mata Kuliah CAD 3D di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Development of 3D Printing E-Modules for 3D CAD Courses in the Department of Mechanical Engineering. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin (JPVTM), 12(1)*, 11–21. <https://journal.uny.ac.id/publications/jvemtech/article/view/571>
- Yusuf, A., Soemowidagdo, A. L., Surahmanto, F., Setyawan, J. T., & Wulida, S. N. (2024). Pelatihan Pembuatan Pola Menggunakan 3D Printing Untuk Praktikum Pengecoran Di Smk Muhammadiyah 1 Bantul. *As-Sidanah : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 6(2)*, 302–316. <https://doi.org/10.35316/assidanah.v6i2.302-316> *Mesin (JPVTM), 12(1)*, 11–21. <https://journal.uny.ac.id/publications/jvemtech/article/view/571>

