

## **Pelatihan Desain Menggunakan Software SolidWorks dan 3D Printing untuk Siswa SMK**

**Rian Prasetyo<sup>1)\*</sup>, Mathilda Sri Lestari<sup>2)</sup>, Ainur Komariah<sup>3)</sup>, Suprpto<sup>4)</sup>, Maria Puspita Sari<sup>5)</sup>**

<sup>1,2,3,4,5)</sup> Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Veteran Bangun Nusantara  
Jl. Letjend Sujono Humardani No. 1, Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia

Email: rnprasetyo286@gmail.com

### **ABSTRAK**

Teknologi digital, khususnya software SolidWorks dan 3D printing, telah membawa perubahan signifikan dalam industri manufaktur modern, meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas produk. Permasalahan yang dihadapi lulusan SMK terkait kurangnya keterampilan dalam mengoperasikan perangkat lunak tersebut. Kegiatan pengabdian masyarakat bertujuan untuk memberikan solusi, dengan pelatihan langsung, untuk mengatasi kesenjangan keterampilan yang timbul akibat kurangnya fasilitas dan pengajar yang kompeten di lingkungan SMK. Metode pelatihan mencakup penyampaian materi dengan latihan praktik, dan evaluasi untuk mengukur pemahaman peserta. Tujuan utamanya adalah meningkatkan keterampilan desain produk menggunakan SolidWorks dan pengoperasian mesin 3D printing. Berdasarkan dari pelatihan yang dilakukan menunjukkan peningkatan pengetahuan peserta mengenai pengoperasian software SolidWorks dan 3D print. Hal ini terlihat dari peningkatan skor post-test sebesar 6,34% dibandingkan pre-test. Selain itu, part hasil proses 3D print peserta menunjukkan kualitas yang lebih baik dalam akurasi dimensi, kekasaran permukaan secara visual, dan lebih sedikitnya bagian yang cacat dibandingkan sebelum pelatihan.

Kata kunci: SolidWorks, desain 3D, 3D print, simplify, Additive Manufacturing

### **ABSTRACT**

Digital technology, especially SolidWorks software and 3D printing, has brought significant changes to the modern manufacturing industry, increasing efficiency, productivity, and product quality. The problems faced by vocational school graduates are related to their lack of skills in operating the software. Community service activities aim to provide solutions, with direct training, to overcome the skills gap that arises due to the lack of facilities and competent teachers in the vocational school environment. Training methods include delivering material with practical exercises and using evaluations to measure participants' understanding. The main goal is to improve product design skills using SolidWorks and operating 3D printing machines. Based on the training carried out, it shows an increase in participants' knowledge regarding the operation of SolidWorks software and 3D printing. This can be seen from the increase in post-test scores of 6.34% compared to the pre-test. In addition, the participants' 3D printed parts showed better quality in terms of dimensional accuracy, visual surface roughness, and fewer defective parts compared to before the training.

Keywords: SolidWorks, 3D design, 3D print, simplify, Additive Manufacturing

## 1. Pendahuluan

Teknologi digital telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Hal ini telah membawa perubahan besar dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk industri manufaktur. Industri manufaktur modern semakin mengandalkan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas produk (Mychelisda et al., 2023), (Satya, 2018). Salah satu teknologi digital yang penting dalam industri manufaktur adalah *software* SolidWorks. Ini merupakan *software* CAD (*Computer-Aided Design*) yang digunakan untuk mendesain produk 3D. *Software* ini sangat populer di kalangan industri manufaktur karena kemampuannya yang kuat dan mudah digunakan (Ahmad Saepuddin et al., 2023).

Teknologi 3D *printing* juga merupakan teknologi digital yang penting dalam industri manufaktur. Teknologi 3D *printing* adalah teknologi yang digunakan untuk membuat objek 3D dari desain digital. Teknologi ini memiliki potensi untuk menggantikan metode manufaktur tradisional, seperti cetakan pasir dan pengecoran (Sunarto et al., 2023).

Keterampilan dalam menggunakan *software* SolidWorks dan 3D *printing* sangat penting bagi siswa sekolah menengah kejuruan yang ingin berkarir di bidang industri manufaktur. Keterampilan ini akan memberikan mereka keunggulan kompetitif di dunia kerja.

Berdasarkan data, jumlah lulusan sekolah menengah kejuruan (SMK) di Indonesia pada tahun 2019 sampai dengan 2021 berturut-turut sebesar 1, 47; 1,58; dan 1,63 juta orang (Lidwina, 2021). Dari jumlah tersebut, ada yang memilih untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi dan ada yang memilih untuk langsung bekerja. Dari jumlah lulusan SMK yang langsung bekerja tersebut, sebagian besar bekerja di bidang industri manufaktur. Hal ini menunjukkan bahwa industri manufaktur merupakan salah satu sektor yang menyerap tenaga kerja lulusan SMK dalam jumlah besar.

Berdasarkan observasi yang dilakukan di SMK Veteran 1 Sukoharjo, dapat diketahui bahwa siswa SMK belum dikenalkan dengan *software* SolidWorks dan mesin 3D print. Berdasarkan wawancara dengan guru yang mengampu Mata Pelajaran di Jurusan Pemesinan, dapat dinyatakan siswa sangat butuh untuk mempelajari *software* SolidWorks dan mesin 3D print, karena sejalan dengan pengembangan industri manufaktur. Namun, terkait hal tersebut SMK terkait belum memiliki alat, teknologi, dan sumberdaya untuk membekali keterampilan siswa dengan *software* dan mesin tersebut.

Untuk itu, diperlukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan *software* SolidWorks dan 3D *printing* untuk siswa sekolah menengah kejuruan. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam menggunakan *software* SolidWorks dan 3D *printing*.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Desain

Proses desain melibatkan interpretasi ide-ide segar atau permintaan pasar menjadi detail-detail yang merinci pembuatan suatu produk. Tiap tahap dalam proses desain memerlukan penentuan mengenai bahan yang akan digunakan serta proses pembuatannya. Umumnya, pemilihan bahan mengacu pada standar desain yang ada. Meskipun demikian, terkadang produk baru atau pengembangan dari produk sebelumnya terdapat penggunaan bahan yang baru. Saat ini, jumlah bahan yang tersedia untuk diproduksi sangat luas, berkisar antara 40.000 hingga 80.000 jenis. Namun, kemunculan bahan-bahan baru dengan kualitas yang lebih unggul justru menambah ragam bahan yang tersedia (Napitupulu et al., 2021).

Desain tiga dimensi, atau yang sering disebut sebagai desain 3D, merupakan suatu bentuk representasi visual yang menggambarkan objek atau ruang dengan memperhitungkan dimensi panjang, lebar, dan tinggi (Indartono et al., 2021). Dalam proses desain ini, objek atau ruang diperwakili secara lengkap, memungkinkan pengamat untuk mendapatkan gambaran yang lebih akurat mengenai bentuk dan struktur yang dimiliki. Desain 3D menjadi sangat penting dalam berbagai

bidang, termasuk arsitektur, teknik mesin, desain produk, dan animasi. Dengan teknologi yang terus berkembang, desain 3D telah menjadi alat yang sangat berguna bagi para desainer dan insinyur dalam mengembangkan konsep-konsep baru, melakukan simulasi, serta menyajikan ide-ide secara lebih jelas dan detail kepada klien atau pemangku kepentingan lainnya. Melalui desain 3D, kompleksitas suatu objek atau ruang dapat dijelaskan dengan lebih baik, memungkinkan proses pengembangan dan produksi menjadi lebih efisien dan efektif.

## 2.2. Software SolidWorks

SolidWork merupakan perangkat lunak yang mendukung dalam proses perancangan suatu desain. *Software* ini juga merupakan aplikasi dari CAD (*Computer Aided Design*) yang memiliki kemampuan untuk menciptakan model baik dalam 2 dimensi maupun 3 dimensi (Hendrawan et al., 2018). *Software* tersebut berperan penting dalam membantu pembuatan desain prototipe secara visual. Berbagai fitur banyak terdapat dalam SolidWork, mencakup visualisasi desain dalam 2D dan 3D, fitur simulasi beban, simulasi aliran fluida dalam desain, dan sebagainya. Dengan menggunakan perangkat lunak ini, seorang desainer dapat mengawali dengan membuat sketsa dalam 2 dimensi untuk kemudian diubah menjadi model dalam 3 dimensi, mempermudah proses pembuatan prototipe visual. Dengan menggunakan SolidWork seorang desainer juga dapat mengubah dari desain 3D menjadi *file* yang siap digunakan untuk proses manufaktur tertentu. Proses manufaktur yang dituju adalah pemesinan dengan CNC, *3D Printing*, dan lain sebagainya.

## 2.3. Software Simplify 3D

Simplify3D merupakan salah satu *software* yang digunakan dalam rangkaian proses manufaktur *3D printing*. Simplify3D dalam hal ini digunakan sebagai *software slicer* (pengiris) (Cahyati & Aziz, 2021). Proses *3D printing* umumnya akan mengerjakan *part* yang akan dicetak secara bertahap setiap *layer* (lapisan). Simplify3D berguna untuk membagi desain 3D yang sebelumnya telah dibuat menjadi lapisan-lapisan tertentu yang nantinya akan dikerjakan dengan mesin *3D printing*. Selain itu, *software* ini juga digunakan untuk *setting* parameter proses *3D printing*, sehingga kontrol terhadap proses manufaktur akan senantiasa terkendali. *Output* dari Simplify3D, adalah *file g-code* yang dapat langsung dibaca oleh mesin *3D printing* untuk proses manufaktur.

## 2.4. Mesin 3D Printing

*3D printing*, atau manufaktur aditif, adalah proses pembuatan objek tiga dimensi dari model digital melalui penumpukan lapisan material secara bertahap (Mislan & Mulyono, 2022) (Kholil et al., 2020). Teknologi ini memungkinkan pembuatan bentuk dan struktur yang kompleks menggunakan berbagai bahan seperti plastik, logam, keramik, dan resin. Prinsip dasar *3D printing* melibatkan beberapa tahap. Dimulai dengan pembuatan model 3D menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD), kemudian model tersebut diiris menjadi lapisan-lapisan tipis melalui perangkat lunak *slicing*, dan printer 3D mulai mencetak objek dengan mengekstrusi material lapis demi lapis sesuai dengan irisan digital hingga objek selesai terbentuk.

Aplikasi *3D printing* telah membawa dampak signifikan dalam berbagai sektor seperti industri manufaktur, medis, arsitektur, dan pendidikan (Shahrubudin et al., 2019). Teknologi ini memungkinkan produksi cepat prototipe, alat, dan komponen akhir dengan biaya dan waktu yang lebih efisien. Di bidang medis, *3D printing* digunakan untuk membuat prostetik, implan, dan model anatomi untuk perencanaan bedah. Dalam arsitektur, teknologi ini memfasilitasi pembuatan maket dan model skala yang akurat, sementara dalam pendidikan, memberikan alat bantu visual dan praktis untuk proses pembelajaran interaktif. Meskipun memiliki banyak keunggulan, *3D printing* juga menghadapi berbagai tantangan seperti kecepatan produksi, keterbatasan material, dan ketahanan produk akhir. Namun, dengan terus berkembangnya teknologi dan material, *3D printing* memiliki potensi besar untuk mendorong inovasi dan efisiensi di berbagai sektor.

### 3. Metodologi Penelitian

Pengabdian masyarakat yang dilakukan ini berbentuk kegiatan pelatihan *software* SolidWorks dan pengoperasian mesin 3D *Print*. Pelaksanaan kegiatan dilakukan di Laboratorium Menggambar Teknik, Fakultas Teknik Universitas Veteran Bangun Nusantara. Peserta pelatihan merupakan siswa SMK Veteran 1 Sukoharjo. Tahap pelaksanaan merupakan tahap inti dari kegiatan pelatihan. Tahap ini meliputi kegiatan-kegiatan berikut:

#### 3.1. Pembukaan Pelatihan

Pembukaan pelatihan dilakukan untuk memperkenalkan kegiatan pelatihan kepada peserta. Pada pembukaan pelatihan, pemateri memberikan gambaran umum tentang tujuan, sasaran, dan materi pelatihan.

#### 3.2. Penyampaian Materi Pelatihan dan Latihan Praktik

Penyampaian materi pelatihan dilakukan oleh pemateri yang kompeten di bidangnya. Pemateri harus mampu menyampaikan materi dengan jelas dan mudah dipahami oleh peserta. Penyampaian materi dilakukan dengan waktu pelatihan  $\pm 6$  jam (Pukul 08:00-15:00). Waktu tersebut merupakan gabungan antara teori dan praktikum.

Latihan praktik merupakan kegiatan yang penting untuk meningkatkan keterampilan peserta. Latihan praktik dilakukan dengan menggunakan komputer dan *software* SolidWorks dan 3D *printing*. Praktik akan dilakukan secara simultan dengan teori terkait pelatihan tersebut.

Peserta pelatihan harus hadir secara penuh selama pelatihan berlangsung. Kehadiran peserta pelatihan yang tinggi menunjukkan bahwa peserta memiliki motivasi yang tinggi untuk mengikuti pelatihan. Peserta pelatihan harus aktif mengikuti pelatihan, baik dalam penyampaian materi maupun latihan praktik. Keaktifan peserta pelatihan menunjukkan bahwa peserta telah memahami materi pelatihan dan telah menerapkannya dalam latihan praktik.

#### 3.3. Evaluasi Pelatihan

Evaluasi pelatihan dilakukan untuk mengetahui sejauh mana peserta telah menguasai materi pelatihan. Evaluasi pelatihan dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti tes tertulis dan tes praktik. Tes tertulis yang digunakan berupa *pre-test* dan *post-test*, sedangkan tes praktik dilakukan dengan cara pengamatan ketika peserta membuat desain, dan mencetak dengan 3D *print*. Juga diamati dari hasil benda kerja yang telah dicetak dengan 3D *print* oleh peserta, terkait dimensi, bentuk, dan tampilan visual secara menyeluruh. Evaluasi dapat memberikan informasi tentang sejauh mana tujuan pelatihan telah tercapai. Jika tujuan pelatihan belum tercapai, maka perlu dilakukan perbaikan dalam pelaksanaan pelatihan di masa mendatang. Peserta yang berhasil memenuhi kriteria *test* akan mendapatkan sertifikat pelatihan *software* SolidWorks dan 3D *printing*. Hasil pelatihan disosialisasikan kepada pihak-pihak terkait, seperti kepala sekolah, guru, dan siswa SMK mitra. Sosialisasi ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya keterampilan *software* SolidWorks dan 3D *printing* bagi siswa SMK.

### 4. Hasil dan Pembahasan

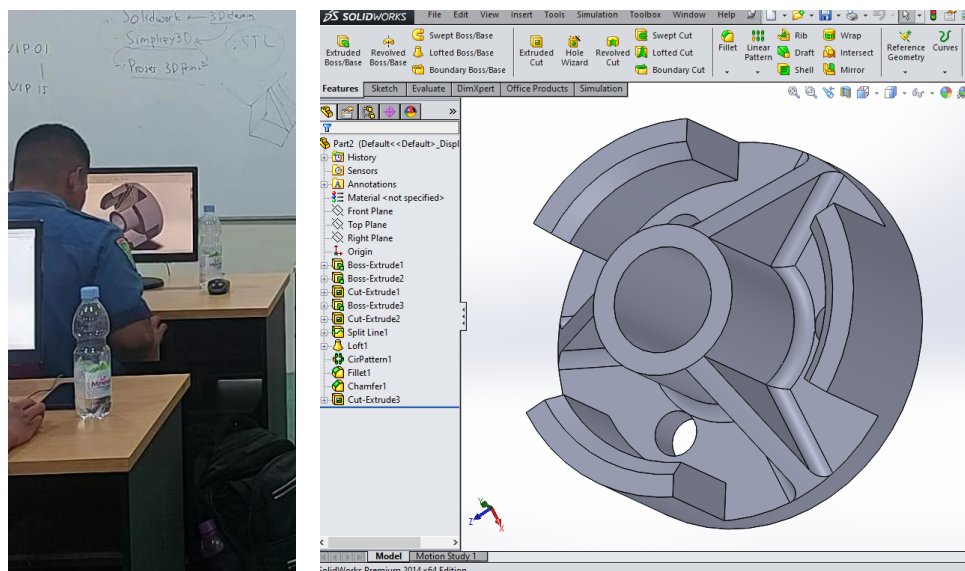
Pelatihan desain menggunakan *software* SolidWorks dan 3D *printing* untuk siswa SMK telah dilaksanakan dengan baik sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Kegiatan ini dihadiri oleh 10 orang siswa SMK Veteran 1 Sukoharjo. Jumlah ini dibatasi terkait dengan ketersediaan komputer dan mesin 3D *print*. Siswa tersebut merupakan siswa kelas 11 yang telah dipilih oleh Guru dari SMK terkait. Siswa tersebut telah mendapatkan Mata Pelajaran Menggambar Teknik. Mata Pelajaran ini merupakan *basic* dari pelatihan yang dilakukan. Pelatihan dilaksanakan di Lab. Menggambar Teknik, Fakultas Teknik Universitas Veteran Bangun Nusantara. Durasi pelatihan dilakukan selama 7 jam.

Sebelum mengikuti seluruh rangkaian kegiatan peserta diberikan *pre-test* tertulis terkait materi yang diajarkan. Hasil dari *pre-test* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Score Pre-Test* Peserta Pelatihan

| Nama             | Score Post-Test |
|------------------|-----------------|
| Peserta 1        | 85 / 100        |
| Peserta 2        | 75 / 100        |
| Peserta 3        | 90 / 100        |
| Peserta 4        | 45 / 100        |
| Peserta 5        | 80 / 100        |
| Peserta 6        | 40 / 100        |
| Peserta 7        | 75 / 100        |
| Peserta 8        | 80 / 100        |
| Peserta 9        | 85 / 100        |
| Peserta 10       | 55 / 100        |
| <b>Rata-Rata</b> | <b>71</b>       |

Materi pertama tentang proses desain dengan SolidWorks. Pada waktu tersebut peserta telah diajarkan proses membuat desain 3D dengan SolidWorks. Peserta secara teknis diajarkan proses pembuatan gambar dengan *tools* yang terdapat pada SolidWorks. Contoh desain 3D yang telah dibuat oleh peserta dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain 3D yang Dibuat Oleh Peserta Pelatihan

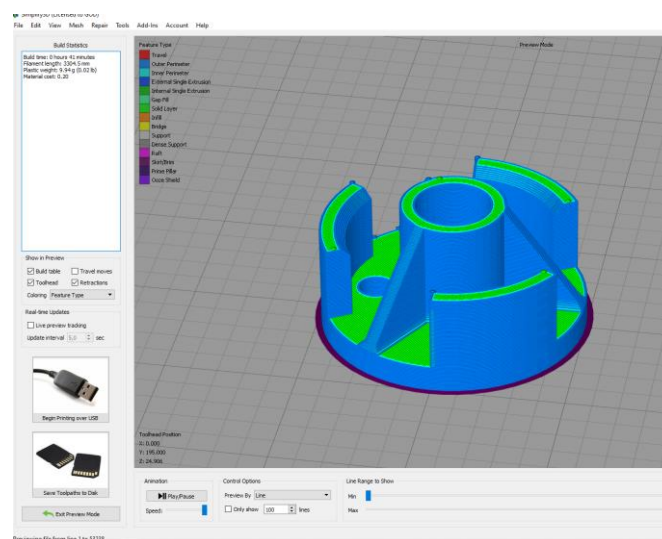
Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat secara umum peserta dapat mengikuti proses desain 3D yang telah diajarkan oleh pemateri. Hal tersebut diindikasikan antara kesesuaian desain 3D yang dibuat oleh peserta dengan desain yang dibuat oleh pemateri. Desain 3D yang telah dibuat, selanjutnya diinstruksikan untuk dilakukan konversi menjadi *file* STL.

Materi kedua dari kegiatan ini adalah proses *setting* parameter proses 3D *print* dengan Simplify3D. Pada materi ini peserta diajarkan untuk *setting support*, *layer*, *infill*, suhu, dan lain sebagainya. Contoh *interface* ketika peserta mengoperasikan *software* Simplify3D dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peserta Mengoperasikan Software Simplify3D

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat peserta mampu melakukan semua *setting* parameter yang diajarkan. Hal tersebut dapat dilihat pada ketepatan memberikan *setting* parameter pada objek yang akan dicetak dengan 3D print seperti, *support*, ketebalan *layer* dan lain sebagainya. Selain itu juga dapat dilihat dari proses simulasi yang dapat dilihat pada gambar 3.

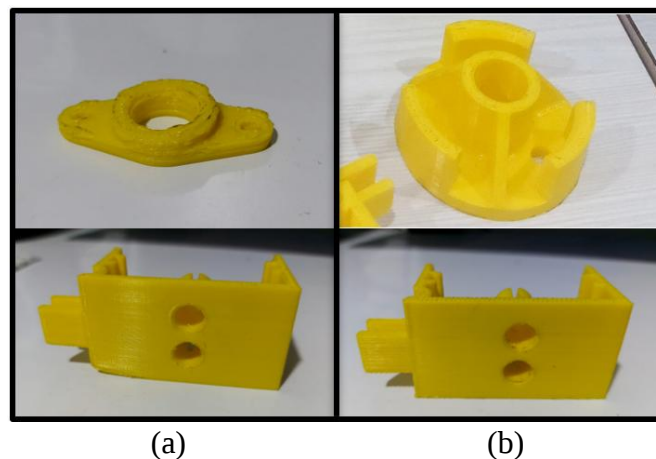


Gambar 3. Proses Simulasi 3D Print dengan Simplify3D

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat hasil simulasi proses 3D *print* dari peserta. Dari hasil simulasi tersebut diperoleh data massa material dan waktu yang diperlukan untuk proses 3D *print*. Materi ketiga adalah praktik proses 3D *printing*. Pada tahap ini desain 3D yang telah dibuat oleh peserta, dan telah dilakukan *setting* parameter, diubah menjadi file *gcode*. File tersebut kemudian dimasukkan ke mesin 3D *print*. Sebelum melakukan proses 3D *print*, peserta diajarkan beberapa persiapan, berupa pemasangan *filament* (Gambar 4), proses *preheating* untuk *ekstruder* dan *bed* serta kalibrasi *bed*. File yang telah dimasukkan ke mesin kemudian dilakukan proses 3D *print* dan diamati. Hasil dari proses 3D *print* oleh peserta sebelum dan setelah diberikan pemahaman materi, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Proses Pemasangan *Fillament* 3D Print



(a)

(b)

Gambar 5. Hasil Proses 3D *Printing* oleh Peserta (a) Sebelum Diberikan Materi Secara Menyeluruh, (b) Setelah Diberikan Materi Secara Menyeluruh

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat perbandingan kualitas produk 3D *print* yang dilakukan oleh peserta. Sebelum diberikan pemahaman materi (Gambar 5a) dapat dilihat beberapa bagian ada yang kurang sesuai, seperti, dimensi, terdapatnya bagian yang meluber atau terangkat, dan apabila diamati secara detail, tingkat kekasaran permukaan cukup tinggi. Setelah diberikan pemahaman mengenai *setting* parameter dapat dilihat hasil 3D *print* yang cenderung lebih bagus (Gambar 5b). Hal ini dikarenakan peserta sudah secara detail memperhatikan setiap *setting* parameter proses melalui *software* Simplify3D sebelumnya.

Setelah mengikuti seluruh rangkaian kegiatan pelatihan, peserta diminta untuk mengisi *post-test*. Hasil pengisian *post-test* dibandingkan dengan *pre-test* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Score Pre-Test dan Post-Test dari Peserta Pelatihan

| Nama             | Score Post-Test | Score Pre-Test  |
|------------------|-----------------|-----------------|
| Peserta 1        | 85 / 100        | 85 / 100        |
| Peserta 2        | 75 / 100        | 75 / 100        |
| Peserta 3        | 90 / 100        | 90 / 100        |
| Peserta 4        | 45 / 100        | 55 / 100        |
| Peserta 5        | 80 / 100        | 80 / 100        |
| Peserta 6        | 40 / 100        | 55 / 100        |
| Peserta 7        | 75 / 100        | 75 / 100        |
| Peserta 8        | 80 / 100        | 85 / 100        |
| Peserta 9        | 85 / 100        | 85 / 100        |
| Peserta 10       | 55 / 100        | 70 / 100        |
| <b>Rata-Rata</b> | <b>71 / 100</b> | <b>76 / 100</b> |

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat peningkatan rata-rata skor sebesar 6,34 %. Hal ini menunjukkan pemahaman yang didapatkan peserta juga meningkat. Ini juga menjadi indikator keberhasilan kegiatan pelatihan SolidWorks dan 3D *Print* yang telah dilakukan.

Secara keseluruhan pelatihan yang dilakukan dapat berjalan dengan sangat lancar dan sesuai jadwal. Meskipun demikian juga terdapat beberapa tantangan yang dihadapi pada pelatihan ini. Peserta pelatihan cenderung kurang aktif dalam mengikuti pelatihan. Hal ini bisa diperkirakan karena peserta masih beradaptasi dengan wilayah yang baru. Terkait dengan hal tersebut pada proses pelatihan sangat diperlukan pendekatan persuasif agar peserta bisa lebih memahami pada materi yang diberikan. Pada akhir pelatihan seluruh siswa juga diberikan sertifikat sebagai bekal tambahan ketika nanti lulus dan mencari pekerjaan.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan pelatihan yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa, peserta pelatihan mendapatkan peningkatan pengetahuan mengenai pengoperasian *software* SolidWorks dan 3D *print*. Hal tersebut dilihat dari peningkatan skor *post-test* dari *pre-test* sebelumnya, yaitu 6,34 %. Ini juga dapat dilihat dari *part* hasil proses 3D *print* yang dilakukan peserta. *Part* tersebut memiliki kualitas yang lebih bagus dibandingkan dengan *part* yang dihasilkan dari proses 3D *print*, sebelum diberikan pemahaman materi. Kualitas ini dilihat dari akurasi dimensi, kekasaran permukaan secara visual, dan lebih sedikitnya bagian yang *defect*.

## Daftar Pustaka

- Cahyati, S., & Aziz, H. R. (2021). The Influence of Different Slicer Software on 3d Printing Products Accuracy and Surface Roughness. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(2), 371–380. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2021.012.02.14>
- Hendrawan, M. A., Purboputro, P. I., Saputro, M. A., & Setiyadi, W. (2018). Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype “ Ababil ” dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan SolidWorks Premium 2016. *The 7th University Research Colloquium* 2018, 96–105.
- Indartono, K., Kusuma, B.A., Hermawan, H., & Kurniawan, N.A.Y. (2021). Pelatihan Desain 3D Menggunakan Sketch Up Guna Mendukung Kinerja Bidang Kewilayahan Pemerintahan Desa Karangturi Banyumas. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 1(5), 203–210. <https://doi.org/10.52436/1.jpmi.54>
- Kholil, A., Aufi, F., & Syaefudin, E. A. (2020). Pengaruh Layer Thickness Dan Orientasi 3D Printing Terhadap Uji Tarik Material Abs. *Prosiding Seminar Nasional NCIET*, 1(2020), 219–226.

- Lidwina, A. (2021). *Jumlah Lulusan SMK Terus Meningkat di Indonesia*. Databoks. [databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/05/13/jumlah-lulusan-smk-terus-meningkat-di-indonesia](https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/05/13/jumlah-lulusan-smk-terus-meningkat-di-indonesia)
- Mislan, & Mulyono, S. (2022). Potensi 3D Printing Sebagai Media Edukasi Dalam Pendidikan Keperawatan. *Journal Cakrawala Ilmiah*, 1(5), 895–908.
- Mychelisda, E., Soekarni, M., Nugroho, A. E., Rifai, B., & ... (2023). *Strategi Pengembangan Daya Saing Ekonomi Digital: Penguatan Inovasi Industri Manufaktur Berbasis Teknologi Digital*. <https://penerbit.brin.go.id/press/catalog/book/576>
- Napitupulu, R. A. M., Siagian, L., Panjaitan, J., Tampubolon, M., Sianturi, L., & Sianturi, C. M. (2021). Pelatihan Pembuatan Prototype Spare Part Motor Dengan Aplikasi Printer 3D Pada Siswa Siswi Kls XI SMK Swasta Parulian 3 Medan. *Citra Abdimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 37–44.
- Saepuddin, A., Permadi, L.C., & Adiwibowo, P.H. (2023). Analisis Kekuatan Tabung Gas Lpg Kapasitas 12 Kg Berbahan Cast Carbon Steel Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Steam Engineering*, 5(1), 24–33. <https://doi.org/10.37304/jptm.v5i1.10963>
- Satya, V. E. (2018). Pancasila Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0. *Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI*, X(09), 19.
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019). An overview on 3D printing technology: Technological, materials, and applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286–1296. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.089>
- Sunarto, G., Katmini, & Eliana, A. D. (2023). Efektifitas Biaya Penggunaan Teknologi Pencetakan 3D (Industri 4.0) pada Alat Bantu Ortotik Prostetik Gatot Sunarto. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 14(1), 17–26.