



NOZEL

Jurnal Pendidikan Teknik Mesin

Jurnal Homepage: <https://jurnal.uns.ac.id/nozel>



PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN MODUL PEMBELAJARAN PENGOPERASIAN MESIN CNC MILLING UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN DI SOLO TECHNOPARK

Ananditho Panji Pratama¹, Ranto²

¹Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sebelas
Maret Surakarta

Corresponding email : rantoptm@gmail.com

Abstract

This study aims to develop and implement a CNC machine operation learning module to improve learning effectiveness at Solo Technopark. The study is motivated by the absence of structured instructional materials that can support competency-based learning in CNC training, resulting in inconsistent learning processes and high dependence on instructors. This research employs a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model, which consists of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. Data were collected through observations, interviews, and questionnaires using a Likert scale, and analyzed using descriptive quantitative methods. The results indicate that the developed module achieved a high level of feasibility, as validated by material experts (87.5%) and media experts (84.30%). During the implementation stage, the module demonstrated an effectiveness level of 80.25%, categorized as effective. These findings suggest that the module enhances content clarity, supports self-directed learning, and improves participants' skills in CNC machine operation. From a theoretical perspective, this study reinforces the role of modular learning in vocational education in promoting self-directed learning and consistency of competency acquisition (Putri & Widodo, 2023). However, limitations remain in terms of visual design and learning independence, indicating the need for further development.

Keywords: learning module, CNC, ADDIE, learning effectiveness, vocational education

A. PENDAHULUAN

Dengan kemajuan pesat dalam teknologi manufaktur, sistem produksi industri telah mengalami perubahan. Salah satu contohnya adalah penggunaan mesin pengendalian numerik komputer (CNC). Teknologi ini memungkinkan proses produksi dilakukan secara otomatis dengan tingkat presisi tinggi, yang menghasilkan peningkatan efisiensi dan

kualitas produk. Dengan kontribusi 19,25% terhadap PDB Indonesia (BPS, 2023), industri manufaktur masih merupakan komponen ekonomi utama negara (BPS, 2023). Ini menunjukkan betapa pentingnya meningkatkan kualitas sumber daya manusia di industri ini.

Kebutuhan akan tenaga kerja dengan kemampuan teknis, khususnya dalam pengoperasian mesin CNC, telah meningkat sebagai hasil dari inisiatif Making Indonesia 4.0 (Kementerian Perindustrian, 2023). Namun, ada perbedaan antara metode pembelajaran yang digunakan dan kebutuhan industri dalam pelatihan vokasional.

Sebagai pusat pelatihan berbasis industri, Solo Technopark masih menghadapi beberapa masalah struktural dalam pembelajaran pengoperasian mesin CNC. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran masih berfokus pada demonstrasi dan penjelasan lisan, dan tidak ada modul pembelajaran yang sistematis. Situasi ini mengakibatkan kurangnya kemandirian belajar peserta, ketidakkonsistenan dalam penyampaian materi, dan kesulitan memahami secara menyeluruh alur kerja CNC

Pembelajaran keterampilan teknis seperti CNC termasuk dalam kategori pembelajaran procedural, yang membutuhkan struktur pembelajaran sistematis dan berulang. Tanpa struktur pembelajaran, proses pembelajaran dapat menjadi tidak efektif dan sulit direplikasi secara konsisten (Branch & Kopcha, 2023).

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa modul pembelajaran berbasis teknologi dapat meningkatkan efektivitas belajar hingga 30% dibandingkan metode konvensional (Susanto et al., 2022). Selain itu, pendekatan modular juga ditunjukkan mampu meningkatkan pembelajaran yang dilakukan secara mandiri dalam pendidikan vokasi (Putri & Widodo, 2023).

B. METODE

Dengan menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (R&D), penelitian ini bertujuan untuk menciptakan dan mengevaluasi modul pembelajaran pengoperasian mesin CNC di Solo Technopark. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi kualitas dan efektivitas produk pembelajaran dalam konteks pembelajaran nyata. Model ADDIE dikenal sebagai kerangka kerja sistematis dan literatif untuk pengembangan instruksional.

Secara metodologis, penelitian ini menggunakan kombinasi pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pada tahap analisis, pendekatan kualitatif digunakan untuk menentukan kebutuhan pembelajaran dan perbedaan antara kondisi aktual dan kompetensi yang diharapkan. Sementara itu, pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengolah data numerik yang dikumpulkan dari instrumen penelitian untuk menentukan tingkat kelayakan dan efektivitas modul. Tujuan dari kombinasi kedua metode ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang luas tentang bagaimana modul pembelajaran dibuat dan diterapkan.

Studi ini dilakukan dari Maret hingga Juli 2025 di Solo Technopark, yang terletak di Kota Surakarta, Jawa Tengah. Dua kelompok utama dari subjek penelitian adalah penilai ahli dan peserta diklat. Penilai ahli terdiri dari ahli materi dan ahli media dan ditugaskan untuk mengevaluasi kelayakan modul dari segi isi dan desain. Peserta diklat uji coba berjumlah sepuluh orang, masing-masing telah mengikuti pelatihan pengoperasian mesin CNC selama minimal satu bulan. Dengan mempertimbangkan jumlah peserta pelatihan yang terbatas selama periode penelitian, teknik pengambilan sampel adalah *total sampling*.

Dalam penelitian ini, modul pengembangan dilakukan sesuai dengan lima tahapan model ADDIE, yaitu *analysis, design, development, implementation, dan Evaluation*.

Pada tahap *analysis*, diidentifikasi kebutuhan pembelajaran melalui observasi dan wawancara dengan instruktur dan peserta diklat untuk mengetahui kondisi pembelajaran pengoperasian mesin CNC di Solo Technopark.

Dalam tahap *design*, perancangan modul didasarkan pada hasil analisis kebutuhan. Ini termasuk menyusun materi sesuai dengan capaian pembelajaran, menentukan struktur modul, mendesain tampilan, dan membuat instrumen penelitian seperti angket validasi ahli dan angket respons peserta.

Sebelum digunakan dalam pembelajaran, modul dibuat menjadi produk pembelajaran pada tahap *development* dan divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai relevansi isi, keakuratan konsep, dan kualitas penyajian.

Untuk memulai tahap *implementation*, uji coba terbatas dilakukan pada 10 peserta diklat. Modul digunakan sebagai bahan ajar utama dalam proses pembelajaran, dan instruktur bertindak sebagai fasilitator.

Pada tahap terakhir, yaitu *evaluation*, dilakukan dengan cara menganalisis hasil validasi ahli dan umpan balik dari siswa diklat untuk menilai kualitas dan efektivitas dari modul pembelajaran.

Data yang digunakan di penelitian ini didapatkan dalam tiga tahap, yaitu observasi, wawancara, dan kuesioner. Observasi dilakukan untuk mendapatkan data terkait proses pembelajaran langsung, wawancara digunakan untuk mendapatkan informasi dari instruktur terkait kendala dan kebutuhan pembelajaran, dan kuesioner dilakukan untuk mengukur efektivitas modul dari para peserta serta untuk mengukur kelayakannya didasarkan pada penilaian ahli. Kuesioner disini disusun dengan menggunakan skala likert 1-4 untuk menghindari jawaban yang ambigu atau menyebabkan hasil menjadi bias.

Untuk menentukan tingkat kelayakan dan efektivitas modul, analisis deskriptif kuantitatif dengan pendekatan persentase digunakan untuk menganalisis data penelitian. Skor kuesioner dibandingkan dengan skor maksimum, lalu diubah menjadi persentase. Secara keseluruhan, metodologi penelitian ini bertujuan untuk menilai kelayakan dan efektivitas modul pembelajaran melalui penilaian ahli dan respons peserta diklat.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masalah utama dalam proses pembelajaran vokasional yang belum terstruktur secara sistematis menjadi dasar pembuatan modul pembelajaran pengoperasian mesin CNC di Solo Technopark. Pada tahap analisis, terlihat bahwa instruktur masih mendominasi pembelajaran melalui demonstrasi dan penjelasan lisan, tanpa bahan ajar tertulis yang baku. Kondisi ini membuat peserta diklat hanya memahami dasar pengenalan mesin. Mereka juga belum terbentuk secara optimal untuk memahami alur kerja secara menyeluruh. Selain itu, ketergantungan peserta terhadap instruktur meningkat, yang berarti proses pembelajaran kurang mendorong peserta untuk belajar sendiri.

Dari sudut pandang instruktur, masalah yang muncul tidak hanya terkait dengan keterbatasan metode pembelajaran tetapi juga bersifat struktural, yaitu kurangnya dokumentasi standar pembelajaran. Hal ini menyebabkan variasi dalam kapasitas peserta dan ketidakkonsistenan dalam penyampaian materi. Hasil ini menunjukkan bahwa ada perbedaan antara kondisi pembelajaran di lapangan dan kompetensi yang diharapkan oleh industri. Secara konseptual, kondisi ini menunjukkan bahwa paradigma pembelajaran yang berpusat pada instruktur masih diterapkan dalam pengembangan keterampilan prosedural yang kompleks seperti pengoperasian mesin CNC.

Dari sudut pandang instruktur, masalah yang muncul tidak hanya terkait dengan keterbatasan metode pembelajaran tetapi juga bersifat struktural, yaitu kurangnya dokumentasi standar pembelajaran. Hal ini menyebabkan variasi dalam kapasitas peserta dan ketidakkonsistenan dalam penyampaian materi.

Hasil ini menunjukkan bahwa ada perbedaan antara kondisi pembelajaran di lapangan dan kompetensi yang diharapkan oleh industri. Secara konseptual, kondisi ini menunjukkan bahwa paradigma pembelajaran yang berpusat pada instruktur masih diterapkan dalam pengembangan keterampilan prosedural yang kompleks seperti pengoperasian mesin CNC.

Aspek	Nilai tiap aspek	Kategori
Kesesuaian dan relevansi materi	87,5 %	Sangat Layak
Ketepatan dan keakuratan materi	87,5 %	Sangat Layak
Kelengkapan dan keterpaduan materi	87,5 %	Sangat Layak
Kualitas penyajian dan pembelajaran	87,5 %	Sangat Layak
Rata-rata	87,5 %	Sangat Layak

Tabel 1
Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	Nilai tiap aspek	Kategori
Tampilan dan estetika	81,25 %	Sangat Layak
Fungsionalitas	83,25 %	Sangat Layak

Keterpaduan dengan pembelajaran	81,25 %	Sangat Layak
Kelayakan bahasa	91,50 %	Sangat Layak
Rata-rata	84.30 %	Sangat Layak

Tabel 2
Hasil Validasi Ahli Media

Berdasarkan temuan analisis, modul pembelajaran dianggap sebagai bentuk intervensi pedagogis untuk mengatasi kesenjangan pembelajaran. Pada tahap pengembangan, modul yang dirancang telah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi, dengan skor rata-rata 87,5% untuk aspek materi dan 84,30% untuk aspek media. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa modul telah memenuhi standar akademik, relevan dengan industri, dan memiliki kualitas penyajian yang memadai. Secara khusus, elemen keakuratan materi dan kelayakan bahasa menerima penilaian yang sangat baik. Ini menunjukkan bahwa modul dapat menyampaikan konsep teknis dengan cara yang mudah dipahami dan dapat dipahami oleh peserta diklat.

Aspek	Nilai tiap aspek dalam (%)	Kategori
Kejelasan & Kesesuaian Materi	83,75	Sangat efektif
Tampilan & Kepuasan	73,75	Efektif
Struktur & Kemandirian	76,25	Efektif
Latihan & Kesesuaian Waktu	83,75	Sangat efektif
Rata-rata	80,25	Efektif

Tabel 3

Hasil Penilaian Respon Siswa Diklat

Uji coba terhadap modul dilakukan pada tahap implementasi di Solo Technopark. Hasil menunjukkan bahwa modul memperoleh skor efektivitas sebesar 80,25% dan termasuk dalam kategori efektif. Aspek kejelasan dan kesesuaian materi, serta kesesuaian latihan dan waktu, memperoleh skor tertinggi, sebesar 83,75%, dan termasuk dalam kategori sangat efektif. Hal ini menunjukkan bahwa modul memiliki kemampuan untuk menyajikan materi yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan memberikan latihan yang relevan dengan praktik di lapangan.

Jika dipelajari lebih jauh, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa tidak hanya kelengkapan materi modul, tetapi juga bagaimana materi disusun dan disajikan untuk pembelajaran. Pendekatan berpusat pada tugas, di mana materi disusun berdasarkan urutan kerja yang sesuai dengan praktik pengoperasian mesin CNC, dapat menjelaskan keberhasilan modul dalam meningkatkan pemahaman peserta. Pendekatan ini memungkinkan peserta untuk belajar melalui simulasi tugas nyata, yang membuat proses pembelajaran lebih kontekstual dan aplikatif.

D. PENUTUP

Simpulan

Hasil penelitian dan Pembahasan tentang pengembangan dan penerapan modul pembelajaran pengoperasian mesin CNC di Solo Technopark menunjukkan bahwa proses pengembangan modul melalui tahapan model ADDIE menghasilkan modul pembelajaran yang sistematis, terorganisir, dan memenuhi persyaratan pelatihan.

Setelah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, modul ini dianggap layak digunakan dan mendapat tanggapan positif dari peserta diklat, terutama tentang kejelasan materi, sistematika penyajian, dan kemudahan pemahaman. Selain itu, penerapan modul dalam proses pembelajaran menunjukkan bahwa modul mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan keterlibatan peserta, pemahaman materi, dan keterampilan pengoperannya.

Dengan demikian, modul pembelajaran yang dikembangkan dapat digunakan sebagai bahan ajar yang mendukung proses pembelajaran yang lebih terarah dan sistematis dalam pelatihan pengoperasian mesin CNC di Solo Technopark.

Saran

Terdapat beberapa rekomendasi yang dapat dibuat berdasarkan temuan penelitian. Modul pembelajaran masih perlu diperbaiki, terutama untuk membuatnya lebih menarik dan mudah digunakan oleh peserta diklat.

Disarankan agar modul pembelajaran digunakan sebagai referensi dalam proses pembelajaran di Solo Technopark agar penyampaian materi menjadi lebih konsisten dan terorganisir. Selain itu, diharapkan agar instruktur dapat menggunakan modul sebagai pendukung pembelajaran sehingga peserta dapat belajar secara lebih mandiri dan tidak sepenuhnya bergantung pada penjelasan instruktur.

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang seberapa efektif modul pembelajaran, penelitian harus diperluas dengan mencakup subjek yang lebih luas dan menerapkan pengujian yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023). *Produk Domestik Bruto Indonesia Menurut Lapangan Usaha 2018–2023*.
- Branch, R. M., & Kopcha, T. J. (2023). *Instructional Design Models: Foundations and Future Directions*. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10207-4>
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2023). *Peta Jalan Making Indonesia 4.0*.
- Putri, R. A., & Widodo, S. (2023). Self-Directed Learning through Modular Instruction in Vocational Education. *International Journal of Instruction*, 16(2), 345–360. https://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2023_2_15.pdf
- Susanto, A., Wijayanto, E., & Hidayat, T. (2022a). Pengembangan Modul Pelatihan Pengoperasian Mesin CNC Berbasis Teknologi Digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 2, 121–130. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jptk/article/view/27569>