

OPTIMALISASI KETRAMPILAN SISWA SMK TERHADAP KEMAMPUAN CAD-CAM IMPLEMENTASI MESIN CNC-3 AXIS

Siswadi Siswadi^{1,a}, Gatot Setyono^{2,b}, Slamet Riyadi^{3,c}, Wahyu Nugroho^{4d} dan Dwi Khusna^{5,d}

Program Studi Teknik Industri Universitas Wijaya Putra^{1,2,3,4,5}

Jl. Raya Benowo No. 1-3 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia^{1,2,3,4,5}

^asiswadi@uwp.ac.id

Abstrak.

Perkembangan dan kemajuan teknologi di era digital saat ini semakin pesat. Persaingan dalam industri manufaktur semakin tinggi, baik dalam bidang teknologi peralatan penunjang maupun dalam bidang produksi. Pada pekerjaan tertentu yang memerlukan laju produksi yang tinggi, waktu produksi yang singkat serta kualitas yang tinggi dan seragam, tidak disarankan menggunakan mesin konvensional. Mesin berteknologi CNC dengan kontrol numerik berbantuan komputer atau sejenisnya telah menjadi solusi selama puluhan tahun. Pada penyuluhan ini akan dibahas efektivitas mesin CNC-3 Axis sebagai ilustrasi dengan mengembangkan pemrograman kode G-M code dan produk. Peserta Pelatihan merupakan siswa SMK Wijaya Putra dan SMK Sunan Giri dengan Jumlah 25 siswa. Penyuluhan ini dilakukan di Lab. CNC Fakultas Teknik-UWP. Hasil dari penyuluhan ini hasil pelatihan tersebut berharap bahwa dengan adanya aplikasi Mastercam pada proses pemesinan non konvensional akan mempercepat proses manufaktur. Pelatihan singkat yang diadakan sangat diminati oleh peserta dan masih perlu pelatihan berkelanjutan agar peserta dapat menguasai sepenuhnya proses pemesinan konvensional terutama CNC-3 Axis.

Kata kunci: optimalisasi ketrampilan, CNC-3 Axis, siswa SMK.

Abstract.

The development and progress of technology in the digital era is increasingly rapid. Competition in the manufacturing industry is increasingly high, both in the field of supporting equipment technology and in the field of production. For certain jobs that require high production rates, short production times and high and uniform quality, it is not recommended to use conventional machines. CNC technology machines with computer-assisted numerical control or similar have been the solution for decades. In this counseling, the effectiveness of the CNC-3 Axis machine will be discussed as an illustration by developing G-M code and product programming. The training participants were students from Wijaya Putra Vocational School and Sunan Giri Vocational School, with 25 students. This counseling was carried out in the Lab. CNC Faculty of Engineering-UWP. The results of this training are the results of the training. It is hoped that the Mastercam application in non-conventional machining processes will speed up manufacturing. The short training was very popular with participants, and ongoing training is still needed so that participants can fully master conventional machining processes, especially CNC-3 Axis.

Keywords: skill optimization, CNC-3 Axis, vocational school students.

Pendahuluan

Pembuatan peralatan, suku cadang, komponen dan hasil produksi pada masa lalu masih menggunakan mesin-mesin konvensional seperti mesin bubut, mesin milling, mesin scrap dan

mesin-mesin lainnya pada umumnya dan masih digunakan sampai sekarang untuk pekerjaan-pekerjaan tertentu. Pembuatan suku cadang seperti poros, komponen pabrik, komponen alat berat, komponen mobil, komponen pesawat terbang dan komponen peralatan teknik lainnya masih menggunakan mesin konvensional pada sebagian kecil pembuatan suku cadang dan komponennya. Pekerjaan yang memerlukan produktivitas per satuan waktu yang tinggi, kualitas yang tinggi dan keseragaman kualitas yang terjadi tidak dapat dilakukan dengan menggunakan mesin konvensional. Dibutuhkan suatu mesin yang dapat menjawab solusi permasalahan tersebut [1][2].

Pada awal perkembangan mesin-mesin yang digunakan untuk permesinan seperti mesin bubut, mesin milling, mesin skrap dan lain-lain masih berupa mesin-mesin sederhana konvensional yang dioperasikan oleh operator mesin. Kualitas produk yang menggunakan mesin konvensional masih sangat bergantung pada pengalaman operator mesin. Variasi kualitasnya juga sangat beragam dengan mesin konvensional tersebut. Pada pekerjaan yang memerlukan tingkat produksi yang tinggi, waktu produksi yang relatif minimal serta kualitas yang tinggi dan seragam, tidak disarankan menggunakan mesin konvensional. Mesin berteknologi CNC dengan kontrol numerik berbantuan komputer atau sejenisnya telah menjadi solusi selama puluhan tahun [3][4].

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi atau ICT telah dimulai beberapa dekade yang lalu dan saat ini komputer telah memasuki berbagai bidang aktivitas manusia, seperti bidang kedokteran, ekonomi, pertanian, teknik dan lain-lain. Berbagai program komputer dikembangkan untuk memenuhi pembelajaran di bidang ini. Salah satu hal yang menonjol dalam perkembangan komputer di era milenium ini adalah sebagai dasar pengendalian (*control*) pada mesin produksi. Dalam bidang sistem yang sebelumnya ditangani oleh manusia, dalam artian manusia kita melihat perkembangan teknologi selanjutnya dengan sistem robotika. Pengoperasiannya memerlukan sumber daya manusia yang mempunyai pengetahuan di bidang sistem kendali [5][6]. Mesin yang menggunakan sistem kendali komputer memberikan kemudahan dalam produksi peralatan mesin dalam bentuk massal atau dalam bentuk permulaan benda kerja yang rumit (rumit). Sistem kendali yang menggunakan komputer ini dikenal dengan nama CNC (*Computer Numerical Control*). Mesin CNC mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses pemotongan logam terutama untuk meningkatkan keakuratan benda kerja yang dihasilkan. Penghematan biaya pemesinan dan peningkatan kualitas, dengan menggunakan mesin CNC, berbagai bentuk permukaan benda kerja yang rumit dapat dikerjakan dengan mudah [7][8].

Pemesinan adalah proses pembuatan benda kerja sesuai desain yang direncanakan dengan melakukan proses *faceting*, *roughing*, *finishing*, pemotongan, pemotongan bentuk dan lain-lain dengan menggunakan mesin-mesin yang dapat melakukan pekerjaan tersebut seperti mesin bubut, mesin milling, mesin scrap dan lain-lain. Proses pemesinan membutuhkan peralatan utama dalam prosesnya, namun dibutuhkan peralatan dan perkakas pendukung. Hal ini biasa terjadi pada setiap proses produksi dan proses manufaktur. Pemesinan pada masa-masa awal perkembangan teknologi lebih banyak dilakukan dengan mesin konvensional, namun pada revolusi industri saat ini permesinan lebih banyak dilakukan dengan mesin CNC otomatis dibantu juga dengan mesin konvensional sesuai spesifikasi pekerjaan jika diperlukan [9].

Melalui Implementasi kegiatan pengabdian masyarakat, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wijaya Putra Surabaya memberikan pelatihan proses pemesinan non konvensional dengan menggunakan aplikasi Mastercam. Pelatihan ini dihadiri siswa SMK Wijaya Putra dan SMK Sunan Giri Surabaya Kelas X. Tujuan dari pelatihan ini adalah meningkatkan skill proses pemesinan siswa terutama untuk mesin non-konvensional secara praktis dengan menggunakan mesin CNC-3 Axis..

Metode Pelaksanaan

Ketersediaan media pembelajaran masih terbatas dan belum adanya pengembangan media pembelajaran yang sesuai di SMK khususnya di sekolah yang letaknya jauh dari perkotaan, sehingga tujuan kompetensi dasar belum dapat tercapai. Hal ini berdampak pada hasil belajar yang rata-rata masih rendah dengan kriteria ketuntasan minimal yang belum tercapai [10]–[16]. Kompetensi lulusan SMK pendukung era Revolusi Industri 4.0 dapat dicapai salah satunya dengan

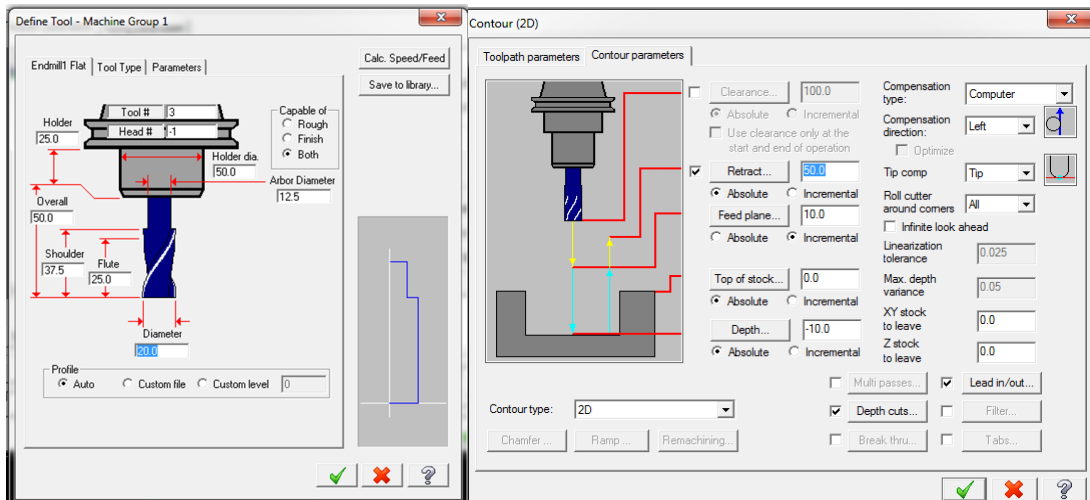
meningkatkan pembelajaran psikomotorik yang tercermin dalam praktik pembelajaran di sekolah. Dalam keberhasilan praktik pembelajaran di sekolah, ada beberapa faktor pendukung yang harus dipenuhi oleh suatu sekolah. Salah satu faktor tersebut adalah fasilitas yang berkaitan dengan sarana dan prasarana sekolah, khususnya dalam bidang media peralatan pembelajaran atau praktek. Alat praktik yang digunakan dalam pembelajaran hendaknya mendukung dan menyesuaikan dengan kebutuhan zaman dengan ciri bekerja secara otomatis. Sekolah Menengah Kejuruan berupaya meningkatkan kualitas lulusannya dengan meningkatkan sarana dan prasarana berupa praktik pembelajaran laboratorium dan permesinan CNC. Tujuannya adalah untuk menghasilkan lulusan yang memiliki keterampilan mengoperasikan CNC khususnya untuk proses industri [17]. Salah satu peralatan praktek yang bekerja dengan prinsip seperti diatas adalah mesin CNC. Desain Mini CNC yang dibuat telah dilengkapi dengan teknologi komputasi modern. Media pembelajaran CNC bertujuan agar siswa tidak hanya terampil dalam mengoperasikan mesin saja, namun siswa juga akan mengembangkan keterampilannya dalam merancang dan memprogram untuk membuat suatu benda. Perancangan menggunakan bahan yang relatif murah sehingga media pembelajaran ini dapat digunakan di sekolah-sekolah yang memerlukan peningkatan keterampilan siswa [18].

Kegiatan Abdimas ini menggunakan metode pelatihan atau penyuluhan yang melibatkan Dosen Teknik Mesin sebagai Tutor, 15 siswa SMK Wijaya Putra dan 10 siswa SMK Sunan Giri Surabaya sebagai peserta. Pelaksanaan pelatihan pada bulan Maret 2024 di Laboratorium CNC Fakultas Teknik-UWP. Aplikasi yang digunakan adalah Mastercam. Proses penilaian pelatihan ini ada beberapa yaitu *Modeling 3-Axix*, *Surface Rough Toolpathing*, *Surface Finish Toolpathing*, *Verify Operation*, *Post Operation*, *Transfer coding data to machine* dan proses pemesinan dengan menggunakan CNC-3 Axis. Siswa yang dinyatakan lulus akan mendapatkan sertifikat serta yang tidak dinyatakan lulus akan mendapat pendampingan dari Prodi Teknik Mesin sampai menguasai secara keseluruhan materi pelatihan.

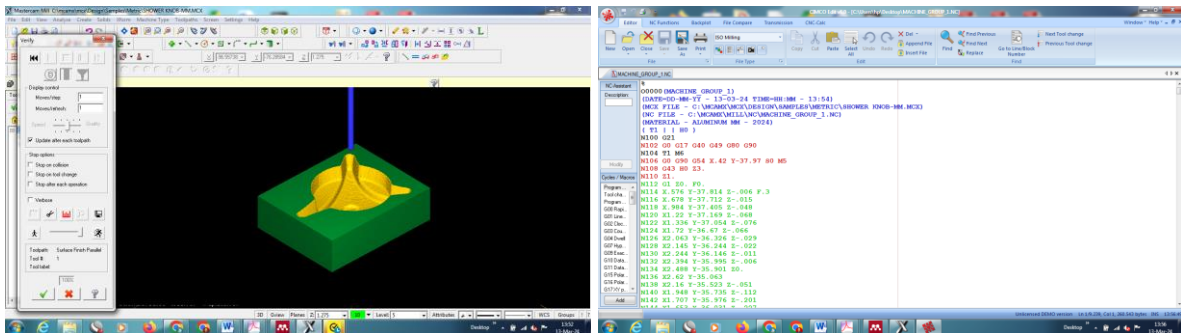
Hasil dan Pembahasan

Ada beberapa proses pada pelatihan ini. Langkah pertama yaitu Perencanaan desain benda kerja atau *Modeling 3-Axix* bertujuan untuk menentukan bentuk pemodelan yang akan dikerjakan dengan menggunakan mesin Frais/Milling. Langkah kedua yaitu *Surface Rough Toolpathing* merupakan proses pemodelan awal untuk menentukan bentuk benda kerja yang akan diproses dengan bentuk 3-D. Langkah ketiga, *Surface Finish Toolpathing* merupakan proses kelanjutan untuk proses pengerjaan yang lebih detail. Langkah keempat, *Verify Operation* merupakan proses filter atau seleksi dari hasil pemodelan sudah sesuai dengan gambar kerja yang diharapkan. Langkah kelima, *Post Operation* merupakan proses konversi dari bentuk pemodelan menjadi bentuk G-M Code. Langkah keenam, *Transfer coding data to machine* merupakan proses input G-M Code menuju mesin.

Proses *Modeling 3-Axix*, *Surface Rough Toolpathing* dan *Surface Finish Toolpathing* pada penyuluhan ini merupakan proses pemodelan benda kerja dan penentuan pahat yang digunakan. Pahat yang digunakan pada proses ini secara simulasi bisa diseting di aplikasi Mastercam sesuai dengan gambar 1. Tahap berikutnya adalah *Verify Operation* yaitu proses simulasi proses pemesinan pada benda kerja secara virtual, tujuannya adalah sistem filter program sebelum transfer data G/M code pada mesin CNC, ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 1 Seting pahat CNC Frais [19]



Gambar 2 Konversi G-M Code dan verifikasi Pemodelan [19]

Dari pelatihan menunjukkan antusias peserta untuk mengikuti setiap materi yang disampaikan dari tim trainer. Hal tersebut ditunjukkan pada gambar 3, siswa SMK Wijaya Putra dan SMK Sunan Giri Surabaya melaksanakan pemodelan pada aplikasi Mastercam sampai tahap Post Code G/M selanjutnya ditransfer menuju Mesin CNC.



Gambar 3 Kegiatan Pemodelan dan Implementasi Mesin CNC.

Gambar 4 menunjukkan proses transfer data G/M code melalui flashdisk, selanjutnya sebelum running program perlu untuk verifikasi program untuk mendeteksi kesalahan. Setelah proses verifikasi di mesin CNC sudah selesai maka program G/M code siap untuk dilanjutkan ke prose pemesinan.

Beberapa hal yang telah dibahas diatas seperti pembahasan tentang penentuan kode G dan kode M serta besaran x dan z maka ada beberapa hal teknis lainnya yang harus diperhatikan agar hasil sesuai yang diharapkan pada level ini. Ini adalah seperti yang dijelaskan. Hasil pemesinan sangat bergantung pada mata pisau frais, kedalaman, kecepatan potong dan jenis material benda kerja. Pada saat mengikat benda kerja pada chuck harus benar-benar kuat karena jika tidak maka akan menyebabkan benda kerja bergerak pada saat pengumpanan yang dapat merusak benda kerja.

Kesalahan dalam menentukan besar kecilnya angka x dan z akan menyebabkan program CNC tidak sesuai dengan bentuk benda kerja yang kita inginkan. Untuk mendapatkan *feed rate* maka program yang dibuat harus diteliti secara matang (plus dan minusnya).



Gambar 4 Transfer G-M Code pada Mesin CNC.



Gambar 5 Peserta dan Trainer Pelatihan Mesin CNC.

Pelatihan ini menunjukkan seberapa jauh tingkat pemahaman siswa tentang skill proses pemesinan non konvensional. Secara keseluruhan, menunjukkan siswa masih perlu ada penambahan pelatihan CNC yang berkelanjutan.

Kesimpulan

Penggunaan mesin CNC pada saat ini sangatlah dominan. Hal ini disebabkan adanya tuntutan kompetisi, baik kompetisi domestik maupun internasional. Persaingan yang utama adalah persaingan efisiensi waktu memasarkan, kualitas produk yang dihasilkan sesuai standar yang ada, keseragaman kualitas dan biaya umum yang dikeluarkan. Hal ini menjadi perhatian seluruh sektor industri manufaktur baik dalam maupun luar negeri. Pengetahuan dasar tentang mesin CNC tetap diperlukan bagi para operator mesin CNC agar dapat lebih mengembangkan ilmunya. Pelatihan ini merupakan bentuk Pengabdian masyarakat yang dibentuk secara efektif untuk memberikan tambahan skill atau ketrampilan kepada SMK Wijaya Putra dan SMK Sunan Giri Surabaya dalam mengembangkan ketrampilan pemesinan, selain itu juga sebagai sarana promosi Fakultas Teknik Universitas Wijaya Putra kepada siswa. Dari hasil pelatihan tersebut berharap bahwa dengan adanya aplikasi Mastercam pada proses pemesinan non konvensional akan mempercepat proses manufaktur. Pelatihan singkat yang diadakan sangat diminati oleh peserta dan masih perlu pelatihan berkelanjutan agar peserta dapat menguasai sepenuhnya proses pemesinan konvensional terutama CNC-3 Axis.

Daftar Pustaka

- [1] T. Kellner, J. Kyncl, Z. Pitrmuc, L. Beranek, M. Kanak, and M. Kyncl, "Production Process Planning in Additive Manufacturing and Conventional Machining Technology

- Manufacturing System,” <http://journalmt.com/doi/10.21062/ujep/275.2019/a/1213-2489/MT/19/2/232.html>, vol. 19, no. 2, pp. 232–237, 2019, doi: 10.21062/UJEP/275.2019/A/1213-2489/MT/19/2/232.
- [2] A. Suárez *et al.*, “Surface integrity and fatigue of non-conventional machined Alloy 718,” *J. Manuf. Process.*, vol. 48, pp. 44–50, Dec. 2019, doi: 10.1016/J.JMAPRO.2019.09.041.
- [3] X. Zhu, “Research on Parameter Optimization of Improving Machining Accuracy and Productivity of CNC Milling of Complex Parts,” *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 929, pp. 1347–1352, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-15740-1_167/COVER.
- [4] I. C. Gherghea, C. Bungau, and D. C. Negrau, “Lead time reduction and increasing productivity by implementing lean manufacturing methods in cnc processing center,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 568, no. 1, p. 012014, Aug. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/568/1/012014.
- [5] D. Peraković, M. Periša, and P. Zorić, “Challenges and issues of ICT in industry 4.0,” *Lect. Notes Mech. Eng.*, pp. 259–269, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-22365-6_26/COVER.
- [6] F. M. A. Asif *et al.*, “A practical ICT framework for transition to circular manufacturing systems,” *Procedia CIRP*, vol. 72, pp. 598–602, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.PROCIR.2018.03.311.
- [7] G. Musca, A. Mihalache, and L. Tabacaru, “Increase Productivity and Cost Optimization in CNC Manufacturing,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 161, no. 1, p. 012019, Nov. 2016, doi: 10.1088/1757-899X/161/1/012019.
- [8] A. Adam *et al.*, “Review on Advanced CNC Controller for Manufacturing in Industry 4.0,” *Lect. Notes Mech. Eng.*, pp. 261–269, 2022, doi: 10.1007/978-981-19-2890-1_26/COVER.
- [9] S. Y. Wong, J. H. Chuah, and H. J. Yap, “Technical data-driven tool condition monitoring challenges for CNC milling: a review,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 107, no. 11–12, pp. 4837–4857, Apr. 2020, doi: 10.1007/S00170-020-05303-Z/METRICS.
- [10] A. A. Rafiq, M. B. Triyono, and I. W. Djatmiko, “The Integration of Inquiry and Problem-Based Learning and Its Impact on Increasing the Vocational Student Involvement,” *Int. J. Instr.*, vol. 16, no. 1, pp. 659–684, Jan. 2023, Accessed: Mar. 13, 2024. [Online]. Available: <https://e-iji.net/ats/index.php/pub/article/view/221>.
- [11] S. H. H. Kusumo, S. Siswadi, and G. Setyono, “Pemberdayaan Mesin Teknologi Tepat Guna Pembuat Dan Pengereng Mie Pipih Berkapasitas 5kg/Jam Untuk Peningkatan Produksi UKM Di Gresik,” *Pengabdi. Masy. dan Inov. Teknol.*, vol. 1, no. 01, pp. 23–28, Apr. 2022, doi: 10.38156/DIMASTEK.V1I01.19.
- [12] M. H. Abdullah, O. Purnamayudhia, A. Hindratmo, and C. W. Octavia, “Peningkatan Kompetensi Menggambar Teknik Siswa SMK-SMA dengan AutoCad Di Surabaya-Gresik,” *Pengabdi. Masy. dan Inov. Teknol.*, vol. 2, no. 01, pp. 84–90, Apr. 2023, doi: 10.38156/DIMASTEK.V2I01.46.
- [13] G. Setyono, S. Siswadi, S. Riyadi, W. Nugroho, and D. Khusna, “Peningkatan Kapabilitas Proses Pemesinan Siswa SMK Wijaya Putra Dengan Implementasi Mesin CNC-Turning 2-Axis,” *Pengabdi. Masy. dan Inov. Teknol.*, vol. 2, no. 02, pp. 97–101, Oct. 2023, doi: 10.38156/DIMASTEK.V2I02.53.
- [14] G. Setyono, N. Kholili, and D. Khusna, “Implementasi Minyak Wijen Sebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Kendaraan Matic Terhadap Pelaku Bengkel Di Sambi Kerep Surabaya,” *Pengabdi. Masy. dan Inov. Teknol.*, vol. 1, no. 02, pp. 35–39, Oct. 2022, doi: 10.38156/DIMASTEK.V1I02.30.
- [15] A. W. Nugroho, S. Riyadi, S. Siswadi, G. Setyono, and W. Nugroho, “Application Of Appropriate Technology Automation Systems For Making Martabak Manis Machine For Capacity Building In MSMEs In The Gresik Region,” *Pengabdi. Masy. dan Inov. Teknol.*, vol. 2, no. 01, pp. 60–65, Apr. 2023, doi: 10.38156/DIMASTEK.V2I01.42.
- [16] S. Raharjo, M. Muharom, G. Setyono, A. Nugroho, N. Kholili, and M. Muchid, “Penyuluhan Peran Butanol Sebagai Biofuel Sebagai Alternatif Bahan Bakar Kendaraan Bagi Pelaku Bengkel Di Sidoarjo,” *Pengabdi. Masy. dan Inov. Teknol.*, vol. 2, no. 02, pp. 102–107, Oct.

2023, doi: 10.38156/DIMASTEK.V2I02.56.

- [17] F. Prasetya, A. Fortuna, A. D. Samala, B. R. Fajri, F. Efendi, and A. Nyamapfene, “Effectiveness of Distance Learning Computer Numerical Control Based on Virtual Laboratory Using a Metaverse Platform to Improve Students’ Cognitive Ability and Practice Skills,” *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 17, no. 24, p. 4, Dec. 2023, doi: 10.3991/IJIM.V17I24.45019.
- [18] A. F. Febri Prasetya, Budi Syahri, Bayu Rahmadhani Fajri, Rizky Ema Wulansari, “Utilizing Virtual Laboratory to Improve CNC Distance Learning of Vocational Students at Higher Education,” *TEM J.*, vol. 12, no. 3, pp. 1506–1518, 2023.
- [19] F. Heidari, “Implementation of CAD/CAM/CNC curriculum using mastercam X software in technical programs,” *ASEE Annu. Conf. Expo. Conf. Proc.*, 2008, doi: 10.18260/1-2--3225.