



Azka Ghifari¹⁾, Muhammad Ikhsan²⁾.

¹⁻²⁾Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

Email:
220211033@student.ar-raniry.ac.id

Pengembangan E-Modul Praktikum Sistem Mikroprosesor Berbasis *Project Based Learning* Pada Materi Antarmuka Analog Input

Article Info

Article Information

Received : 22-06-2026

Revised : 27-06-2026

Accepted : 07-07-2026

Kata Kunci: E-modul Praktikum, Project Based Learning (PjBL), Antarmuka Analog Input

Abstrak :

Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul praktikum Sistem Mikroprosesor berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi Antarmuka Analog Input yang sesuai dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) berbasis *Outcome-Based Education* (OBE). Pengembangan dilakukan sebagai solusi terhadap keterbatasan modul praktikum yang masih berbentuk cetak, belum memanfaatkan media pembelajaran interaktif, serta belum mengikuti pembaruan kurikulum. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang dibatasi hingga tahap *Development*, meliputi analisis kebutuhan, perancangan, dan pengembangan produk. E-modul dikembangkan dengan mengintegrasikan sintaks PjBL serta berbagai media interaktif, seperti video pembelajaran, simulasi Tinkercad, GIF, QR Code, dan program Arduino. Kelayakan produk dievaluasi oleh dua ahli materi dan dua ahli media, sedangkan kepraktisan dinilai melalui angket respon dari 20 mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul memperoleh persentase kelayakan sebesar 94% dari ahli materi dan 93% dari ahli media dengan kategori (Sangat Layak), sedangkan hasil respon mahasiswa mencapai 92% dengan kategori (Sangat Layak). Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan dinyatakan layak dan praktis sebagai bahan ajar pendukung praktikum Sistem Mikroprosesor serta berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih interaktif, mandiri, dan berpusat pada mahasiswa.

Abstract

Keywords: Practical E-Module, Project Based

This study aimed to develop a Project Based Learning (PjBL) practicum e-module for the Analog Input



Learning (PjBL), Analog
Input Interface.

Interface topic in the Microprocessor Systems course, aligned with the Outcome Based Education (OBE) Semester Learning Plan (RPS). The development was motivated by the limitations of the existing printed practicum module, which lacked interactive learning media and had not been updated to reflect the latest curriculum. The study employed the Research and Development (R&D) method using the ADDIE model, limited to the Development stage, including needs analysis, design, and product development. The e-module integrates the PjBL syntax with various interactive learning resources, including instructional videos, Tinkercad simulations, GIFs, QR codes, and Arduino programming materials. Product feasibility was evaluated by two subject matter experts and two media experts, while practicality was assessed through questionnaires completed by 20 students. The results showed that the e-module achieved a feasibility score of 94% from subject matter experts and 93% from media experts, both categorized as (Very Feasible). In addition, the student response questionnaire yielded a practicality score of 92%, categorized as (Very Feasible). These findings indicate that the developed e-module is both feasible and practical for supporting Microprocessor Systems practicum activities and has the potential to promote interactive, independent, and student-centered learning.

PENDAHULUAN

Pengembangan e-modul praktikum berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi antarmuka analog input menjadi salah satu upaya inovasi bahan ajar yang dapat mendukung pelaksanaan pembelajaran praktikum secara lebih efektif. Berbeda dengan modul praktikum konvensional, e-modul menyajikan materi secara sistematis dengan memadukan berbagai unsur multimedia, seperti video animasi, simulasi, dan tautan menuju sumber belajar pendukung. Integrasi berbagai media tersebut memungkinkan mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih menarik, memudahkan pemahaman konsep, serta mendorong kemandirian dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Oleh sebab itu, e-modul praktikum dipandang sebagai salah satu alternatif bahan ajar yang mampu meningkatkan kualitas proses pembelajaran praktikum di perguruan tinggi (Habibah et al., 2022).

Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, mata kuliah Sistem Mikroprosesor tergolong sebagai mata kuliah praktikum yang menuntut mahasiswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya melalui kegiatan merancang dan menguji rangkaian yang berbasis mikrokontroler. Salah satu topik utama yang wajib dikuasai dalam mata kuliah ini adalah antarmuka analog input, yakni materi yang mengkaji bagaimana sinyal analog dari sensor dapat dibaca melalui pemanfaatan fitur Analog to Digital Converter (ADC). Berdasarkan hasil penelusuran terhadap modul praktikum Sistem Mikroprosesor yang selama ini dipakai di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro UIN Ar-Raniry, diketahui bahwa bahan ajar yang ada masih dalam bentuk cetak dan penyusunannya masih berpedoman pada Rencana Pembelajaran Semester (RPS) tahun 2019. Di samping belum mengikuti pembaruan RPS berbasis OBE (*Outcome-Based Education*) tahun 2025, modul tersebut juga masih memuat kegiatan praktikum dalam jumlah terbatas, serta belum memanfaatkan media pembelajaran digital yang sebenarnya dapat menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif bagi mahasiswa.

Berbagai penelitian terdahulu telah dilakukan dalam upaya mengembangkan bahan ajar guna meningkatkan kualitas bahan pembelajaran praktikum di bidang teknik. Irhamin Rahimin (2024), mengembangkan Modul Praktikum Sistem Mikroprosesor Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE dan memperoleh hasil bahwa modul yang dikembangkan mampu meningkatkan keaktifan mahasiswa selama proses pembelajaran. (Rahimin Irhamin, 2024). Penelitian lain yang dilakukan oleh Ahmad Alfian Eko Setiady (2023) melakukan Pengembangan Modul Pembelajaran untuk Mata Kuliah Mikroprosesor dengan menerapkan metode *Research and Development* (R&D) berbasis model *Four-D* (4D). Melalui proses validasi dan uji coba di lapangan, modul yang dikembangkan terbukti memenuhi standar kelayakan untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran (Ahmad Alfian, 2023). Di sisi lain, Sarah Afifah (2025) turut merancang Modul Mikrokontroler dan Arduino Berbasis *Science, Technology, Engineering, And Mathematics* (STEM) dengan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model penelitian *Four-D* (4D). Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan

yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai media pendukung dalam pelaksanaan pembelajaran (Sarah Afifah, 2025).

Berdasarkan hasil kajian penelitian terdahulu, masih terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) berupa belum tersedianya e-modul praktikum Sistem Mikroprosesor yang memadukan pembelajaran berbasis proyek, memanfaatkan media digital interaktif, serta selaras dengan capaian pembelajaran pada RPS terbaru. Padahal, integrasi e-modul dengan model PjBL diyakini mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena mahasiswa tidak hanya mempelajari konsep, tetapi juga menerapkannya melalui penyelesaian proyek yang berkaitan dengan permasalahan nyata (Laraswati et al., 2026).

Salah satu langkah yang dapat diambil untuk mengatasi permasalahan tersebut ialah dengan mengembangkan e-modul praktikum sebagai bahan ajar yang berbasis digital. Berbeda dengan modul cetak pada umumnya, e-modul memungkinkan penyajian materi tidak hanya dalam bentuk teks, melainkan juga dapat memadukan berbagai jenis media pembelajaran, seperti gambar, video, animasi, simulasi, hingga tautan yang mengarah ke sumber belajar tambahan. Melalui penyajian materi yang lebih beragam tersebut, diharapkan minat dan motivasi belajar mahasiswa dapat meningkat, sekaligus mempermudah mereka dalam memahami materi secara mandiri. Lebih lanjut, beberapa hasil penelitian turut mengungkapkan bahwa pemanfaatan e-modul cenderung menghasilkan capaian belajar yang lebih baik dibandingkan modul konvensional, mengingat kemampuannya dalam mendorong keterlibatan aktif mahasiswa sepanjang proses pembelajaran berlangsung (Hartati & Bojonegoro, 2022).

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada pengembangan e-modul praktikum Sistem Mikroprosesor yang berbasis Project Based Learning (PjBL) dalam materi antarmuka analog input yang disusun sesuai dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) untuk tahun 2025. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang biasanya hanya fokus pada pengembangan modul pembelajaran atau modul praktikum dengan model pembelajaran tertentu, e-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini mengintegrasikan sintaks PjBL ke dalam setiap aktivitas praktikum dan dilengkapi dengan berbagai media pembelajaran interaktif, seperti video, simulasi Tinkercad, dan tautan digital yang mendukung

proses belajar mandiri. Integrasi tersebut diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar praktikum yang lebih kontekstual, meningkatkan keterlibatan aktif siswa, serta membantu pencapaian kompetensi sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah Sistem Mikroprosesor (Fajariyanti et al., 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul praktikum Sistem Mikroprosesor berbasis Project Based Learning (PjBL) pada materi antarmuka analog input serta menganalisis tingkat kelayakannya berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, dan respons mahasiswa. Hipotesis awal penelitian ini adalah bahwa e-modul yang dikembangkan memenuhi kategori sangat layak sebagai bahan ajar praktikum serta mampu mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif, sesuai dengan kebutuhan kurikulum berbasis OBE dan karakteristik pembelajaran praktikum di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro UIN Ar-Raniry.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang berfokus pada penghasilan produk berupa e-modul praktikum Sistem Mikroprosesor berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi antarmuka analog input. Proses pengembangan produk mengadaptasi model ADDIE yang terdiri atas lima tahapan pokok, yakni *Analysis* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi) (Lestari Pamungkas & Budiharti, 2021). Model ADDIE dipilih karena lebih relevan untuk pengembangan bahan ajar dibandingkan model Waterfall yang umumnya digunakan dalam pengembangan perangkat lunak. Selain memiliki tahapan yang sistematis, model ADDIE memungkinkan proses validasi dan revisi dilakukan selama pengembangan berlangsung. Dengan demikian, e-modul dapat disempurnakan berdasarkan masukan dari validator sehingga produk yang dihasilkan lebih sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Tahapan pengembangan berdasarkan model ADDIE yang diterapkan dalam penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Model Penelitian ADDIE

Dalam penelitian ini, tahapan pengembangan dibatasi hanya sampai pada tahap *Development*, yang mencakup analisis kurikulum, perancangan e-modul, hingga pengembangan produk (Khovifah Kesuma, 2023). Sementara itu, tahap *Implementation* dan *Evaluation* tidak dilaksanakan, mengingat ruang lingkup penelitian ini lebih diarahkan pada upaya menghasilkan e-modul yang memenuhi kriteria validitas dan kepraktisan. Penilaian terhadap produk yang dihasilkan dilakukan melalui dua tahapan, yaitu validasi oleh para ahli dan tanggapan mahasiswa melalui angket respon. Dengan demikian, penelitian ini belum menjangkau tahap implementasi produk secara lebih luas maupun pengujian terhadap efektivitas e-modul dalam meningkatkan hasil belajar.

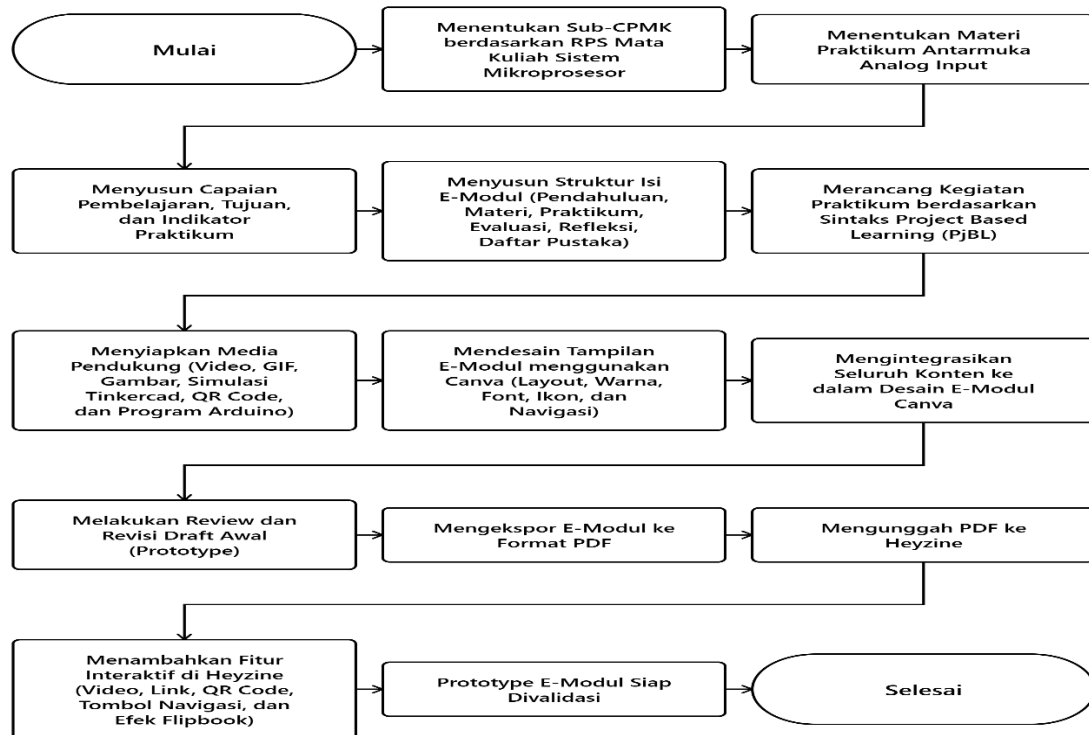
1. Tahap *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis diawali dengan kegiatan identifikasi terhadap Rencana Pembelajaran Semester (RPS), materi antarmuka *analog input*, serta modul praktikum yang selama ini digunakan pada mata kuliah Sistem Mikroprosesor. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa modul praktikum yang digunakan masih berbentuk modul cetak dan disusun berdasarkan RPS tahun 2019. Selain belum disesuaikan dengan pembaruan RPS OBE (*Outcome-Based Education*) tahun 2025, modul tersebut juga memiliki jumlah kegiatan praktikum yang masih terbatas serta belum mengintegrasikan media pembelajaran digital yang interaktif. Temuan tersebut menunjukkan perlunya pengembangan e-modul yang lebih sesuai dengan kebutuhan pembelajaran saat ini sehingga mampu mendukung pelaksanaan praktikum secara lebih efektif.

2. Tahap *Design* (Desain)

Tahap desain dilakukan dengan menyusun rancangan awal (*prototype*) e-modul praktikum. Proses ini diawali dengan menentukan Sub-CPMK berdasarkan RPS Mata Kuliah Sistem Mikroprosesor, kemudian menetapkan materi Antarmuka Analog Input, menyusun capaian pembelajaran, tujuan, indikator, serta struktur isi e-modul. Selanjutnya dirancang kegiatan praktikum berdasarkan sintaks *Project Based Learning* (PjBL) dan disiapkan media pendukung berupa video, GIF, gambar, simulasi

Tinkercad, QR Code, serta program Arduino. Seluruh komponen kemudian diintegrasikan ke dalam desain e-modul menggunakan aplikasi *Canva* melalui pengaturan layout, warna, jenis huruf, ikon, dan navigasi. Setelah dilakukan peninjauan dan revisi, e-modul diekspor ke format PDF, diunggah ke *Heyzine*, serta dilengkapi dengan fitur interaktif sehingga menghasilkan *prototype* e-modul yang siap memasuki tahap validasi. Alur pada tahap desain dalam pengembangan e-modul praktikum berbasis Project Based Learning (PjBL) ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Tahap Desain dalam Pengembangan E-Modul Praktikum Berbasis *Project Based Learning* (PjBL)

3. Tahap *Development* (Pengembangan)

Tahap *development* merupakan tahapan mengubah rancangan e-modul menjadi produk yang siap dievaluasi. Pada tahap ini dilakukan pengembangan materi praktikum yang dipadukan dengan sintaks *Project Based Learning* (PjBL) serta penambahan fitur-fitur interaktif sebagai nilai kebaruan, seperti video pembelajaran, animasi GIF, simulasi Tinkercad, dan tautan kode program Arduino untuk mendukung aktivitas belajar mahasiswa. Produk yang telah selesai dikembangkan selanjutnya dinilai oleh dua orang ahli materi dan dua orang ahli media guna mengevaluasi kelayakan isi, penyajian materi, dan tampilan. Seluruh saran dan

masukan dari para validator digunakan sebagai dasar penyempurnaan sehingga dihasilkan e-modul yang lebih berkualitas dan layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Sistem Mikroprosesor.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan instrumen berupa angket, yang dimanfaatkan untuk memperoleh informasi terkait tingkat kelayakan emodul berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media, sekaligus untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap e-modul yang telah dikembangkan. Proses validasi dilakukan oleh dua orang ahli materi dan dua orang ahli media dengan menggunakan skala Likert lima tingkat, yang terdiri atas skor 1 (Sangat Tidak Layak), 2 (Kurang Layak), 3 (Cukup Baik), 4 (Baik), dan 5 (Sangat Baik). Adapun tanggapan mahasiswa dihimpun melalui angket daring dengan skala penilaian 1-10, yang diisi setelah mahasiswa menggunakan e-modul. Pemilihan angket sebagai instrumen pengumpulan data didasarkan pada kemampuannya dalam menghasilkan data yang tersusun secara sistematis mengenai kualitas produk, baik yang bersumber dari penilaian para validator maupun dari pengalaman pengguna selama memanfaatkan e-modul tersebut (Miftahatuljannah et al., n.d.).

Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil validasi ahli materi, ahli media, serta angket respon mahasiswa dianalisis dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan melalui perhitungan persentase skor pada masing-masing instrumen guna menentukan tingkat kelayakan dan kepraktisan e-modul yang dikembangkan. Persentase tersebut diperoleh dari perbandingan antara total skor yang dicapai dengan skor maksimum yang mungkin diperoleh. Selanjutnya, hasil perhitungan tersebut diinterpretasikan berdasarkan kriteria penilaian yang telah ditetapkan sebelumnya, sehingga dapat diketahui kategori kelayakan produk yang 8 dihasilkan (Salfia, 2021). Data yang diperoleh dari proses validasi ahli serta angket respon mahasiswa dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan mengonversi skor yang diperoleh dari setiap instrumen ke dalam bentuk persentase menggunakan rumus 1.

$$\text{Nilai Validitas} = \frac{\text{Jumlah Nilai keseluruhan}}{\text{Jumlah Nilai Maksimum}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Penilaian terhadap e-modul praktikum dilakukan melalui proses validasi yang melibatkan dosen ahli materi dan dosen ahli media. Proses validasi menggunakan instrumen penilaian berbentuk skala Likert lima tingkat, di mana setiap alternatif jawaban memiliki bobot skor yang menjadi dasar dalam menentukan tingkat kelayakan e-modul (Irman, 2020). Kriteria penilaian yang digunakan dalam proses validasi tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Jawaban Angket Validasi Ahli Materi dan Media

Kategori	Persentase
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Cukup Setuju	3
Kurang Setuju	2
Tidak Setuju	1

Selanjutnya, Untuk memperoleh tanggapan mahasiswa terhadap e-modul yang telah dikembangkan, penelitian ini menggunakan angket respon dengan skala penilaian 1-10. Pada skala tersebut, skor 1 merepresentasikan tingkat penilaian terendah, sedangkan skor 10 menunjukkan tingkat penilaian tertinggi. Penggunaan rentang skor yang lebih luas bertujuan memberikan keleluasaan kepada mahasiswa dalam menyampaikan penilaian secara lebih rinci terhadap kualitas e-modul yang digunakan. Kriteria jawaban beserta bobot skor yang diterapkan pada angket respon mahasiswa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Jawaban Kuesioner Respon Mahasiswa

Kategori	Persentase
Sangat Setuju Sekali	10
Sangat Setuju	9
Setuju	8
Cukup Setuju	7
Agak Setuju	6
Netral	5
Cukup Kurang Setuju	4
Kurang Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

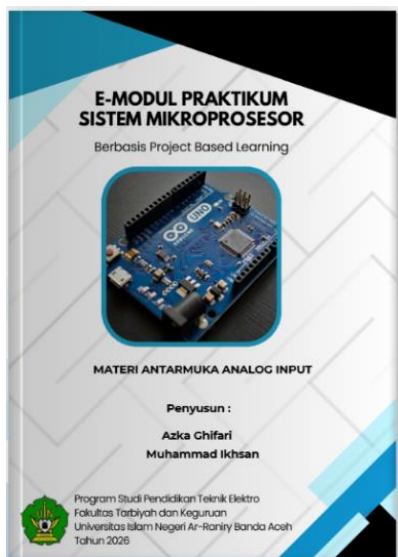
Skor yang diperoleh dari hasil penilaian ahli materi, ahli media, serta angket respon mahasiswa selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kategori tingkat kelayakan yang telah ditetapkan. Interpretasi tersebut bertujuan untuk menentukan tingkat kelayakan e-modul praktikum berdasarkan persentase hasil validasi yang diperoleh. Rincian kategori tingkat kelayakan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Tingkat Kelayakan Berdasarkan Hasil Validasi

Kategori	Persentase
Sangat Layak	80 -100
Layak	61 -80
Netral	41 -60
Tidak Layak	21 -40
Sangat Tidak Layak	0 -20

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan pada penelitian ini berupa e-modul praktikum yang dirancang dengan mengintegrasikan model *Project Based Learning* (PjBL) ke dalam setiap kegiatan praktikum. Penyusunan aktivitas pembelajaran mengacu pada enam sintaks utama PjBL yang disusun secara sistematis, yaitu (1) menentukan pertanyaan mendasar (*Start with the Essential Question*), (2) menyusun perencanaan proyek (*Design a Plan for the Project*), (3) menyusun jadwal pelaksanaan proyek (*Create a Schedule*), (4) memantau perkembangan pelaksanaan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*), (5) menguji dan menilai hasil proyek (*Assess the Outcome*), serta (6) melakukan refleksi atau evaluasi terhadap pengalaman belajar (*Evaluate the Experience*). Tampilan sampul e-modul yang telah dikembangkan disajikan pada Gambar 3. Sementara itu, e-modul dapat diakses secara daring dengan memindai QR Code yang ditampilkan pada Gambar 4.

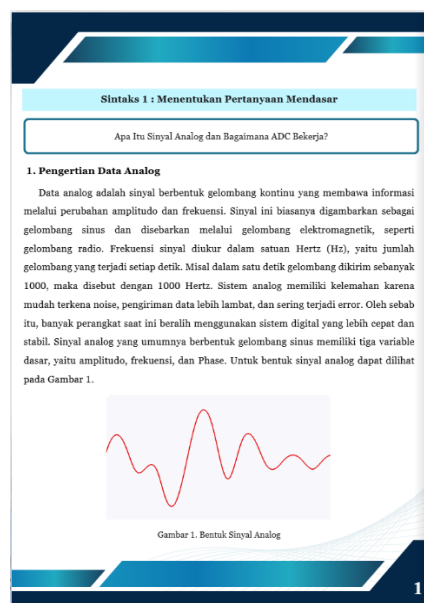


Gambar 3. Cover E-



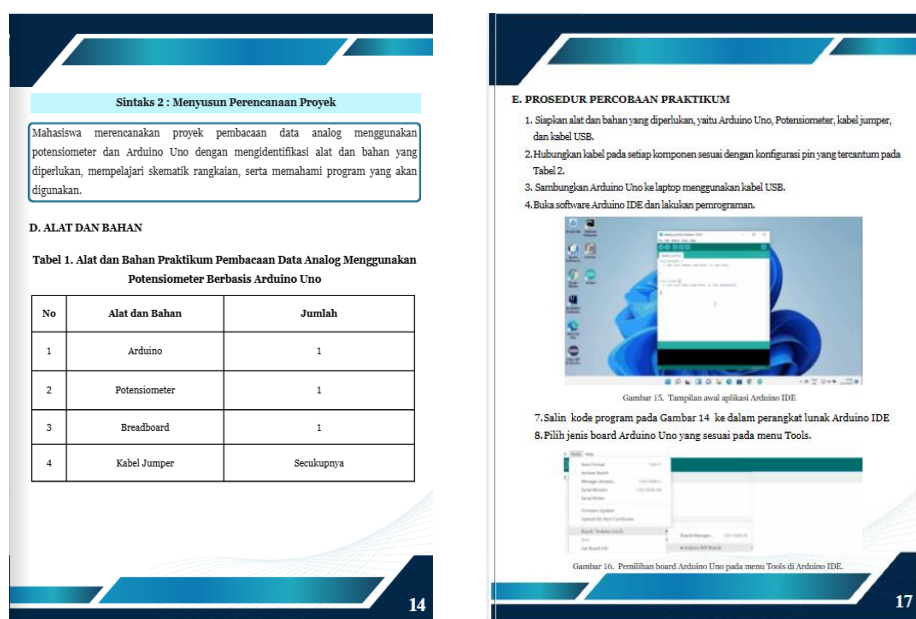
Gambar 4. QR Code untuk Mengakses E-

Penerapan sintaks pertama *Project Based Learning* (PjBL), yaitu Menentukan Pertanyaan Mendasar (*Start with the Essential Question*), menjadi langkah awal dalam mengawali proses pembelajaran pada e-modul. Pada tahap ini, e-modul menyajikan permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan materi antarmuka *analog input* sebagai stimulus awal bagi mahasiswa. Permasalahan tersebut dirancang untuk membangkitkan rasa ingin tahu, melatih kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi permasalahan, serta mengarahkan mereka untuk merumuskan tujuan dan solusi yang akan diwujudkan melalui proyek praktikum. Dengan demikian, mahasiswa memiliki gambaran yang jelas mengenai proyek yang akan dikerjakan serta memahami keterkaitannya dengan materi yang dipelajari. Implementasi sintaks pertama PjBL pada e-modul ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Penerapan Sintaks Pertama PjBL pada E-Modul

Sintaks kedua dalam model *Project Based Learning* (PjBL) adalah Menyusun Perencanaan Proyek (*Design a Plan for the Project*). Pada tahap ini, mahasiswa dibimbing untuk menyusun rencana pelaksanaan proyek yang meliputi penentuan langkah-langkah kerja, pemilihan alat dan bahan yang diperlukan, serta pembagian tugas kepada setiap anggota kelompok agar pelaksanaan proyek berlangsung secara terstruktur dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan (Debby Tri Hapsari, 2020). Penerapan sintaks PjBL kedua pada e-modul ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Penerapan Sintaks Kedua PjBL pada E-Modul

Sintaks ketiga dalam model *Project Based Learning* (PjBL) adalah Menyusun Jadwal Pelaksanaan Proyek (*Create a Schedule*). Pada tahap ini, mahasiswa merancang jadwal pelaksanaan proyek sebagai pedoman dalam mengelola waktu selama proses pengerjaan. Penyusunan jadwal dilakukan dengan menentukan urutan setiap kegiatan, menetapkan alokasi waktu untuk masing-masing aktivitas, serta menetapkan batas waktu penyelesaian proyek. Dengan adanya perencanaan waktu yang sistematis, pelaksanaan proyek diharapkan berlangsung lebih terarah, terorganisasi, dan sesuai dengan target yang telah ditetapkan (Andriani et al., 2023). Penerapan sintaks PjBL ketiga pada e-modul ditampilkan pada Gambar 7.

Sintaks 3 : Menyusun Jadwal Proyek

Mahasiswa menyusun jadwal pelaksanaan proyek agar kegiatan praktikum dapat dilaksanakan secara terencana dan sistematis.

Kelompok : _____

Anggota : _____

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan	Target
1	Mempelajari dasar teori potensiometer		
2	Menyiapkan alat dan bahan praktikum		
3	Mempelajari skematik rangkaian Arduino Uno dengan Potensiometer		
4	Merakit rangkaian		
5	Menyalin atau menulis kode program serta mengunggah program ke Arduino IDE		
6	Mengunggah program ke Arduino Uno		
7	Melakukan pengujian sistem		
8	Mencatat dan menganalisis hasil pengujian		
9	Menyusun kesimpulan praktikum		

20

Gambar 7. Penerapan Sintaks Ketiga PjBL pada E-Modul

Sintaks keempat dalam *Project Based Learning* (PjBL) adalah Memonitor Kemajuan Proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*). Pada tahap ini, dosen memantau perkembangan proyek dan memberikan bimbingan kepada mahasiswa apabila mengalami kendala. Monitoring dilakukan untuk memastikan proyek berjalan sesuai rencana serta membantu mahasiswa menyelesaikan proyek dengan lebih baik (Ina Lestari, 2023). Penerapan sintaks ini pada e-modul ditampilkan pada Gambar 8.

Sintaks 4 : Memonitor Kemajuan Proyek

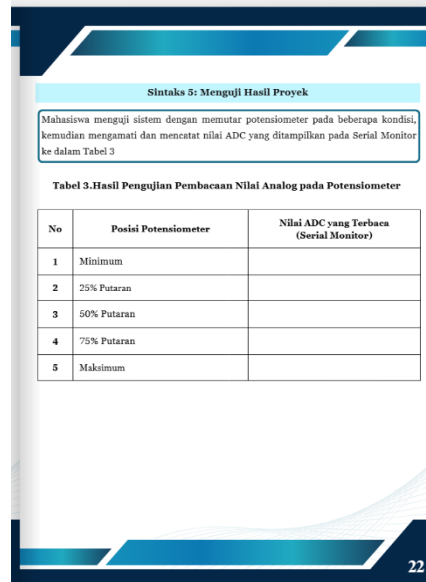
Tabel 2. Monitoring Keaktifan dan Perkembangan Proyek Pembacaan Data Analog Menggunakan Potensiometer Berbasis Arduino Uno

No	Kegiatan	Sudah	Belum
1	Persiapan		
	Menyiapkan Arduino Uno, potensiometer, breadboard, dan kabel jumper		
	Memastikan seluruh komponen dalam kondisi baik		
	Membaca dan memahami petunjuk praktikum		
2	Pelaksanaan Proyek		
	Merakit rangkaian potensiometer dengan Arduino Uno sesuai skematik rangkaian		
	Menyalin atau menulis kode program pada Arduino IDE		
	Mengunggah program ke Arduino Uno		
	Menguji rangkaian dan program yang telah dibuat		
	Mengamati perubahan nilai analog pada Serial Monitor		
3	Dokumentasi dan Pelaporan		
	Mencatat hasil pengamatan pada tabel yang disediakan		
	Menganalisis hasil pengamatan		
	Menyusun kesimpulan praktikum		

21

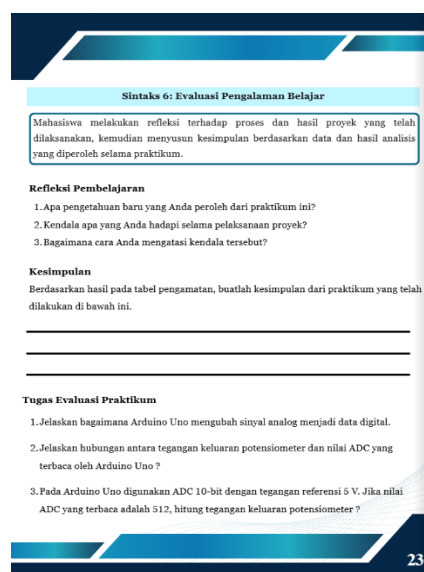
Gambar 8. Penerapan Sintaks Keempat PjBL pada E-

Sintaks kelima dalam Project Based Learning (PjBL) adalah Pengujian dan Penilaian Hasil Proyek (*Assess the Outcome*). Pada tahap ini, mahasiswa menguji hasil proyek untuk memastikan rangkaian dan program telah berfungsi sesuai dengan tujuan praktikum. Penerapan sintaks kelima pada e-modul disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Penerapan Sintaks Kelima PjBL pada E-Modul

Sintaks kelima pada model *Project Based Learning* (PjBL) adalah Pengujian dan Penilaian Hasil Proyek (*Assess the Outcome*). Pada tahapan ini, mahasiswa melakukan uji coba terhadap proyek yang telah dibuat untuk memastikan rangkaian maupun program bekerja dengan baik sesuai tujuan praktikum (Safitri et al., 2025). Implementasi tahapan ini dalam e-modul dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Penerapan Sintaks Kelima PjBL pada E-

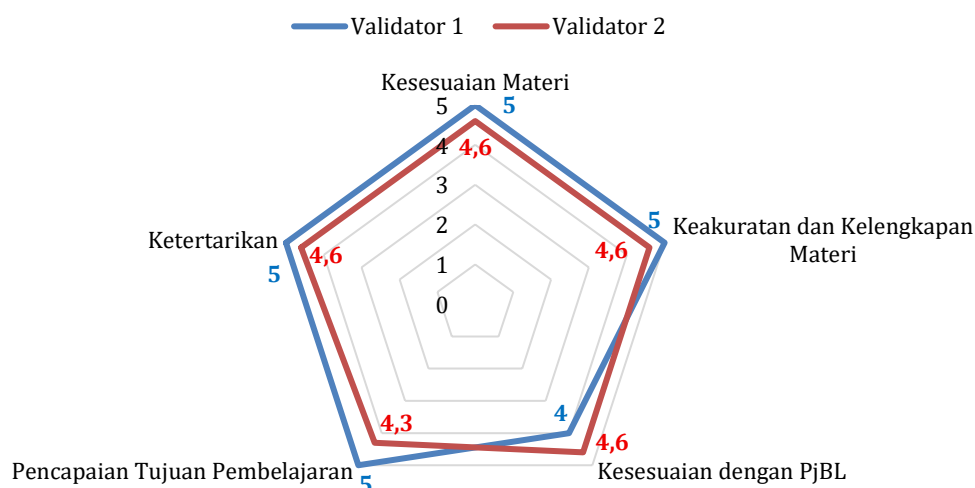
Setelah proses pengembangan selesai, e-modul praktikum divalidasi oleh dua orang dosen yang memiliki keahlian pada mata kuliah Sistem Mikroprosesor. Tahap validasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas materi sekaligus memastikan kesesuaian isi e-modul dengan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan. Penilaian dilakukan menggunakan instrumen yang meliputi aspek kesesuaian materi, keakuratan dan kelengkapan isi, penerapan sintaks *Project Based Learning* (PjBL), ketercapaian tujuan pembelajaran, serta kualitas penyajian materi. Selain memberikan skor penilaian, para validator juga menyampaikan saran dan masukan sebagai bahan penyempurnaan e-modul agar memenuhi kriteria kelayakan dan dapat digunakan sebagai bahan ajar praktikum Sistem Mikroprosesor. Rekapitulasi hasil validasi ahli materi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Materi

No	Indikator	Aspek Pertanyaan	Kriteria	
			Val 1	Val 2
1	Kesesuaian Materi	Materi yang disajikan dalam e-modul sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah Sistem Mikroprosesor.	5	5
2		Materi yang disajikan telah mencerminkan konsep dan penerapan antarmuka analog input pada sistem mikroprosesor.	5	5
3		Materi yang disajikan relevan dengan perkembangan teknologi sistem mikroprosesor.	5	4
4	Keakuratan dan Kelengkapan Materi	Materi yang disajikan telah mencakup pokok bahasan Antarmuka Analog Input secara lengkap.	5	5
5		Uraian materi disajikan secara sistematis dan mudah dipahami.	5	5
6		Kegiatan praktikum yang disajikan mendukung pemahaman konsep Antarmuka Analog Input.	5	4
7	Kesesuaian dengan Project Based	Materi yang disajikan telah mendukung penerapan pendekatan Project Based Learning (PjBL).	4	5

8	Learning (PJBL)	Tahapan pembelajaran dalam e-modul telah mencerminkan sintaks <i>Project Based Learning</i> .	4	5
9		Kegiatan proyek yang disajikan mampu mengintegrasikan konsep teori dan praktik.	4	4
10		Materi yang disajikan selaras dengan tujuan praktikum yang telah diterapkan	5	5
11	Pencapaian Tujuan Pembelajaran	Materi yang disajikan telah mendukung pemahaman terhadap konsep Antarmuka Analog Input secara menyeluruh	5	4
12		Contoh dan ilustrasi yang disajikan membantu memperjelas konsep Antarmuka Analog Input.	5	4
13		Materi dalam e-modul disajikan dengan urutan yang menarik dan mudah diikuti.	5	5
14	Ketertarikan	Penyajian materi mampu membangkitkan rasa ingin tahu terhadap materi Antarmuka Analog Input..	5	4
15		Materi proyek yang disajikan relevan dan menarik untuk diterapkan pada pembelajaran Sistem Mikroprosesor.	5	5
Jumlah			72	69
Persentase			96%	92%
Persentase keseluruhan			94%	

Untuk memperjelas rata-rata hasil penilaian dari dua validator ahli materi pada setiap indikator yang dievaluasi, data tersebut disajikan dalam bentuk grafik radar. Penyajian grafik ini bertujuan untuk memudahkan pembaca dalam membandingkan capaian pada masing-masing indikator secara visual. Grafik radar hasil penilaian oleh ahli materi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Rata-rata Hasil Validasi Ahli Materi

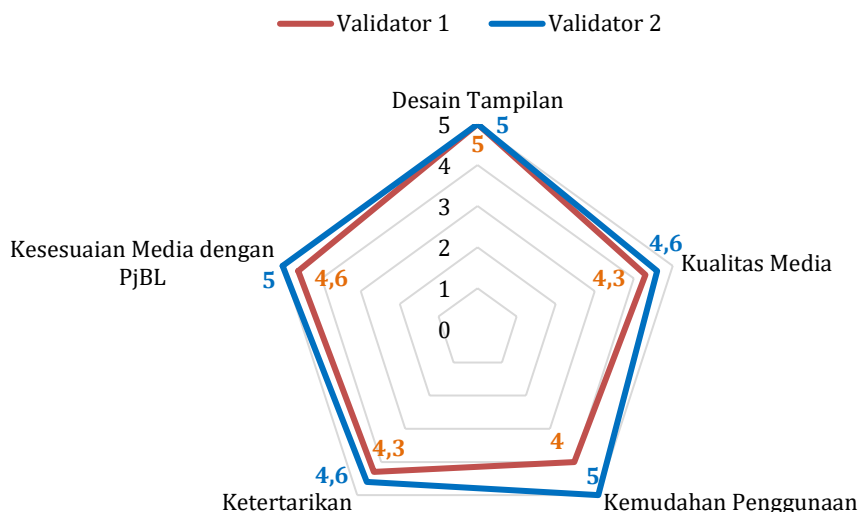
Setelah e-modul dinyatakan layak berdasarkan hasil validasi ahli materi, tahapan berikutnya adalah melakukan validasi oleh dua orang ahli media. Proses ini bertujuan untuk menilai kualitas e-modul dari aspek media sekaligus memastikan bahwa tampilan dan fitur yang dikembangkan mampu mendukung proses pembelajaran secara optimal. Penilaian dilakukan menggunakan instrumen validasi yang mencakup aspek desain tampilan, kualitas media, kemudahan penggunaan, daya tarik, serta kesesuaian media dengan sintaks *Project Based Learning* (PjBL). Masukan dan rekomendasi yang diberikan oleh para validator juga menjadi bahan pertimbangan dalam menyempurnakan e-modul agar lebih efektif, menarik, dan mudah digunakan. Rekapitulasi hasil penilaian dari kedua ahli media disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Media

No	Indikator	Aspek Pertanyaan	Kriteria	
			Val 1	Val 2
1	Desain Tampilan	Tata letak (layout) e-modul disusun secara rapi dan konsisten.	5	5
2		Kombinasi warna yang digunakan pada e-modul terlihat serasi dan nyaman dipandang.	5	5
3		Tampilan keseluruhan e-modul menarik dan sesuai dengan karakteristik pembelajaran praktikum.	5	5

4		Gambar dan ilustrasi yang digunakan memiliki kualitas yang baik dan jelas.	4	5
5	Kualitas Media	Format penyajian materi dalam e-modul sudah konsisten pada setiap bagian.	5	4
6		Penyajian elemen visual mendukung pemahaman isi materi.	4	5
7		Tombol, tautan, atau fitur navigasi berfungsi dengan baik.	4	5
8	Kemudahan Penggunaan	Petunjuk penggunaan e-modul disajikan dengan jelas.	4	5
9		Perpindahan antar halaman atau antar bagian dalam e-modul berjalan dengan baik.	4	5
10		Tampilan visual e-modul mampu menarik perhatian pengguna.	4	5
11	Ketertarikan	Penyajian media dalam e-modul mampu meningkatkan daya tarik pembelajaran.	4	4
12		Penggunaan elemen visual mendukung suasana belajar yang lebih menarik.	5	5
13	Kesesuaian Media dengan <i>Project Based Learning</i> (PJBL)	Desain e-modul mendukung pelaksanaan tahapan Project Based Learning secara sistematis.	5	5
14		Penyajian aktivitas proyek dalam e-modul ditampilkan dengan jelas dan mudah dipahami.	4	5
15		Struktur dan fitur e-modul telah sesuai untuk mendukung pembelajaran berbasis Project Based Learning	5	5
Jumlah			67	73
Persentase			89%	97%
Persentase keseluruhan			93%	

Untuk mempermudah interpretasi hasil penilaian dari dua validator ahli media, rata-rata skor pada setiap indikator disajikan dalam bentuk grafik radar. Penyajian grafik ini memberikan gambaran visual mengenai perbandingan nilai pada masing-masing indikator yang dinilai. Grafik radar hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Rata-rata Hasil Validasi Ahli Materi

Setelah tahap validasi oleh ahli materi dan ahli media selesai dilaksanakan, proses berikutnya adalah penyebaran angket respons secara daring kepada 20 mahasiswa. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh tanggapan mahasiswa mengenai kualitas penyajian materi, tampilan e-modul, serta kemudahan penggunaan e-modul praktikum yang telah dikembangkan. Adapun aspek-aspek yang dinilai dalam angket respons mahasiswa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Aspek Pertanyaan Angket Respon Mahasiswa

No	Apsek Pertanyaan
1	Tampilan e-modul praktikum menarik dan nyaman untuk dibaca.
2	Materi Antarmuka Analog Input dalam e-modul disajikan dengan jelas dan sistematis.
3	Bahasa yang digunakan dalam e-modul mudah dipahami.
4	Gambar, ilustrasi, dan tampilan dalam e-modul membantu memahami materi.
5	Langkah-langkah praktikum yang disajikan mudah untuk diikuti.
6	Aktivitas proyek dalam e-modul dirasa membantu memahami penerapan materi Antarmuka Analog Input Sistem Mikroprosesor
7	E-modul membuat proses pembelajaran praktikum menjadi lebih menarik.

8	E-modul membantu menghubungkan konsep teori dengan kegiatan praktikum.
9	Aktivitas praktikum/proyek yang disajikan dalam e-modul menarik untuk dilakukan.
10	Secara keseluruhan, e-modul ini menarik dan layak digunakan sebagai bahan ajar praktikum Sistem Mikroprosesor.

Setelah seluruh angket respons mahasiswa terkumpul, data yang diperoleh diolah dan direkapitulasi untuk mengetahui tingkat penerimaan serta penilaian mahasiswa terhadap kualitas e-modul praktikum yang telah dikembangkan. Rekapitulasi hasil respons mahasiswa disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Respon Mahasiswa

No	Inisial Mahasiswa	Skala Penilaian Aspek Pertanyaan (1-10)										Jumlah
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	RA	9	4	8	9	6	8	9	9	7	10	79
2	DH	8	8	10	8	8	8	8	8	8	9	83
3	DF	9	9	9	9	8	8	8	9	8	8	85
4	AM	10	10	9	10	10	10	10	10	9	10	98
5	M	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
6	IS	9	10	9	9	10	9	10	10	9	9	94
7	MA	9	9	10	10	10	10	9	9	10	10	96
8	MAM	8	7	8	9	9	9	7	8	8	8	81
9	KF	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
10	MTU	10	2	9	9	10	8	9	10	10	9	86
11	GSP	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	99
12	JA	9	8	8	8	8	9	8	8	8	9	83
13	AK	8	8	9	10	9	10	10	9	8	10	91
14	HRT	10	10	10	10	10	10	9	9	10	10	98
15	EC	10	10	9	9	10	10	10	9	9	10	96
16	RA	10	9	10	10	9	9	9	10	10	9	95

17	A R	9	10	9	8	9	9	10	9	9	10	92
18	A M	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	90
19	F A	8	9	9	10	9	9	9	10	10	9	92
20	M	9	9	10	10	10	10	10	9	9	10	96
Persentase												92%
Keseluruhan												

Berdasarkan hasil angket respons mahasiswa, terdapat dua responden yang memberikan penilaian relatif lebih rendah pada aspek pertanyaan nomor dua. Responden dengan inisial RA memberikan skor 4 menyarankan agar e-modul dilengkapi dengan penjelasan mengenai alur kerja (*flow process*) *Analog to Digital Converter* (ADC) sehingga proses konversi sinyal analog menjadi sinyal digital dapat dipahami dengan lebih jelas. Sementara itu, responden dengan inisial MTU yang memberikan skor 2 berpendapat bahwa perlu ditambahkan pembahasan mengenai kekurangan sinyal digital agar informasi yang disajikan menjadi lebih lengkap dan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif. Masukan dari kedua responden tersebut menjadi bahan evaluasi untuk penyempurnaan isi e-modul pada tahap pengembangan selanjutnya.

Meskipun demikian, Sebagian besar mahasiswa memberikan penilaian pada rentang skor 7–10, yang menunjukkan bahwa materi Antarmuka Analog Input dalam e-modul dinilai telah disajikan secara runtut, mudah dipahami, dan didukung oleh ilustrasi serta contoh yang relevan. Penyajian tersebut membantu mahasiswa memahami konsep dasar *Analog to Digital Converter* (ADC) beserta penerapannya dalam kegiatan praktikum. Dengan demikian, aspek kejelasan dan sistematika penyajian materi memperoleh respons yang sangat positif dari mayoritas mahasiswa.

Secara keseluruhan, hasil validasi ahli materi, validasi ahli media, dan angket respons mahasiswa menunjukkan bahwa e-modul praktikum yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan ajar pendukung praktikum Sistem Mikroprosesor. Berdasarkan hasil validasi ahli materi, diperoleh rata-rata persentase sebesar 94% dengan kategori "Sangat Layak", yang mengindikasikan bahwa materi telah sesuai dengan capaian pembelajaran, memiliki ketepatan isi, serta menerapkan sintaks Project Based Learning (PjBL) secara tepat. Pada validasi ahli media, diperoleh

rata-rata persentase sebesar 93% dengan kategori "Sangat Layak", yang menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi aspek tampilan, kualitas media, navigasi, dan kemudahan penggunaan. Sementara itu, hasil angket respons mahasiswa memperoleh rata-rata persentase sebesar 92% dengan kategori "Sangat Layak", yang mencerminkan bahwa e-modul diterima dengan sangat baik oleh mahasiswa. Temuan tersebut menunjukkan bahwa e-modul praktikum berbasis Project Based Learning (PjBL) layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung praktikum Sistem Mikroprosesor serta mampu meningkatkan kualitas dan daya tarik proses pembelajaran praktikum.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan e-modul praktikum Sistem Mikroprosesor berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi antarmuka analog input melalui metode *Research and Development* (R&D) dengan mengadaptasi model ADDIE hingga tahap *Development*. E-modul disusun mengacu pada Rencana Pembelajaran Semester (RPS) berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) tahun 2025 dan dilengkapi dengan berbagai media pembelajaran interaktif, seperti video, simulasi Tinkercad, GIF, serta kode program Arduino yang mendukung pelaksanaan praktikum.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa e-modul memperoleh persentase rata-rata sebesar 94% dari ahli materi dan 93% dari ahli media, yang termasuk dalam kategori "Sangat Layak". Sementara itu, hasil angket respon mahasiswa memperoleh persentase rata-rata sebesar 92% dengan kategori "Sangat Layak". Berdasarkan hasil tersebut, e-modul yang dikembangkan dinyatakan memenuhi kriteria kelayakan dari aspek materi maupun media serta memperoleh tanggapan yang sangat baik dari mahasiswa, sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung pada mata kuliah Sistem Mikroprosesor, khususnya pada materi antarmuka analog input.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Alfian. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Mikroprosesor Pada Program Studi Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer Universitas Negeri Makassar.

- Andriani, U., Harahap, E. P., Yusra, H., Karim, M., & Akbar, O. (2023). *Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) Dalam Menulis Teks Puisi Di Kelas VIII SMP*.
- Debby Tri Hapsari. (2020). *Pengembangan Model Project Based Learning (PJBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Financial Literacy Anak Usia 5-6 Tahun Di Yogyakarta*.
- Fajariyanti, K. W. K., Sumilat, J. M., Paruntu, N. M., & Poluakan, C. (2022). Analisa Penerapan Project Based Learning pada Pembejalaran Tematik. *Jurnal Basicedu*, 6(6), 9517–9524. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i6.4121>
- Habibah, I. A. N., Harti, H., & Sudarwanto, T. (2022). Project Based Learning Module Development in Vocational High Schools. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 2(2), 206–213. <https://doi.org/10.35877/454ri.eduline1060>
- Hartati, N., & Bojonegoro, G. (2022). Implementasi E-Modul Interaktif dalam Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa pada Implementasi E-Modul Interaktif dalam Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Gondang. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, 7(2).
- Ina Lestari. (2023). *Penerapan Model Project Based Learning Dengan Pendekatan STEAM (Science Technology Engineering Art Mathematics) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Energi Dalam Sistem Kehidupan Di Kelas VII MTs Ummatan Wasathan PTR*.
- Irman, S. (2020). Validasi Modul Berbasis Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Simulasi Dan Komunikasi Digital. *JIPP*, 4.
- Khovifah Kesuma, S. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tema 6 Cita-Citaku Dengan Pendekatan Kontekstual di Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Terpadu (JPPT)*, 05(1), 32–47.
- Laraswati, P., Dariyatus Salamah, N., Catur Wulandari, C., & Basri, H. (2026). *Implementasi Model Project Based Learning (PJBL) Dalam Menghasilkan Proyek Siswa Berkualitas Pada Mata Pelajaran Ipa Di Sma It An-Nawawi (Vol. 11, Number 2)*.
- Lestari Pamungkas, D., & Budiharti, R. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Elektronik Tentang Usaha Dan Energi Menggunakan Softwere Learning Content Development System (LCDS). *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 3(1), 7–13. <https://jendela.data.kemendikbud.go.id>
- Miftahatuljannah, A.-N., Budiharti, R., & Fauzi, A. (n.d.). Pengembangan Modul Pembelajaran Elektronik Fisika Berbasis Learning Content Development System (LCDS) Pada Materi Besaran Dan Pengukuran. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 3(2).

- Rahimin Irhamin. (2024). *Pengembangan Modul Praktikum Sistem Mikroprosesor Berbasis Problem Based Learning (PBL)*.
- Safitri, D. S., Silvia Basri, M., Budiani, D., Studi Pendidikan Bahasa Jepang, P., & Ilmu Pendidikan Bahasa Dan Seni, J. (2025). Refleksi Mahasiswa Dalam Pelaksanaan Project Based Learning Pada Mata Kuliah Tadoku 2 Di Program Studi Pendidikan Bahasa Jepang Angkatan 2023 Universitas Riau. *Jurnal Cendekia Ilmiah*, 4(3).
- Salfia, E. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis E-Modul Interaktif Menggunakan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Materi Integral SMA Kelas XII. *Jurnal Riset Ilmu Pendidikan*, 1(1), 12–18. <https://doi.org/10.30596/jcositte.v1i1.xxxx>
- Sarah Afifah. (2025). *Perancangan Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Pada Mata Kuliah Sistem Mikroprosesor*.