

PELATIHAN PEMBUATAN POLA MENGGUNAKAN 3D PRINTING UNTUK PRAKTIKUM PENGECORAN DI SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL

Arya Yusuf^{*}, Arianto Leman Soemowidagdo², Fredy Surahmanto³, Joni Tri Setyawan⁴,
Siti Nursipa Wulida⁵

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia

⁴SMK Muhammadiyah 1 Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55714, Indonesia

⁵Pendidikan Tata Boga, Universitas Negeri Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia

^{1*}aryayusuf.2021@student.uny.ac.id, ²arianto_ls@uny.ac.id, ³fredy_surahmanto@uny.ac.id,
⁴jonisetyawan56@guru.smk.belajar.id, ⁵sitinursipa.2021@student.uny.ac.id

Abstract: *Vocational High Schools (SMK) act as key partners for higher education institutions, focusing on transferring knowledge and technology to the broader community. SMKs require high-level competencies for their teachers and students to meet the demands of today's workforce effectively. To support this need, a community service program aimed at creating metal casting patterns was launched. This initiative called the off-campus community service activity (PkM DLK), was organized by a team of lecturers and students from the Department of Mechanical Engineering Education at Yogyakarta State University. The primary goal of this program was to train teachers and educational staff to proficiently create casting patterns using 3D printing technology, allowing for a more efficient and streamlined process. The activity was conducted at SMK Muhammadiyah 1 Bantul, involving both the university team and the school's teachers and staff, specially for the mechanical engineering program. The methodology used for this program was Participatory Action Research (PAR), which encouraged active participation from all involved. Key stages included an introduction to the program, hands-on practice designing pattern models using Inventor CAD 2024 software, simulating the printing process with Ultimaker Cura software, operating 3D printers, printing and finishing the patterns, and finally conducting a casting trial using the newly created patterns. Feedback was overwhelmingly positive, with participants giving an average score of 85.88, indicating a "very satisfied" rating. The teachers and educational staff expressed a strong interest in seeing the program continue annually. Overall, the community service program was regarded as highly successful in producing casting patterns for use in practical workshops at SMK Muhammadiyah 1 Bantul.*

Keyword: *3D printing; Casting; Devotion; Patterns.*

Copyright (c) 2024 Arya Yusuf, et al.

* Corresponding author :

Email Address : aryayusuf.2021@student.uny.ac.id (Universitas Negeri Yogyakarta, Sleman)

Received : June 12, 2024; Revised : September 27, 2024; Accepted : October 10, 2024; Published : October 15, 2024

PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah mitra perguruan tinggi yang menjembatani

proses transfer ilmu dan teknologi kepada masyarakat¹. Lulusan dari SMK diharapkan memiliki keahlian pada suatu bidang tertentu yang telah dipelajari semasa sekolah². SMK dituntut meningkatkan kualitas dengan mencetak tenaga kerja dalam pemenuhan kebutuhan dunia industri³. Selaras dengan itu, pentingnya peningkatan kompetensi guru dan siswa pada tingkat SMK⁴. Kompetensi itulah yang akan terus ditingkatkan seiring perkembangan zaman dan teknologi yang ada.

Pengecoran (*casting*) adalah suatu proses penuangan materi cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan. Teknologi cor bertujuan untuk menghasilkan produk cor yang memiliki kompleksitas tinggi. Sebagai salah satu teknik fabrikasi logam, teknologi cor diperlukan untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi, mempunyai cacat yang rendah, kehalusan pengecoran serta ketepatan ukuran produk cor yang dihasilkan⁵. Pengecoran dikelompokkan sesuai dengan umur cetakan yakni pengecoran sekali pakai (*expendable mold*) dan pengecoran permanen (*permanent mold*). Pengecoran cetakan pasir (*sand casting*) merupakan metode yang umum diaplikasikan pada industri pengecoran aluminium⁶. Pengecoran ini termasuk kedalam kelompok *expendable mold* karena nantinya cetakan akan dirusak untuk mendapatkan produk hasil cor, biasanya digunakan karena metode ini memiliki ketahanan panas serta mudah dalam pengoperasiannya juga menghasilkan produk yang baik⁷. Meskipun begitu, produk hasil cor juga masih ada yang rentan cacat, seperti cacat porositas⁸. Selain itu, Komisi Pengecoran Internasional telah mengklasifikasikan cacat pengecoran diantaranya terdapat cacat ekor tikus, cacat berongga, cacat retakan, cacat permukaan kasar, cacat salah alir, cacat kesalahan ukuran, cacat struktur tidak seragam, cacat deformasi, dan cacat tak nampak⁹.

SMK Muhammadiyah 1 Bantul (Musaba) sebagai salah satu SMK yang berfokus pada program

¹ Deni Andriyansyah Et Al., "Pelatihan Pengetahuan Dan Keterampilan Dasar 3d Printing Untuk Guru Smk Bhinneka Karya Surakarta," *Abdi Masya* 4, No. 1 (May 25, 2023): 1–10.

² Sisca Olivia Et Al., "Pengenalan Teknologi 3d Print (Sisca Olivia Dkk," *Jurnal Malikussaleh Mengabdi* 3, No. 1 (2024): 2829–6141.

³ Albert, "Studi Soft Skill Lulusan Pendidikan Kejuruan Tempat Kerja," *Majalah Ilmiah Solusi* 18, No. 04 (2020): 9–15.

⁴ Redyarsa Dharma Bintara Et Al., "Peningkatan Ketrampilan Pengoperasian Software Cad/Cam Dan Mesin 3d Printer Pada Guru Smk," *Jurnal Graha Pengabdian* 02, No. 01 (2020): 40–46.

⁵ Marsel F F Pariri And Suriyanto Buyung, "Pengaruh Variasi Lubang Masuk Cetakkan Terhadap Hasil Cetakkan Jig Atau Umpan Pancing," *Jurnal Voering* 7, No. 1 (2022): 24–36.

⁶ Dendi Santika Et Al., "Uji Eksperimental Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Produk Foot Berbahan Limbah Alumunium Hasil Pengecoran Cetakan Pasir Berpengikat Bentonit," *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi* 05, No. 01 (2022): 56–64, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

⁷ Rima Himmaniyatul Fiyana, Muthia Putri Darsini Lubis, And Hizkia Alpha Dewanto, "Pengaruh Rasio Penggunaan Pasir Baru Dengan Pasir Bekas Terhadap Kadar Abu / Lost On Ignation (Loi) Dan Kekuatan Tarik Pasir Pada Cetakkan Pasir Kering," *Specta Journal Of Technology* 7, No. 1 (May 31, 2023).

⁸ Fajar R Saputra, Budi Harjanto, And Nyenyep Sriwardani, "Pengaruh Variasi Penambahan Kadar Air Bahan Pengikat Bentonit Terhadap Pasir Cetak Dan Cacat Porositas Hasil Logam Paduan Al-Si," *Nozel: Jurnal Pendidikan Teknik Mesin* 02, No. 04 (2020): 291–300.

⁹ Pariri And Buyung, "Pengaruh Variasi Lubang Masuk Cetakkan Terhadap Hasil Cetakkan Jig Atau Umpan Pancing."

keahlian teknik mesin. Sarana dan prasarana yang lengkap telah dimiliki, khususnya dalam praktik pengecoran logam. Permasalahan yang timbul pada jurusan teknik mesin SMK Musaba yaitu para guru belum terampil dalam pembuatan pola pengecoran. Pengembangan pola pengecoran dengan kayu untuk pembelajaran praktik di SMK Musaba telah dilakukan^{10,11}, namun pada kedua penelitian tersebut terdapat kendala pada pembuatan pola dari kayu dimana membutuhkan peralatan dan keterampilan khusus dalam pengerjaannya. Permasalahan tersebut berdampak bagi para guru program keahlian teknik mesin SMK Musaba yang tidak memiliki keterampilan khusus pada pengerjaan kayu. Lebih jauh lagi, untuk membuat pola kayu dibutuhkan waktu pengerjaan yang lama, yaitu sekitar 70% dari total waktu¹².

Berdasarkan permasalahan tersebut, pengabdian ini bertujuan untuk memberikan pelatihan pembuatan pola untuk praktik pengecoran menggunakan 3D Printing di jurusan teknik mesin SMK Musaba. Penggunaan teknologi mutakhir dengan 3D printing akan mampu menjembatani keterbatasan keterampilan dan waktu dalam membuat pola. Lebih jauh, pelatihan dan pendampingan pengembangan pola merupakan solusi untuk meningkatkan kompetensi dan ketrampilan guru dalam proses pengecoran secara menyeluruh di SMK Musaba. Ini merupakan bagian dari peningkatan mutu pendidikan vokasi dan kejuruan pada ranah teknologi terapan.

METODE PENELITIAN

1. Nama Kegiatan Pengabdian

Program ini adalah kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) Di Luar Kampus (DLK) yang dilakukan oleh tim pengabdian. Tim pengabdian terdiri dari beberapa dosen dan mahasiswa. Secara keseluruhan kegiatan dilaksanakan dari tanggal 01 Maret–30 Agustus 2023. PkM ini bertujuan untuk membantu SMK Muhammadiyah 1 Bantul menggunakan 3D Printing dalam pembuatan pola pengecoran dengan harapan dapat membantu pembuatan pola dengan waktu yang lebih efektif. Partisipan pada program pengabdian ini terdiri dari guru dan tenaga pendidik (tendik) yang berasal dari SMK Musaba. Khalayak sasaran pada pelatihan praktik pengecoran logam ini direncanakan 11 orang guru dan 2 tendik SMK Musaba. Kegiatan PkM ini juga melibatkan siswa-siswa SMK Musaba dimana dalam praktik pengecoran logam menggunakan pola yang telah dibuat oleh guru dan tendik memanfaatkan alat 3D printing.

¹⁰ Dwi N Wibowo And Nurdjito, “Pengembangan Pola Pengecoran Aluminium Di SMK N 3 Yogyakarta,” *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin* 05, No. 05 (2017): 131–138.

¹¹ Oleh : Mahendra And Aan Ardian, “Pengembangan Media Pembelajaran Pola Kayu Proses Pengecoran Aluminium Di Smk Negeri 2 Wonosari,” *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin* 06, No. 06 (2018): 419–424.

¹² Dinesh Pal And B. Ravi, “Rapid Tooling Route Selection and Evaluation For Sand And Investment Casting,” *In Virtual And Physical Prototyping*, Vol. 2, 2007, 197–207.

2. Pendekatan Pengabdian

Adapun pendekatan pengabdian masyarakat menggunakan metode *Participatory Action Research* (PAR). PAR (*participatory action research*) berfokus pada pendampingan masyarakat dalam mengetahui atau mengenali masalah¹³. PAR adalah penelitian yang mengutamakan partisipasi masyarakat dengan melibatkan proses secara keseluruhan¹⁴. PAR adalah metode yang melibatkan partisipasi masyarakat bertindak untuk menyelesaikan masalah yang ada di wilayah mereka¹⁵. PAR terdiri dari dimensi riset, dimensi aksi, dan dimensi partisipasi¹⁶.

PAR selalu melibatkan partisipasi bahkan menjadi elemen utama dalam setiap kegiatan dan pelaksanaannya¹⁷. Metode ini melibatkan partisipasi dari setiap elemen atau kelompok masyarakat yang menjadi subjek dalam kegiatan tersebut¹⁸. Metode PAR tidak hanya dilaksanakan dengan melakukan sosialisasi, namun dilakukan dengan penelitian dan pendampingan, serta memberikan transformasi sosial di masyarakat¹⁹. PAR merupakan penelitian tindakan dimana (penelitian oleh, dengan, dan untuk orang²⁰). Pendekatan ini didasarkan pada partisipatif yang menyatukan aksi dan refleksi, teori dan praktik untuk mengejar solusi praktis yang menjadi perhatian mendesak masyarakat dan secara lebih umum berkembangnya individu dan komunitas²¹.

3. Lokasi Pengabdian

SMK Muhammadiyah 1 Bantul adalah sekolah menengah kejuruan dalam kelompok Teknologi Manufaktur dan Rekayasa yang memiliki 6 program keahlian. Berlokasi di Jalan Parangtritis km. 12, Desa Manding, Kecamatan Tlirenggo, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Sekolah ini memiliki luas lahan 12.086 m² ini terbagi atas 4 unit pada lokasi

¹³ Ummu Umayyah, "Par (Participatory Action Research): Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Lingkungan Desa Kunjorowesi," *Jurnal Abdidas* 4, No. 6 (December 31, 2023): 562–573.

¹⁴ Wildan Saugi And Sumarno, "Pemberdayaan Perempuan Pelatihan Pengolahan Bahan Pangan Lokal," *Jurnal Pendidikan Dan Pemberdayaan Masyarakat* 02, No. 02 (2015): 226–238.

¹⁵ B Farida Et Al., "Kampanye Partisipatory Anti Stunting Dengan Sosial Media Tiktok Di Jawa Timur," *Media Gizi Indonesia (National Nutrition Journal) Sp*, No. 1 (2022): 53–57.

¹⁶ Dayamaya, "Mengenal Participatory Action Research," last modified 2019, accessed May 8, 2024, <https://dayamaya.id/mengenal-participatory-action-research>.

¹⁷ Suwartiningsih, "Implementasi Par Dalam Pendidikan Agama Islam," *Jurnal Paradigma* 02, No. 01 (2015): 1–9.

¹⁸ Umar Et Al., "Penguatan Pemahaman Bidang Sosial Dan Keagamaan Masyarakat Melalui Kegiatan Kkn-Par Kelurahan Oi Fo'o Kota Bima," *Taroa: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 01, No. 01 (2022): 13–25.

¹⁹ Z Afni, Fara Merian Sari, And Prihati, "Pemulihan Ekonomi Melalui Pembangunan Kebun Bibit Desa Menggunakan Metode Participatory Action Research (Par)," *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 5, No. 2 (April 25, 2021): 356–364.

²⁰ A Rahmat And M Mirnawati, "Model Participation Action Research Dalam Pemberdayaan Masyarakat," *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal* 06, No. 01 (2020): 62–71, <Http://Ejurnal.Pps.Ung.Ac.Id/Index.Php/Aksara/Index>.

²¹ Mohammad Tohir, "Pendampingan Penyusunan Artikel Ilmiah Bagi Mahasiswa Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah Universitas Ibrahimy Sukorejo Situbondo," *As-Sidanah : Jurnal Pengabdian Masyarakat* 6, No. 1 (April 30, 2024): 216–234.

berbeda namun masih dalam wilayah Kabupaten Bantul. SMK Musaba berdiri tanggal 1 Januari 1970 melalui Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan nomor 0277/H/1986. SMK Musaba telah berstatus berbadan hukum melalui Keputusan Menteri Hukum dan Hak Asasi Republik Indonesia nomor AHU-88.AH.01.07 tahun 2010. Berikut merupakan penyajian informasi mengenai jumlah guru, jumlah siswa, serta fasilitas yang tersedia di SMK Muhammadiyah 1 Bantul pada Tabel 1.

Tabel 1. Data jumlah guru dan siswa serta fasilitas SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Progam Keahlian	Jumlah Guru dan Tendik	Jumlah Siswa (Kelas X, XI, XII)	Bengkel dan Laboratorium
Teknik Audio Video (TAV)	5	52	Lab Evercoss, Lab. R Instalasi, Lab. Pengukuran, Lab. Audio, Bengkel Kerja Bangku
Teknik Pemesinan (TPM)	11	165	Bengkel pemesinan, Bengkel CNC, Bengkel pengelasan, Bengkel pengukuran, Bengkel Gerinda, Lab. Komputer, Bengkel Kerja Bangku
Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO)	13	401	Bengkel Chasis, Bengkel, Bengkel Mesin, Bengkel Kelistrikan, Bengkel Kerja Bangku, Bengkel Pengelasan
Teknik Bisnis Sepeda Motor (TBSM)	8	281	Bengkel Chasis, Bengkel, Bengkel Mesin, Bengkel Kelistrikan, Bengkel Kerja Bangku, Bengkel Pengelasan
Rekayasa Perangkat Lunak (RPL)	5	207	Lab Komputer 1, Lab Komputer 2, Lab Komputer 3

4. Tahap Persiapan Pengabdian

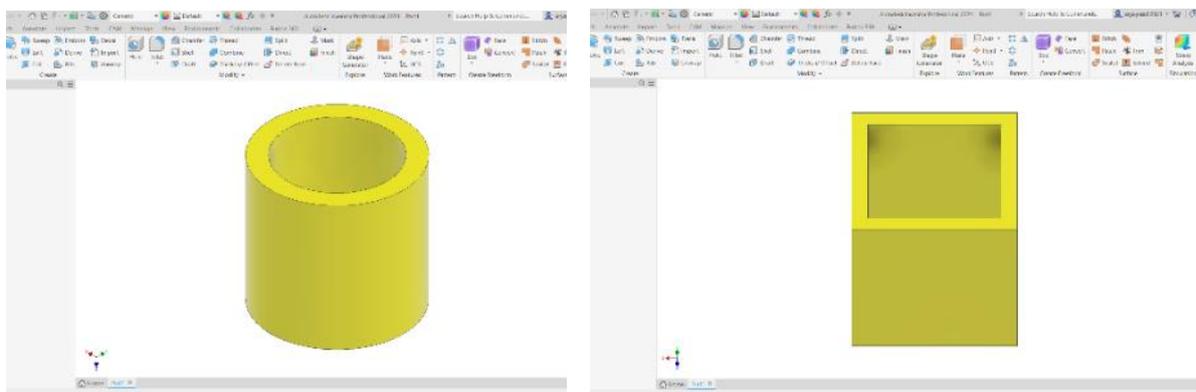
Set up alat 3D Print

Program PkM ini dilaksanakan dalam beberapa tahap. Pertama adalah diawali dengan pengadaan barang yang dilanjutkan dengan *set up* alat 3D *print*. Sebuah alat 3D *print* dengan merk Ender dirangkai sesuai buku panduan. 3D *print* dirangkai bertempat di Laboratorium Bahan dan Pengolahan Teknik Mesin UNY. Kegiatan ini dilaksanakan oleh mahasiswa yang terlibat dengan pendampingan dari tim pengabdian pada Gambar 1.



Gambar 1. Set up 3D print oleh tim PkM

Setelah alat 3D *print* dirangkai, lalu dilanjutkan dengan uji coba untuk memastikan validitasnya. Uji coba dilakukan dengan mengoperasikan alat untuk mencetak komponen sederhana berbentuk silinder dan kubus dengan filamen PLA+. Hasil uji coba menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik. Fungsi dari semua komponen printing bekerja normal tanpa kendala. Hasil pencetakan sesuai dengan desain yang telah dibuat pada aplikasi Inventor CAD 2024 seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan silinder dan kubus pada *software* Inventor CAD 2024

5. Tahap Pelaksanaan Pengabdian

Peresmian Kegiatan dan Serah Terima Alat

Program PkM diawali dengan penandatanganan kontrak perjanjian/*implementation agreement* (IA) antara tim PkM DLK dengan SMK Muhammadiyah 1 Bantul. Hal ini menjadi dasar atas semua kegiatan PkM yang akan dilaksanakan. Pada waktu ini, kedua belah pihak antara TIM PkM dan

sekolah yang diwakili kepala jurusan teknik mesin SMK menandatangani kesepakatan bersama terkait pelaksanaan program pengabdian sesuai pada Gambar 3.



Gambar 3. Penandatanganan kontrak perjanjian/IA

Setelah penandatanganan IA, dilanjutkan dengan penjelasan rencana pelaksanaan program PkM pada gambar 4. Kegiatan ini diakhiri dengan serah terima alat 3D *printing* dari tim PkM kepada mitra pengabdian SMK. Sebuah alat 3D *printing* merk ender 3 beserta kelengkapannya diserahkan berikut dua buah filamen PLA+ dengan merk e-Sun. Alat ini ditempatkan di Laboratorium CAD SMK Muhammadiyah 1 Bantul.



Gambar 4. Penjelasan pelaksanaan program PkM dan serah terima alat

Pelatihan Pengoperasian Alat 3D *Printing*

Di tahap pelatihan ini, sebelumnya guru dan tendik SMK Muhammadiyah 1 Bantul sama sekali belum mampu mengoperasikan alat 3D *printing*. Para mahasiswa yang terlibat dalam kegiatan

PkM ini membantu guru dan tendik untuk mulai mengenal komponen dari alat 3D *printing*. Pada kesempatan ini, para mahasiswa menerapkan apa yang telah dipelajari pada perkuliahan praktikum pengecoran. Lebih jauhnya lagi, para mahasiswa menjelaskan suatu materi kepada peserta pelatihan.



Gambar 5. Penjelasan dan perangkaian komponen 3D printing

Guru dan tendik tampak antusias memperhatikan penjelasan mengenai komponen alat 3D *printing* dan tampak bersemangat mencoba mengoperasikannya. Kemudian guru dan tendik mencoba *setting* parameter *printing* melalui laptop. Pada akhir sesi pelatihan ini, tim PkM memberikan tugas kepada peserta pelatihan untuk membuat pola suatu komponen sederhana menggunakan bantuan CAD. Pola dari komponen sederhana tersebut akan dicetak menggunakan 3D *printing* pada pertemuan berikutnya.

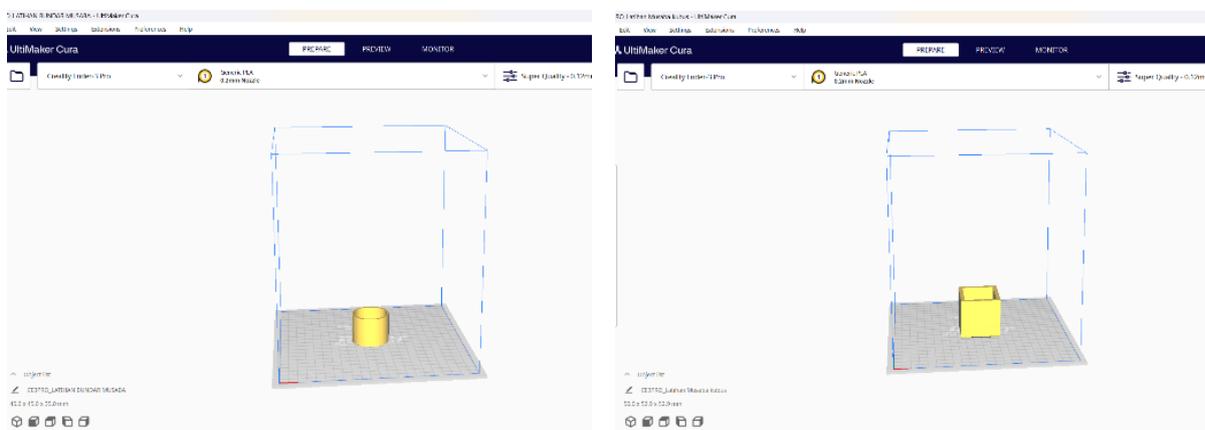
Pelatihan menggunakan *Software Slicer*

Model pola suatu komponen sederhana yang telah dibuat sebelumnya oleh peserta pelatihan akan dicetak menggunakan 3D *printing*. Model yang telah dibuat menggunakan CAD Inventor 2024 terlebih dahulu lalu disimpan dalam format STL. Dipandu oleh para mahasiswa, para peserta pelatihan mengunduh dan menginstal *software slicer* Ultimaker Cura secara gratis dari internet. Selanjutnya para mahasiswa menjelaskan fungsi setiap parameter pencetakan kepada peserta pelatihan. Peserta pelatihan mengatur parameter pencetakan melalui *software* Ultimaker Cura sesuai arahan dari mahasiswa yang mendampingi seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Mahasiswa menjelaskan penggunaan slicer pada peserta pelatihan

Setelah menggambar dengan Inventor CAD 2024, peserta pelatihan menggunakan aplikasi *slicer* Ultimaker Cura guna dapat mensimulasikan pencetakan dan mengatur parameternya sesuai gambar 7. Waktu pencetakan dipengaruhi oleh pengaturan pada aplikasi. Dengan demikian, waktu pencetakan dapat diperkirakan pada simulasi tersebut. Setelah semua seting selesai, maka komponen bentuk sederhana dapat dicetak.



Gambar 7. Simulasi pada *software* Ultimaker Cura

Pencetakan dan Assembly Model Pola

Kegiatan ini dilakukan oleh mahasiswa dengan menjelaskan kepada peserta pelatihan. Desain model pola yang dibuat menggunakan software CAD Inventor 2024 kemudian diekspor pada Ultimaker Cura. Setelah diekspor, file dari aplikasi tersebut ditransfer pada alat 3D printing. Kegiatan ini dimulai dengan penjelasan langkah-langkah assembly model pola yang telah dicetak pada pelat kayu oleh mahasiswa.



Gambar 8. Peserta pelatihan memperhatikan penjelasan tahapan assembly pola

Guru dan tendik memotong papan kayu dipotong sesuai ukuran rangka cetak yang ada seperti pada gambar 9. Papan diberi lubang sesuai pen pengarah pada rangka cetak. Selanjutnya, model pola hasil pencetakan 3D *printing* ditempelkan ke papan kayu menggunakan lem. Pada saat penempelan model ini, polas saluran pengalir juga ditempelkan ke pelat kayu. Dengan demikian, cetakan pasir nantinya akan meliputi rongga komponen dan saluran pengalir. Mahasiswa dan tim pembimbing PkM mendampingi dan mengarahkan peserta pelatihan melakukan assembly pola pada papan kayu.



Gambar 9. Pemotongan papan kayu dan penempelan benda

Langkah selanjutnya adalah melakukan pendempulan permukaan model pola dan papan kayu. Pendempulan ditujukan untuk menutup pori-pori permukaan kayu dan menutup permukaan pola yang kurang rata karena filament dideposisikan secara bertahap saat pencetakan. Bagian sambungan model pola dan pelat kayu perlu diperhatikan saat pendempulan seperti gambar 10.

Pada bagian ini harus membentuk radius yang baik agar pasir tidak terjebak saat pembuatan cetakan pasir. Setelah dempul mengeras, dilanjutkan dengan pengamplasan permukaan pola dan pelat sampai halus agar pasir tidak menempel saat digunakan untuk membuat cetakan pasir.



Gambar 10. Penempelan saluran pengalir dan pendempulan pada pola

Uji Coba Pola pada Proses Pengecoran

Pola pelat yang telah dihaluskan permukaannya dengan kertas amplas. Pola ini kemudian digunakan untuk membuat produk melalui proses pengecoran. Sebagai uji coba, pola langsung digunakan oleh siswa untuk praktik pengecoran di SMK. Guru pengampu meminta semua siswa untuk membuat cetakan pasir menggunakan pola hasil pencetakan 3D printing. Saat pola pelat ditarik, ternyata ada bagian cetakan yang pasirnya runtuh sesuai pada gambar 11. Pemeriksaan terhadap pola pelat menunjukkan bahwa kesalahan bukan pada model pola hasil 3D print, namun pada proses pendempulan.



Gambar 11. Pelat yang telah halus dan cetakan pasir runtuh

Pada bagian pola yang terhubung dengan saluran pengalir terdapat dempul yang agak cekung. Hal ini menyebabkan pasir terjebak pada bagian cekung tersebut. Akibatnya ketika pola pelat diambil, pasir cetak yang mengisi cekungan ikut terangkat dan menyebabkan cetakan pada bagian tersebut runtuh. Kurang sempurnanya pendempulan membuat guru dan tendik memahami bagaimana seharusnya proses assembly pola hasil 3D *printing* pada pelat dilakukan. Pengalaman langsung yang dialami oleh peserta pelatihan menambah pemahaman dan wawasan tentang proses pembuatan pola menggunakan 3D *printing*. Dibawah adalah produk hasil pengecoran yang dibuat menggunakan pola model sederhana.



Gambar 12. Hasil pengecoran sesuai pola cetakan

6. Tahap Evaluasi Pengabdian

Pelatihan diikuti oleh 10 orang guru dan tendik. Pelatihan terdiri dari pengoperasian 3D *printing*, membuat desain model pola menggunakan CAD, *setting* parameter pencetakan pada aplikasi slicer Ultima Cura, pencetakan model pola menggunakan 3D *printing*, assembly model pola pada pelat kayu, finishing pola pelat kayu, dan pembuatan komponen menggunakan model pola pelat yang dibuat dengan 3D *printing*. Dua buah model pola dibuat oleh peserta pelatihan secara berkelompok. Hal ini dilakukan mengingat kesibukan peserta pelatihan sebagai guru dan waktu yang dibutuhkan untuk membuat model pola sekitar 3-4 jam untuk sekali pencetakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah kegiatan dilaksanakan secara keseluruhan kemudian dilakukan pengisian angket tingkat kepuasan oleh guru dan tendik dari SMK Musaba. Angket terdiri dari 20 pertanyaan yang dikelompokkan ke dalam dua aspek, yaitu kompetensi 13 butir pertanyaan dan fasilitas praktik 7 butir pertanyaan. Rangkuman untuk hasil tanggapan oleh guru dan tendik terhadap pelaksanaan

kegiatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rangkuman tanggapan guru dan tendik

Aspek	Frekuensi Jawaban				Jumlah Jawaban	Xt	Yt	%	Interpretasi
	1	2	3	4					
Kompetensi	0	1	73	56	130	445	520	85,58	Sangat Puas
Fasilitas	0	0	38	32	70	242	280	86,43	Sangat Puas
			Jumlah		200	687	800	85,88	Sangat Puas

Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa program kegiatan PkM DLK ini di terima dengan baik oleh mitra yaitu SMK Muhammadiyah 1 Bantul. Guru dan tendik dari SMK Muhammadiyah 1 Bantul juga menuliskan beberapa masukan diantaranya adalah permintaan diadakan pelatihan dengan sertifikasi kompetensi pada kegiatan PkM DLK selanjutnya. Hal ini menunjukkan bahwa pihak mitra puas dengan kegiatan pengabdian PkM DLK dari Universitas Negeri Yogyakarta.

KESIMPULAN

Pendampingan dan pelatihan pembuatan pola menggunakan 3D printing untuk praktik pengecoran pada PkM DLK yang diselenggarakan di SMK Muhammadiyah 1 Bantul telah memberikan manfaat terhadap guru, tenaga pendidik, dan para siswa khususnya jurusan Teknik Mesin. Guru dan tenaga pendidik telah memahami dan mampu mengaplikasikan teknologi 3D printing. Diawali dari proses desain model pola menggunakan software Inventor CAD 2024, pengaturan parameter pencetakan pada software Ultimaker Cura, hingga pencetakan model pola menggunakan 3D printing, perakitan model dan finishing pola pada pelat kayu. Pola pelat yang telah dibuat tersebut kini digunakan oleh guru dalam praktik pengecoran bagi siswa jurusan Teknik Mesin di SMK Muhammadiyah 1 Bantul.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas kemudahan yang diberikan dalam pelaksanaan pengabdian ini. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada pihak SMK Muhammadiyah 1 Bantul khususnya kepada guru dan tenaga pendidik jurusan teknik mesin. Terima kasih juga kami sampaikan kepada civitas akademika Universitas Negeri Yogyakarta atas kesempatan yang diberikan.

DAFTAR REFERENSI

- Afni, Z, Fara Merian Sari, And Prihati. "Pemulihan Ekonomi Melalui Pembangunan Kebun Bibit Desa Menggunakan Metode Participatory Action Research (Par)." *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 5, No. 2 (April 25, 2021): 356–364.
- Albert. "Studi Soft Skill Lulusan Pendidikan Kejuruan Tempat Kerja." *Majalah Ilmiah Solusi* 18, No. 04 (2020): 9–15.
- Andriyansyah, Deni, Muhammad Vendy Hermawan, Agung Supriyanto, Margono Margono, And Emanuel Budi Raharjo. "Pelatihan Pengetahuan Dan Keterampilan Dasar 3d Printing Untuk Guru Smk Bhinneka Karya Surakarta." *Abdi Masya* 4, No. 1 (May 25, 2023): 1–10.
- Bintara, Redyarsa Dharma, Heru Suryanto, Yanuar Rohmat Aji Pradana, and Ferian Rizki Arbianto. "Peningkatan Ketrampilan Pengoperasian Software Cad/Cam Dan Mesin 3d Printer Pada Guru Smk." *Jurnal Graba Pengabdian* 02, No. 01 (2020): 40–46.
- Dayamaya. "Mengenal Participatory Action Research." Last Modified 2019. Accessed May 8, 2024. <https://Dayamaya.Id/Mengenal-Participatory-Action-Research>.
- Farida, B, S. R Nadhiroh, E. D Riyanto, M. B Qomaruddin, S. R Devy, and E. T Juwita. "Kampanye Partisipatory Anti Stunting Dengan Sosial Media Tiktok Di Jawa Timur." *Media Gizi Indonesia (National Nutrition Journal)* Sp, No. 1 (2022): 53–57.
- Fiyana, Rima Himmaniyatul, Muthia Putri Darsini Lubis, and Hizkia Alpha Dewanto. "Pengaruh Rasio Penggunaan Pasir Baru Dengan Pasir Bekas Terhadap Kadar Abu / Lost On Ignation (Loi) Dan Kekuatan Tarik Pasir Pada Cetakan Pasir Kering." *Specta Journal of Technology* 7, No. 1 (May 31, 2023).
- Mahendra and Aan Ardian. "Pengembangan Media Pembelajaran Pola Kayu Proses Pengecoran Aluminium Di Smk Negeri 2 Wonosari." *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin* 06, No. 06 (2018): 419–424.
- Olivia, Sisca, Khairul Anshar, Erna Muliana, Nur Faliza, and Yenny Novianti. "Pengenalan Teknologi 3d Print (Sisca Olivia Dkk." *Jurnal Malikussaleh Mengabdi* 3, No. 1 (2024): 2829–6141.
- Pal, Dinesh, and B. Ravi. "Rapid Tooling Route Selection and Evaluation for Sand and Investment Casting." In *Virtual and Physical Prototyping*, 2:197–207, 2007.
- Pariri, Marsel F F, and Suriyanto Buyung. "Pengaruh Variasi Lubang Masuk Cetakkan Terhadap Hasil Cetakkan Jig Atau Umpan Pancing." *Jurnal Voering* 7, No. 1 (2022): 24–36.
- Rahmat A, and M Mirnawati. "Model Participation Action Research Dalam Pemberdayaan Masyarakat." *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal* 06, No. 01 (2020): 62–71. [Http://Ejurnal.Pps.Ung.Ac.Id/Index.Php/Aksara/Index](http://Ejurnal.Pps.Ung.Ac.Id/Index.Php/Aksara/Index).
- Santika, Dendi, A. M Siregar, C. A Siregar, and Arya Rudi Nasution. "Uji Eksperimental Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Produk Foot Berbahan Limbah Alumunium Hasil Pengecoran Cetakan Pasir Berpengikat Bentonit." *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi* 05, No. 01 (2022): 56–64. <https://Creativecommons.Org/Licenses/By-Sa/4.0/>.
- Saputra, Fajar R, Budi Harjanto, and Nyenyep Sriwardani. "Pengaruh Variasi Penambahan Kadar Air Bahan Pengikat Bentonit Terhadap Pasir Cetak Dan Cacat Porositas Hasil Logam Paduan Al-Si." *Nozel: Jurnal Pendidikan Teknik Mesin* 02, No. 04 (2020): 291–300.
- Saugi, Wildan, and Sumarno. "Pemberdayaan Perempuan Pelatihan Pengolahan Bahan Pangan Lokal." *Jurnal Pendidikan Dan Pemberdayaan Masyarakat* 02, No. 02 (2015): 226–238.

Suwartiningsih. "Implementasi Par Dalam Pendidikan Agama Islam." *Jurnal Paradigma* 02, No. 01 (2015): 1–9.

Tohir, Mohammad. "Pendampingan Penyusunan Artikel Ilmiah Bagi Mahasiswa Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah Universitas Ibrahimy Sukorejo Situbondo." *As-Sidanah: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 6, No. 1 (April 30, 2024): 216–234.

Umar, Syarifuddin, Ihwan, and Kuriawansyah. "Penguatan Pemahaman Bidang Sosial Dan Keagamaan Masyarakat Melalui Kegiatan Kkn-Par Kelurahan Oi Fo'o Kota Bima." *Taroo: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 01, No. 01 (2022): 13–25.

Umayyah, Ummu. "Par (Participatory Action Research): Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Lingkungan Desa Kunjorowesi." *Jurnal Abdidas* 4, No. 6 (December 31, 2023): 562–573.

Wibowo, Dwi N, and Nurdjito. "Pengembangan Pola Pengecoran Aluminium Di SMK N 3 Yogyakarta." *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin* 05, No. 05 (2017): 131–138.