

WORKSHOP 3D PRINTING UNTUK MENGASAH KOMPETENSI SISWA SMKN 2 TULUNGAGUNG DALAM TEKNOLOGI DIGITAL MANUFAKTUR

**Didin Zakariya Lubis¹, M. Ihwanudin², Muhammad Ilman Nur S.³, Ahmad muwaffaq
afif⁴, Ahmad Fatih 'Athoillah⁵**

^{1,2,3,4,5} Universitas Negeri Malang

E-mail: didin.zakariya.ft@um.ac.id

Abstrak: Penyelenggaraan "Workshop 3D Printing untuk Mengasah Kompetensi Siswa SMKN 2 Tulungagung dalam Teknologi Digital Manufaktur" memiliki peran penting dalam meningkatkan keterampilan siswa di bidang manufaktur digital. Pengenalan teknologi 3D printing di tingkat SMK dapat meningkatkan kemampuan desain dan kreativitas siswa, selain itu juga mempersiapkan para siswa untuk bersaing di era industri digital. Materi yang diberikan meliputi pengenalan teknologi 3D printing, dasar-dasar desain model 3D menggunakan software CAD, proses slicing, pengoperasian mesin 3D printer, hingga teknik troubleshooting untuk mengatasi permasalahan umum saat pencetakan. Seluruh peserta terlibat aktif dalam sesi praktik langsung, mulai dari membuat desain sederhana hingga menghasilkan objek melalui proses pencetakan. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam penguasaan konsep dan praktik 3D printing. Hasil analisis menunjukkan bahwa workshop ini memberikan dampak positif yang kuat terhadap peningkatan kompetensi siswa dalam teknologi 3D printing. Rata-rata nilai pretest yang berada pada angka 3,92 meningkat secara signifikan menjadi 9,04 pada posttest, dengan rata-rata peningkatan mencapai 5,12 poin. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mampu menerima dan memahami materi yang disampaikan dengan baik. Selain meningkatkan kemampuan teknis siswa, kegiatan ini juga memperkuat hubungan kolaboratif antara perguruan tinggi dan sekolah vokasi dalam upaya mempersiapkan generasi muda menghadapi perkembangan teknologi manufaktur digital.

Kata kunci: 3D Printing, pelatihan, SMK, inovasi.

I. PENDAHULUAN

Teknologi 3D Printing telah berkembang pesat, memungkinkan produksi dan perancangan struktur kompleks secara terpadu. Sebagai bagian dari proses Fused Deposition Modelling (FDM) dalam Additive Manufacturing (AM), teknologi ini membentuk objek dengan menambahkan material lapis demi lapis. Dalam beberapa tahun terakhir, 3D Printing telah meningkatkan kualitas cetak dan menurunkan biaya dalam pembuatan prototipe cepat, menjadikannya alat efektif dalam pengembangan produk (Sujana & Prasetyo, 2022).

Di dalam duni industri, 3D Printing diminati karena mampu mempercepat pembuatan prototipe yang sebelumnya memakan waktu lama, sehingga mengurangi biaya produksi dan menghasilkan produk berkualitas. Sebelum produksi massal, prototipe dibuat untuk mengevaluasi bentuk, dimensi, dan ergonomi produk. Selain itu, dalam bidang medis, 3D Printing digunakan untuk membuat organ tubuh tiruan seperti telinga, tangan, dan kaki (Sharma & Goel, 2018). Dengan demikian, 3D Printing berperan signifikan dalam berbagai sektor, termasuk industri manufaktur dan medis, dengan menawarkan solusi inovatif untuk pembuatan prototipe dan produk akhir.

Proses Rapid Prototyping diawali dengan membuat desain model CAD 3D menggunakan software seperti Solidworks, Autocad, Sketchup, dan sebagainya. Model yang sudah valid kemudian diorientasikan kepada ruang pembuatan (part orientation). Konsep dari rapid

prototyping adalah dengan membagi benda dengan ketebalan yang sesuai dengan penampang dari benda tersebut. Selanjutnya, mesin 3D Printer membuat produk tiga dimensi dengan menambahkan bahan atau material secara lapis demi lapisan sesuai dengan pembagian penampang benda. Kualitas dari permukaan benda tergantung pada tebal lapisan dari mesin 3D Printer. Semakin kecil tebal lapisan maka kualitas permukaan semakin baik (Sulistyarini et al., 2020).



Sekolah SMKN 2 Tulungagung



Siswa praktik di laboratorium

Gambar 1. Survei awal dengan mitra dan potensi kerjasama pengabdian

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki potensi besar sebagai target pelatihan keterampilan 3D printing. Negara-negara maju seperti Taiwan dan Korea Selatan telah mewajibkan siswa sekolah menengah untuk menguasai teknologi ini (Chao et al., 2017). Namun, di Indonesia, hanya sebagian kecil lulusan SMK yang memiliki kemampuan tersebut, yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan penggunaan perangkat 3D printing di kalangan guru (Andriyansyah et al., 2023). Salah satu tantangan yang dihadapi guru SMK adalah kesulitan dalam mendapatkan komponen atau model untuk praktik di sekolah. Solusi yang dapat diterapkan adalah dengan memproduksi komponen sendiri menggunakan 3D printing.

SMKN 2 Tulungagung, berlokasi di Jabalsari Sumbergempol, Loderesan, Kecamatan Kedungwaru, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur 66291, merupakan SMK dengan program keahlian teknik yang dituntut untuk mengikuti perkembangan teknologi, termasuk 3D printing. Teknologi ini berkaitan erat dengan penggunaan perangkat lunak CAD dan CAM. Oleh karena itu, untuk menguasai 3D printing, minimal diperlukan kemampuan desain dengan CAD dan CAM, serta keterampilan dalam mengoperasikan mesin 3D printing (Bintara et al., 2020). Pelatihan serupa telah dilaksanakan di berbagai SMK di Indonesia. Misalnya, di SMK Muhammadiyah 5 Berbah, pelatihan penggunaan perangkat lunak CAD dalam implementasi rapid prototyping (3D printing) telah diberikan kepada siswa untuk meningkatkan kompetensi mereka dalam teknologi ini (Finansia et al., 2024). Dengan demikian, pelatihan 3D printing di SMKN 2 Tulungagung diharapkan dapat meningkatkan kompetensi guru dalam teknologi manufaktur digital, yang pada gilirannya akan meningkatkan kualitas pendidikan dan kesiapan siswa menghadapi tantangan industri masa depan.

II. METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan pre-experimental design tipe One-Group Pretest-Posttest. Pendekatan ini digunakan

untuk mengetahui efektivitas kegiatan workshop dalam meningkatkan kompetensi siswa terhadap materi 3D printing dan desain CAD. Menurut Asempapa (2020), desain pretest–posttest merupakan instrumen yang tepat untuk mengukur learning gain setelah proses pembelajaran atau pelatihan. Rumus gain score sederhana:

$$\text{Gain} = \text{Posttest} - \text{Pretest}$$

Pendekatan ini sesuai dengan model evaluasi pembelajaran yang dijelaskan oleh Black & Wiliam (2009) bahwa asesmen formatif dapat menunjukkan perubahan signifikan pada kompetensi setelah intervensi pembelajaran. Workshop dinyatakan berhasil apabila: 1) Terjadi peningkatan rata-rata nilai siswa $\geq 30\%$ dari pretest ke posttest. 2) Siswa mampu menghasilkan model 3D sederhana menggunakan CAD. 3) Siswa dapat mengoperasikan 3D printer secara mandiri pada level dasar.

Adapun subjek dalam kegiatan ini adalah 24 siswa kelas X TAB 2 untuk dilakukan pengukuran peningkatan kompetensi melalui instrumen tes. Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik purposive sampling, yaitu memilih siswa yang hadir penuh dan mengikuti seluruh rangkaian kegiatan.

Instrumen evaluasi berupa 10 soal pretest dan posttest disusun untuk menilai efektivitas kegiatan Workshop 3D Printing dalam meningkatkan kompetensi siswa SMKN 2 Tulungagung pada aspek teknologi digital manufaktur. Penggunaan pretest sangat penting untuk mengetahui kemampuan awal peserta sebelum pembelajaran, sehingga pemateri dapat memahami sejauh mana kesiapan siswa dalam menguasai konsep dasar 3D printing. Hal ini sejalan dengan pendapat Asempapa (2020) yang menjelaskan bahwa pretest bertujuan mengidentifikasi prior knowledge dan menjadi dasar dalam menentukan strategi penyampaian materi yang lebih efektif.

Selain itu, soal yang sama diberikan kembali dalam posttest untuk mengukur peningkatan pemahaman setelah pelatihan. Evaluasi dengan membandingkan hasil pretest dan posttest merupakan metode standar untuk menilai learning gain, sebagaimana dijelaskan oleh Black dan Wiliam (2009) yang menyebutkan bahwa asesmen formatif, termasuk tes awal–akhir, mampu memberikan gambaran objektif mengenai keberhasilan proses pembelajaran. Dengan demikian, peningkatan nilai dari pretest ke posttest dapat dijadikan indikator pencapaian kompetensi siswa. Berikut pada tabel 1. dijabarkan soal pretest dan posttest yang dilakukan.

Tabel 1. Instrumen pretest dan posttest

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Kunci
1	Apa fungsi utama 3D printer?	A. Mencetak foto, B. Membuat objek 3D, C. Mengedit gambar	B
2	File desain 3D biasanya berekstensi...	A. STL, B. DOC, C. JPG	A
3	CAD adalah singkatan dari...	A. Computer Aided Design, B. Control Automatic Device, C. Computer Algorithm Data	A
4	Bahan umum untuk 3D printing adalah...	A. Kertas, B. PLA/ABS, C. Kayu	B
5	Salah satu penyebab hasil print gagal adalah...	A. Pemanasan baju, B. Nozzle tersumbat, C. Kipas angin mati	B
6	Proses slicing bertujuan untuk...	A. Membuat layer printing, B. Menyemir model, C. Menghapus file	A
7	Parameter penting untuk kualitas	A. Layer height, B. Warna printer, C. Suhu	A

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Kunci
	print adalah...	ruangan	
8	Langkah pertama sebelum printing adalah...	A. Membuat model CAD, B. Menyetrika, C. Menghapus memori	A
9	Cara mencegah warping adalah...	A. Meletakkan di lantai, B. Menggunakan heated bed, C. Mematikan printer	B
10	Nozzle harus dibersihkan agar...	A. Printer cepat rusak, B. Hasil cetak lebih baik, C. Tidak berpengaruh	B

Materi pada 10 soal tersebut mencakup konsep CAD, proses slicing, pengaturan parameter printing, hingga troubleshooting dasar. Muatan ini sesuai dengan tuntutan literasi teknologi modern. Ritz (2011) menyatakan bahwa pengukuran kompetensi teknologi harus mencakup pemahaman konsep, aplikasi, serta kemampuan memecahkan masalah. Dalam konteks pendidikan vokasi, Thomas dan Gilbert (2014) menegaskan bahwa pemahaman siswa mengenai alur kerja 3D printing perlu diuji secara sistematis melalui instrumen evaluasi agar pelatihan benar-benar menghasilkan kompetensi teknis.

Kehadiran soal yang menguji konsep CAD juga diperlukan karena kemampuan desain 3D adalah fondasi utama dalam proses manufaktur digital. Boehm dan Bustillo (2016) menjelaskan bahwa pemanfaatan CAD dan 3D printing dalam pendidikan teknik membutuhkan asesmen kognitif untuk memastikan siswa memahami alur perancangan dan dapat menerapkannya secara tepat dalam praktik. Dengan integrasi konsep-konsep tersebut, penyusunan 10 soal pretest–posttest ini tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi, tetapi juga menjadi komponen penting dalam menjamin akurasi peningkatan pembelajaran siswa selama pelatihan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dokumentasi kegiatan Workshop 3D Printing di SMKN 2 Tulungagung memuat rangkaian aktivitas pelatihan yang berlangsung sejak pembukaan hingga sesi penutup. Dokumentasi ini mencerminkan keseluruhan proses pelaksanaan, interaksi peserta, serta keterlibatan tim pengabdian dalam menyampaikan materi dan pendampingan praktik. Berikut pada gambar 2. Dokumentasi kegiatan pengabdian.



Gambar 2. Foto bersama kegiatan pengabdian

Dokumentasi dibuka dengan pengambilan gambar saat sesi pembukaan kegiatan yang dihadiri oleh Kepala Sekolah, jajaran guru, tim pelaksana dari Universitas Negeri Malang, serta seluruh

peserta pelatihan. Foto-foto berikut menampilkan sambutan resmi dari pihak sekolah dan pengantar kegiatan oleh ketua pelaksana.



a) Penyampaian pengantar dan teori pelatihan



b) Praktik pengoperasian alat 3D printer



c) Siswa mencoba secara langsung alat yang dihibahkan



d) Penandatanganan berkas-berkas pengabdian

Gambar 3. Dokumentasi kegiatan pengabdian

Hasil evaluasi Pretest dan Posttest

Instrumen evaluasi berupa pretest dan posttest diberikan kepada 24 siswa untuk mengukur efektivitas kegiatan Workshop 3D Printing dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap teknologi digital manufaktur, khususnya 3D printing dan desain CAD. Nilai pretest menggambarkan kemampuan awal siswa sebelum mengikuti pelatihan, sedangkan nilai posttest menunjukkan tingkat penguasaan materi setelah kegiatan berlangsung. Berikut pada tabel 2. disajikan rekapitulasi data hasil pretest dan posttest yang dilakukan.

Tabel 2. Hasil rekapitulasi data pretest dan posttest

No	Nama Siswa	Pretest	Posttest
1	S1	4	10
2	S2	6	8
3	S3	4	8
4	S4	2	10
5	S5	4	10
6	S6	6	6
7	S7	4	8

No	Nama Siswa	Pretest	Posttest
8	S8	2	8
9	S9	4	10
10	S10	6	10
11	S11	4	6
12	S12	2	8
13	S13	4	10
14	S14	6	10
15	S15	4	8
16	S16	2	8
17	S17	4	10
18	S18	6	10
19	S19	4	8
20	S20	2	10
21	S21	4	10
22	S22	6	10
23	S23	4	10
24	S24	2	8

Analisis Data Pretest

Nilai pretest siswa berada pada rentang 2–6 dari skor maksimal 10. Rata-rata nilai pretest adalah:

$$\frac{\text{jumlah nilai}}{24} = \frac{94}{24} \approx 3.92$$

Hasil ini menunjukkan bahwa secara umum siswa memiliki pemahaman awal yang relatif rendah mengenai konsep dasar 3D printing, proses slicing, parameter printing, serta penggunaan perangkat lunak CAD. Nilai pretest 2 dan 4 ditemukan cukup dominan, memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa belum familiar dengan teknologi manufaktur digital. Temuan ini sesuai dengan karakteristik pembelajaran vokasi, di mana keterampilan baru biasanya membutuhkan hands-on training untuk mencapai pemahaman mendalam.

Analisis Data Posttest

Nilai posttest berada pada rentang 6–10, dengan rata-rata:

$$\frac{217}{24} \approx 9.04$$

Peningkatan yang sangat signifikan terlihat pada hampir seluruh siswa. Sebanyak 16 dari 24 siswa (66,7%) memperoleh nilai tertinggi yaitu 10. Tidak ada siswa yang nilainya di bawah 6, menunjukkan bahwa seluruh peserta telah memahami materi yang diberikan dengan baik. Peningkatan ini menunjukkan efektivitas workshop dalam meningkatkan pengetahuan kognitif siswa, terutama karena kegiatan ini disertai: a) penjelasan teori, b) demonstrasi langsung, c) praktik membuat model CAD, dan d) praktik mengoperasikan 3D printer.

Analisis Peningkatan (Gain Score)

Peningkatan kompetensi dapat dihitung dengan:

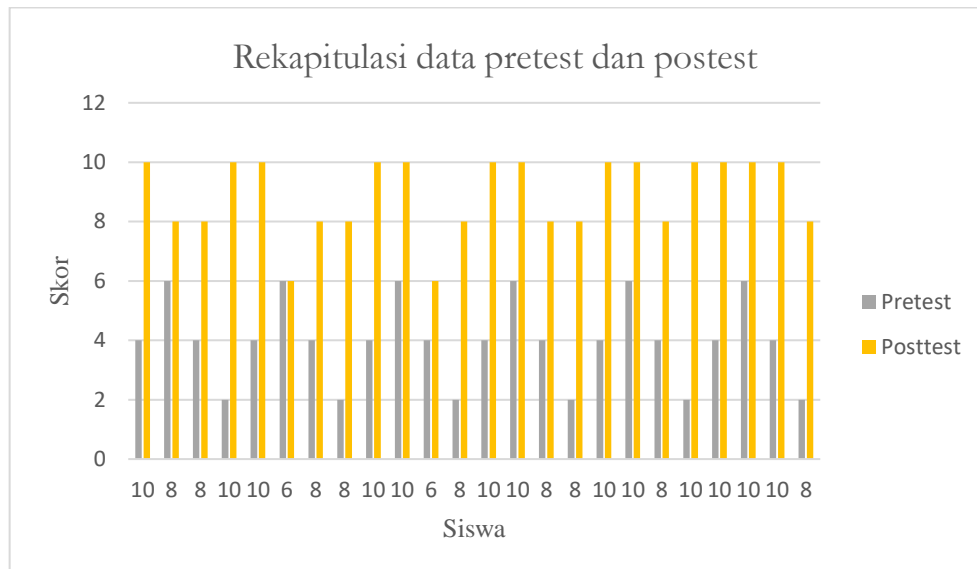
$$\text{Gain} = \text{posttest} - \text{pretest}$$

Rata-rata peningkatan keseluruhan:

$$\text{Gain rata-rata} = \frac{217 - 94}{24} = \frac{123}{24} \approx 5.12$$

Artinya, setiap siswa mengalami peningkatan nilai sekitar 5 poin dari skala 10, atau sekitar 128% peningkatan pemahaman.

Berdasarkan hasil pretest dan posttest yang diperoleh dari 24 siswa, kualitas pembelajaran pada kegiatan Workshop 3D Printing menunjukkan efektivitas yang sangat tinggi. Nilai pretest yang relatif rendah mengindikasikan bahwa siswa belum memiliki pemahaman yang memadai terkait konsep teknologi digital manufaktur sebelum pelatihan dimulai. Namun, peningkatan nilai yang signifikan pada posttest membuktikan bahwa metode pengajaran yang digunakan meliputi penyampaian teori, demonstrasi langsung, serta praktik mandiri berhasil membantu siswa memahami materi dengan jauh lebih baik. Berikut pada gambar 4. dipaparkan grafik hasil penilaian pretest dan posttest pada pengabdian ini.



Gambar 4. Grafik hasil penilaian pretest dan posttest

Berdasarkan gambar 4. hampir seluruh siswa mencapai nilai tinggi setelah kegiatan, yang menandakan bahwa proses pembelajaran berlangsung secara interaktif dan mampu menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Peningkatan pengetahuan yang merata pada seluruh peserta mencerminkan kualitas penyampaian materi yang efektif, lingkungan belajar yang kondusif, serta relevansi materi pelatihan dengan kebutuhan kompetensi siswa di bidang manufaktur digital. Secara keseluruhan, kualitas pembelajaran dapat dikategorikan sangat baik dan berhasil menjawab tujuan pelaksanaan workshop.

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa workshop ini memberikan dampak positif yang kuat terhadap peningkatan kompetensi siswa dalam teknologi 3D printing. Rata-rata nilai pretest yang berada pada angka 3,92 meningkat secara signifikan menjadi 9,04 pada posttest, dengan rata-rata peningkatan mencapai 5,12 poin. Seluruh siswa mengalami peningkatan pemahaman, dan

sebagian besar mencapai nilai maksimal, menandakan keberhasilan transfer pengetahuan yang dilakukan oleh tim pelaksana. Peningkatan ini membuktikan bahwa metode pembelajaran berbasis praktik langsung sangat efektif dalam membangun pemahaman siswa terhadap konsep desain CAD, proses slicing, pengoperasian 3D printer, serta penanganan masalah dasar saat pencetakan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kegiatan Workshop 3D Printing di SMKN 2 Tulungagung telah berjalan dengan sangat baik dan berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu meningkatkan kompetensi siswa dalam teknologi manufaktur digital serta mempersiapkan mereka menghadapi perkembangan teknologi industri masa kini.

V. SARAN

Berdasarkan pelaksanaan dan hasil kegiatan Workshop 3D Printing di SMKN 2 Tulungagung, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan kegiatan serupa di masa mendatang:

1. Perlu dilakukan pelatihan lanjutan yang berfokus pada tingkat kompetensi lebih tinggi, seperti desain model kompleks, penggunaan material 3D printing yang lebih beragam, serta teknik post-processing hasil cetak. Hal ini bertujuan agar siswa tidak hanya memahami dasar teknologi 3D printing, tetapi juga mampu mengembangkan keahlian yang lebih aplikatif di dunia industri.
2. Sekolah disarankan menambah unit 3D printer dan perangkat pendukungnya, agar kegiatan praktik dapat dilakukan dalam kelompok yang lebih kecil sehingga siswa memperoleh pengalaman penggunaan alat yang lebih optimal dan merata.
3. Diperlukan integrasi pembelajaran 3D printing dalam kurikulum sekolah, khususnya pada mata pelajaran berbasis desain dan manufaktur. Penggabungan materi workshop ke dalam kegiatan belajar mengajar rutin akan memperkuat pemahaman siswa dan memastikan keterampilan tersebut terus berkembang.
4. Peningkatan kapasitas guru pendamping sangat dianjurkan melalui pelatihan khusus atau program training of trainers, sehingga guru dapat melanjutkan pembinaan kepada siswa secara mandiri setelah kegiatan pengabdian selesai.

VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya atas Hibah dana Internal UM skema Desentralisasi Fakultas Vokasi dengan nomor 21.2.52/UN32/KP/2025 tanggal 21 Februari 2025 yang telah memberi support dan kesempatan kepada tim pengabdian untuk melaksanakan kegiatan ini. Terima kasih juga disampaikan kepada SMKN 2 Tulungagung serta semua peserta baik guru maupun siswa yang berpartisipasi pada kegiatan ini

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Andriyansyah, D., Vendy Hermawan, M., Supriyanto, A., Margono, M., & Budi Raharjo, E. (2023). Pelatihan Pengetahuan Dan Keterampilan Dasar 3D Printing Untuk Guru Smk Bhinneka Karya Surakarta. *Abdi Masya*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.52561/abma.v4i1.223>
- Asempapa, R. (2020). Assessing learning gains through pretest and posttest evaluation. *Journal of Educational Assessment*, 28(2), 45–59.

- Bintara, R. D., Suryanto, H., Aminuddin, A., & ... (2020). Peningkatan Keterampilan Pengoperasian Software Cad/Cam Dan Mesin 3D Printer Pada Guru Smk. *Jurnal Graha Pengabdian*, 2(1), 40–46.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Boehm, C., & Bustillo, M. (2016). Using CAD and 3D printing in technical education. *Journal of Technical Education and Training*, 8(2), 1–13.
- Chao, J. Y., Po, H. Y., Chang, Y. Sen, & Yao, L. Y. (2017). The study of 3D printing project course for indigenous senior high school students in Taiwan. *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering: Innovation, Science and Engineering, IEEE-ICAMSE 2016*, 68–70. <https://doi.org/10.1109/ICAMSE.2016.7840234>
- Finansia, C., Dewi, G. S., Lahitani, A. R., & Rosid, I. A. (2024). Pelatihan Preventive Maintenance Mesin 3D Printer di SMK Muhammadiyah Berbah. 7(2), 587–595.
- Sharma, S., & Goel, S. A. (2018). 3D Printing and its Future in Medical World. *Journal of Medical Research and Innovation*, 3(1), e000141. <https://doi.org/10.15419/jmri.141>
- Sujana, I. M. I. W., & Prasetyo, H. (2022). Analisa Hasil Cetak 3D Printer Dengan Teknik Layer By Layer. *Jurnal Mekanik Terapan*, 3(3), 93–98. <https://doi.org/10.32722/jmt.v3i3.5174>
- Sulistyarini, D. H., Andriani, D. P., Darmawan, Z., & Setyarini, P. H. (2020). Implementation of rapid prototyping polylactic acid using 3D printing technology for early education applications. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(1–108), 20–26. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.216382>
- Ritz, J. M. (2011). A focus on technological literacy in higher education. *Journal of Technology Education*, 22(2), 55–70.
- Thomas, D., & Gilbert, S. (2014). 3D printing in education: A pedagogical review. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(8), 1–7.