Peningkatan Pelayanan Pembelajaran Praktik Dasar CNC Melalui E-Modul Pada Lingkup Politeknik

Faqih Fadillah[1*], Akhsanu Takwim[2], Diama Rizky Septiawan[3], Agus Dwi Putra [4], Rizkyansyah Alif Hidayatullah[5], Nicko Nur Rakhmaddian[5]

[1*, 2, 3, 4, 5, 6] Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Malang, Jawa Timur

Email: [1*]faqih.fadillah@polinema.ac.id, [2]akhsanu.takwim@polinema.ac.id, [3]diama.rizky@polinema.ac.id, [4]agus.dwi@polinema.ac.id, [5]rizkyansayah.alif@polinema.ac.id, [6]nicko.nur @polinema.ac.id,

(Naskah masuk: 13 Agu 2026, direvisi: 06 Okt 2026, diterima: 15 Okt 2026)

Abstrak

Pembelajaran pada mata kuliah "praktik dasar *Computer Numerical Control* (CNC)" di beberapa politeknik menghadapi permasalahan berupa belum seragamnya proses pembelajaran antar dosen pengampu dan belum tersedianya media pembelajaran yang terstruktur dan mudah diakses mahasiswa. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kualitas pelayanan pembelajaran melalui pengembangan e-modul sebagai media pembelajaran yang terstandar. Metode yang digunakan meliputi identifikasi kebutuhan, penyusunan e-modul sesuai Rencana Pembelajaran Semester (RPS), validasi e-modul, implementasi pada proses pembelajaran, serta evaluasi efektivitas menggunakan pendekatan kuantitatif melalui perbandingan nilai *pretest* dan *posttest*. Analisis data dilakukan menggunakan uji *paired t-test* untuk data berdistribusi normal dan uji *wilcoxon signed rank* untuk data yang tidak berdistribusi normal. Hasil implementasi menunjukkan e-modul dapat digunakan sebagai acuan materi yang sama pada proses pembelajaran. Empat dari enam topik menunjukkan perbedaan hasil belajar yang signifikan, yaitu pengenalan mesin CNC, sistem koordinat CNC, parameter pemesinan, dan latihan pemrograman dasar. Dasar pemrograman CNC dan G-code/M-code belum menunjukkan perbedaan yang signifikan sehingga memerlukan penguatan melalui latihan terbimbing, simulasi, demonstrasi, dan tambahan waktu praktik. Selain meningkatkan hasil belajar, e-modul juga memberikan kemudahan akses materi, meningkatkan keterlibatan mahasiswa, mendukung pembelajaran mandiri, serta menghasilkan proses pembelajaran yang lebih terstruktur, seragam, dan efektif sebagai upaya peningkatan pelayanan pembelajaran di lingkungan politeknik.

Kata Kunci: E-modul, Praktik Dasar CNC, Pelayanan Pembelajaran, Hasil Belajar Mahasiswa, Pembelajaran Politeknik.

Improving CNC Basic Practice Learning Services through an E-Module in the Polytechnic Environment

Abstract

Learning in the "Basic Computer Numerical Control (CNC) Practice" course at several polytechnics faces challenges related to inconsistencies in the learning process among course instructors and the lack of structured and easily accessible learning materials for students. This activity aimed to improve the quality of learning services through the development of an e-module as a standardized learning resource. The methods included needs identification, development of the e-module based on the Rencana Pembelajaran Semester (RPS), e-module validation, implementation in the learning process, and evaluation of its effectiveness using a quantitative approach by comparing students' pretest and posttest scores. Data were analyzed using a paired t-test for normally distributed data and the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed data. The implementation results demonstrated that the use of the e-module significantly improved student learning outcomes in four of the six learning topics, namely Chapters 1, 2, 5, and 6, with $p < 0.05$. In contrast, Chapters 3 ($p = 0.051$) and 4 ($p = 0.056$) did not show statistically significant improvements. In addition to improving learning outcomes, the e-module facilitated access to learning materials, increased student engagement, supported independent learning, and contributed to a more structured, consistent, and effective learning process. Thus, the development and implementation of the e-module can serve as an effort to improve the quality of learning services in the polytechnic education environment

Keywords: *e-module, Basic CNC Practice, Learning Services, Student Learning Outcomes, Vocational Education.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi manufaktur menuntut institusi pendidikan vokasi untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi sesuai dengan kebutuhan dunia industri [1]. Salah satu kompetensi yang harus dikuasai oleh mahasiswa Jurusan Teknik Mesin di Politeknik adalah pengoperasian dan pemrograman *Computer Numerical Control* (CNC) [2], oleh karena itu, mata kuliah Praktik Dasar CNC memiliki peran penting dalam membekali mahasiswa dengan kemampuan dasar pemrograman CNC sebagai fondasi sebelum mempelajari proses pemesinan berbasis otomasi pada tingkat yang lebih lanjut.

Pelaksanaan pembelajaran Praktik Dasar CNC perlu meningkatkan pelayanan seperti materi, metode pembelajaran, serta media yang digunakan. Pada era digitalisasi pengajar tidak dituntut mendominasi pembelajaran, akan tetapi menjadi fasilitator sehingga pengajar memerlukan bahan ajar yang berupa media elektronik yang sistematis dan mudah diakses [3]. Media elektronik yang dapat diakses membuat mahasiswa dapat mempelajari kembali materi secara mandiri di luar jam perkuliahan.

Pemanfaatan media pembelajaran digital merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran [4]. Salah satu media yang dapat digunakan adalah *electronic module* (*e-modul*), yaitu bahan ajar digital yang disusun secara sistematis, mudah diakses, serta memungkinkan mahasiswa mempelajari materi secara mandiri kapan saja dan di mana saja [5]. E-modul juga mampu menyajikan materi secara lebih menarik melalui integrasi teks, gambar, ilustrasi, dan contoh penerapan, sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar [6] serta mempermudah mahasiswa memahami konsep-konsep dasar dalam pemrograman CNC.

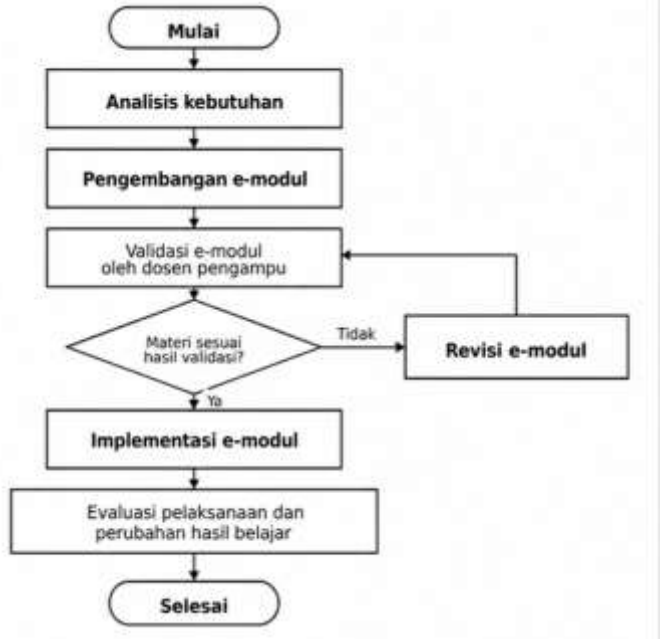
Pengembangan e-modul pada mata kuliah Praktik Dasar CNC diharapkan mampu menciptakan standar materi [7] pembelajaran dan dapat digunakan sebagai pegangan bagi dosen pengampu, sehingga kualitas pembelajaran menjadi lebih konsisten. Selain itu, e-modul diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui kemudahan akses materi [8], peningkatan keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar, serta mendukung pembelajaran mandiri [9]. Dengan tersedianya media pembelajaran yang terstruktur, mahasiswa memiliki kesempatan untuk mempelajari kembali materi sebelum maupun setelah pelaksanaan praktik sehingga kesiapan belajar dapat meningkat.

Untuk mengetahui efektivitas penggunaan e-modul, dilakukan evaluasi melalui pengukuran hasil belajar mahasiswa menggunakan metode *pretest* dan *posttest* pada setiap materi pembelajaran. Analisis statistik dilakukan menggunakan *paired t-test* untuk data yang berdistribusi normal dan *Wilcoxon signed-rank test* [10]untuk data yang tidak berdistribusi normal. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi adanya peningkatan pemahaman mahasiswa setelah penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan ini bertujuan mengembangkan dan mengimplementasikan e-modul sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Praktik Dasar CNC serta menganalisis efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Hasil kegiatan ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif pengembangan media pembelajaran digital pada pendidikan vokasi, khususnya dalam mendukung penyelenggaraan pembelajaran praktik yang lebih terstruktur, seragam, efektif, dan berorientasi pada peningkatan kualitas layanan pembelajaran.

II. METODOLOGI KEGIATAN

Pengambilan data dari pengabdian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode implementasi untuk mengembangkan serta mengevaluasi efektivitas e-modul pada mata kuliah Praktik Dasar *Computer Numerical Control* (CNC). Sampel yang digunakan adalah kelas di Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan (TMPP), Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Tahapan pelaksanaan terdiri atas analisis kebutuhan, pengembangan e-modul, implementasi pembelajaran, dan evaluasi efektivitas [11]. Secara lebih ringkas dapat dilihat pada gambar 1 diagram alur kegiatan.



Gambar 1. Diagram Alur Kegiatan

A. Analisis Kebutuhan

Tahap awal kegiatan ini dilakukan melalui identifikasi permasalahan pembelajaran pada mata kuliah Praktik Dasar CNC. Analisis dilakukan melalui observasi proses pembelajaran, diskusi dengan dosen pengampu, serta identifikasi dokumen pembelajaran seperti Rencana Pembelajaran Semester (RPS). Identifikasi permasalahan di dasarkan dengan identifikasi isu, kemudian menentukan isu prioritas dengan menggunakan analisis AKPL (aktual,

kekhalayakan, problematik, dan layak), kemudian penetapan isu menggunakan analisis USG (*urgency, seriousness, growth*) [12], setelah isu terpilih dilakukan fishbone diagram untuk mengetahui faktor penyebab munculnya isu, kemudian akar penyebab masalah dianalisis dengan analisis 5 *why* dari sakichi toyoda.

Hasil analisis menunjukkan adanya variasi penyampaian materi antar dosen serta belum tersedianya media pembelajaran yang terstruktur seperti e-modul praktik CNC dasar yang dapat menjadi pedoman pembelajaran bagi dosen dan mahasiswa. Berdasarkan hasil tersebut ditetapkan bahwa pengembangan e-modul menjadi solusi untuk mendukung keseragaman proses pembelajaran. Dokumentasi rangkaian analisis kebutuhan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diskusi Dengan Pengajar

B. Pengembangan E-Modul

E-modul dikembangkan berdasarkan capaian pembelajaran mata kuliah yang tercantum dalam RPS [13]. Materi disusun secara sistematis mulai dari pengenalan mesin CNC, sistem koordinat, dasar pemrograman CNC, penggunaan G-code dan M-code, parameter pemotongan, hingga latihan pemrograman dasar. Selain memuat materi, e-modul juga dilengkapi dengan ilustrasi, contoh program, latihan soal, serta evaluasi untuk mendukung pembelajaran mandiri mahasiswa. Sebelum digunakan dalam proses pembelajaran, e-modul dikonsultasikan dan divalidasi bersama dosen pengampu mata kuliah guna memastikan kesesuaian materi dengan kompetensi yang harus dicapai mahasiswa.

C. Implementasi Pembelajaran

E-modul diimplementasikan pada kegiatan pembelajaran mata kuliah Praktik Dasar CNC selama satu periode pembelajaran. Mahasiswa memperoleh akses terhadap e-modul sebelum kegiatan praktik sehingga dapat mempelajari materi secara mandiri sebagai persiapan sebelum praktikum berlangsung. Selama implementasi, dosen menggunakan e-modul sebagai acuan utama dalam penyampaian materi sehingga seluruh kelas memperoleh materi yang seragam.

D. Evaluasi Efektivitas E-Modul

Evaluasi dilakukan setelah implementasi dan dibedakan menjadi dua lingkup. Pertama, keterlaksanaan kegiatan ditinjau dari tersusunnya e-modul, selesainya proses validasi dan revisi, penggunaan e-modul dalam pembelajaran, serta ketersediaannya bagi mahasiswa. Kedua, data pretest dan posttest pada enam topik digunakan sebagai informasi pendukung untuk mendeskripsikan perubahan hasil belajar dalam kelompok mahasiswa yang sama.

Analisis statistik dilakukan terhadap selisih skor pretest-posttest. Selisih skor yang memenuhi asumsi normalitas dianalisis menggunakan paired t-test, sedangkan selisih yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan Wilcoxon signed-rank test pada taraf signifikansi 5%. Pemilihan uji didasarkan pada hasil uji normalitas selisih skor. Analisis ini hanya digunakan untuk menunjukkan ada atau tidaknya perubahan skor dalam kelompok yang sama setelah proses pembelajaran.

Karena kegiatan tidak menggunakan kelompok pembanding, hasil pretest-posttest tidak ditafsirkan sebagai bukti kausal bahwa e-modul menyebabkan peningkatan hasil belajar. Kegiatan awal juga belum menggunakan kuesioner terstruktur kepada mahasiswa dan dosen; oleh sebab itu, aspek kemudahan akses, kejelasan penyajian, keterlibatan, dan kepuasan tidak dinyatakan sebagai hasil kuantitatif. Survei berbasis indikator tersebut direkomendasikan sebagai bagian evaluasi pada pelaksanaan berikutnya.

III. PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan dilaksanakan pada mata kuliah Praktik Dasar *Computer Numerical Control* (CNC) dengan Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan (TMPP), Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Kegiatan difokuskan pada pengembangan, implementasi, dan evaluasi penggunaan e-modul sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran.

A. Analisis Permasalahan Pembelajaran

Tahap analisis permasalahan dilakukan dengan melakukan identifikasi ISU, Analisis AKPL penentuan ISU prioritas, analisis USG penetapan ISU, fishbone diagram dan 5 *why* dari sakichi toyoda. Hasil identifikasi ISU ditentukan 5 ISU utama, kemudian dilakukan analisis AKPL sebagaimana pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Analisis AKPL

ISU	A	K	P	L	Jml
Tidak seragamnya pembelajaran praktik pemrograman CNC dasar	5	5	5	5	20
Kurangnya media pembelajaran yang interaktif	4	4	4	4	16
Tidak standar aspek penilaian pada mata kuliah pemrograman CNC dasar	4	4	3	3	14
Tidak seragamnya pembelajaran CNC CAD CAM	5	4	4	5	18
Tidak standarnya aspek penilaian pada mata kuliah CNC CAD CAM	3	3	3	3	12

Setelah analisis AKPL dilanjutkan menggunakan analisis USG sebagimana tabel dibawah ini:

Tabel 2. Analisis USG

No	ISU	U	S	G	Jumlah
1	Tidak seragamnya pembelajaran praktik pemrograman CNC dasar	5	5	5	15
2	Tidak seragamnya pembelajaran CNC CAD CAM	4	4	4	12
3	Kurangnya media pembelajaran yang interaktif	4	3	3	10

Berdasarkan analisis *fishbone*, penyebab utama tidak seragamnya pembelajaran praktik pemrograman CNC dasar dapat berasal dari beberapa faktor, yaitu:

1. Faktor SDM (*Man*): adanya perbedaan pengalaman dan pendekatan dosen dalam mengajar praktik CNC.
2. Faktor Metode (*Method*): belum adanya standar langkah pembelajaran praktik yang digunakan secara bersama.
3. Faktor Bahan Ajar (*Material*): belum tersedianya modul atau jobsheet praktik yang seragam.
4. Faktor Media/Teknologi: penggunaan media pembelajaran dan software simulasi yang belum konsisten.
5. Faktor Manajemen: kurangnya koordinasi dan belum adanya kebijakan standar pembelajaran praktik.



Gambar 3. Fishbone diagram

Setelah *fishbone* diagram maka dilakukan 5 why dari sakichi toyoda:

Tabel 3. 5 Why Sakichi Toyoda

Tahap	Pertanyaan (*Why*)	Jawaban
Masalah	Mengapa pembelajaran praktik pemrograman CNC dasar tidak seragam?	Karena setiap dosen pengampu menyampaikan materi praktik, metode pembelajaran, dan tugas yang berbeda pada mata kuliah pemrograman CNC dasar.
***Why* 1**	Mengapa setiap dosen menyampaikan materi dan praktik yang berbeda?	Karena belum terdapat media atau panduan pembelajaran praktik CNC dasar yang digunakan secara bersama oleh seluruh dosen pengampu.
***Why* 2**	Mengapa belum terdapat panduan pembelajaran praktik CNC dasar yang digunakan bersama?	Karena belum tersedia modul atau *jobsheet* praktik yang disusun secara terstruktur sebagai acuan pembelajaran.
***Why* 3**	Mengapa modul atau jobsheet praktik CNC dasar belum disusun secara terstruktur?	Karena selama ini pembelajaran praktik masih mengandalkan materi yang disusun masing-masing dosen sesuai pengalaman mengajar.
***Why* 4**	Mengapa pembelajaran masih mengandalkan materi dari masing-masing dosen?	Karena belum ada media pembelajaran standar yang dapat digunakan secara bersama sebagai acuan dalam pelaksanaan praktik.
***Why* 5 (Akar Penyebab)**	Mengapa belum tersedia media pembelajaran standar untuk praktik CNC dasar?	Karena belum dilakukan pengembangan media pembelajaran terstruktur seperti modul atau e-modul praktik CNC dasar yang dapat menjadi pedoman pembelajaran bagi dosen dan mahasiswa.

Berdasarkan hasil analisis 5 *Why*, akar penyebab utama dari tidak seragamnya pembelajaran praktik pemrograman CNC dasar adalah belum tersedianya media pembelajaran yang terstruktur dan standar seperti modul atau e-modul praktik CNC dasar yang dapat digunakan sebagai pedoman bersama oleh dosen pengampu. Oleh karena itu, salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah mengembangkan e-modul pembelajaran praktik pemrograman CNC dasar yang dapat menjadi acuan dalam pelaksanaan pembelajaran sehingga proses pembelajaran menjadi lebih terstruktur, seragam, dan mudah dipahami oleh mahasiswa.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, pengembangan e-modul dipilih sebagai solusi untuk menyediakan bahan ajar yang terstandar, mudah diakses, serta mampu mendukung proses pembelajaran secara lebih efektif.

B. Pengembangan E-Modul

Tahap pengembangan diawali dengan penyusunan struktur materi berdasarkan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) mata kuliah Praktik Dasar CNC. Materi disusun secara sistematis agar mahasiswa dapat mempelajari konsep dasar CNC secara bertahap.

E-modul terdiri atas enam materi pembelajaran yang meliputi:

1. Pengenalan mesin CNC.
2. Sistem koordinat CNC.
3. Dasar pemrograman CNC.
4. Perintah *G-code* dan *M-code*.
5. Parameter pemesinan.
6. Latihan pemrograman dasar CNC.

Selain materi utama, e-modul dilengkapi dengan ilustrasi, contoh program CNC, latihan soal, serta evaluasi untuk membantu mahasiswa memahami materi secara mandiri. Dokumentasi pengembangan e-modul dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Implementasi pengembangan E-Modul

C. Validasi E-Modul

Setelah proses penyusunan selesai, e-modul dikonsultasikan kepada dosen pengampu mata kuliah Praktik Dasar CNC. Tahap validasi bertujuan memastikan kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran mata kuliah, urutan penyajian materi, serta contoh-contoh pemrograman yang digunakan dalam proses pembelajaran.

Masukan dari dosen digunakan sebagai dasar penyempurnaan isi e-modul sehingga materi yang disajikan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan dapat digunakan sebagai referensi bersama oleh seluruh dosen pengampu.



Gambar 5. Validasi E-Modul

D. Implementasi E-Modul

E-modul kemudian diimplementasikan pada proses pembelajaran mata kuliah Praktik Dasar CNC [14]. Mahasiswa diberikan akses terhadap e-modul sebelum kegiatan praktik dimulai sehingga dapat mempelajari materi secara mandiri. Selama proses pembelajaran, dosen menggunakan e-modul sebagai acuan utama dalam penyampaian materi sehingga seluruh mahasiswa memperoleh materi yang sama meskipun berada pada kelas yang berbeda. Penggunaan e-modul juga mempermudah mahasiswa dalam mempelajari kembali materi di luar jam perkuliahan. Dokumentasi e modul dapat diakses di Online Flipbook atau https://heyzine.com/flip-book/a9b4750644.html dan foto implementasi pembelajaran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



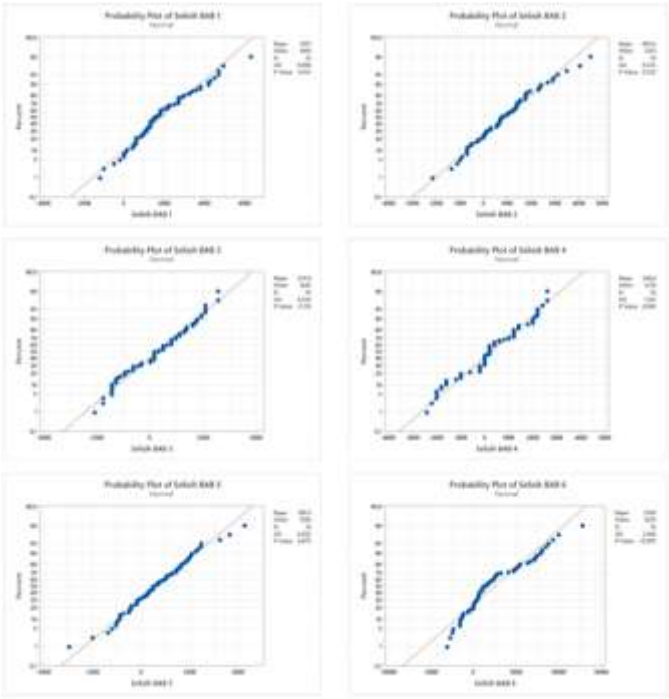
Gambar 6. Implementasi E-Modul

E. Evaluasi Efektivitas

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui efektivitas penggunaan e-modul terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa. Pengukuran dilakukan menggunakan desain *pretest–posttest* pada enam materi pembelajaran.

Sebelum pembelajaran menggunakan e-modul, mahasiswa mengerjakan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal. Setelah seluruh materi selesai dipelajari menggunakan e-modul, mahasiswa mengerjakan *posttest* dengan materi yang setara.

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan uji normalitas untuk menentukan metode analisis statistik yang digunakan. Data yang berdistribusi normal dianalisis menggunakan *paired t-test*, sedangkan data yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan *Wilcoxon signed-rank test*.



Gambar 7. Grafik uji normalitas

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Data	P-Value	Interprestasi	Analisis efektifitas
BAB 1	0,021 > 0,05	Data Normal	Paired t-test
BAB 2	0,520 > 0,05	Data Normal	Paired t-test
BAB 3	0,174 > 0,05	Data Normal	Paired t-test
BAB 4	0,006 ≤ 0,05	Tidak Normal	Wilcoxon
BAB 5	0,875 > 0,05	Data Normal	Paired t-test
BAB 6	<0,005 ≤ 0,05	Tidak Normal	Wilcoxon

Hasil analisis paired t-test dan wilcoxon signed-rank test menunjukkan: BAB 1 (pengenalan mesin CNC) menunjukkan terdapat peningkatan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest (*p-value* = 0,000 < 0,05). Rata-rata nilai posttest lebih tinggi dibandingkan pretest, sehingga menunjukkan bahwa penggunaan e-modul efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa pada materi BAB 1. BAB 2 (sistem kordinat CNC) menunjukkan hasil uji adanya perbedaan signifikan (*p-value* = 0,000 < 0,05), yang berarti e-modul memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa. BAB 3 (dasar pemrograman CNC) menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pretest dan posttest (*p-value* = 0,051 > 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa pada materi BAB 3, e-modul belum memberikan peningkatan yang signifikan, sehingga perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap penyajian materi. BAB 4 (G code dan M code) menunjukkan hasil uji Wilcoxon menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan (*p-value* = 0,056 > 0,05). Hal ini mengindikasikan bahwa efektivitas e-modul pada materi BAB 4 masih perlu ditingkatkan, baik dari segi penyajian maupun interaktivitas. BAB 5 menunjukkan terdapat peningkatan yang signifikan (*p-value* = 0,000 < 0,05), yang menunjukkan bahwa e-modul efektif dalam membantu mahasiswa memahami materi pada BAB 5 (parameter pemesinan). BAB 6 (latihan pemrograman dasar) menunjukkan hasil uji menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan (*p-value* = 0,000 < 0,05), baik berdasarkan uji parametrik maupun non parametrik. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul sangat efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada materi ini. Data rangkuman hasil analisis dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 5. Rangkuman Hasil Analisis Uji Efektifitas Modul

No	BAB	Uji Statistik	P-Value	Interpretasi Statistik	Implikasi Pembelajaran
1	BAB 1	Paired t-test	0,000	Ada perbedaan signifikan	BAB 1 sudah efektif
2	BAB 2	Paired t-test	0,000	Ada perbedaan signifikan	BAB 2 sudah efektif
3	BAB 3	Paired t-test	0,051	Tidak signifikan	BAB 3 perlu evaluasi
4	BAB 4	Wilcoxon	0,056	Tidak signifikan	BAB 4 perlu evaluasi
5	BAB 5	Paired t-test	0,000	Ada perbedaan signifikan	BAB 5 sudah efektif
6	BAB 6	Wilcoxon	0,000	Ada perbedaan signifikan	BAB 6 sudah efektif

Pada topik pengenalan mesin CNC (BAB 1), sistem koordinat CNC (BAB 2), parameter pemesinan (BAB 5), dan latihan pemrograman dasar (BAB 6), nilai p yang dilaporkan berada di bawah 0,05 sehingga terdapat perbedaan antara *pretest* dan *posttest*. Temuan tersebut menunjukkan adanya perubahan hasil belajar selama proses pembelajaran, tetapi tidak dapat diartikan perubahan hanya kepada e-modul karena desain kegiatan tidak menggunakan kelompok kontrol.

BAB 3 tentang dasar pemrograman CNC (p = 0,051) dan BAB 4 tentang G-code/M-code (p = 0,056) belum menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kedua topik bersifat lebih prosedural dan menuntut mahasiswa menerapkan sintaks, urutan perintah, serta logika program pada konteks pemesinan. Karena itu, membaca materi dan contoh pada e-modul saja diduga belum cukup untuk membentuk kelancaran prosedural. Hasil yang mendekati batas signifikansi juga mengindikasikan perlunya penguatan pembelajaran melalui latihan bertahap, demonstrasi, simulasi, umpan balik langsung, dan tambahan waktu praktik. Penjelasan ini merupakan interpretasi pedagogis berdasarkan karakter materi dan temuan kegiatan, bukan hasil pengukuran penyebab secara langsung.

F. Dampak Pelaksanaan Kegiatan

Implementasi e-modul memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran. Mahasiswa memperoleh kemudahan dalam mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja, sehingga mendukung pembelajaran mandiri [15]. Selain itu, penyajian materi yang lebih sistematis membantu meningkatkan keterlibatan mahasiswa selama proses pembelajaran.

Bagi dosen, e-modul berfungsi sebagai media pembelajaran yang terstandar sehingga materi yang disampaikan menjadi lebih seragam antar kelas. Kondisi ini mendukung terciptanya proses pembelajaran yang lebih efektif, efisien, dan konsisten sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah.

Secara keseluruhan, pelaksanaan kegiatan menunjukkan bahwa e-modul dapat diimplementasikan dengan baik sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Praktik Dasar CNC. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa sekaligus mendukung peningkatan kualitas pembelajaran di

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang.

IV. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian berhasil menghasilkan dan mengimplementasikan e-modul Praktik Dasar CNC yang disusun berdasarkan RPS serta ditelaah bersama dosen pengampu. E-modul digunakan sebagai acuan materi bersama sehingga mendukung penyampaian materi yang lebih terstruktur dan konsisten serta dapat diakses mahasiswa sebelum maupun setelah kegiatan praktik. E-modul berhasil dikembangkan sebagai media pembelajaran yang terstruktur, mudah diakses, dan sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah. Penggunaan e-modul mampu mendukung keseragaman penyampaian materi oleh dosen pengampu sekaligus memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara mandiri sebelum maupun setelah kegiatan praktik.

Data *pretest* - *posttest* menunjukkan adanya perubahan hasil belajar yang signifikan pada empat topik, yaitu pengenalan mesin CNC (BAB 1), sistem koordinat CNC (BAB 2), parameter pemesinan (BAB 5), dan latihan pemrograman dasar (BAB 6). Dasar pemrograman CNC (BAB 3) ($p = 0{,}051$) dan G-code/M-code (BAB 4) ($p = 0{,}056$) belum menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kedua topik tersebut memerlukan penguatan berupa latihan terbimbing, simulasi, demonstrasi, umpan balik, dan tambahan waktu praktik.

Hasil pretest-posttest dalam kegiatan ini tidak ditafsirkan sebagai bukti kausal efektivitas e-modul karena tidak tersedia kelompok kontrol. Selain itu, karena belum digunakan kuesioner terstruktur, aspek persepsi mahasiswa dan dosen seperti kemudahan, kejelasan, keterlibatan, dan kepuasan tidak diklaim sebagai hasil kuantitatif. Dengan batasan tersebut, kontribusi utama kegiatan adalah tersedianya bahan ajar digital terstruktur dan terstandar yang telah diimplementasikan dalam pembelajaran Praktik Dasar CNC.

Selain meningkatkan hasil belajar, implementasi e-modul juga memberikan manfaat dalam meningkatkan kemudahan akses terhadap materi pembelajaran, memperjelas penyajian materi, meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran, mendukung pembelajaran mandiri, serta menciptakan proses pembelajaran yang lebih terstruktur, seragam, dan efektif. Dengan demikian, e-modul dapat menjadi salah satu alternatif media pembelajaran digital yang mendukung peningkatan kualitas pembelajaran pada mata kuliah Praktik Dasar CNC di lingkungan pendidikan vokasi.

Saran untuk pengembangan selanjutnya adalah melakukan penyempurnaan materi pada BAB 3 dan BAB 4 berdasarkan hasil evaluasi pembelajaran, menambahkan fitur interaktif seperti video demonstrasi, simulasi, dan kuis berbasis *Learning Management System* (LMS), serta mengimplementasikan e-modul pada mata kuliah praktik lainnya untuk menguji efektivitasnya pada konteks pembelajaran yang lebih luas.

REFERENSI

[1] F. Fadillah, R. Z. Agustin, D. R. Septiawan, and A. D. Putra, "Implementation of a CNC E-Module Integrating Pancasila Values at Angkasa Aviation Vocational High School, Malang," *Journal of Social and Community Service*, vol. 4, Nov. 2025, doi: https://doi.org/10.31004/jestmc.v4i3.374.

[2] M. E. E. Prianto, "PROSES PERMESINAN CNC DALAM PEMBELAJARAN SIMULASI CNC," *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 1, Aug. 2017, doi: 10.21831/jee.v1i1.15110.

[3] W. Nuraeni, "PENGEMBANGAN BAHAN PEMBELAJARAN BERBASIS MODUL ELEKTRONIK BERBANTUAN FLIPBOOK MAKER PADA MATA PELAJARAN FISIKA SMA," *Instruksional*, vol. 3, no. 1, p. 66, Oct. 2021, doi: 10.24853/instruksional.3.1.66-76.

[4] S. V. S. Utami, H. Mansur, and Q. Qomario, "Pemanfaatan Media Pembelajaran Wordwall untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa di SD," *Journal of Education Research*, vol. 5, no. 4, pp. 6081–6089, Dec. 2024, doi: 10.37985/jer.v5i4.1939.

[5] Y. Lastri, "PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN BAHAN AJAR E-MODUL DALAM PROSES PEMBELAJARAN," *Jurnal Citra Pendidikan*, vol. 3, no. 3, pp. 1139–1146, Jul. 2023, doi: 10.38048/jcp.v3i3.1914.

[6] N. K. Erawati, N. K. R. Purwati, and I. D. A. P. D. Saraswati, "Pengembangan E-Modul Logika Matematika Dengan Heyzine untuk Menunjang Pembelajaran di SMK," *Jurnal Pendidikan Matematika (JPM)*, vol. 8, no. 2, pp. 71–80, Aug. 2022, doi: 10.33474/jpm.v8i2.16245.

[7] I. A. Ramadhani and H. Yudiono, "Pengembangan E-Modul Pembelajaran CAD Berbasis Android untuk Meningkatkan Hasil Belajar Menggambar 3D," *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 136–144, Sep. 2020, doi: 10.21831/dinamika.v5i2.34788.

[8] Fidia Amalia and Enny Susiyawati, "Persepsi Siswa terhadap E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Ekologi," *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, vol. 13, no. 3, pp. 638–643, Sep. 2023, doi: 10.37630/jpm.v13i3.1131.

[9] L. Rahmawati, B. S. Bachri, and I. Y. Maureen, "Kajian Literatur: Pengaruh E-Modul Interaktif Terhadap Motivasi Siswa dalam Pembelajaran," *Paedagogie*, vol. 20, no. 2, pp. 47–58, Jul. 2025, doi: 10.31603/paedagogie.v20i2.14025.

[10] D. R. Widiana, Syafiuddin, I. Sriwijayasih, I. R. Aju, Y. Praharsi, and E. Novianarenty, "Penerapan Uji Wilcoxon Signed Rank Test Untuk Menganalisis Perbedaan Nilai Test Sebelum Dan Setelah Pelatihan Digital Marketing," *Jurnal Teknologi Maritim*, vol. 8, no. 2, pp. 23–32, Oct. 2025, doi: 10.35991/jtm.v8i2.73.

[11] N. Sugihartini and N. L. Jayanta, "PENGEMBANGAN E-MODUL MATA KULIAH STRATEGI PEMBELAJARAN," *Jurnal Pendidikan*

Teknologi dan Kejuruan, vol. 14, no. 2, Jul. 2017, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v14i2.11830.

[12] A. Setiawan, Y. Amalia, Z. Allya, and N. Kartika, "Strategies for Solving Contemporary Issues in the Work Environment: Increasing Lecturer's Interest in Scientific Publications," 2024, pp. 502–510. doi: 10.2991/978-2-38476-247-7_52.

[13] P. Z. Diana, "Pengembangan e-Modul Mata Kuliah Pembelajaran Bahasa Indonesia," *Alinea: Jurnal Bahasa, Sastra, dan Pengajaran*, vol. 10, no. 2, p. 153, Oct. 2021, doi: 10.35194/alinea.v10i2.1635.

[14] Nova Fahrizal Rahmatdani and Shohihatur Rohman, "The The Effectiveness of E-Module in Straight Gear Manufacturing on Learning Outcomes of Milling Machine Engineering," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 14, no. 1, pp. 64–74, Mar. 2026, doi: 10.23887/jptm.v14i1.112653.

[15] W. N. A. Simangunsong, "Pemanfaatan E-Learning Untuk Fleksibilitas Pembelajaran Dan Mudah Mendapatkan Kebutuhan Informasi Dimana Saja," *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, vol. 1, no. 6, pp. 492–499, Nov. 2024, doi: 10.59837/jpnmb.v1i6.91.