**JURPIKAT (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)**
**Vol. 7 No. 4 (2026) pp. 2629-2641**
**https://jurnal.politeknik-kebumen.ac.id/index.php/jurpikat**
**p-ISSN : 2746-0398 e-ISSN : 2746-038X**

# Penguatan Kompetensi *Additive Manufacturing* melalui Pelatihan SolidWorks dan 3D *Printing*

Kholis Nur Faizin[1*], Pradhana Kurniawan[2], Dhovan Ilhamdan Prima[3], Nanang Romandoni[4], Prayogo Arie Bowo[5], Lailatul Sakdiyah[6]
[1-6]Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik Negeri Madiun, Indonesia, 63133

E-mail:* kholis@pnm.ac.id
Doi : https://doi.org/10.37339/jurpikat.v7i4.3369

**Info Artikel:**
Diterima :
2026-07-28

Diperbaiki :
2026-10-01

Disetujui :
**2026-10-01**

**Kata Kunci:** Kompetensi, Additive Manufacturing, Pelatihan, Solidworks, 3D *Printing*

**Abstrak:** Perkembangan teknologi manufaktur digital menuntut lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki kompetensi di bidang *Computer Aided Design* (CAD) dan *additive manufacturing*. Namun, pemanfaatan perangkat lunak SolidWorks dan teknologi 3D *printing* di sekolah masih terbatas sehingga diperlukan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi siswa. Program pengabdian masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa Jurusan Teknik Kendaraan Ringan (TKR) dan Manufaktur SMK YP 17-1 Kota Madiun dalam mendesain model tiga dimensi menggunakan SolidWorks dan mencetaknya dengan teknologi 3D *printing*. Kegiatan dilaksanakan melalui penyampaian materi, demonstrasi, praktik, dan evaluasi yang mencakup desain 2D, pemodelan 3D, pengaturan parameter pencetakan menggunakan Ultimaker Cura, serta proses pencetakan. Hasil evaluasi menunjukkan nilai rata-rata peserta meningkat dari 57,57 menjadi 71,87 atau naik 24,84%. Selain itu, peserta mampu menghasilkan model dan produk cetak sesuai rancangan. Program ini efektif meningkatkan kompetensi dasar CAD dan 3D *printing* sebagai bekal menghadapi kebutuhan industri manufaktur digital.

***Abstract:*** *The development of digital manufacturing technology requires Vocational High School (SMK) graduates to have competencies in Computer Aided Design (CAD) and additive manufacturing. However, the use of SolidWorks software and 3D printing technology in schools is still limited, so training is needed to improve student competencies. This community service program aims to improve the knowledge and skills of students*

*majoring in Light Vehicle Engineering (TKR) and Manufacturing at SMK YP 17-1 Madiun City in designing three-dimensional models using SolidWorks and printing them with 3D printing technology. The activities were carried out through material delivery, demonstrations, practices, and evaluations covering 2D design, 3D modeling, setting printing parameters using Ultimaker Cura, and the printing process. The evaluation results showed that the average score of participants increased from 57.57 to 71.87 or an increase of 24.84%. In addition, participants were able to produce models and printed products according to the design. This program effectively improves basic competencies in CAD and 3D printing as provisions to face the needs of the digital manufacturing industry.*

**Keywords:** *Competence, Additive Manufacturing, Training, Solidworks, 3d Printing*

## Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah mendorong transformasi proses desain dan manufaktur pada berbagai sektor industri, khususnya industri otomotif dan manufaktur (Matt dkk., 2023). Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah CAD yang dikombinasikan dengan *Additive Manufacturing* (3D *Printing*). Integrasi kedua teknologi tersebut memungkinkan proses perancangan produk, visualisasi, simulasi, hingga pembuatan prototipe dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan efisien (Vido dkk., 2024). Teknologi 3D *printing* juga berperan penting dalam mendukung konsep rapid *prototyping* sehingga mampu mempercepat proses pengembangan produk sebelum diproduksi secara massal (Totuk dkk., 2025).

Penerapan CAD dan 3D *printing* menjadi salah satu kompetensi yang dibutuhkan pada era Industri 4.0, terutama bagi lulusan pendidikan vokasi. Oleh karena itu, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dituntut untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya menguasai teori, tetapi juga memiliki keterampilan praktis sesuai dengan kebutuhan dunia usaha dan dunia industri (DUDI). Penguasaan perangkat lunak SolidWorks sebagai aplikasi CAD dan kemampuan mengoperasikan printer 3D menjadi kompetensi yang semakin sering dibutuhkan pada bidang otomotif dan manufaktur (Setiyawan dkk., 2025).

Jurusan TKR dan Manufaktur merupakan program keahlian yang memiliki keterkaitan erat dengan proses perancangan komponen mekanik. Namun demikian, berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan pihak SMK YP 17-1 Kota Madiun, pembelajaran desain dengan *software* CAD masih didominasi oleh gambar teknik secara manual, sedangkan implementasi hasil desain menjadi produk nyata menggunakan teknologi 3D *printing* belum dilaksanakan secara optimal. Kondisi

tersebut menyebabkan siswa belum memperoleh pengalaman yang utuh mengenai alur pengembangan produk mulai dari tahap desain digital hingga proses manufaktur.

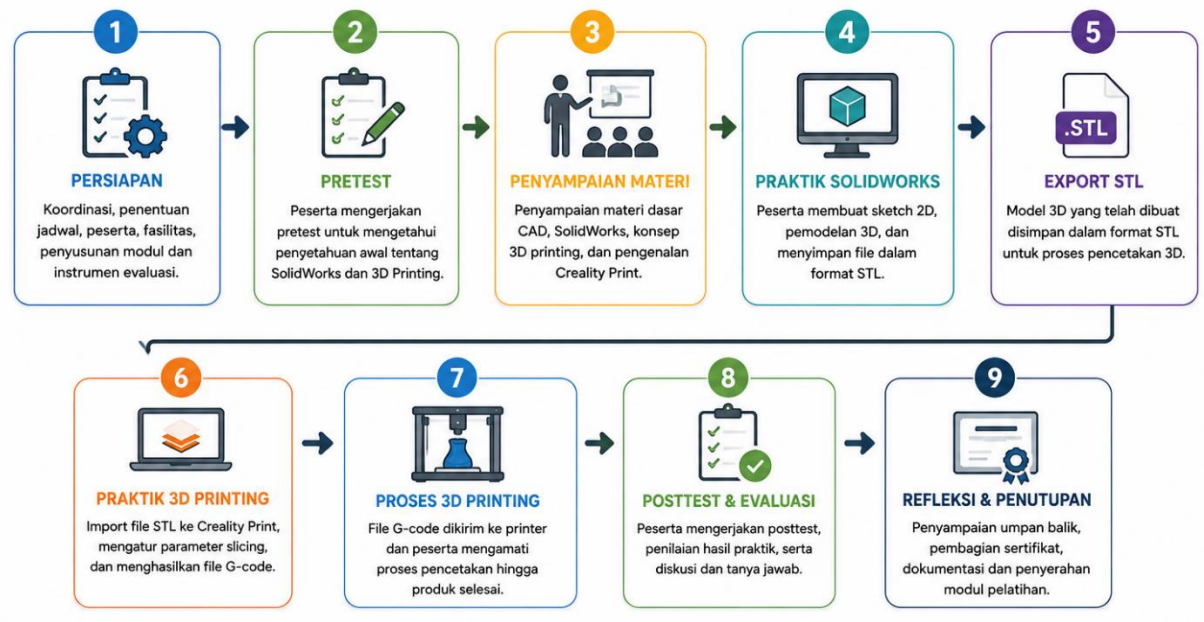
Beberapa kegiatan pengabdian sebelumnya menunjukkan bahwa pelatihan SolidWorks mampu meningkatkan kompetensi peserta dalam membuat gambar teknik berbasis CAD sesuai standar industri. Selain itu, pelatihan yang mengintegrasikan SolidWorks dengan teknologi 3D *printing* memberikan pengalaman belajar berbasis praktik (*hands-on learning*) sehingga peserta mampu memahami hubungan antara proses desain dan proses manufaktur secara lebih komprehensif (Agusti dkk., 2025; Fitrianto dkk., 2025; Ikhwan Taufik dkk., 2025; Muryanto dkk., 2025).

Berdasarkan kondisi tersebut, tim pengabdian dari Politeknik Negeri Madiun menyelenggarakan pelatihan SolidWorks dan 3D *Printing* bagi siswa Jurusan Teknik Kendaraan Ringan dan Manufaktur SMK YP 17-1 Kota Madiun. Kegiatan dilaksanakan melalui metode ceramah, demonstrasi, praktik pemodelan tiga dimensi menggunakan SolidWorks, proses *slicing* menggunakan Ultimaker Cura, praktik pencetakan dengan printer 3D, serta evaluasi menggunakan *pretest* dan *posttest*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata nilai peserta meningkat dari 57,57 menjadi 71,87, atau meningkat sebesar 14,30 poin (24,84%), yang menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta setelah mengikuti pelatihan.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kompetensi siswa Jurusan Teknik Kendaraan Ringan dan Manufaktur dalam bidang CAD dan 3D *Printing* sebagai bekal menghadapi kebutuhan industri manufaktur modern.

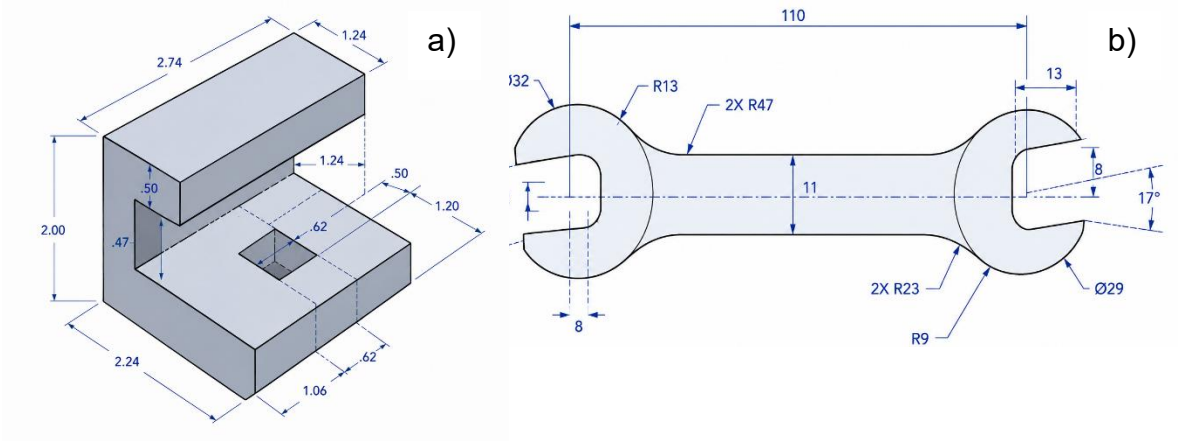
## Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Laboratorium Perancangan Prodi Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik Negeri Madiun. Mitra pelatihan adalah dari SMK YP 17-1 Kota Madiun dengan sasaran siswa Jurusan TKR dan Manufaktur. Peserta pelatihan terdiri dari 18 siswa. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi dalam pemodelan tiga dimensi menggunakan *software* SolidWorks dan penerapan teknologi 3D *printing* sebagai implementasi hasil desain.




*Gambar 1.* Alur Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan

Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan *Participatory Learning and Practice* yang menekankan keterlibatan aktif peserta melalui kombinasi penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung, dan evaluasi hasil pembelajaran. Metode pelaksanaan pengabdian terdiri atas enam tahapan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Tahap pertama adalah persiapan, meliputi koordinasi dengan pihak sekolah, penyusunan modul pelatihan, penyiapan perangkat lunak SolidWorks, Ultimaker Cura, printer 3D, serta instrumen evaluasi. *Jobsheet* pelatihan desain produk adalah *stabilizer block* dan kunci pas yang dapat dilihat pada Gambar 2. Tahap kedua yaitu *pretest* untuk mengukur pengetahuan awal peserta mengenai CAD dan 3D *printing*. Tahap ketiga adalah pelaksanaan pelatihan, yang meliputi penyampaian materi, praktik pemodelan 3D menggunakan SolidWorks, penyimpanan model dalam format STL, serta proses *slicing* menggunakan Ultimaker Cura. Tahap keempat yaitu praktik 3D *printing*, di mana peserta mencetak model yang telah dibuat menggunakan printer 3D. Tahap kelima adalah *posttest* dan evaluasi untuk mengukur peningkatan kompetensi peserta melalui perbandingan hasil *pretest* dan *posttest* serta penilaian hasil praktik. Tahap terakhir adalah refleksi dan penutupan, berupa penyampaian umpan balik, diskusi, serta pemberian sertifikat kepada peserta.




*Gambar 2. Jobsheet* Pelatihan a) *Stabilizer Block* b) Kunci Pas

## Hasil dan Pembahasan

Pelatihan diawali dengan pelaksanaan *pretest* untuk mengetahui tingkat pemahaman awal peserta mengenai konsep dasar gambar teknik dengan CAD, penggunaan perangkat lunak SolidWorks, dan teknologi 3D *printing*. Hasil *pretest* digunakan sebagai data awal (*baseline*) untuk mengidentifikasi tingkat kompetensi peserta, menyesuaikan strategi penyampaian materi, dan menjadi acuan dalam mengevaluasi efektivitas pelatihan. Perbandingan antara nilai *pretest* dan *posttest* memberikan gambaran mengenai peningkatan pengetahuan dan pemahaman peserta setelah mengikuti seluruh rangkaian kegiatan pelatihan. Soal *Pretest* dan Post test secara lengkap dapat discan pada Gambar 3.

*Gambar 3.* Soal *Pretest* dan *Posttest*

Selanjutnya peserta memperoleh materi mengenai konsep dasar CAD, pengenalan antarmuka SolidWorks (Gambar 4a dan 4b), pembuatan *sketch* 2D, pemodelan tiga dimensi (*part modeling*). Pada tahap 2D *sketch*, peserta dilatih membuat geometri dasar, seperti garis (*line*), lingkaran (*circle*), persegi (*rectangle*), *fillet*, *trim*, dan radius sebagai dasar pembentukan model tiga dimensi. Selain itu, peserta juga

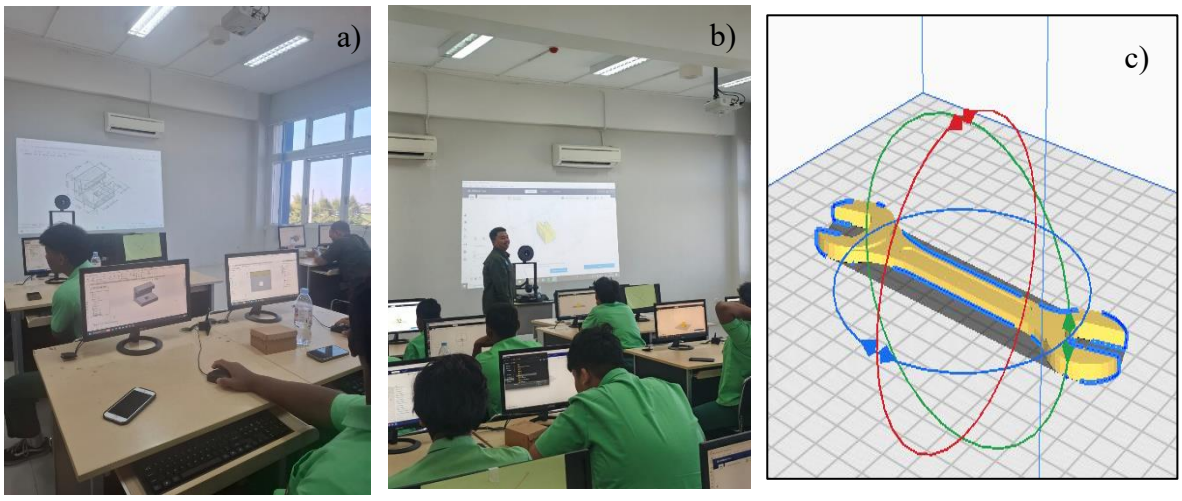
diperkenalkan dengan penggunaan fitur *sketch* relations untuk mengatur hubungan




geometris antarelemen, seperti horizontal, *vertical, parallel, perpendicular, coincident,* dan *tangent* sehingga sketsa yang dibuat menjadi terdefinisi dengan baik (*fully defined*) dan sesuai dengan prinsip pemodelan parametrik.

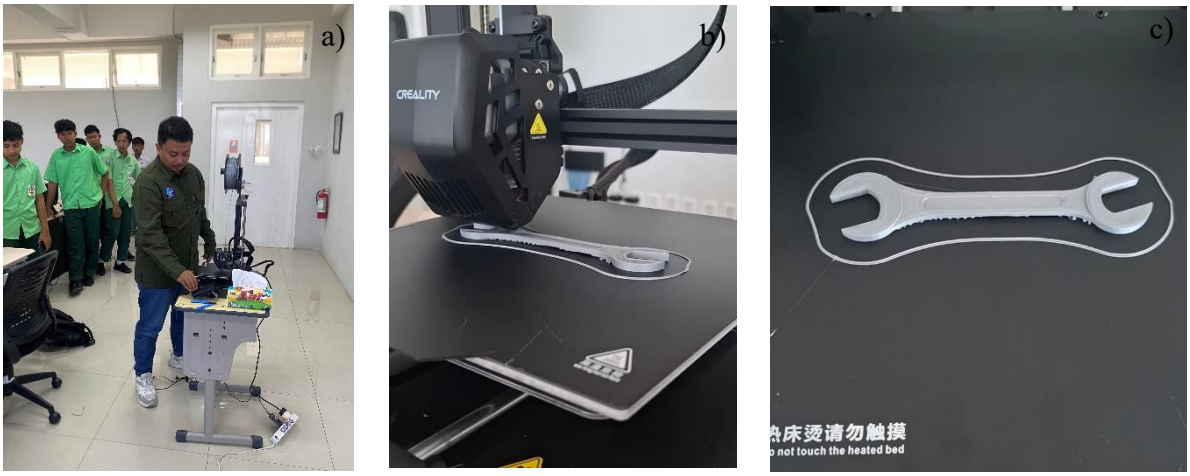
*Gambar 4.* Pelaksanaan Pelatihan a) Pengenalan Fitur Solidworks b) Pendampingan

Sebagai media praktik, peserta diberikan dua *Jobsheet*, yaitu *Stabilizer Block* dan Kunci Pas (Gambar 5a). *Jobsheet Stabilizer Block* dipilih karena mampu melatih peserta dalam menggunakan fitur dasar SolidWorks, seperti *Sketch*, *Extrude Boss/Base*, *Extruded Cut, Fillet*, dan pemberian dimensi sesuai gambar teknik. Sementara itu, *Jobsheet* Kunci Pas digunakan untuk meningkatkan kemampuan peserta dalam membuat geometri yang lebih kompleks, meliputi penggunaan *arc, tangent, mirror, smart dimension*, serta *extrude* sehingga peserta memahami proses pemodelan komponen mekanik yang umum digunakan di industri.




*Gambar 5.* Pelaksanaan Pelatihan a) Peserta Mengerjakan *Job Sheet* Desain b) Pemberian Materi Ultimaker Cura c) *Setting* Parameter

Model *Jobsheet* yang telah selesai dibuat kemudian diekspor ke dalam format STL dan diproses menggunakan perangkat lunak Ultimaker Cura untuk menghasilkan file *G-code* yang dapat dibaca oleh printer 3D. Pada tahap ini (Gambar 5b), peserta diperkenalkan dengan antarmuka Ultimaker Cura, cara mengatur jenis mesin (*printer profile*) sesuai spesifikasi printer 3D yang digunakan, memilih jenis material filamen, serta melakukan pengaturan parameter pencetakan (*printing* parameters) (Gambar 5c). Parameter yang dijelaskan meliputi *layer height*, *infill density*, *printing temperature*, *printing speed*, *support*, dan *bed adhesion*, karena paramer tersebut



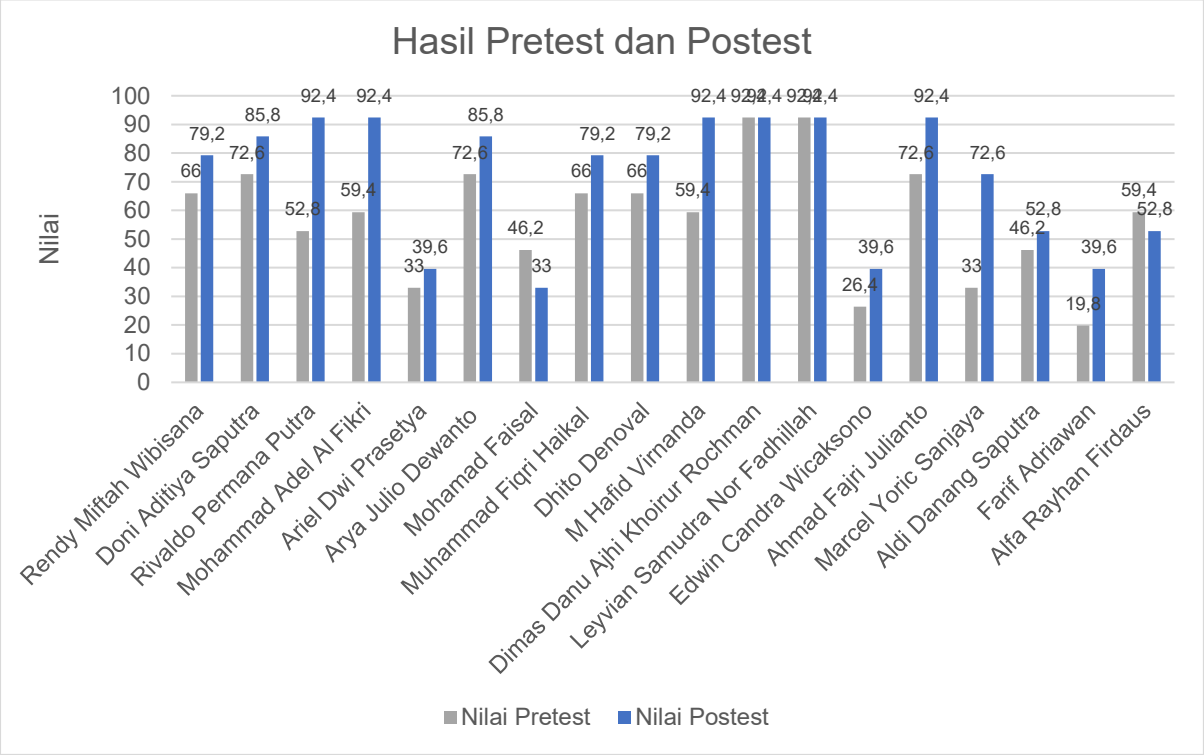

berpengaruh terhadap kualitas, kekuatan, dan waktu proses pencetakan produk

*Gambar 6.* Pelaksanaan Pelatihan a) Pengenalan Mesin 3D *Printing* b) Proses Pencetakan c) Hasil Produk

Tahap selanjutnya adalah pengenalan printer 3D, yang diawali dengan penjelasan mengenai komponen utama mesin (Gambar 6a), cara pemasangan filamen menggunakan *extrude* (*filament loading*), serta prosedur *bed leveling* untuk memastikan jarak antara *nozzle* dan permukaan cetak sesuai standar sehingga hasil pencetakan menjadi optimal. Setelah itu, peserta melakukan proses pencetakan menggunakan printer 3D berbasis teknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM) dengan file *G-code* yang telah dihasilkan dari Ultimaker Cura (Gambar 6b). Selama proses pencetakan, peserta mengamati tahapan deposisi material secara berlapis (*layer-by-layer*), mulai dari pencetakan lapisan pertama hingga objek selesai dicetak (Gambar 6c). Melalui kegiatan tersebut, peserta memperoleh pengalaman secara langsung mengenai alur pengembangan produk berbasis manufaktur aditif, mulai dari proses perancangan

digital, persiapan data pencetakan, pengoperasian printer 3D, hingga menghasilkan prototipe fisik yang sesuai dengan desain.

Hasil Evaluasi dilakukan menggunakan metode *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui peningkatan kompetensi peserta setelah mengikuti pelatihan (Gambar 7).




*Gambar 7.* Grafik Hasil Evaluasi *Pretest* dan *Posttest*

Hasil rata-rata dari keseluruhan siswa dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, rata-rata nilai peserta meningkat dari 57,57 menjadi 71,87, atau mengalami peningkatan sebesar 24,84%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pelatihan mampu meningkatkan pemahaman peserta mengenai konsep CAD, pemodelan tiga dimensi menggunakan SolidWorks, serta proses additive manufacturing melalui teknologi 3D *printing*.

Secara individual, sebagian besar peserta mengalami peningkatan nilai setelah mengikuti pelatihan. Meskipun demikian, terdapat beberapa peserta yang memperoleh nilai tetap atau sedikit menurun. Kondisi tersebut diperkirakan dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan awal, pengalaman menggunakan perangkat lunak CAD, serta kecepatan peserta dalam mengikuti praktik selama pelatihan. Peningkatan nilai *pretest* dan *posttest* menunjukkan bahwa metode Participatory Learning and Practice yang diterapkan mampu meningkatkan kompetensi peserta. Pendekatan ini memberikan kesempatan kepada peserta untuk belajar secara aktif melalui kombinasi penyampaian materi, demonstrasi, dan praktik

langsung sehingga peserta tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya dalam proses perancangan dan manufaktur digital (Sumiati dkk., 2025).

Peningkatan kompetensi peserta juga dipengaruhi oleh penggunaan *Jobsheet* berbasis proyek *(project-based learning*). Melalui penyelesaian *Jobsheet Stabilizer Block* dan Kunci Pas, peserta belajar mengintegrasikan kemampuan membaca gambar teknik, membuat model tiga dimensi, hingga menyiapkan file STL untuk proses pencetakan. Pendekatan berbasis proyek seperti ini mampu meningkatkan kemampuan berpikir spasial, memcahkan masalah, dan keterampilan teknis yang dibutuhkan dalam dunia industri. Temuan tersebut didukung oleh penelitian Street dan Hadavand (2024), yang menyatakan bahwa pembelajaran *additive manufacturing* berbasis proyek memberikan pengalaman belajar yang lebih autentik dan meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap proses desain dan manufaktur (Street & Hadavand, 2024).

*Tabel. 1* Hasil Nilai Rata-Rata Prettest dan *Posttest*

| No | Nama Peserta Pelatihan | Nilai *Pretest* | Nilai *Posttest* |
|---|---|---|---|
| **1** | Rendy Miftah Wibisana | 66.0 | 79.2 |
| **2** | Doni Aditiya Saputra | 72.6 | 85.8 |
| **3** | Rivaldo Permana Putra | 52.8 | 92.4 |
| **4** | Mohammad Adel Al Fikri | 59.4 | 92.4 |
| **5** | Ariel Dwi Prasetya | 33.0 | 39.6 |
| **6** | Arya Julio Dewanto | 72.6 | 85.8 |
| **7** | Mohamad Faisal | 46.2 | 33.0 |
| **8** | Muhammad Fiqri Haikal | 66.0 | 79.2 |
| **9** | Dhito Denoval | 66.0 | 79.2 |
| **10** | M Hafid Virnanda | 59.4 | 92.4 |
| **11** | Dimas Danu Ajhi Khoirur Rochman | 92.4 | 92.4 |
| **12** | Leyvian Samudra Nor Fadhillah | 92.4 | 92.4 |
| **13** | Edwin Candra Wicaksono | 26.4 | 39.6 |
| **14** | Ahmad Fajri Julianto | 72.6 | 92.4 |
| **15** | Marcel Yoric Sanjaya | 33.0 | 72.6 |
| **16** | Aldi Danang Saputra | 46.2 | 52.8 |
| **17** | Farif Adriawan | 19.8 | 39.6 |
| **18** | Alfa Rayhan Firdaus | 59.4 | 52.8 |
| **Rata-Rata** | | 57.6 | 71.9 |
| **Kenaikan Rata-Rata** | | 14.3 | |
| **Presentase Peningkatan** | | 24.84% | |

Selain meningkatkan aspek kognitif, pelatihan juga meningkatkan keterampilan psikomotorik peserta. Hal ini terlihat dari kemampuan peserta dalam mengoperasikan SolidWorks untuk membuat model tiga dimensi, melakukan proses *slicing* menggunakan Ultimaker Cura, serta menghasilkan prototipe menggunakan printer 3D. Integrasi CAD dan additive manufacturing memberikan pengalaman belajar yang komprehensif karena peserta dapat melihat secara langsung hubungan antara desain digital dengan produk fisik yang dihasilkan. Hasil ini sejalan dengan kegiatan pengabdian di SMK Babat Lamongan yang menunjukkan bahwa pelatihan CAD berbasis 3D *printing* mampu meningkatkan kompetensi siswa dalam bidang manufaktur modern dan mempersiapkan mereka menghadapi kebutuhan industry (Juniani dkk., 2024).

Peningkatan rata-rata nilai sebesar 24,84% menunjukkan bahwa pelatihan yang dilaksanakan memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi peserta. Persentase peningkatan tersebut lebih tinggi dibandingkan peningkatan sebesar 6,34% yang dilaporkan oleh Prasetyo et al. (2024), sehingga menunjukkan bahwa kombinasi pembelajaran teori, praktik pemodelan, dan praktik pencetakan tiga dimensi yang diterapkan pada kegiatan ini memberikan hasil yang baik. Namun demikian, masih terdapat beberapa peserta yang memperoleh peningkatan nilai relatif rendah. Oleh karena itu, kegiatan pelatihan lanjutan yang mencakup materi assembly, simulation, dan desain komponen yang lebih kompleks perlu dilakukan untuk meningkatkan kompetensi peserta secara berkelanjutan (Prasetyo dkk., 2025).

## Kesimpulan

Kegiatan pelatihan SolidWorks dan 3D *Printing* di SMK YP 17-1 Kota Madiun berhasil meningkatkan kompetensi peserta dalam bidang desain menggunakan CAD dan additive manufacturing. Melalui pendekatan *Participatory Learning and Practice* yang mengombinasikan penyampaian materi, demonstrasi, praktik secara langsung, dan evaluasi, peserta mampu memahami tahapan pengembangan produk mulai dari pembuatan *sketch* dua dimensi, pemodelan tiga dimensi menggunakan SolidWorks, proses *slicing* menggunakan Ultimaker Cura, hingga pencetakan prototipe menggunakan printer 3D berbasis FDM.

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan rata-rata nilai peserta dari 57,57 pada *pretest* menjadi 71,87 pada *posttest*, atau meningkat sebesar 14,30 poin (24,84%). Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pelatihan memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan keterampilan peserta dalam mengoperasikan

perangkat lunak CAD serta teknologi 3D *printing*. Selain meningkatkan aspek kognitif, kegiatan ini juga memperkuat keterampilan praktis peserta melalui pengalaman langsung dalam menghasilkan prototipe sesuai dengan *Jobsheet* yang diberikan.

Kegiatan pengabdian ini diharapkan dapat mendukung peningkatan kompetensi siswa SMK yang relevan dengan kebutuhan industri manufaktur modern. Saran selanjutnya, pelatihan dapat dikembangkan dengan materi yang lebih lanjut, seperti *assembly, motion study, simulation, reverse engineering*, dan optimasi parameter pencetakan 3D, sehingga kompetensi peserta semakin sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan dunia kerja.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Madiun atas dukungan pendanaan dan fasilitasi sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Teknik Politeknik Negeri Madiun atas dukungan dan arahan selama pelaksanaan kegiatan, serta kepada Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif Politeknik Negeri Madiun yang telah memberikan dukungan dalam penyelenggaraan program pengabdian ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kepala SMK YP 17-1 Kota Madiun, guru pendamping, serta seluruh siswa Jurusan Teknik Kendaraan Ringan (TKR) dan Manufaktur yang telah berpartisipasi aktif selama kegiatan pelatihan. Penghargaan turut diberikan kepada seluruh tim pelaksana dan mahasiswa pendamping atas kerja sama dan kontribusi sehingga kegiatan pengabdian dapat berlangsung dengan lancar dan mencapai tujuan yang diharapkan.

## Referensi

Agusti, F., Buwono, R. I., Novianto, D. J., & Wahyono, A. T. (2025). Peningkatan Kompetensi Desain Produk melalui Pemanfaatan Aplikasi SolidWorks dan Teknologi 3D-*Printing* bagi Siswa SMK 5 Surakarta. *I-Com: Indonesian Community Journal*, *5*(4), 2007–2017. https://doi.org/10.70609/i-com.v5i4.8160

Fitrianto, T. R., Rahmat, B., Widiyanto, W., Nurmadina, N., & Ma'wa, S. P. (2025). Evaluasi Pelaksanaan Training Penggunaan Software Solidworks bagi

Karyawan di Industri Furnitur. *Reswara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *6*(2), 1086–1095. https://doi.org/10.46576/rjpkm.v6i2.6611

Ikhwan Taufik, M. Fendy Kussuma Hadi Sufyan, Jalu Aji Prakoso, Nandang Riski Setiawan, & Reyvan Alfian Nurkhamid. (2025). Mengenalkan Teknologi 3D *Printing* untuk Pembuatan Suvenir Miniatur Arca dan Candi Borobudur. *JURPIKAT (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, *6*(3), 1518–1530. https://doi.org/10.37339/jurpikat.v6i3.2502

Juniani, A. I., Wibisono, F., Kurniawan, B. W., Indrawan, R., Hamzah, F., Sidi, P., Purnomo, D. A., Rachman, F., & Ardliana, T. (2024). CAD-Based 3D *Printing* Education to Enhance The Competence of Vocational Students of SMK Babat Lamongan. *Sawala : Jurnal Pengabdian Masyarakat Pembangunan Sosial, Desa Dan Masyarakat*, *5*(1), 94–100. https://doi.org/10.24198/sawala.v5i1.51152

Matt, D. T., Pedrini, G., Bonfanti, A., & Orzes, G. (2023). Industrial digitalization. A systematic literature review and research agenda. *European Management Journal*, *41*(1), 47–78. https://doi.org/10.1016/j.emj.2022.01.001

Muryanto, M., Wibowo, T. N., Yasinta, S., L, M. R. S., & Hidayat, I. F. (2025). Peningkatan Kualitas Pengajaran Gambar Teknik Melalui Pelatihan Solidworks Bagi Guru Sekolah Menengah Kejuruan Muhammadiyah Kabupaten Banyumas. *Jurnal Pengabdian Masyarakat - PIMAS*, *4*(2), 176–184. https://doi.org/10.35960/pimas.v4i2.1852

Prasetyo, R., Lestari, M. S., Komariah, A., Suprapto, S., & Sari, M. P. (2025). Pelatihan Desain Menggunakan Software SolidWorks dan 3D *Printing* untuk Siswa SMK. *Journal of Appropriate Technology for Community Services*, *6*(1), 20–28. https://doi.org/10.20885/jattec.vol6.iss1.art3

Setiyawan, A., Soeharto, S., Maričić, M., & Lavicza, Z. (2025). Integrating 3D Modeling and *Printing* in Automotive Component Prototyping: Perceptions of Pre-service Vocational Teachers. *Technology, Knowledge and Learning*. https://doi.org/10.1007/s10758-025-09918-7

Street, T., & Hadavand, M. (2024). An introduction to additive manufacturing for undergraduate engineering students using authentic learning pedagogy and a project-oriented teaching-learning design. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA)*. https://doi.org/10.24908/pceea.2024.18525

Sumiati, R., Nofriadi, N., Arsyah, A. H. F., Nusyirwan, N., Adriansyah, A., Leni, D., & Nasirwan, N. (2025). Pelatihan 3D *Printing* untuk Jurusan Kendaraan Ringan

SMK Dhuafa Padang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Polmanbabel*, *5*(02), 252–257. https://doi.org/10.33504/dulang.v5i02.412

Totuk, O. H., Selvi, Ö., & Akar, S. (2025). Fused filament fabrication in CAD education: A closed-loop approach. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, *53*(1), 167–188. https://doi.org/10.1177/03064190231215307

Vido, M., de Oliveira Neto, G. C., Lourenço, S. R., Amorim, M., & Rodrigues, M. J. F. (2024). Computer-Aided Design and Additive Manufacturing for Automotive Prototypes: A Review. *Applied Sciences*, *14*(16), 7155. https://doi.org/10.3390/app14167155