



Pelatihan CAD/CAM – CNC untuk Meningkatkan Kompetensi Pemrograman CNC Guru SMK

CAD/CAM – CNC Training to Improve CNC Programming Competence of Vocational High School Teachers

Paryanto¹, Febrianto Amri Ristadi¹, Andrian Riyadi^{1*}, Andika Seto Kuncoro Jati¹

¹Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*Email Korespondensi: andrianriyadi@uny.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi pemrograman CNC guru SMK melalui pelatihan CAD/CAM yang terkini, guna menjembatani kesenjangan pengetahuan antara pengajar dan perkembangan teknologi industri manufaktur. Pelatihan yang dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta ini menggunakan metode ceramah, praktikum, dan evaluasi proyek. Dalam pelatihan selama empat hari, peserta mempelajari perangkat lunak CAD/CAM serta teknik pemrograman CNC yang diaplikasikan pada model 3D dan simulasi jalur potong alat. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman dan keterampilan guru, di mana 85% peserta mampu menjelaskan konsep dasar pemrograman CNC, 70% berhasil membuat model 3D yang akurat, dan 75% dapat mensimulasikan jalur alat potong dengan benar. Umpan balik menunjukkan bahwa 90% peserta menyatakan pelatihan ini bermanfaat dan relevan dengan kebutuhan pengajaran. Hasil ini mengindikasikan bahwa pelatihan berkelanjutan dengan teknologi terkini berpotensi meningkatkan kualitas pendidikan vokasi serta daya saing lulusan SMK di pasar kerja.

Kata kunci: CAD/CAM, Pelatihan Guru, Pemrograman CNC, Pendidikan Vokasi

Abstract

This community service activity aims to enhance the CNC programming competence of vocational high school (SMK) teachers through up-to-date CAD/CAM training, designed to bridge the knowledge gap between educators and the advancements in manufacturing technology. The training, conducted at SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta, employed lecture, hands-on practice, and project evaluation methods. During the four-day program, participants learned to use CAD/CAM software and CNC programming techniques applied to 3D models and toolpath simulations. The results showed a significant improvement in teachers' understanding and skills, with 85% of participants able to explain the basic concepts of CNC programming, 70% successfully creating accurate 3D models, and 75% correctly simulating toolpaths. Feedback indicated that 90% of participants found the training useful and relevant to their teaching needs. These results suggest that continuous training utilizing the latest technologies has the potential to improve the quality of vocational education and increase the competitiveness of SMK graduates in the job market.

Keywords: CAD/CAM, CNC Programming, Teacher Training, Vocational Education

Pesan Utama:

- Pelatihan CAD/CAM dirancang untuk meningkatkan kompetensi guru SMK dalam pemrograman CNC dan menjembatani kesenjangan pengetahuan dengan perkembangan teknologi industri manufaktur
- Pelatihan berhasil meningkatkan pemahaman, keterampilan membuat model 3D, dan kemampuan simulasi jalur potong, dengan mayoritas peserta menilai pelatihan bermanfaat dan relevan dengan pembelajaran di SMK



Copyright (c) 2025 Authors.

Received: 22 September 2025

Accepted: 15 October 2025

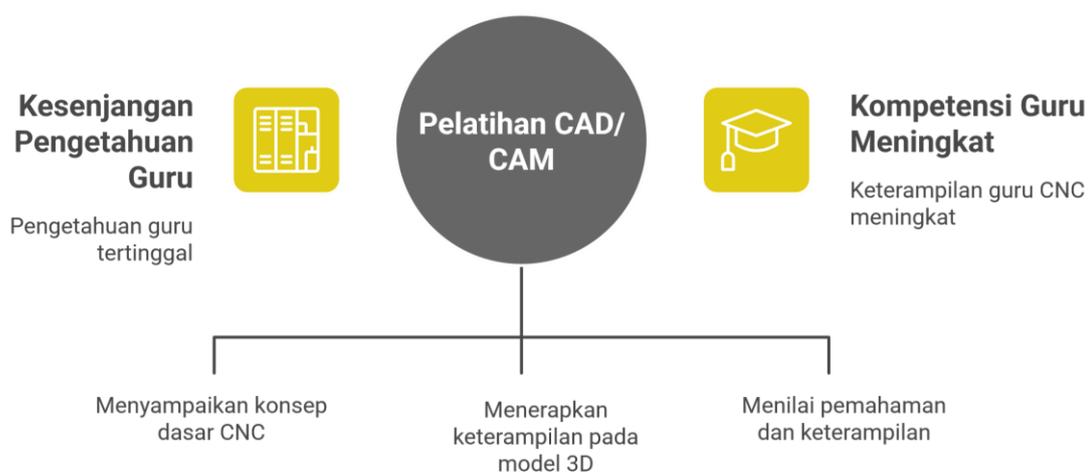
DOI: <https://doi.org/10.56303/jppmi.v4i2.872>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

GRAPHICAL ABSTRACT

Meningkatkan Kompetensi CNC Guru SMK



Made with Napkin

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi industri yang semakin maju, penggunaan peralatan berbasis Computer Numerical Control (CNC) telah menjadi kebutuhan utama di berbagai sektor manufaktur (Jamadar & Manvatkar, 2018). Mesin CNC yang dioperasikan melalui komputer memungkinkan produksi yang lebih presisi dan efisien (Silva et al., 2018). Dalam dunia pendidikan kejuruan, khususnya di SMK, kemampuan guru dalam mengoperasikan mesin CNC menjadi krusial untuk menjawab tuntutan industri yang semakin kompleks (Mokashi & Chavan, 2019). Namun, yang terjadi saat ini kompetensi pemrograman CNC di kalangan guru SMK masih perlu ditingkatkan.

Masalah utama yang dihadapi guru SMK adalah kurangnya akses terhadap pelatihan yang komprehensif tentang CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) yang merupakan perangkat lunak penting dalam pemrograman CNC (Pratis et al., 2018). Banyak guru SMK yang hanya mengandalkan pengetahuan dasar, tanpa didukung dengan kemampuan lanjutan yang relevan dengan kebutuhan industri saat ini (Ulmek et al., 2018). Akibatnya, lulusan SMK sering kali tidak memiliki keterampilan yang memadai untuk langsung bersaing di dunia kerja, terutama di sektor manufaktur yang mengandalkan CNC (Burhanudin et al., 2021). Hal ini mempengaruhi kinerja lulusan SMK, bahkan dapat menambah jumlah pengangguran (Ridwan & Dwiyantri, 2024).

Kebaruan pengabdian ini terletak pada penerapan pendekatan terpadu yang mencakup tahap desain, pemrograman, simulasi, dan implementasi CNC dengan memanfaatkan teknologi perangkat lunak CAD/CAM terkini. Pendekatan ini memungkinkan pengembangan kompetensi guru SMK secara menyeluruh, selaras dengan kebutuhan industri 4.0.

Sebagai salah satu keunggulan, pengabdian ini menggunakan pendekatan yang komprehensif, di mana guru tidak hanya belajar pemrograman CNC secara teori tetapi juga diberikan latihan praktis dalam simulasi dan implementasi nyata. Hal ini memperkaya kompetensi guru sehingga mereka dapat menguasai keterampilan sesuai standar industri. Dengan pendekatan ini, guru diharapkan lebih siap untuk mendidik siswa agar memiliki keterampilan yang relevan dan sesuai dengan kebutuhan dunia kerja saat ini. Aspek kebaruan ini juga didukung dengan penerapan teknologi terbaru dalam perangkat lunak CAD/CAM, yang jarang dijadikan fokus pelatihan guru di banyak program pelatihan sebelumnya, sehingga menjadikannya inovatif dalam konteks pelatihan kompetensi pemrograman CNC di lingkungan SMK.

Penelitian terdahulu yang relevan untuk tema seperti ini telah menunjukkan pentingnya pengembangan keterampilan teknis dan pedagogik guru SMK dalam bidang pemrograman CNC. (Zhang, 2023) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pelatihan CNC secara langsung meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru dalam pengajaran pemrograman dasar CNC. (Sola-Guirado et al., 2022) juga berpendapat dalam penelitiannya yang menunjukkan bahwa integrasi CAD/CAM dalam pelatihan membantu guru memahami alur desain hingga manufaktur secara menyeluruh, yang penting untuk mengajarkan teknologi sesuai kebutuhan industri. Dalam penelitian lain, (Hu & Ramos, 2024) menemukan bahwa pelatihan terpadu secara signifikan meningkatkan kompetensi guru dalam pemrograman CNC serta motivasi mereka dalam mengajar.

Selanjutnya, penelitian Salah et al., (2020) menyoroti pentingnya pelatihan berbasis teknologi industri 4.0 karena dapat memberi guru pemahaman yang lebih mendalam tentang standar dan praktik industri modern, yang esensial untuk relevansi keterampilan siswa di dunia kerja. Sementara itu, (Wibisono et al., 2020) meneliti penerapan software CAD/CAM dalam pelatihan guru untuk meningkatkan keterampilan pemrograman CNC di SMK dan menemukan bahwa guru yang mengikuti pelatihan software CAD/CAM menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan pemrograman CNC. Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa pelatihan yang memadukan perangkat lunak CAD/CAM dan keterampilan teknis CNC memiliki dampak positif dalam meningkatkan kompetensi guru, yang pada gilirannya mempersiapkan siswa dengan keterampilan yang relevan untuk industri.

Secara teori, pelatihan ini didasarkan pada pendekatan konstruktivis yang menekankan pada pembelajaran berbasis pengalaman nyata dan problem-solving. Dalam pelatihan ini, peserta tidak hanya diajak untuk memahami teori di balik penggunaan perangkat lunak CAD/CAM, tetapi juga diberikan kesempatan untuk menerapkan teori tersebut melalui praktik langsung pada mesin CNC. Landasan teori lain yang menjadi pijakan adalah model pembelajaran teknis yang berbasis kompetensi, di mana keterampilan praktis menjadi indikator utama keberhasilan.

Selain itu, teori pendidikan vokasi yang menekankan pentingnya pembelajaran yang relevan dengan dunia industri juga menjadi landasan. Guru-guru SMK sebagai penggerak utama dalam pengajaran diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang relevan, aplikatif, dan sesuai dengan tuntutan zaman. Dengan pelatihan ini, diharapkan proses belajar mengajar di SMK menjadi lebih terarah dan sesuai dengan standar industri global.

Dalam jangka panjang, program pelatihan ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas pendidikan vokasi di Indonesia. Peningkatan kompetensi guru akan berdampak langsung pada kualitas lulusan, yang pada gilirannya akan berkontribusi pada peningkatan daya saing industri manufaktur Indonesia di kancah internasional. Dengan demikian, pelatihan ini merupakan investasi penting untuk masa depan pendidikan kejuruan dan dunia industri.

Melalui artikel ini, akan dibahas lebih lanjut mengenai pentingnya pelatihan CAD/CAM - CNC untuk guru SMK, metodologi pelaksanaan pelatihan, serta hasil dan evaluasi dari program yang telah dijalankan. Artikel ini juga akan memberikan tinjauan mendalam mengenai efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kompetensi guru dan dampaknya pada kualitas pengajaran di SMK.

Pelatihan CAD/CAM-CNC ini bertujuan untuk membekali guru SMK dengan keterampilan pemrograman CNC menggunakan teknologi terkini guna menjembatani kesenjangan antara pengetahuan pengajar dan perkembangan industri manufaktur. Melalui peningkatan kompetensi guru, pengetahuan tersebut dapat ditransfer secara efektif kepada siswa sehingga menghasilkan lulusan yang lebih terampil, cepat, dan efisien sesuai kebutuhan industri. Selain itu, pelatihan ini juga memperkuat *link and match* antara dunia pendidikan dan industri sebagai upaya peningkatan kualitas pendidikan vokasi di Indonesia.

METODE

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta selama empat hari, yaitu mulai Senin, 15 Juli 2024 hingga Kamis, 18 Juli 2024. Seluruh kegiatan pelatihan dilakukan di ruang laboratorium CNC sekolah, yang dilengkapi dengan komputer dan mesin CNC sebagai sarana praktik.

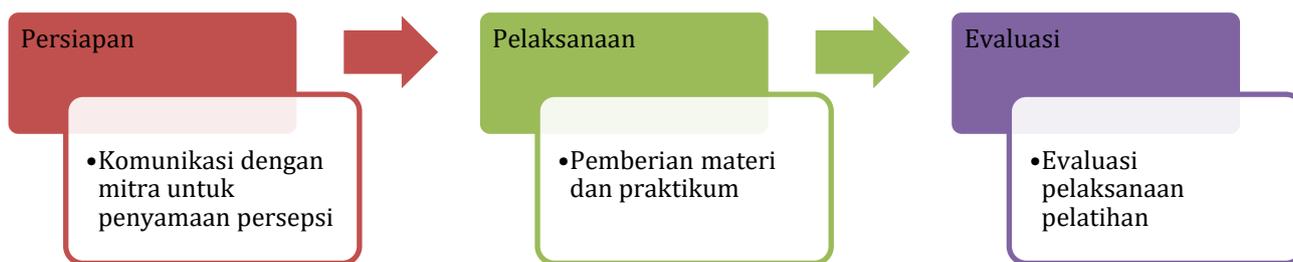
Peserta Kegiatan

Peserta pelatihan berjumlah 20 guru SMK yang berasal dari berbagai sekolah kejuruan di bidang teknik pemesinan. Peserta dipilih berdasarkan kriteria memiliki dasar pengetahuan mengenai mesin perkakas serta minat untuk meningkatkan kompetensi di bidang CAD/CAM dan pemrograman CNC.

Prosedur Pelaksanaan

Pelatihan dilaksanakan melalui tiga tahapan utama sebagai berikut:

1. Persiapan Pelatihan
 - a. Tim dosen dan panitia pelaksana melakukan koordinasi dengan pihak SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta.
 - b. Diskusi dilakukan untuk menyamakan persepsi terkait tujuan, materi, dan target capaian pelatihan.
 - c. Persiapan perangkat lunak CAD/CAM dan peralatan CNC dilakukan untuk mendukung kegiatan praktikum.
2. Pelaksanaan Pelatihan
 - a. Pemberian Materi (Ceramah dan Presentasi): Peserta mendapatkan pengenalan perangkat lunak CAD/CAM, dasar pemrograman CNC, dan konsep manufaktur berbasis komputer.
 - b. Demonstrasi dan Praktikum: Peserta mempraktikkan pembuatan model 3D dan simulasi jalur alat potong menggunakan CAD/CAM.
 - c. Pendampingan Teknis: Tim pengabdian memberikan bimbingan intensif agar peserta mampu memahami tahapan pembuatan program CNC secara menyeluruh.
3. Evaluasi Pelatihan
 - a. Peserta diberikan proyek akhir berupa pembuatan desain menggunakan CAD/CAM yang dikonversikan menjadi program CNC siap implementasi.
 - b. Pengujian hasil dilakukan langsung pada mesin CNC dengan pendampingan tim dosen untuk memastikan keberhasilan penerapan keterampilan yang diajarkan.



Gambar 1. Bagan Alur Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Teknik Evaluasi

Evaluasi dilakukan melalui dua metode utama: 1) Proyek Akhir, untuk menilai kemampuan peserta dalam membuat desain 3D, menyusun program CNC, dan mensimulasikan jalur potong secara tepat; 2) Kuesioner Umpan Balik, untuk mengukur persepsi peserta terhadap relevansi, manfaat, dan efektivitas pelatihan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan Pelatihan

Persiapan merupakan tahap awal yang penting dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan ini karena menjadi fondasi keberhasilan seluruh program. Pada tahap ini, tim dosen pelaksana mengadakan serangkaian pertemuan dan diskusi intensif dengan pihak SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta serta beberapa guru SMK untuk menyamakan persepsi, mengidentifikasi kebutuhan, dan merumuskan tujuan pelatihan secara bersama. Pertemuan yang dilaksanakan pada 12 Juli 2024 ini membahas konsep dasar pelatihan pemrograman CNC berbasis CAD/CAM, mencakup ruang lingkup materi, metode pengajaran yang meliputi ceramah, demonstrasi, dan praktikum, serta mekanisme evaluasi hasil pelatihan. Para guru turut memberikan masukan mengenai tantangan pengajaran CNC di sekolah, seperti keterbatasan fasilitas, waktu, dan perlunya metode yang lebih kontekstual, yang kemudian diakomodasi oleh tim dalam penyusunan materi agar sesuai dengan kebutuhan praktis di lapangan. Tahap ini juga mencakup penyusunan jadwal kegiatan, koordinasi sarana-prasarana, dan penentuan dukungan teknis seperti kesiapan laboratorium, perangkat lunak CAD/CAM, dan mesin CNC yang akan digunakan. Hasil dari tahap persiapan ini adalah tercapainya kesepahaman antara tim dosen dan pihak SMK mengenai sasaran pelatihan, struktur kegiatan, dan komitmen bersama, yang kemudian dipertegas dengan penandatanganan nota kesepahaman (MoU) sebagai dasar pelaksanaan kegiatan pelatihan.



Gambar 2. Penandatanganan Nota Kesepahaman Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan



Gambar 3. Pertemuan antara Tim Dosen dengan SMK dan Peserta Pelatihan

Pelaksanaan Pelatihan

Pelatihan dilaksanakan selama empat hari, dari tanggal 15 hingga 18 Juli 2024, bertempat di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta, dengan fokus utama meningkatkan kompetensi pemrograman CNC guru-guru SMK melalui penguasaan perangkat lunak CAD/CAM dan penerapannya dalam proses manufaktur modern. Sebanyak 20 guru yang memiliki latar belakang pendidikan di bidang teknik dan pengalaman mengajar di bidang manufaktur dipilih secara selektif untuk mengikuti kegiatan ini agar pelatihan dapat memberikan dampak yang maksimal bagi pengembangan kualitas pembelajaran di sekolah masing-masing. Selama pelatihan, peserta mendapatkan paparan materi teoretis melalui sesi ceramah yang menjelaskan konsep dasar CAD/CAM dan pemrograman CNC, dilanjutkan dengan sesi demonstrasi yang memperlihatkan langkah-langkah pembuatan program CNC dari desain hingga simulasi.

Pada sesi praktikum, peserta secara langsung mempraktikkan pembuatan model pada perangkat lunak CAD, melakukan proses CAM untuk menghasilkan kode CNC, dan menguji program tersebut pada mesin CNC yang tersedia di laboratorium sekolah. Selain itu, diberikan pula sesi tanya jawab, diskusi kelompok, serta pendampingan intensif untuk membantu peserta mengatasi kesulitan teknis yang dihadapi selama praktik. Di akhir kegiatan, dilakukan evaluasi berbasis proyek di mana setiap peserta diminta membuat produk sederhana menggunakan hasil pemrograman CNC mereka sebagai bentuk penerapan keterampilan yang telah dipelajari. Pendekatan yang terstruktur dan berimbang antara teori, praktik, dan evaluasi ini dirancang untuk memastikan peserta tidak hanya memahami konsep tetapi juga mampu menerapkannya secara mandiri setelah pelatihan selesai.



Gambar 4. Kegiatan Pemaparan Materi oleh Narasumber Utama

Pada tahap awal pelatihan, tim pengabdian masyarakat memulai dengan memberikan materi pengenalan mengenai perangkat lunak CAD/CAM dan dasar-dasar pemrograman CNC. Sesi ceramah ini mencakup penjelasan mengenai prinsip-prinsip dasar pemrograman CNC, pemilihan dan penggunaan alat potong yang tepat, serta strategi untuk mengoptimalkan proses produksi menggunakan teknologi CAD/CAM agar lebih efisien. Untuk memperjelas pemahaman, tim juga melakukan demonstrasi langsung penggunaan perangkat lunak CAD/CAM dan mesin CNC sehingga peserta dapat melihat secara nyata bagaimana proses desain hingga eksekusi program berjalan. Setelah sesi ceramah, peserta diberikan kesempatan untuk mengikuti sesi praktikum yang bersifat aplikatif, di mana mereka membuat model 3D menggunakan perangkat lunak CAD, melakukan proses CAM untuk menghasilkan jalur alat potong, serta mensimulasikan hasilnya pada mesin CNC. Bimbingan teknis diberikan secara intensif selama praktikum untuk memastikan setiap peserta memahami setiap tahapan pembuatan program CNC, mampu mengidentifikasi kesalahan yang terjadi, dan dapat mengatasinya secara mandiri. Dengan kombinasi ceramah, demonstrasi, dan praktik langsung ini, peserta diharapkan memperoleh pengalaman belajar yang komprehensif serta siap mengaplikasikan keterampilan yang diperoleh di sekolah masing-masing.



Gambar 5. Proses Praktik Mandiri Peserta Pelatihan

Evaluasi Pelatihan

Sebagai bagian dari evaluasi kegiatan, peserta diberi tugas proyek akhir yang dirancang untuk mengukur sejauh mana pemahaman dan keterampilan yang diperoleh selama pelatihan dapat diterapkan secara mandiri. Proyek akhir ini mengharuskan peserta membuat desain produk menggunakan perangkat lunak CAD/CAM, kemudian mengonversinya menjadi program CNC yang siap diimplementasikan pada mesin. Tugas ini dilakukan baik secara individu maupun dalam kelompok kecil, sehingga peserta dapat berkolaborasi, saling bertukar ide, dan memecahkan masalah secara bersama. Proses ini tidak hanya menguji keterampilan teknis peserta, tetapi juga melatih kemampuan komunikasi, kerja sama tim, serta pemecahan masalah secara sistematis. Setelah proyek selesai, tim pengabdian mendampingi peserta dalam tahap pengujian program pada mesin CNC secara langsung di laboratorium. Pendampingan ini bertujuan memastikan setiap peserta benar-benar memahami setiap langkah, mulai dari verifikasi kode program, pengecekan kesesuaian parameter pemotongan, hingga pelaksanaan proses pemesinan. Tahap ini juga menjadi momen penting untuk memberikan umpan balik secara personal, mengidentifikasi area yang masih perlu ditingkatkan, dan memperkuat pemahaman peserta terhadap konsep yang telah dipelajari.

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam kompetensi peserta. Data yang diperoleh memperlihatkan bahwa 85% peserta mampu menjelaskan konsep dasar pemrograman CNC setelah

pelatihan, meningkat tajam dibandingkan hanya 30% sebelum pelatihan. Selain itu, 70% peserta berhasil membuat model 3D dengan tingkat akurasi tinggi, sementara 75% mampu mensimulasikan jalur potong dengan benar dan tanpa kesalahan mayor. Umpan balik yang dikumpulkan melalui kuesioner pascapelatihan juga menunjukkan bahwa 90% peserta merasa pelatihan ini bermanfaat dan relevan dengan kebutuhan pengajaran mereka di sekolah, terutama dalam menyesuaikan materi dengan perkembangan teknologi manufaktur terkini. Sebagai bentuk penghargaan dan bukti keikutsertaan, baik peserta maupun pemateri diberikan sertifikat pelatihan yang dapat dijadikan portofolio profesional. Berdasarkan hasil ini, disarankan agar pelatihan serupa dilaksanakan secara berkala dengan topik yang lebih mendalam dan spesifik, seperti pengoptimalan strategi pemrograman CNC, troubleshooting error pada proses CAM, serta integrasi dengan teknologi manufaktur berbasis industri 4.0, sehingga guru-guru SMK dapat semakin siap menghadapi tuntutan dunia industri yang terus berkembang.



Gambar 6. Sertifikat Kegiatan Pelatihan

Pelatihan yang dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta berhasil meningkatkan kompetensi guru SMK dalam pemrograman CNC melalui integrasi teknologi CAD/CAM yang relevan dengan tuntutan industri 4.0. Keberhasilan ini sejalan dengan temuan Zhang (2023) dan Wibisono et al. (2020), yang menunjukkan bahwa pelatihan berbasis software CAD/CAM dapat memperkuat pemahaman guru terhadap alur kerja desain hingga manufaktur. Dengan kombinasi ceramah, demonstrasi, dan praktik intensif, peserta mampu membangun fondasi konseptual yang kuat mengenai kode G dan M serta prinsip kerja mesin CNC, sebelum langsung menerapkannya dalam simulasi dan proyek akhir. Pendekatan ini konsisten dengan pendekatan konstruktivis yang menekankan *learning by doing*, di mana pengalaman praktik langsung memperkuat pemahaman teoretis sekaligus meningkatkan kepercayaan diri guru dalam mengoperasikan perangkat lunak dan mesin CNC (Hu & Ramos, 2024).

Sesi praktikum memungkinkan peserta menerapkan teori secara nyata melalui pembuatan model 3D dan simulasi jalur alat potong, yang mendorong keterampilan analitis dan problem-solving. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Sola-Guirado et al. (2022), yang menekankan pentingnya integrasi CAD/CAM agar guru memahami keseluruhan alur desain hingga manufaktur. Pendampingan teknis yang intensif juga membantu guru mengatasi kesulitan individual, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan efektif.

Proyek akhir berfungsi sebagai evaluasi komprehensif, mendorong peserta mengintegrasikan seluruh pengetahuan dari desain hingga implementasi CNC. Pendekatan ini tidak hanya menekankan pemahaman konsep, tetapi juga kemampuan praktis, kreatifitas, dan ketelitian dalam mengeksekusi program CNC. Hal ini mendukung temuan Salah et al. (2020) yang menunjukkan bahwa pelatihan berbasis teknologi industri 4.0 mampu meningkatkan relevansi keterampilan guru dengan standar industri modern.

Respons positif peserta menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan yang kontekstual dan berbasis praktik sangat efektif. Guru merasa lebih percaya diri dan termotivasi untuk terus mengembangkan kompetensi mereka, yang pada gilirannya akan meningkatkan kualitas pengajaran dan keterampilan siswa. Temuan ini memperkuat literatur sebelumnya mengenai pentingnya pelatihan terpadu bagi guru SMK agar dapat menyiapkan lulusan yang siap menghadapi tuntutan industri (Pratis et al., 2018; Burhanudin et al., 2021).

Dengan demikian, pendekatan terpadu dalam pelatihan CAD/CAM–CNC yang menggabungkan teori, praktik, dan evaluasi proyek terbukti menjadi strategi efektif untuk meningkatkan kompetensi guru SMK. Pelatihan semacam ini tidak hanya memperkaya keterampilan teknis pengajar, tetapi juga memperkuat *link and match* antara dunia pendidikan dan industri, yang esensial bagi peningkatan kualitas pendidikan vokasi di Indonesia.

Hasil pelatihan ini memiliki arti yang signifikan bagi pengembangan pendidikan vokasi di SMK. Peningkatan kompetensi guru dalam pemrograman CNC dan penggunaan CAD/CAM memungkinkan mereka untuk merancang kurikulum yang lebih relevan dengan kebutuhan industri, termasuk menyesuaikan materi pembelajaran agar selaras dengan standar praktik manufaktur modern. Guru yang kompeten dapat menyusun modul yang tidak hanya menekankan teori, tetapi juga keterampilan praktis, simulasi, dan pemecahan masalah nyata, sehingga proses belajar mengajar menjadi lebih aplikatif.

Selain itu, kompetensi guru yang meningkat juga membuka peluang untuk memperkuat program magang atau praktik industri siswa. Guru yang memahami alur desain dan pemrograman CNC secara menyeluruh dapat membimbing siswa dengan lebih efektif selama magang, menyiapkan mereka untuk menghadapi tuntutan dunia kerja. Dengan demikian, pelatihan ini tidak hanya meningkatkan kualitas pengajaran di kelas, tetapi juga memperkuat *link and match* antara SMK dan industri, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan keterampilan lulusan, daya saing mereka di pasar kerja, dan relevansi pendidikan vokasi secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Pelatihan ini berhasil meningkatkan kompetensi guru SMK secara menyeluruh, baik secara teoretis maupun praktis, dalam pemrograman CNC melalui integrasi CAD/CAM. Para peserta mampu menguasai konsep dasar pemrograman CNC, merancang model 3D, dan melakukan simulasi jalur alat potong, yang menunjukkan efektivitas pendekatan terpadu antara ceramah, praktikum, dan proyek akhir. Keberhasilan ini juga menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi guru secara langsung berdampak pada kualitas pengajaran dan kesiapan siswa menghadapi tuntutan industri modern.

Berdasarkan temuan ini, disarankan agar pelatihan serupa dilakukan secara berkala dengan fokus pada topik yang lebih spesifik, seperti optimasi strategi pemesinan, penanganan galat (troubleshooting), atau integrasi dengan sistem manufaktur berbasis Industri 4.0. Pendekatan ini akan memastikan guru terus memperbarui keterampilan mereka, meningkatkan kualitas pengajaran di SMK, dan mempersiapkan siswa agar memiliki keterampilan teknis yang relevan dengan kebutuhan industri, sekaligus memperkuat *link and match* antara pendidikan vokasi dan dunia kerja.

PENDANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini didanai melalui kontrak dana Institusi DRPM Universitas Negeri Yogyakarta dengan nomor kontrak T/15.5.73/UN/34.9/PT.01.03/2024. Dukungan pendanaan ini

memungkinkan tim pelaksana melaksanakan seluruh rangkaian kegiatan secara optimal, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi program, sehingga tujuan pengabdian dapat tercapai dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih secara khusus ditujukan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Universitas Negeri Yogyakarta atas dukungan pendanaan dan fasilitasi kegiatan. Penghargaan juga disampaikan kepada mitra, peserta, dan semua pihak yang berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan sehingga dapat berjalan dengan lancar dan memberikan manfaat bagi masyarakat sasaran.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Burhanudin, Nagoro, I. H. A., Susanto, H., & Oppie. (2021). Pelatihan CNC Milling Richon GSK 218 MC di SMK N 4 Sukoharjo. *Abdi Masya*, 1(3), 143–148. <https://doi.org/10.52561/abma.v1i3.153>
- Hu, H., & Ramos, S. B. A. (2024). Enhancing the Pedagogy of Theory-Practice Integration in the Machining Technology and Programming. *Journal of Education and Educational Research*, 10(1), 320–328. <https://doi.org/10.54097/e2egn950>
- Jamadar, S. N., & Manvatkar, S. A. (2018). Features of CNC Machines and Systems. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 72–77. <https://media.neliti.com/media/publications/428273-none-3db7db82.pdf>
- Mokashi, K. U., & Chavan, A. (2019). Overview of the Performance Enhancement of the CNC Hobbing Machine. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 6(5), 21–24. <https://repo.ijert.org/index.php/ijert/article/view/1823>
- Pratis, S. D. B., Almeida, M. J. P. A., Sérgio, M. P., Silva, M. B. F. da, Amaral, P. G., & Vieira, B. J. A. (2018). Productiveness Evaluation of a Machine Tool Manual Setup Compared with Automated CNC Machine. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(6), 117–119. <https://doi.org/10.22161/ijaers.5.6.19>
- Ridwan, D., & Dwiyantri, V. (2024). Mismatch Industri Dan SMK: Fenomena SMK Penyumbang Angka Pengangguran Tinggi. *Journal Innovation In Education*, 2(1), 196–204. <https://doi.org/10.59841/inoved.v2i1.893>
- Salah, B., Khan, S., Ramadan, M., & Gjeldum, N. (2020). Integrating the Concept of Industry 4.0 by Teaching Methodology in Industrial Engineering Curriculum. *Processes*, 8(9), 1007. <https://doi.org/10.3390/pr8091007>
- Silva, A., Andaluz, V., Guamán, A., Pérez, M., & Romero, P. (2018). Construction of the Elements of an Arm for Mobile Handling by CNC machining. *KnE Engineering*, 3(9), 1. <https://doi.org/10.18502/keg.v3i9.3642>
- Sola-Guirado, R. R., Guerrero-Vacas, G., & Rodríguez-Alabanda, Ó. (2022). Teaching CAD/CAM/CAE Tools With Project-Based Learning in Virtual Distance Education. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5051–5073. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10826-3>
- Ulmek, N., Gotmare, P., & Chaudhari, V. (2018). A Review Paper on Machining Optimization Using Taguchi Method for CNC Turning Operation. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 16–21. <https://media.neliti.com/media/publications/428228-a-review-paper-on-machining-optimization->

0f526134.pdf

Wibisono, G., Wijanarka, B. S., & Theophile, H. (2020). The Link and Match between the Competency of Vocational High Schools Graduates and the Industry on CAD/ CAM and CNC. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 26(1), 26–34. <https://doi.org/10.21831/jptk.v26i1.27932>

Zhang, Z. (2023). Mixed Teaching Innovation and Practice of “CNC Processing Process and Programming” Under the New Engineering Background. *Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Modern Educational Technology and Social Sciences (ICMETSS 2022)*, 19–24. https://doi.org/10.2991/978-2-494069-45-9_4