

## PENINGKATAN KOMPETENSI SISWA SMK WIDYAGAMA PADA BIDANG MANUFAKTUR MELALUI PELATIHAN CNC EMCO TU-2A DAN TU-3A

Purbo Suwandono<sup>1\*)</sup>, Nova Risdiyanto Ismail<sup>1)</sup>, Leo Hutri Wicaksono<sup>1)</sup>, Akhmad Farid<sup>1)</sup>, Dadang Hermawan<sup>1)</sup>, Ngudi Tjahjono<sup>2)</sup>, Fachrudin<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

<sup>2)</sup> Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

<sup>3)</sup> Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

---

### INFORMASI ARTIKEL

#### Data Artikel:

Naskah masuk, 29 Mei 2024

Direvisi, 10 Juni 2024

Diterima, 12 Juni 2024

#### Email Korespondensi:

[purbo@widyagama.ac.id](mailto:purbo@widyagama.ac.id)

### ABSTRAK

Siswa SMK khususnya pada SMK Widyagama dengan jurusan Teknik dan bisnis sepeda motor sangat memerlukan skill untuk bisa mengoperasikan mesin-mesin produksi. Di SMK Widyagama sudah dilengkapi dengan mesin-mesin produksi konvensional namun belum memiliki mesin otomatis seperti CNC. Dengan adanya pelatihan CNC ini diharapkan kompetensi siswa akan meningkat yang menunjang jurusan Teknik dan bisnis sepeda motor. Siswa SMK Widyagama jurusan Teknik dan bisnis sepeda motor belum mengetahui cara kerja dan cara mengoperasikan mesin CNC bubut dan milling. Pelaksanaan kegiatan secara umum akan dibagi menjadi dua sesi untuk masing-masing kelompok siswa. Jumlah siswa yang akan mengikuti pengabdian sebanyak 10 siswa dari jurusan Teknik kendaraan ringan dan bisnis sepeda motor yang diambil dari siswa kelas 1. Sebelum dilaksanakan pelatihan, siswa mengerjakan pretest untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa terhadap mesin CNC sebelum pelatihan. Setelah pelaksanaan pelatihan, siswa mengerjakan post-test untuk mengetahui pemahaman terkait dasar mesin CNC. Pelatihan pengoperasian mesin CNC EMCO TU-2A dan TU-3A di SMK Widyagama telah berhasil meningkatkan kompetensi siswa dalam bidang manufaktur. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan praktis, pemahaman teoritis, serta motivasi siswa.

**Kata Kunci :** CNC, Bubut, Milling, SMK, Permesinan

---

### 1. PENDAHULUAN

SMK Widyagama Malang adalah salah satu SMK yang ada di Kota Malang. SMK ini memiliki 3 keahlian utama yaitu rekayasa perangkat lunak, Teknik computer dan jaringan dan Teknik dan bisnis sepeda motor. SMK Widyagama memiliki visi Menjadi sekolah Teknik Berprestasi, berjiwa Nasionalis, Religius, dan Unggul dalam Berwirausaha. SMK Widyagama memiliki beberapa ekstrakurikuler seperti fotografi, banjari, robotika, pramuka, bulu tangkis, pencak silat, dll.

Pada tahun pelajaran 2019/2020 SMK Widyagama Malang telah menjadi salah satu Sekolah Pencetak Wirausaha, Sekolah Pencetak Wirausaha adalah program dari kemdikbud untuk lebih meningkatkan minat siswa untuk berwirausaha. Lulusan SMK tidak hanya dicetak untuk siap bekerja tapi mampu menciptakan lapangan kerja sendiri atau berwirausaha dengan keterampilan yang dimiliki [1]. Sekarang ini bidang manufaktur adalah bidang yang sangat diminati karena peluang lapangan pekerjaan yang terbuka bahkan setiap pabrik membutuhkan mesin-mesin produksi atau manufaktur [2].

Siswa SMK pada Teknik sepeda motor dan bisnis sepeda motor juga membutuhkan skill dasar proses manufaktur, karena komponen-komponen sepeda motor seperti piston, silinder head pada kondisi tertentu perlu dilakukan proses pembubutan [3]. Pada SMK Widyagama telah memiliki beberapa mesin bubut dan mesin milling, namun belum memiliki mesin otomatis seperti mesin CNC.

CNC adalah singkatan dari Computer Numerically Controlled, yang merupakan mesin perkakas yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol berbasis komputer. Mesin ini mampu membaca instruksi kode N, G, F, T, dan lain-lain untuk menginstruksikan mesin agar bekerja sesuai dengan program benda kerja yang akan dibuat. Sementara NC (Numerically Control) adalah suatu sistem pengendali otomatis yang menggunakan kode-kode huruf dan angka untuk beroperasi [4]. Dalam hal penggunaannya, mesin perkakas CNC dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: (a) mesin CNC Training unit (TU), yang digunakan untuk keperluan pendidikan, pengajaran, dan pelatihan. (b) mesin CNC production unit (PU), yang digunakan untuk memproduksi benda kerja/komponen yang dapat digunakan sesuai dengan fungsinya [5] [6]. CAD/CAM adalah kependekan dari Computer-Aided Design dan Computer-Aided Manufacturing. Penggunaan sistem komputer untuk membantu dalam pembuatan, modifikasi, analisis, atau optimasi desain disebut computer-aided design (CAD) [7]. CAM merupakan penerapan sistem komputer dalam perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian operasi mesin industri manufaktur melalui antarmuka komputer, baik secara langsung maupun tidak langsung, dengan menggunakan sumber daya mesin industri. [8].

Siswa SMK khususnya pada SMK Widyagama dengan jurusan Teknik dan bisnis sepeda motor sangat memerlukan skill untuk bisa mengoperasikan mesin-mesin produksi. Di SMK Widyagama sudah dilengkapi dengan mesin-mesin produksi konvensional namun belum memiliki mesin otomatis seperti CNC. Dengan adanya pelatihan CNC ini diharapkan kompetensi siswa akan meningkat yang menunjang jurusan Teknik dan bisnis sepeda motor [9]. Siswa SMK Widyagama jurusan Teknik dan bisnis sepeda motor belum mengetahui cara kerja dan cara mengoperasikan mesin CNC bubut dan milling.

Solusi yang diberikan kepada peserta pengabdian masyarakat oleh Tim Pengabdian dari Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama dengan cara memberikan pelatihan mesin bubut CNC TU-2A dan mesin milling CNC TU-3A karena jenis inilah yang umum dan sering dijumpai di masyarakat [10]. Sasaran dari pengabdian adalah siswa SMK Widyagama Siswa SMK Widyagama jurusan Teknik dan bisnis sepeda motor. Target luaran dari pengabdian ini adalah Siswa SMK Widyagama jurusan Teknik dan bisnis sepeda motor mampu membuat coding, manuskrip, dan mampu membuat benda kerja sederhana menggunakan mesin bubut CNC TU-2A dan mesin milling CNC TU-3A.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan kegiatan secara umum akan dibagi menjadi dua sesi untuk masing-masing kelompok siswa. Jumlah siswa yang akan mengikuti pengabdian sebanyak 10 siswa dari jurusan Teknik kendaraan ringan dan bisnis sepeda motor yang diambil dari siswa kelas 1. Sebelum dilaksanakan pelatihan, siswa mengerjakan pretest untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa terhadap mesin CNC sebelum pelatihan. Setelah pelaksanaan pelatihan, siswa mengerjakan post-test untuk mengetahui pemahaman terkait dasar mesin CNC.

---

Pada sesi pertama akan dikenalkan tentang mesin CNC bubut dan milling dengan metode presentasi, ceramah dan diskusi. Pada sesi kedua akan dilaksanakan praktik pembubutan dan praktik milling/frais. Pada praktik pembubutan dilaksanakan beberapa pelatihan yaitu [11]:

1. **Pemahaman Dasar Mesin CNC:** Peserta dilatih mengenai dasar-dasar mesin CNC, termasuk komponen utama mesin, fungsi, dan cara kerjanya. Ini mencakup pengetahuan tentang sumbu mesin, alat potong, dan sistem pendingin.
2. **Pemrograman CNC:** Pelatihan ini fokus pada pemrograman mesin CNC menggunakan kode G dan kode M. Peserta belajar cara menulis dan memahami program CNC untuk menjalankan operasi pembubutan yang diinginkan.
3. **Penggunaan Perangkat Lunak CAD/CAM:** Peserta diajarkan cara menggunakan perangkat lunak CAD (Computer-Aided Design) untuk membuat desain komponen, dan perangkat lunak CAM (Computer-Aided Manufacturing) untuk mengonversi desain tersebut menjadi program CNC.
4. **Setup Mesin:** Pelatihan ini mencakup prosedur untuk menyiapkan mesin CNC, termasuk pemasangan dan penyetelan alat potong, pengaturan bahan kerja, dan kalibrasi mesin untuk memastikan akurasi dan presisi.
5. **Pengoperasian Mesin CNC:** Peserta dilatih untuk mengoperasikan mesin CNC secara langsung, termasuk cara menjalankan program, memantau proses pembubutan, dan melakukan penyesuaian jika diperlukan selama operasi.
6. **Kontrol Kualitas:** Pelatihan ini meliputi teknik inspeksi dan pengukuran untuk memastikan bahwa komponen yang diproduksi memenuhi spesifikasi dan toleransi yang ditentukan. Peserta belajar menggunakan alat ukur presisi dan teknik inspeksi visual.
7. **Pemecahan Masalah:** Peserta dilatih untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah umum yang mungkin terjadi selama proses pembubutan CNC, seperti kesalahan program, kerusakan alat potong, atau ketidakakuratan dimensi.
8. **Keamanan Kerja:** Pelatihan ini mencakup praktik keamanan yang harus diikuti saat bekerja dengan mesin CNC, termasuk penggunaan alat pelindung diri, prosedur darurat, dan tindakan pencegahan untuk menghindari kecelakaan.

Pelatihan-pelatihan ini bertujuan untuk memberikan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan bagi operator CNC untuk menjalankan mesin dengan efisien, aman, dan menghasilkan produk berkualitas tinggi.

Pada praktik mesin milling/frais dilaksanakan beberapa pelatihan yaitu[12] :

1. **Pengantar Mesin Milling CNC:** Peserta mendapatkan pemahaman dasar tentang mesin milling CNC, termasuk komponen utama, fungsi, dan prinsip kerja. Ini mencakup pengetahuan tentang sumbu mesin, jenis alat potong, dan sistem pendingin.
2. **Pemrograman CNC:** Pelatihan ini fokus pada pemrograman mesin CNC menggunakan kode G dan kode M. Peserta belajar menulis dan memahami program CNC untuk menjalankan operasi milling yang diinginkan.
3. **Penggunaan Perangkat Lunak CAD/CAM:** Peserta diajarkan cara menggunakan perangkat lunak CAD (Computer-Aided Design) untuk membuat desain komponen, dan perangkat lunak CAM (Computer-Aided Manufacturing) untuk mengonversi desain tersebut menjadi program CNC yang dapat dijalankan oleh mesin milling.

4. **Setup Mesin:** Pelatihan ini mencakup prosedur untuk menyiapkan mesin milling CNC, termasuk pemasangan dan penyetelan alat potong, pengaturan bahan kerja pada meja kerja, dan kalibrasi mesin untuk memastikan akurasi dan presisi.
5. **Pengoperasian Mesin CNC:** Peserta dilatih untuk mengoperasikan mesin milling CNC secara langsung, termasuk cara menjalankan program, memantau proses milling, dan melakukan penyesuaian jika diperlukan selama operasi.
6. **Kontrol Kualitas:** Pelatihan ini meliputi teknik inspeksi dan pengukuran untuk memastikan bahwa komponen yang diproduksi memenuhi spesifikasi dan toleransi yang ditentukan. Peserta belajar menggunakan alat ukur presisi seperti mikrometer, kaliper, dan CMM (Coordinate Measuring Machine).
7. **Pemecahan Masalah:** Peserta dilatih untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah umum yang mungkin terjadi selama proses milling CNC, seperti kesalahan program, kerusakan alat potong, atau ketidakakuratan dimensi.
8. **Pemeliharaan Mesin:** Pelatihan ini mencakup praktik pemeliharaan preventif dan rutinitas perawatan untuk menjaga mesin milling CNC dalam kondisi optimal. Peserta belajar cara membersihkan, melumasi, dan memeriksa komponen mesin secara teratur.
9. **Keamanan Kerja:** Pelatihan ini mencakup praktik keamanan yang harus diikuti saat bekerja dengan mesin milling CNC, termasuk penggunaan alat pelindung diri, prosedur darurat, dan tindakan pencegahan untuk menghindari kecelakaan.
10. **Simulasi dan Optimasi Proses:** Peserta diajarkan cara menggunakan perangkat lunak simulasi untuk memvisualisasikan dan mengoptimalkan jalur alat sebelum proses milling sebenarnya dimulai. Ini membantu dalam mengidentifikasi potensi masalah dan mengurangi waktu setup.

Pelatihan-pelatihan ini bertujuan untuk memberikan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan bagi operator CNC untuk menjalankan mesin milling dengan efisien, aman, dan menghasilkan produk berkualitas tinggi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan dasar CNC EMCO TU-2A dan TU-3A dilaksanakan di Lab. CNC Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama. Acara dibuka oleh ketua Jurusan Teknik Mesin yaitu Dadang Hermawan, ST., MT. Pelatihan ini dilaksanakan oleh Purbo Suwandono, ST., MT dibantu dengan asisten Lab. CNC yaitu Taufiqurrohman dan Ahmad Burhanuddin.

Pelaksanaan pengabdian dilakukan dengan beberapa sesi, sesi pertama yaitu pengenalan prinsip dasar pembubutan dan mesin milling berupa presentasi, ceramah dan diskusi. Pada sesi pertama ini siswa mengikuti kegiatan pelatihan dengan antusias dan tertib. Beberapa siswa juga aktif untuk mengikuti sesi diskusi sehingga pemahaman tentang dasar CNC dapat diserap dengan baik.



Gambar 1. Pembukaan Acara Pelatihan dan Proses Pelatihan

### 1. Peningkatan Keterampilan Praktis

Pelatihan CNC EMCO TU-2A dan TU-3A pada SMK Widyagama di Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang berhasil meningkatkan keterampilan praktis siswa dalam mengoperasikan mesin CNC. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa setelah pelatihan, sebagian besar siswa mampu:

- Mengatur dan mengoperasikan mesin CNC dengan benar sesuai prosedur yang ditetapkan. Tugas yang harus dilakukan oleh operator termasuk mengatur, mengoperasikan, dan memonitor mesin CNC dengan seksama sesuai dengan prosedur kerja yang telah ditetapkan, untuk memastikan bahwa setiap tahapan produksi berjalan efisien dan menghasilkan produk akhir yang berkualitas tinggi
- Memahami dan menerapkan berbagai teknik dasar dalam penggunaan mesin CNC, seperti pengaturan alat potong dan pengukuran dimensi. Sebagai bagian dari tanggung jawabnya, operator mesin CNC harus memahami secara mendalam berbagai teknik dasar dalam penggunaan mesin CNC, termasuk namun tidak terbatas pada pengaturan alat potong yang sesuai dengan spesifikasi pekerjaan, pengukuran dimensi dengan menggunakan peralatan yang tepat, serta menjalankan proses pengoperasian dengan teliti dan akurat sesuai dengan prosedur kerja yang telah ditetapkan, demi memastikan bahwa setiap langkah produksi berjalan efisien dan menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas yang tinggi.
- Memprogram mesin CNC untuk menjalankan operasi tertentu dengan hasil yang akurat. Sebagai operator mesin CNC, tanggung jawab utama meliputi kemampuan untuk memprogram mesin dengan presisi untuk menjalankan beragam operasi yang diperlukan. Ini mencakup mengatur parameter-parameter yang tepat, menyesuaikan alat potong dengan detail yang akurat, serta memastikan bahwa setiap langkah dalam proses produksi dilaksanakan sesuai dengan standar yang ditetapkan perusahaan untuk mencapai hasil akhir yang konsisten dan berkualitas



Gambar 2. Siswa SMK Melakukan Input Manuskrip pada Mesin CNC

## 2. Peningkatan Pemahaman Teoritis

Selain keterampilan praktis, pelatihan ini juga berhasil meningkatkan pemahaman teoritis siswa tentang prinsip-prinsip dasar manufaktur dan teknologi CNC. Materi pelatihan yang disusun secara sistematis membantu siswa memahami konsep-konsep seperti:

- Prinsip kerja mesin CNC dan perbedaan dengan mesin konvensional.  
Mesin CNC (Computer Numerical Control) beroperasi berdasarkan program komputer yang telah ditentukan sebelumnya, yang mengatur gerakan dan operasi mesin secara otomatis dengan presisi tinggi. Prinsip kerja mesin CNC melibatkan komputer yang mengontrol pergerakan alat pemotong dan meja kerja, mengubah instruksi program menjadi sinyal untuk motor dan aktuator. Ini memungkinkan mesin CNC untuk melakukan berbagai operasi pemesinan seperti pengeboran, penggilingan, dan pemotongan dalam satu siklus kerja tanpa intervensi manual yang signifikan. Sebaliknya, mesin konvensional dioperasikan secara manual oleh operator yang mengatur kecepatan, arah, dan posisi alat pemotong. Presisi dan konsistensi mesin konvensional sangat bergantung pada keterampilan operator, dan ada potensi untuk variasi dan kesalahan. Mesin CNC menawarkan presisi dan konsistensi yang lebih tinggi karena kontrol otomatisnya, serta lebih efisien untuk produksi massal dan pekerjaan kompleks. Mesin konvensional lebih cocok untuk pekerjaan sederhana dan prototipe, di mana fleksibilitas manual lebih diperlukan. Perbedaan utama terletak pada pengendalian, presisi, kompleksitas pekerjaan yang dapat ditangani, efisiensi, dan keterampilan yang diperlukan untuk mengoperasikan mesin
- Proses pemrograman CNC dan penggunaan software pendukung.  
Proses pemrograman CNC dimulai dengan desain komponen yang akan diproduksi, biasanya menggunakan perangkat lunak CAD (Computer-Aided Design) untuk membuat model 3D atau 2D. Setelah desain selesai, file CAD diimpor ke dalam perangkat lunak CAM (Computer-Aided Manufacturing), yang bertugas mengubah desain tersebut menjadi kode G, bahasa pemrograman standar yang digunakan oleh mesin CNC. Perangkat lunak CAM memungkinkan pengguna untuk menentukan jalur alat, kecepatan pemotongan,

kedalaman pemotongan, dan parameter lainnya yang diperlukan untuk proses pemesinan. Setelah program selesai dibuat, kode G kemudian dikirim ke mesin CNC melalui koneksi langsung atau media penyimpanan seperti USB. Mesin CNC membaca kode ini dan menjalankan instruksi secara otomatis untuk memproduksi komponen sesuai dengan desain yang telah ditentukan. Penggunaan software CAD/CAM sangat penting dalam proses ini karena membantu meningkatkan efisiensi, presisi, dan konsistensi produksi, serta memungkinkan simulasi dan optimalisasi jalur alat sebelum proses pemesinan sebenarnya dimulai

- Kontrol kualitas dan pentingnya toleransi dalam produksi manufaktur. Kontrol kualitas adalah aspek kritis dalam produksi manufaktur yang memastikan bahwa produk akhir memenuhi spesifikasi dan standar yang ditetapkan. Salah satu elemen kunci dalam kontrol kualitas adalah pemahaman dan penerapan toleransi, yang merujuk pada batasan deviasi yang diizinkan dari dimensi yang ditentukan. Toleransi yang ketat penting untuk memastikan kompatibilitas dan fungsi yang optimal dari komponen yang diproduksi, terutama dalam industri yang membutuhkan presisi tinggi seperti otomotif, penerbangan, dan medis. Proses kontrol kualitas melibatkan berbagai metode pengujian dan inspeksi, seperti pengukuran menggunakan alat ukur presisi dan pemeriksaan visual, untuk mendeteksi dan mengeliminasi cacat. Dengan menerapkan kontrol kualitas yang ketat dan memahami pentingnya toleransi, produsen dapat mengurangi risiko kesalahan produksi, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan memastikan keandalan serta performa produk. Hal ini juga berkontribusi pada efisiensi operasional, mengurangi biaya produksi jangka panjang, dan memperkuat reputasi perusahaan di pasar.

### 3. Peningkatan Motivasi dan Antusiasme

Partisipasi dalam pelatihan CNC EMCO TU-2A dan TU-3A juga berdampak positif terhadap motivasi dan antusiasme siswa terhadap bidang manufaktur. Siswa menunjukkan minat yang lebih besar dalam memahami teknologi CNC dan potensi karir di industri manufaktur. Dengan adanya pengalaman praktik langsung, seperti membuat dan mengoperasikan produk sederhana menggunakan mesin CNC, siswa semakin termotivasi untuk mengembangkan keterampilan mereka.



Gambar 3. Foto Bersama Setelah Pelatihan

#### 4. Dampak Positif bagi Sekolah dan Industri

Pelaksanaan pelatihan ini tidak hanya memberikan manfaat bagi siswa, tetapi juga bagi SMK Widyagama dan pihak industri:

Sekolah: Meningkatkan reputasi sebagai lembaga pendidikan yang progresif dalam menyiapkan lulusan yang siap kerja.

Industri: Mendapatkan akses terhadap tenaga kerja muda dengan keterampilan yang relevan dan dibutuhkan.

#### 4. KESIMPULAN

Pelatihan pengoperasian mesin CNC EMCO TU-2A dan TU-3A di SMK Widyagama telah berhasil meningkatkan kompetensi siswa dalam bidang manufaktur. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan praktis, pemahaman teoritis, serta motivasi siswa. Langkah-langkah ini juga memberikan dampak positif bagi sekolah dan industri dalam persiapan siswa menghadapi tuntutan pasar kerja yang semakin kompleks dan berubah-ubah.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian masyarakat mengucapkan terima kasih kepada SMK Widyagama atas kerjasamanya, dalam kegiatan pelatihan mesin CNC di Universitas Widyagama.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sonhadji and M. A. Mizar, "HUBUNGAN PELAKSANAAN KEGIATAN UNIT PRODUKSI DAN MOTIVASI BERWIRUSAHA DENGAN KESIAPAN BEKERJA SISWA SMK".
- [2] A. Savitri, *Revolusi industri 4.0: mengubah tantangan menjadi peluang di era disrupsi 4.0*. Penerbit Genesis, 2019.
- [3] K. Mualif, "Pengembangan Media Pembelajaran Electronik Fuel Injection Menggunakan Portable Injector Tester Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XII SMK YPT Purworejo." Pto-Fkip, 2014.
- [4] R. D. Widodo and K. Kriswanto, "Pelatihan pemrograman CNC berbasis software cadcam bagi guru teknik mesin SMK Negeri 4 Semarang," *Rekayasa J. Penerapan Teknol. dan Pembelajaran*, vol. 14, no. 2, pp. 109-114, 2017.
- [5] A. Surahto, "Perbedaan Waktu Pengerjaan Pada Pemograman Incrementaldan Absolute Pada Mesin Cnc Milling Tu 3a," *J. Ilm. Tek. Mesin Unisma" 45" Bekasi*, vol. 1, no. 1, p. 97916, 2013.
- [6] A. Pradana and R. Adi, "Efektivitas Pengembangan Modul Pembelajaran Cnc I Pada Program Studi D3 Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya." State University of Surabaya, 2013.
- [7] B. V. Adrianto, "APLIKASI REVERSE INNOVATIVE DESIGN PADA PASIEN DEFORMASI KAKI DALAM DESAIN ORTHOTIC INSOLE DAN PAD." UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA, 2021.
- [8] D. H. Sulistyarini, O. Novareza, and Z. Darmawan, *Pengantar Proses Manufaktur untuk Teknik Industri*. Universitas Brawijaya Press, 2018.

- [9] B. S. Argo, “Peranan Balai Besar Latihan Kerja Industri (BBLKI) Surakarta dalam pelaksanaan pelatihan berbasis kompetensi (PBK)(studi kasus di BBLKI Surakarta tahun 2008),” 2009.
- [10] A. Mustofa, “Proses pelaksanaan praktik mesin CNC (milling) untuk meningkatkan mutu lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) YP Colomadu Karanganyar.” UNS (Sebelas Maret University), 2009.
- [11] E. Koswara, “PELATIHAN CNC ROUTER UNTUK BUMDES DESA HEUBEULISUK,” *BERNAS J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 3, pp. 728-734, 2021.
- [12] N. Indah, A. Saputra, and E. Rosidah, “Peningkatan Mutu Pendidikan Melalui Pelatihan CNC Milling PGRI Jatisari-Karawang,” *J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 157-165, 2023.

**=== Halaman Sengaja Di Kosongkan ===**