

**NASKAH ORISINAL**

# Analisis Efektivitas Pelatihan Singkat 3D *Modelling*, 3D *Scanning*, dan 3D *Printing* pada Siswa SMA

Achmad Syaifudin<sup>1,\*</sup> | Muhammad Khoirul Effendi<sup>1</sup> | Agus Sigit Pramono<sup>1</sup> | Yusuf Kaelani<sup>1</sup> | Julendra B. Ariatedja<sup>1</sup> | Dinny Harnany<sup>1</sup> | Yohanes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

**Korespondensi**

\*Achmad Syaifudin, Departemen Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: saifudin@me.its.ac.id

**Alamat**

Departemen Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

**Abstrak**

Pada era revolusi industri 4.0, teknologi cetak tiga dimensi (*3D printing*) sedang berkembang pesat. Di Taiwan dan Korea Selatan, siswa sekolah menengah telah memiliki kemampuan menjalankan *3D printing*. Sebaliknya di Indonesia, lulusan sekolah menengah belum memiliki kompetensi sejenis. Oleh sebab itu, tim Pengabdian Masyarakat dari departemen Teknik Mesin ITS memberikan pengenalan dasar teknologi cetak 3D untuk meningkatkan kompetensi siswa sekolah menengah. Pelatihan ini diberikan secara singkat kepada 29 siswa SMAN 1 Boyolangu, Tulungagung dengan persen-tase 25% berupa pemberian teori dasar dan 75% berupa praktik mengerjakan proses *3D modelling-scanning-printing*. Berdasarkan analisis kuantitatif, pemahaman peserta meningkat sebesar 35.05% untuk materi *3D modelling* dan 22.55% untuk materi *3D scanning* dan *printing*. Adapun berdasarkan analisis kualitatif, hasil pencetakan produk 3D dengan metode *3D printing* yang dikerjakan oleh peserta sudah cukup bagus. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan singkat selama dua hari mampu meningkatkan kompetensi siswa SMA dalam memahami dasar teknologi manufaktur *3D printing*.

**Kata Kunci:**

3D *Modelling*, 3D *Scanning*, 3D *Printing*, Pelatihan Singkat.

## 1 | PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan jaman yang memasuki revolusi industri 4.0, banyak perubahan yang terjadi dalam perkembangan teknologi<sup>[1]</sup>. Sekarang ini, barang-barang sudah dapat diproduksi dengan memanfaatkan mesin, komputer dan robot dengan adanya integrasi antara teknologi siber dan teknologi otomatisasi. Dengan demikian, permasalahan efektivitas dan efisiensi dalam memproduksi barang dapat teratasi dengan perkembangan teknologi di era revolusi industri 4.0<sup>[2]</sup>. Namun di sisi lain, masyarakat mengalami dampak dari perkembangan teknologi, yaitu masyarakat dituntut untuk bisa menggabungkan teknologi

*Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Think* (IoT) untuk memecahkan berbagai macam permasalahan yang timbul. Teknologi yang sedang berkembang di dunia manufaktur adalah teknologi cetak tiga dimensi (*3D printing*), yaitu sebuah teknologi baru untuk memproduksi benda tiga dimensi dari sebuah gambar *Computer Aided Design* (CAD)<sup>[3]</sup>. Penerapan teknologi *3D printing* ini banyak digunakan dalam pembuatan purwarupa, pembuatan suku cadang peralatan dan aplikasinya di bidang medis atau kesehatan gigi<sup>[4]</sup>.

Penggunaan teknologi cetak 3D dalam bidang medis saat ini mulai dikembangkan di Indonesia. Salah satu penelitian terkait telah dilakukan oleh Kuswanto dkk. dalam memmanufaktur protesa dari bagian tubuh manusia yang diamputasi yaitu bagian tran-sradial dan *shoulder disarticulation*. Dengan kata lain, kegunaan teknologi *3D printing* sebagai *additive manufacturing* sangat menjanjikan, khususnya dalam menciptakan sebuah alat bantu sesuai kebutuhan pasien<sup>[5, 6]</sup>. Dalam penelitian lain, Kuswanto dkk. juga melakukan pengembangan metode *injection moulding* berbasis *printer* 3D yang dapat diaplikasikan untuk produksi implan pra-operasi dengan keunggulan akurasi geometri yang baik, mengurangi waktu operasi dan resiko kehilangan banyak darah. Hasilnya menunjukkan bahwa berdasarkan hasil uji statistik anova satu arah terhadap deviasi dimensi implan, metode *injection moulding* lebih baik daripada metode *cranial/intra* operatif dan tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan metode cetak tiga dimensi<sup>[5]</sup>. Aplikasi teknologi *3D printing* lainnya di bidang medis adalah pemakaian biomaterial sintetik *hydroxy-apatite* (HA) dan *polymethylmethacrylate* (PMMA) dalam proses pemulihan cacat tulang. Penelitian tersebut mencampurkan HA dengan PMMA untuk membentuk bio-komposit yang berpotensi dapat digunakan sebagai bahan pengumpan *3D printer*<sup>[7]</sup>.

Tidak hanya di bidang medis, teknologi *3D printing* juga telah berkembang di bidang mode. Kuswanto dkk juga menciptakan inovasi dalam membuat pola batik kawung dengan *3D printing*. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa pemakaian teknologi cetak 3D dalam membuat pola batik harus memenuhi beberapa syarat, diantaranya tekstur lembut sehingga nyaman digunakan, tidak kaku sehingga dapat menyesuaikan bentuk tubuh saat bergerak, dan kuat sehingga dapat bertahan lama dalam berbagai kondisi<sup>[5]</sup>.

Teknologi cetak 3D juga membawa peluang baru bagi perusahaan dalam meningkatkan efisiensi manufaktur, memberikan kebebasan dalam mendesain produk dan tidak dibatasi pada proses manufaktur<sup>[8]</sup>. Selain kualitas permukaan hasil produksi yang bagus, proses cetak 3D ini memiliki kelebihan lain diantaranya pencetakan yang bisa diotomatisasi, kemudahan penggunaan dan produk yang bisa di-*recycle* untuk bisa digunakan kembali<sup>[9]</sup>. Selain itu, mesin *3D printer* memiliki keakuratan sampai dengan 0.1 mm sehingga sangat cocok untuk memproduksi benda-benda dengan tingkat akurasi yang tinggi<sup>[4]</sup>. Proses produksi menggunakan mesin *3D printer* ini juga relatif cepat tergantung dari ukuran produk yang akan dicetak<sup>[10]</sup>.

Di beberapa negara maju di Asia seperti Korea Selatan dan Taiwan, teknologi *3D printing* telah dikenalkan kepada siswa-siswa sekolah menengah<sup>[11, 12]</sup>. Sementara itu di Indonesia, berdasarkan analisis Kemdikbud terkait proyeksi siswa secara nasional mulai dari 2012/2013 hingga 2020/2021, siswa sekolah menengah semakin banyak yang putus sekolah<sup>[13]</sup>. Disamping itu, semakin banyak lulusan jenjang SMA di daerah yang tidak melanjutkan ke bangku kuliah<sup>[14]</sup>, yang mana lapangan kerja untuk lulusan SMA juga semakin sempit di era Industri 4.0<sup>[15]</sup>. Apalagi hal ini diperburuk dengan adanya pandemi Covid19. Oleh sebab itu, membekali siswa SMA dengan kompetensi spesifik yang sesuai dengan era Industri 4.0 menjadi sangat penting.

Kegiatan pelatihan kepada siswa-siswa SMA/SMK merupakan suatu metode yang tepat untuk memberikan peningkatan kompetensi mereka. Berkaitan dengan hal ini, pemerintah mempunyai strategi yang melibatkan pendidikan vokasi untuk mendorong kemampuan siswa SMK, namun untuk siswa SMA justru terabaikan. Sebelumnya juga ada kegiatan pelatihan ketrampilan *3D printing* yang telah dilakukan oleh Saputra dan Sudiro, namun pelatihan tersebut justru masih terbatas untuk siswa-siswa SMK dan tidak terintegrasi dengan praktik *3D modelling* dan *3D scanning*<sup>[16]</sup>.

Oleh sebab itu, tim pengabdian masyarakat (Abmas) Teknik Mesin ITS memberikan pelatihan kepada para siswa SMA dengan harapan setelah melaksanakan pelatihan, siswa-siswa SMA mampu menguasai kompetensi dan mampu mengimplementasikan pengetahuan hasil pelatihan tersebut untuk menunjang kegiatan produksi UKM, baik secara mandiri atau berkelompok, demi mencapai kemandirian ekonomi masyarakat.

Konsep pengabdian kepada masyarakat ini adalah memberi pelatihan dasar keterampilan kepada siswa SMA dalam menggunakan perangkat lunak berbasis *Computer Aided Design* (CAD), *3D scanning*, dan *3D printing*. Perangkat lunak CAD yang digunakan adalah FreeCAD yang mana bersifat *open-source* atau dapat digunakan secara legal tanpa memerlukan *lisence* khusus. Setelah mengikuti kegiatan ini, para peserta diharapkan mampu: i) Memahami dasar *3D modelling*, ii) Memahami prinsip kerja

mesin 3D *printer*, iii) Memahami teknologi 3D *printing*, iv) Memahami prinsip kerja mesin 3D *scanner*, dan v) Memahami teknologi 3D *scanning*. Dampak yang diharapkan dari pelatihan ini adalah para peserta mampu menggunakan kompetensi yang diperoleh dalam pengembangan usaha sendiri atau setidaknya mengaplikasikan pengetahuan hasil pelatihan untuk mendukung kegiatan produksi UKM yang ada di sekitar mereka.

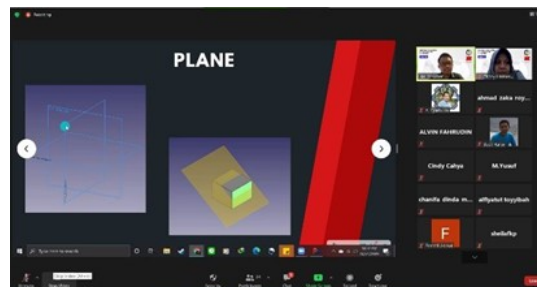
## 2 | METODE

Kegiatan pelatihan ini diikuti oleh 29 siswa SMAN 1 Boyolangu, Tulungagung dan dilaksanakan selama dua hari. Hari pertama diberikan materi dasar tentang pemodelan 3D dan hari kedua diberikan tambahan materi 3D *printing* dan *scanning*, beserta praktiknya. Pelatihan hari pertama dilaksanakan secara daring melalui *platform* Zoom pada hari Sabtu tanggal 31 Oktober 2020. Adapun pelatihan hari kedua dilaksanakan secara luring, yakni pada hari Jumat tanggal 6 Nopember 2020 selama 8 jam, mulai pukul 08.00 WIB hingga pukul 16.00 WIB, di laboratorium komputer SMAN 1 Boyolangu, Tulungagung.

Untuk mencapai tujuan dan keberhasilan pelatihan, maka persentase pemberian materi dan praktikum adalah sebesar 25%:75%. Teori yang diberikan dalam pelatihan ini meliputi: i) Pengenalan CAD dan fungsi-fungsi dasar pembuatan model 3D, ii) Konversi format model 3D menjadi STL file, iii) Konversi file STL menjadi g-code untuk proses *slicing*, dan iv) Fungsi komponen pada mesin 3D *printer*. Sedangkan praktek yang diberikan dalam pelatihan ini meliputi: i) Pembuatan model produk 3D, ii) 3D *printer machining setup*, iii) *Build, removal, and post processing*, dan iv) 3D *scanning*.

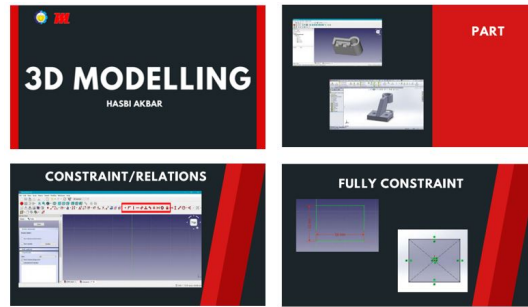
Strategi kegiatan pada pelatihan ini adalah para peserta dilatih dan dibimbing untuk terampil membuat produk-produk sederhana dalam bentuk tiga dimensi dengan perangkat lunak FreeCAD. Disamping itu, peserta pelatihan juga dikenalkan dengan proses memindai benda tiga dimensi sederhana dengan 3D scanner dan proses cetak dengan mesin 3D *printer*. Produk CAD yang telah didesain kemudian dibuka menggunakan perangkat lunak Ultimaker Cura agar dapat dipecah menjadi beberapa bagian/potongan (*slices*). Perangkat lunak ini kemudian akan memerintahkan mesin 3D printer untuk melakukan proses pencetakan *slice* demi *slice* sehingga membentuk sebuah produk *real plastic* dari material filamen PLA dan ABS.

Pemaparan materi mengenai konsep pemodelan tiga dimensi (3D *modelling*) dilaksanakan secara daring pada bagian pertama sesi pelatihan. Gambar (1) menunjukkan aktifitas pelatihan secara daring yang dibimbing oleh narasumber tim Abmas dalam membangun benda tiga dimensi sederhana menggunakan perangkat lunak FreeCAD melalui *platform* Zoom. Pada sesi pertama ini, peserta mendapatkan modul materi dasar pemodelan 3D seperti yang ditampilkan pada Gambar (2).



**Gambar 1** Pelatihan 3D modelling dengan software FreeCAD.

Modul materi dasar pemodelan 3D digunakan sebagai panduan belajar bagi peserta pelatihan. Tim Abmas menjelaskan dasar-dasar mendesain produk dimulai dari konsep penyusunan benda tiga dimensi hingga mendesain produk yang detail. Sebagai materi pertama, peserta dikenalkan mengenai *interface* perangkat lunak FreeCAD yang memiliki tiga *template* dasar yaitu *part*, *assembly*, dan *drawing*. Peserta diajarkan membangun suatu produk diawali dari pembuatan *sketch* dua dimensi (2D) hingga menjadi produk tiga dimensi (3D) melalui fitur-fitur tertentu. Pada pemaparan materi yang kedua, peserta diberi kesempatan untuk mempraktikkan sendiri proses pembuatan model tiga dimensi sederhana di komputer masing-masing, namun dengan tetap mendapatkan panduan dan bimbingan dari narasumber.



Gambar 2 Sampel modul materi dasar pemodelan 3D.

Pada pelatihan hari kedua, pelatihan dilanjutkan dengan *review* singkat materi 3D *modelling* yang diberikan pada hari pertama. Kemudian, sesi pelatihan dilanjutkan dengan pemaparan materi tentang konsep 3D *scanning* dan praktik melakukan 3D *scanning*. Setelah sesi istirahat, pemaparan konsep 3D *printing*, *setup* mesin 3D *printer* dan praktik mencetak produk dengan mesin 3D *printer* diberikan hingga menjelang sore. Gambar (3) menunjukkan suasana pelatihan secara luring yang berlangsung kondusif di saat narasumber dari tim Abmas menjelaskan materi-materi pengenalan alat di depan peserta. Para peserta juga difasilitasi komputer untuk berlatih. Peserta pelatihan diberikan pengetahuan dasar tentang alat 3D scanner dan 3D *printer* melalui modul pelatihan sebagaimana tampak pada Gambar (4).

Modul materi pengenalan 3D *printer* dan 3D scanner membahas tentang pengetahuan umum 3D *printing*, aplikasi penggunaan 3D *printing* di bidang industri manufaktur dan medis, spesifikasi alat, dan petunjuk pengoperasian alat. Selain itu, modul juga membahas cara menggunakan alat 3D scanner untuk memindai benda tiga dimensi. Proses *scanning* dapat dilakukan tanpa perlu menyentuh atau menggambar ulang benda tersebut sehingga didapatkan data digital dari benda yang dipindai.



Gambar 3 Suasana pelatihan secara luring di laboratorium komputer SMAN 1 Bonyolangu Tulungagung.



Gambar 4 Sampel modul materi pengenalan 3D scanner dan 3D printer.

**Tabel 1** Spesifikasi Mesin 3D Printer, REXYZ A1

Parameter	Keterangan
Kelas	: <i>portable 3D Printer</i>
Layar	: <i>touch screen 2,5 inch 240 x 320 pixel</i>
Controller	: MKS Robin Mini, Arm 32 bit.
Ruang kerja maks	: 180 x 180 x 180
Berat mesin	: 6 kg
Ukuran <i>filament</i>	: 1.75 mm
Jenis <i>filament</i>	: PLA, PETG, TPU
<i>Extruder</i>	: <i>single bowden, direct drive</i>
<i>Heatbed</i>	: <i>magnetic type</i>
<i>Interface</i>	: SD card dan USB
Tegangan DC	: 24 V
Tegangan AC	: 220/110 V, 300 W (saat <i>heatbed</i> aktif)

Selain mendapatkan pemaparan materi, para peserta juga diberikan kesempatan melakukan praktik proses *scanning* dan *printing* dengan peralatan yang tersedia. Pada pelatihan ini, dihibahkan satu unit mesin 3D printer kepada SMAN 1 Boyolangu, Tulungagung, sehingga proses perakitan mesin 3D printer juga dapat didemonstrasikan di depan para peserta (Gambar (5)). Mesin 3D printer yang dihibahkan adalah mesin 3D printer portabel dengan tipe REXYZ A1, yang memiliki spesifikasi sebagaimana terlihat pada Tabel (1). Adapun mesin 3D scanner telah disiapkan oleh tim Abmas sehingga juga dapat diperagakan dalam sesi pelatihan. Mesin 3D scanner yang digunakan adalah HandyScan 700, yang merupakan sebagian peralatan yang dimiliki oleh Science Techno Park (STP) Otomotif ITS. Spesifikasi HandyScan 700 dapat ditunjukkan pada Tabel (2).

**Gambar 5** Perakitan alat printer 3D.

Praktik pertama yang dilakukan oleh para peserta pelatihan adalah praktik menggunakan mesin scanner 3D. Gambar (6) menunjukkan praktik pengoperasian 3D scanner oleh narasumber tim Abmas. Model yang digunakan sebagai sampel dalam praktik *scanning* adalah mouse komputer. Praktik pengoperasian 3D scanner dimulai dari persiapan pemindaian hingga mendapatkan profil mouse. Beberapa peserta pelatihan juga diberikan kesempatan untuk mengoperasikan 3D scanner. Dalam pelatihan ini, peserta pelatihan tampak antusias mengikuti proses *scanning* dan tertarik untuk mencoba mengoperasikan 3D scanner.

Praktik selanjutnya adalah mengoperasikan 3D printer. Gambar (7) menunjukkan aktivitas narasumber 3D printing dalam memberikan instruksi penggunaan alat dan memperkenalkan komponen-komponen 3D printer kepada peserta. Penjelasan awal ini diberikan agar mereka memahami fungsi setiap komponen 3D printer, seperti *print bed* (tempat cetak), *print bed surface* (permukaan tempat cetak), *print head*, *filament*, *frame*, papan *controller*, *power supply unit*, dan komponen penggerak. Selama melakukan praktik, narasumber tim Abmas terus memberikan instruksi penggunaan alat kepada peserta, agar peserta tidak melakukan kesalahan dalam pengoperasian peralatan.

**Tabel 2** Spesifikasi mesin 3D scanner, HandyScan 700

Parameter	Keterangan
<i>Light Source</i>	: 7 Laser crosses
<i>Resolution</i>	: 0.05 mm
<i>Accuracy</i>	: 0.03 mm
<i>Part Size Range</i>	: 0.1-4 m
<i>Software</i>	: VXelement
<i>Output Formats</i>	: .dae, .fbx, .ma, .obj, .ply, .stl, .txt, .wrl, .x3d, .x3dz, .zpr
<i>Connection standard</i>	: 1 x USB 3.0
<i>Operating Temperature</i>	: 5-40°C

**Gambar 6** Praktik penggunaan alat 3D scanning dan memindai mouse komputer.

Tahap pelatihan selanjutnya adalah pencetakan produk yang dilakukan dengan menggunakan model 3D yang telah disiapkan sebelumnya (Gambar (8 ) bagian a). Model 3D dalam format .stl yang telah dibuat menggunakan perangkat lunak FreeCAD kemudian dikonversikan ke format g.code menggunakan perangkat lunak Ultimaker Cura untuk persiapan pencetakan 3D printing.

**Gambar 7** Narasumber tim Abmas memberikan instruksi penggunaan 3D printer.

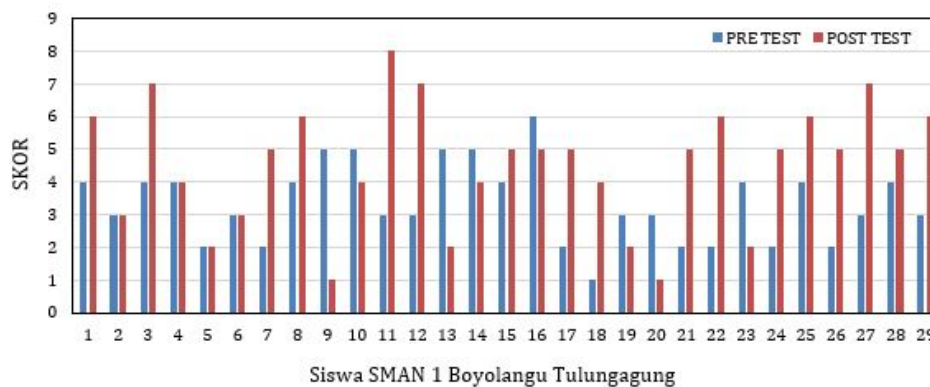


**Gambar 8** a) Model produk 3D, dan b) Produk hasil cetak dengan 3D printer.

Hasil produk 3D printing yang dibuat oleh peserta adalah sebuah gantungan kunci dengan tulisan SMAN 1 BOY, seperti tampak pada Gambar (8 ) bagian b. Para peserta dapat mencetak produk dengan lancar dan hasilnya cukup bagus. Dalam kesempatan ini, para peserta juga dapat mengembangkan kemampuan 3D printing untuk mencetak produk yang lain.

### 3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

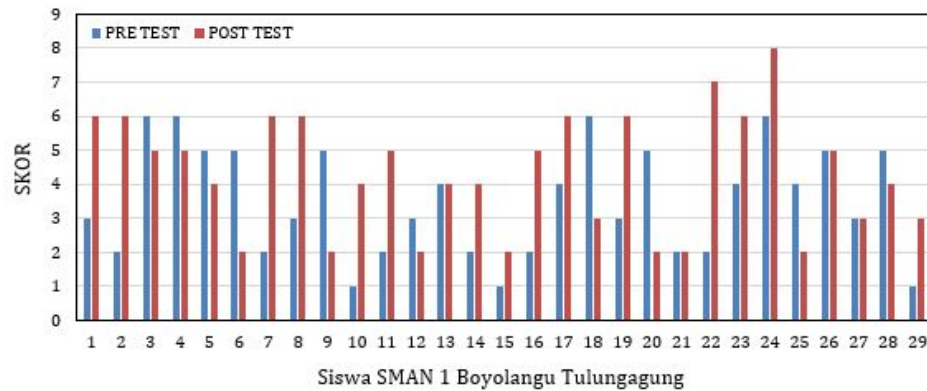
Selama kegiatan pelatihan ini berlangsung, tim Abmas melakukan pengukuran pemahaman peserta terhadap materi dasar dan praktiknya melalui kuisioner. Kuisioner diberikan sebelum pelatihan (*pre-test*) dan sesudah pelatihan (*post-test*). Fungsi kuisioner ini adalah sebagai media untuk mengevaluasi tingkat pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan, dengan cara menjawab beberapa pertanyaan singkat terkait materi dasar 3D modelling, 3D scanning, dan 3D printing. Hasil pengukuran pemahaman peserta terhadap materi 3D modelling-scanning-printing ditampilkan dalam bentuk grafik batang seperti yang ditunjukkan dalam Gambar (9 ) dan Gambar (10 ).



**Gambar 9** Tingkat pemahaman materi 3D modelling.

Gambar (9 ) menunjukkan 29 peserta mendapatkan peningkatan skor *pre-test* dan *post-test* (materi 3D modelling), yang mana rata-rata skor *pre-test* peserta adalah 3.345 dari 8, sedangkan rata-rata skor *post-test* adalah 4.517 dari 8. Persentase peningkatan didapatkan sebesar 35.05%. Sedangkan Gambar (10 ) menunjukkan 29 peserta mendapatkan peningkatan skor *pre-test* dan *post-test* (materi 3D scanning dan 3D printing), yang mana rata-rata skor *pre-test* peserta adalah 3.517 dari 8, sedangkan rata-rata skor *post-test* adalah 4.310 dari 8. Persentase peningkatan didapatkan sebesar 22.55%. Berdasarkan hasil perhitungan skor *pre-test* dan *post-test*, terlihat bahwa terjadi peningkatan rata-rata skor *pre-test* dan *post-test*. Hal ini mengindikasikan bahwa kegiatan pelatihan mampu menambah wawasan materi dasar 3D modeling, 3D scanning, dan 3D printing kepada siswa dalam waktu singkat.

Setelah melakukan semua tahapan praktik, diperoleh hasil produk 3D yang dibuat oleh para peserta. Hasil cetak 3D terlihat sudah cukup baik pada bagian *finishing*-nya, namun masih perlu ditingkatkan lagi agar bisa membuat produk 3D yang lebih kompleks dan memiliki tekstur yang lebih baik. Secara umum, peserta mengalami beberapa kendala saat proses praktik berlangsung karena



**Gambar 10** Tingkat pemahaman materi 3D *scanning* dan 3D *printing*.

mereka baru mulai belajar hal yang baru dan belum memiliki pengalaman terkait materi yang diajarkan. Diharapkan peserta dapat belajar lagi agar mereka dapat menguasai materi dan mempraktekannya.

## 4 | KESIMPULAN

Kompetensi terhadap dasar-dasar 3D *modelling*, 3D *scanning*, dan 3D *printing* ini merupakan kompetensi yang banyak diminati di era Industri 4.0 bagi siswa lulusan SMA/SMK. Keterampilan yang diperoleh peserta setelah mengikuti pelatihan ini adalah keterampilan menggambar produk dalam bentuk 2D maupun 3D dengan menggunakan *free software* CAD, dapat melakukan pemindaian bentuk dan wujud benda dengan alat 3D *scanner*, dan melakukan proses pencetakan dengan 3D *printer*.

Setelah mengikuti pelatihan singkat, pemahaman peserta terhadap materi 3D *modelling*, 3D *scanning*, dan 3D *printing* mengalami peningkatan. Berdasarkan analisis kualitatif, kemampuan peserta dalam melakukan praktik 3D *modelling*, 3D *scanning*, dan 3D *printing* menunjukkan kemampuan memproduksi model 3D yang cukup baik bagi pemula. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa kegiatan pelatihan mampu menambah wawasan materi dasar 3D *modelling*, 3D *scanning*, dan 3D *printing* kepada siswa sekolah menengah dalam waktu singkat. Pelatihan singkat dengan materi seperti ini terlihat sangat menjanjikan dan cukup strategis untuk diterapkan ke siswa SMA dengan jangkauan yang lebih luas lagi. Hal ini perlu mendapatkan perhatian lebih dari pihak pemangku kepentingan (*stake holder*) demi mengurangi pengangguran dari lulusan SMA dan untuk meningkatkan daya saing lulusan SMA.

## 5 | UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian masyarakat mengucapkan terima kasih kepada pihak SMAN 1 Boyolangu, Tulungagung, yang telah berkenan menerima kegiatan pengabdian masyarakat ITS. Kegiatan pengabdian masyarakat ini didukung dan didanai sepenuhnya oleh Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) ITS, sesuai dengan kontrak surat Perjanjian Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat No. 1819/PKS/ITS/2020.

## Referensi

1. Berman B. 3-D Printing: The New Industrial Revolution. *Business Horizon* 2012;55:155—162.
2. Alpern P. Beam Me Up a Part, Scotty. *Industry Week*, <https://www.industryweek.com/innovation/product-development/article/21940996/beam-me-up-a-part-scotty> 2020;.
3. Vance A. With 3-D Printing, Manufacturing Is a Click Away. *International Herald Tribune* 2010;p. 19.



4. Martelli N, Serrano C, van den Brink H, Pineau J, Prognon P, Borget I, et al. Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: a systematic review. *Surgery* 2016;159(6):1485–1500.
5. Kuswanto D, Syaifudin A, Rahman M, Dhafin FR. Customizable Design of 3D Printed BodyPowered Prosthesis for Trans-Radial and Shoulder Disarticulation Amputees. In: 2019 2nd International Conference on Bioinformatics, Biotechnology and Biomedical Engineering (BioMIC)-Bioinformatics and Biomedical Engineering, vol. 1 IEEE; 2019. p. 1–6.
6. Kuswanto D, Tontowi AE, Hidayat T, Windharto A, Kurniawan A. Analysis of Geometry Accuracy Using Injection Molding Methods Based on 3D Printer for Implant Production in Cranioplasty Surgery. *Idea Journal Desain* 2017;1(1):17—22.
7. Tontowi AE, Kuswanto D, Sihaloho RI, Sosiati H. Composite of [HA/PMMA] for 3D-printer material application. In: AIP Conference Proceedings, vol. 1755 AIP Publishing LLC; 2016. p. 150020.
8. Shang G, Sun C. Effect of 3D Printing Technology on 3C Product Manufacturing. *World Journal of Engineering and Technology* 2020;8(4):712–719.
9. Pieterse F, Nel AL. The advantages of 3D printing in undergraduate mechanical engineering research. In: 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) IEEE; 2016. p. 25–31.
10. Bradshaw S, Bowyer A, Haufe P. The intellectual property implications of low-cost 3D printing. *ScriptEd* 2010;7:5.
11. Song MJ. Learning to teach 3D printing in schools: how do teachers in Korea prepare to integrate 3D printing technology into classrooms? *Educational Media International* 2018;55(3):183–198.
12. Chao JY, Po HY, Chang YS, Yao LY. The study of 3D printing project course for indigenous senior high school students in Taiwan. In: 2016 International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering (ICAMSE) IEEE; 2016. p. 68–70.
13. Kemdikbud. Proyeksi Siswa Tingkat Nasional Tahun 2012/2013 - 2020/2021. [http://publikasidatakemdikbudoid/uploadDir/isi\\_DDB5BA09-C2E4-4C86-A67E-A7C29105BD9B\\_pdf](http://publikasidatakemdikbudoid/uploadDir/isi_DDB5BA09-C2E4-4C86-A67E-A7C29105BD9B_pdf) 2013;.
14. com K. Banyak Lulusan SMA Akan Menganggur. <https://edukasikompascom/read/2012/05/25/0657246> 2013;.
15. CNN. Lapangan Kerja Menyempit, 1,8 Juta Lulusan SMA Tak Kuliah. <https://www.cnnindonesiacom/nasional/20200311134223-20-482440/lapangan-kerja-menyempit-18-juta-lulusan-sma-tak-kuliah> 2020;.
16. Saputra OA, Sudiro S. Pengenalan printing 3D dan software Autodesk Fusion untuk guru dan siswa SMK di eks karisidenan Surakarta. *Indonesian Journal of Community Services* 2019;1(1):83–94.

**Cara mengutip artikel ini:** Syaifudin, A., Effendi, M.K., Pramono, A.S., Kaelani, Y., Ariatedja, J.B., Harnany, Y., & Yohanes, (2022), Analisis Efektivitas Pelatihan Singkat 3D *Modelling*, 3D *Scanning*, dan 3D *Printing* pada Siswa SMA, *Sewagati*, 6(5):598–606. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v6i5.283>.