



Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika

Ivan Franztavia Situmeang*, Nehru, Cicyn Riantoni

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

*Corresponding Author: ivan.putasitumeang@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL) dengan bantuan platform digital *Assemblr Edu* pada mata kuliah Rangkaian Elektronika. Latar belakang penelitian ini adalah rendahnya pemahaman mahasiswa akibat keterbatasan bahan ajar dan dominannya metode ceramah dalam perkuliahan. Pengembangan modul dilakukan untuk menyediakan bahan ajar alternatif yang lebih interaktif dan mendukung pembelajaran aktif. Metode yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE, namun penelitian ini dibatasi hingga tahap pengembangan. Subjek uji coba adalah mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2022. Data diperoleh melalui validasi ahli media, ahli materi, serta angket persepsi mahasiswa. Hasil validasi menunjukkan modul sangat layak digunakan dengan skor rata-rata 90,9% dari ahli media dan 82,14% dari ahli materi. Respon mahasiswa juga sangat baik, dengan skor 93% untuk perwajahan, 89% untuk kemenarikan, dan 93% untuk isi. Temuan ini menegaskan bahwa modul berbasis PjBL dengan visualisasi 3D melalui *Assemblr Edu* efektif dan layak digunakan sebagai bahan ajar.

Kata Kunci: Project based learning; *Assemblr Edu*; Rangkaian elektronika; Modul pembelajaran; Visualisasi 3D

Development of a Project-Based Learning (PjBL) Module Assisted by Assemblr Edu in the Electronic Circuits Course

This study aims to develop a learning module based on Project-Based Learning (PjBL) assisted by the digital platform Assemblr Edu for the Electronic Circuits course. The research was motivated by students' low understanding of the subject due to limited availability of textbooks and modules, as well as the dominance of lecture-based methods. The module was designed to provide an alternative resource that is interactive, engaging, and supports active learning. The development process followed the ADDIE model but was limited to the development stage. The trial subjects were Physics Education students of the 2022 cohort. Data were collected through validation by media and content experts, along with student perception questionnaires. Validation results showed the module was highly feasible, with average scores of 90.9% from media experts and 82.14% from content experts. Student responses were also very positive, with scores of 93% for design, 89% for attractiveness, and 93% for content. These findings indicate that the PjBL-based module with 3D visualization through Assemblr Edu is effective and suitable for use in Electronic Circuits learning.

Keywords: Project-based learning; *Assemblr Edu*; Electronic circuits; Learning module; 3D visualization.

How to cite: Situmeang, I. F., Nehru, N., & Riantoni, C. (2025). Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 13(1), 213-230. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v13i1.16506>

PENDAHULUAN

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang memerlukan logika berpikir yang kuat untuk dipelajari. Dalam fisika, akan dipelajari gejala-gejala alam melalui serangkaian proses ilmiah yang hasilnya terwujud dalam beberapa komponen yaitu konsep, prinsip dan teori yang menjadi dasar dari teknologi yang ada saat ini (Haspen & Syafriani, 2022). Dengan mempelajari fisika, manusia dapat

mengembangkan teknologi modern yang bermanfaat bagi kehidupan. Salah satu bidang studi penting dalam fisika yang perlu dipelajari adalah elektronika.

Elektronika adalah suatu bidang ilmu yang mempelajari perancangan, pengembangan, serta pemanfaatan rangkaian listrik. Dalam bidang ini, terdapat hukum-hukum dasar seperti hukum Ohm dan hukum Kirchoff yang menjadi acuan utama dalam memahami cara kerja perangkat elektronika. Menurut Cahyono (2022), Elektronika secara khusus mempelajari alat-alat listrik yang beroperasi dengan arus lemah. Alat-alat ini bekerja melalui pengendalian aliran elektron atau partikel bermuatan listrik dalam perangkat-perangkat seperti komputer, termokopel, semikonduktor, dan berbagai peralatan elektronik lainnya. Pembelajaran elektronika merupakan proses yang menuntut pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip dasar dan aplikasinya dalam berbagai perangkat dan sistem elektronik. Salah satu mata kuliah dasar yang mengajar prinsip-prinsip dasar dan aplikasinya dalam berbagai perangkat dan sistem elektronik adalah Rangkaian elektronika. Menurut Ikhwanudin (2018), menjelaskan mata kuliah ini menuntut peserta didik untuk aktif dan kreatif dalam proses belajar, terutama melalui praktik langsung. Pembahasan dalam mata kuliah ini mencakup pemahaman prinsip dasar rangkaian elektronika serta keterampilan merakit dan menganalisis berbagai jenis rangkaian listrik secara nyata.

Menurut Nurdianti (2023), tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi rangkaian elektronika masih tergolong rendah dikarenakan saat ini bahan ajar buku maupun modul yang digunakan masih dalam jumlah yang sangat terbatas. Menurut Setyawan & Zamtinah (2018), keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran elektronika belum dapat tercipta secara optimal dikarenakan metode pembelajaran yang digunakan masih kurang bervariasi dan bersifat monoton yaitu dominan menggunakan metode ceramah. Oleh karena itu, diperlukan pembuatan atau pengembangan bahan ajar serta strategi pembelajaran yang lebih interaktif agar peserta didik lebih aktif dan mudah memahami serta menerapkan teori elektronika.

Menurut Wahyuni, Windi, Wandani, & Hutagalung (2021), solusi yang ditawarkan yaitu mengembangkan bahan ajar yang inovatif, efektif, menarik, mudah dipahami, dan dapat dipelajari secara mandiri untuk mengatasi kurangnya pemahaman peserta didik dalam mempelajari rangkaian elektronika. Solusi lainnya yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan dalam pembelajaran elektronika yaitu pemilihan model pembelajaran yang tepat guna mendukung terciptanya proses pembelajaran yang efektif, sehingga penerapan model pembelajaran PjBL menjadi alternatif yang relevan karena menekankan pada partisipasi aktif peserta didik melalui pelaksanaan proyek nyata sebagai sarana untuk memahami konsep dan keterampilan secara mendalam. (Permana, Nurhayata, & Sutaya, 2018).

Berdasarkan temuan tersebut, peneliti menawarkan solusi berupa pengembangan bahan ajar dalam bentuk modul berbantuan Assembler Edu untuk mengatasi masalah peserta didik dalam mempelajari rangkaian elektronika dan memilih model pembelajaran Project Based Learning (PjBL). Modul adalah bahan pelajaran yang disiapkan guru atau dosen untuk menunjang atau melengkapi proses belajar mengajar. Modul ini dirancang untuk memungkinkan mahasiswa belajar secara mandiri sesuai dengan tingkat kemampuan mereka dalam memahami dan menyerap materi pembelajaran. Modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang disusun secara sistematis dan menarik, memuat materi,

metode, batasan, serta cara evaluasi yang dirancang untuk membantu mahasiswa mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Aji, Hudha, & Rismawati, 2017).

Modul dipilih sebagai media pembelajaran karena memiliki struktur yang lebih lengkap dibandingkan bahan ajar lainnya seperti LKPD maupun handout. Modul tidak hanya menyajikan materi pembelajaran secara sistematis, tetapi juga dilengkapi dengan bagian awal, bagian pendahuluan, bagian pembelajaran, bagian evaluasi, serta aktivitas yang dapat dilakukan secara mandiri oleh peserta didik. Keunggulan lain dari modul adalah fleksibilitasnya dalam mengakomodasi model pembelajaran berbasis proyek, karena di dalam modul dapat dimasukkan langkah-langkah pelaksanaan proyek secara terstruktur. Dengan demikian, modul tidak hanya berfungsi sebagai sumber belajar, tetapi juga sebagai panduan lengkap yang mendukung keterlibatan aktif peserta didik selama proses pembelajaran.

Project Based Learning (PjBL) merupakan sebuah metode pengajaran berbasis penyelidikan yang melibatkan mahasiswa dalam konstruksi pengetahuan dengan membimbing mahasiswa dalam menyelesaikan suatu proyek yang bermakna dan mengembangkan produk dunia nyata (Guo, Saab, Post, & Wilfried, 2020). Assemblr Edu merupakan sebuah platform pembelajaran yang memungkinkan untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep abstrak seperti Rangkaian Elektronika (Fitria, Hasan, & Sasmita, 2024). Dengan assembler edu, peneliti dapat merancang kegiatan belajar yang melibatkan berbagai jenis konten seperti teks dan gambar melalui visualisasi 3D.

Project Based Learning (PjBL) dipilih karena model ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa selama proses pembelajaran. Melalui model pembelajaran berbasis proyek, mahasiswa tidak hanya menjadi penerima materi, tetapi juga berperan aktif dalam merancang, mengelola, dan menyelesaikan proyek yang relevan dengan kehidupan nyata. Keterlibatan ini muncul karena mahasiswa diberi kesempatan untuk bekerja sama dan memecahkan masalah secara mandiri maupun berkelompok. Dengan demikian, PjBL mampu menciptakan suasana belajar yang lebih partisipatif dan bermakna, serta mendorong mahasiswa untuk lebih termotivasi dan bertanggung jawab dalam mengikuti setiap tahapan pembelajaran.

Assemblr Edu adalah sebuah aplikasi yang dirancang untuk mendukung proses pembelajaran dengan menyediakan sarana bagi pendidik dan peserta didik dalam mengembangkan serta memanfaatkan konten berbasis tiga dimensi (3D) yang dapat diintegrasikan dalam teknologi Augmented Reality (AR) (Naimah, Siskawati, & Mujib, 2024). Assemblr Edu memiliki berbagai keunggulan, seperti menyajikan video, animasi, dan audio, tanpa memerlukan keahlian pemrograman. Kontennya dapat ditayangkan dari berbagai sudut pandang dalam format tiga dimensi, serta bisa ditayangkan di mana saja sesuai kebutuhan. Selain itu, Assemblr Edu juga didukung oleh Assemblr Studio, sebuah fitur yang memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk mengedit konten serta mengimpor objek tiga dimensi (3D) dari berbagai sumber eksternal dengan format file .fbx dan .obj (Sugiarto, 2022). Selain itu, Assemblr Edu juga dapat membantu dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan interaktif.

Assemblr Edu dipilih karena mampu menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif melalui visualisasi 3D berbasis Augmented Reality (AR). Platform ini memungkinkan peserta didik melihat objek pembelajaran seolah-olah hadir di dunia nyata, sehingga lebih mudah memahami konsep abstrak secara visual dan kontekstual. Berbeda dengan aplikasi seperti Tinkercad, yang meskipun menyediakan fitur simulasi rangkaian elektronik, tampilannya masih terbatas dalam format 2D. Sehingga, Tinkercad kurang mendukung keterlibatan visual yang mendalam. Hal ini membuat Assemblr Edu memiliki nilai tambah dengan menggabungkan pembelajaran konseptual dan eksploratif yang sesuai untuk pembelajaran berbasis proyek.

Terdapat beberapa hasil penelitian yang berkaitan dengan pengembangan modul berbasis Project Based Learning (PjBL). Penelitian tentang modul PjBL umumnya dilakukan pada jenjang SD hingga SMA, seperti ditunjukkan dalam studi oleh Triwoelandari et al. (2023), Yuliana et al. (2018), dan Marhamah et al. (2024), yang berfokus pada peningkatan kreativitas dan kolaborasi peserta didik. Penelitian mengenai penggunaan teknologi Assemblr Edu dalam pembelajaran telah dilakukan oleh Oktaviona & Jasril (2022), namun hanya sebatas sebagai media bantu berbasis AR tanpa digunakan dalam pengembangan modul PjBL. Penelitian lain, seperti Triyanti & Sulistiyono (2023), menekankan pengembangan modul PjBL berbasis cetak tanpa dukungan visualisasi interaktif. Belum ditemukan penelitian yang mengembangkan modul berbasis Project Based Learning (PjBL) berbantuan Assemblr Edu pada mata kuliah Rangkaian Elektronika.

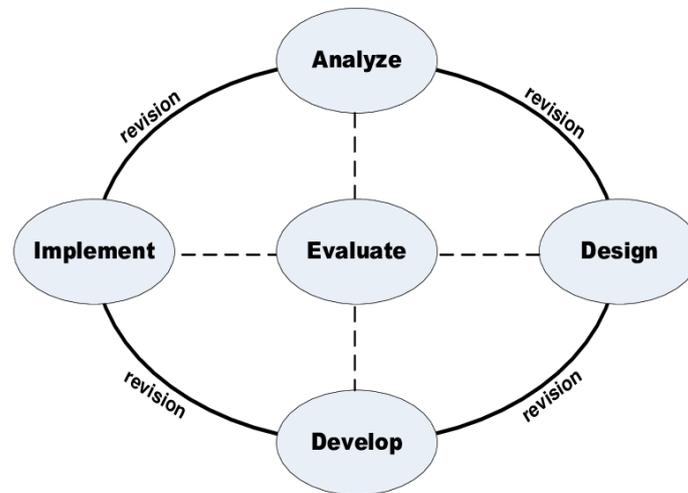
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini fokus pada pengembangan modul berbasis project based learning (PjBL) berbantuan assemblr edu pada mata kuliah rangkaian elektronika.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Research and Development* (R&D). Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan, merancang, dan mengembangkan produk pembelajaran yang valid dan bermanfaat dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE. Menurut Branch (2009), Istilah ADDIE merupakan akronim dari lima tahap utama, yaitu *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Pendekatan ADDIE digunakan dalam perancangan pembelajaran yang bersifat disengaja (*intentional learning*), dengan tujuan membimbing mahasiswa dalam membangun pengetahuan dan keterampilan melalui pengalaman belajar yang autentik dan relevan. Proses ini menggunakan paradigma Input-Process-Output, yang menggambarkan bahwa setiap tahap menerima masukan, memproses informasi, dan menghasilkan keluaran yang menjadi dasar bagi tahap selanjutnya.

Model ADDIE dipilih karena memiliki tahapan yang saling berkaitan secara sistematis, sehingga output dari setiap tahap menjadi acuan untuk tahap selanjutnya. Namun, penelitian hanya sampai pada tahap *develop* karena fokus utamanya adalah pada proses pengembangan modul pembelajaran yang valid dan layak digunakan, bukan pada uji efektivitas secara luas. Dalam konteks ini, tujuan penelitian lebih menekankan pada bagaimana merancang dan menghasilkan sebuah modul yang telah melalui tahap perencanaan, desain, dan pengembangan secara sistematis. Tahap *implement* dan *evaluate* memang penting, namun dalam

melakukan penelitian memiliki keterbatasan waktu, sumber daya, dan cakupan yang lebih luas. Oleh karena itu, penelitian ini dibatasi sampai tahap develop untuk memastikan modul sudah layak secara isi, tampilan, dan struktur berdasarkan validasi para ahli sebelum diuji lebih lanjut.



Gambar 1. Tahap Model ADDIE

Model ADDIE dipilih karena memiliki tahapan yang saling berkaitan secara sistematis, sehingga output dari setiap tahap menjadi acuan untuk tahap selanjutnya. Namun, penelitian ini hanya dilaksanakan sampai pada tahap ketiga, yaitu tahap *Development*. Adapun penjelasan dari masing-masing tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Tahap Analisis

Penelitian dimulai dari tahap analisis, analisis dilakukan untuk mengetahui kebutuhan pembelajaran dan mengidentifikasi permasalahan. Tahap analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab sebuah kesenjangan dalam pembelajaran. Tahap analisis terdiri dari 4 tahapan yaitu, analisis awal atau analisis kebutuhan, analisis karakteristik mahasiswa, analisis rancangan pembelajaran sementara (RPS) dan analisis materi pembelajaran.

a) Analisis awal atau Kebutuhan

Pada penelitian ini, tahap analisis awal atau analisis kebutuhan dilakukan melalui studi literatur guna mengidentifikasi berbagai permasalahan yang dihadapi mahasiswa serta menggambarkan kondisi lingkungan belajar dalam mata kuliah rangkaian elektronika.

b) Karakteristik Mahasiswa

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik mahasiswa yang meliputi latar belakang pendidikan, tingkat pemahaman terhadap materi, maupun kebiasaan belajar mahasiswa. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memastikan bahwa modul yang dikembangkan sesuai dengan tingkat pemahaman, kemampuan, dan gaya belajar mahasiswa, sehingga hasil pembelajaran yang diharapkan dapat tercapai secara optimal. Pada tahap ini, peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap mahasiswa sebagai bagian dari proses analisis.

c) Analisis Rancangan Pembelajaran Sementara (RPS)

Analisis ini dilakukan guna memastikan bahwa materi dan strategi pembelajaran yang dirancang telah sejalan dengan sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (sub-CPMK) yang tercantum dalam RPS. Melalui proses analisis tersebut, peneliti memperoleh pemahaman mengenai CPMK dan sub-CPMK yang menjadi target capaian mahasiswa. Selain itu, peneliti juga mengidentifikasi keterkaitan antara sub-CPMK dengan aktivitas berbasis proyek yang dirancang dalam modul pembelajaran.

d) Analisis Materi Pembelajaran

Analisis materi pembelajaran dilakukan untuk memastikan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) disusun dengan baik dan sesuai, sehingga dapat mendukung tercapainya kompetensi yang diharapkan. Dalam tahap ini, peneliti memilih bagian-bagian materi dari mata kuliah rangkaian elektronika yang paling tepat untuk dijadikan modul berbasis proyek yang sesuai dengan isi materi tersebut.

2. Tahap Desain

Desain dalam model pengembangan merujuk pada perencanaan sistematis dari proses pengembangan modul. Desain ini mencakup berbagai elemen seperti tujuan pembelajaran, materi yang disajikan, strategi pengajaran, metode evaluasi, dan pengalaman belajar siswa. Desain pembelajaran berfungsi untuk memastikan bahwa proses pembelajaran berlangsung secara efektif, efisien, dan menarik.

a) Membuat *Storyboard*.

Storyboard merupakan rancangan awal yang digunakan untuk menggambarkan alur dan struktur penyajian modul, sebelum dikembangkan secara utuh. *Storyboard* berisi tentang poin-poin penting yang sudah dirancang dan dikerjakan. Sehingga, secara umum *storyboard* belum menginformasikan semua proses pengembangan secara detail melainkan hanya berupa sketsa.

b) Membuat *Prototype*.

Prototype merupakan model awal dari pengembangan modul yang mempresentasikan tampilan modul. *Prototype* ini disusun berdasarkan *storyboard* yang telah dibuat sebelumnya, sehingga setiap bagian dalam modul sesuai dengan format penyajian yang telah direncanakan secara sistematis. Pembuatan *prototype* bertujuan untuk memastikan bahwa modul yang dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran sebelum dilakukan validasi.

3. Tahap Pengembangan

Pada tahap ini melibatkan berbagai tahapan, seperti pengembangan spesifikasi model, metode dan validasi. Validasi adalah proses untuk memastikan bahwa suatu produk yang dikembangkan memenuhi persyaratan dan tujuan yang telah ditetapkan. Menurut Slamet (2022), ada beberapa dalam tahapan pengembangan, yaitu: (1) *expert appraisal* (penilaian ahli), (2) Revisi, (3) *developmental testing* (uji coba pengembangan). *Expert appraisal* (penilaian ahli).

a) *Expert appraisal*

merupakan teknik untuk memvalidasi atau menilai kelayakan rancangan modul. Dalam kegiatan ini terdapat 2 jenis validasi ahli, yaitu validasi ahli

materi dan validasi ahli bahasa. Validasi oleh ahli materi merupakan kegiatan dimana ahli materi akan memberikan masukan serta rekomendasi terkait isi materi pembelajaran rangkaian elektronika yang terdapat dalam modul tersebut. Dalam penelitian ini, ahli materi menilai 2 aspek yaitu kelayakan isi dan penyajian materi. Sedangkan untuk validasi oleh ahli media sepenuhnya dilakukan oleh ahli media. validasi ahli media ini memiliki tujuan untuk memastikan bahwa media yang dikembangkan efektif, menarik, serta mendukung proses pembelajaran secara optimal. Dalam penelitian ini, ahli media menilai 4 aspek yaitu keterpaduan, warna, tampilan, dan *Assemblr Edu*.

b) Revisi

Setelah modul yang telah dikembangkan divalidasi, peneliti menemukan kelemahan atau kekurangan dari modul yang dikembangkan. Kemudian kelemahan atau kekurangan tersebut diperbaiki sesuai dengan komentar dan saran dari para ahli.

c) *Developmental testing* (uji coba pengembangan)

Developmental testing merupakan kegiatan uji coba rancangan modul pada sasaran subjek yang sesungguhnya. Dalam konteks pengembangan bahan ajar (buku atau modul), tahap pengembangan dilakukan dengan cara menguji isi dan keterbacaan modul kepada mahasiswa melalui angket persepsi mahasiswa. Persepsi mahasiswa dilakukan untuk mengenai kejelasan materi serta kesesuaian antara tugas dan proyek dengan isi pembelajaran.

Subjek uji coba dalam penelitian ini meliputi validator media, validator materi, serta mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jambi angkatan 2022 yang telah mengikuti perkuliahan rangkaian elektronika. Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Dalam penelitian ini menggunakan kedua jenis data tersebut, dimana data kualitatif diperoleh dari komentar ataupun saran yang diberikan oleh ahli atau validator sedangkan untuk data kuantitatif diperoleh dari hasil penskoran validasi ahli media, ahli materi dan persepsi mahasiswa. Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 instrumen yaitu, lembar validasi ahli media, lembar validasi ahli materi, dan angket persepsi mahasiswa.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan skala Likert sebagai dasar konversi tanggapan responden ke dalam bentuk nilai numerik. Skala Likert merupakan instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur sikap atau pendapat responden secara kuantitatif dengan cara mengubah data subjektif menjadi metrik yang terukur, sehingga memungkinkan analisis statistik yang mendalam, sistematis, objektif, dan interpretasi yang lebih komprehensif terhadap data (Koo & Yang, 2025). Tabel 1 menunjukkan kategori penilaian berdasarkan skala Likert.

Tabel 1. Kategori Penskoran Skala Likert

Kriteria	Skala
Sangat Setuju (SS)	4
Setuju (S)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Sumber: (Sulastri et al, 2024)

Untuk menguji angket ahli materi, ahli media dan persepsi mahasiswa dapat menggunakan jumlah skor responden dengan jumlah skor ideal. Perhitungan skor validasi yang diperoleh dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum R}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Presentase skor (dibulatkan)

$\sum R$ = Jumlah keseluruhan skor jawaban yang diberikan tiap responden

N = Jumlah skor maksimal

Adapun kriteria dari interpretasi para ahli validator modul adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kriteria interpretasi validator ahli media dan hli Materi

Penilaian (%)	Kriteria Interpretasi
76-100	Sangat Layak
51-75	Layak
26-50	Tidak Layak
0-25	Sangat Tidak Layak

Sumber: (Sulastri et al, 2024)

Sedangkan kriteria dari interpretasi persepsi mahasiswa adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Kriteria interpretasi persepsi mahasiswa

Kriteria	Persentase (%)
Sangat Baik	76-100
Baik	51-75
Tidak Baik	26-50
Sangat Tidak Baik	0-25

Sumber: (Sulastri et al, 2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Produk

Penelitian pengembangan ini menghasilkan bahan ajar berupa modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi analisis nodal dan analisis mesh. Proses validasi modul dilakukan melalui penilaian dari 2 para ahli yaitu validasi ahli media dan ahli materi, sementara persepsi mahasiswa terhadap modul yang dikembangkan diperoleh melalui penyebaran angket. Pengembangan modul ini menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Penelitian ini hanya difokuskan sampai pada tahap *Develop* (Pengembangan), hal ini karena tujuan penelitian berfokus menghasilkan sebuah modul yang layak melalui proses validasi.

Tahap *Analyze* diawali dengan kajian kebutuhan melalui studi literatur yang menunjukkan adanya berbagai permasalahan dalam pembelajaran elektronika. Nurdiyanti (2023) menyatakan bahwa rendahnya tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi elektronika salah satunya disebabkan oleh keterbatasan bahan ajar yang tersedia, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Selain itu, belum tersedianya modul berbasis proyek yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pada mata kuliah Rangkaian Elektronika juga menjadi kendala tambahan dalam proses pembelajaran. Permana, Nurhayata & Sutaya (2018) menyatakan bahwa

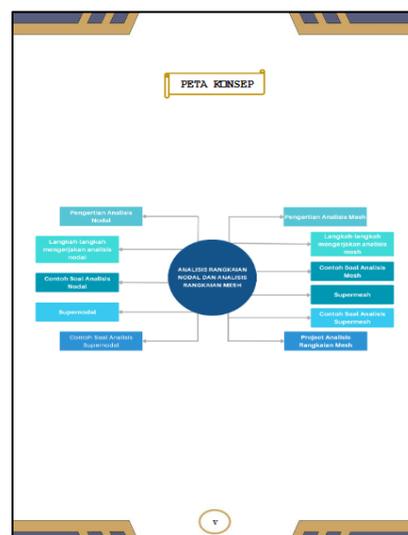
pengembangan media dengan menggunakan pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) dapat menjadi solusi dalam mengatasi kesulitan tersebut karena pendekatan ini mahasiswa dapat menghubungkan konsep teori dengan penerapan praktik secara langsung.

Berdasarkan temuan tersebut, peneliti melakukan sebuah pengembangan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada materi analisis nodal dan mesh. Pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) dipilih karena pendekatan ini mendorong mahasiswa untuk berpikir kreatif dan keterlibatan aktif melalui pelaksanaan proyek nyata sebagai sarana dalam memahami konsep materi dan keterampilan secara mendalam (Fathihani et al, 2023). Selain itu, *Assemblr Edu* dianggap mampu untuk membantu dalam menyampaikan konsep-konsep abstrak menjadi lebih nyata melalui visual dalam bentuk 3D sehingga memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep abstrak (Chairudin, et al, 2023). Dengan demikian, pengembangan modul dengan menggunakan pendekatan PjBL dan berbantuan media *Assemblr Edu* dinilai tepat dan sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran pada mata kuliah Rangkaian Elektronika

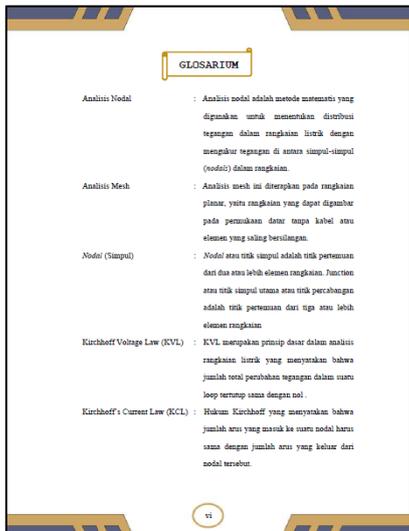
Dalam proses perancangan (*Design*) modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada mata kuliah Rangkaian Elektronika, peneliti memulai dengan merancang kegiatan proyek yang selaras dengan materi *analisis* rangkaian nodal dan mesh. Selanjutnya, peneliti mengembangkan elemen visual interaktif yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek menggunakan platform *Assemblr Edu*, seperti komponen-komponen rangkaian dan desain rangkaian dengan visualisasi 3D dan dimasukkan dalam modul yang dapat diakses melalui QR Code. Untuk memastikan alur dan isi modul tersusun secara sistematis, peneliti menyusun *storyboard* sebagai pedoman konseptual dan visual dalam pengembangan modul. Tahap akhir dilakukan dengan menyusun desain akhir modul menggunakan aplikasi Canva, dengan menyesuaikan tata letak dan penyusunan konten berdasarkan rancangan *storyboard*.



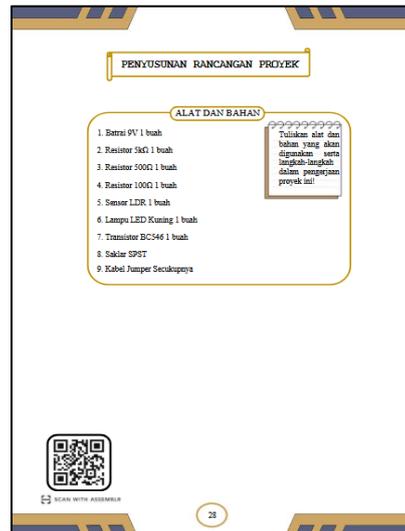
Gambar 2. Sampul depan (cover)



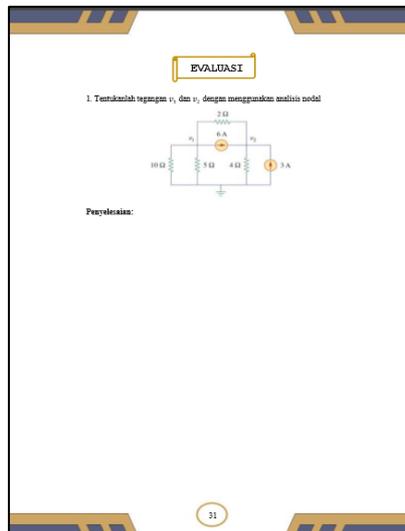
Gambar 3. Peta konsep



Gambar 4. Halaman glosarium



Gambar 5. Halaman proyek dan tampilan QR code *Assemblr Edu*



Gambar 6. Halaman evaluasi

Validasi Produk

Proses validasi dilakukan beberapa tahap penilaian, yang dimana pada validasi ahli media dilakukan dua (2) kali tahap penilaian atau sampai tahap II. Aspek penilaian media ditinjau dari 4 aspek seperti keterpaduan, warna, tampilan dan *Assemblr Edu*. Selain mengisi angket penilaian, validator juga memberikan masukan dan saran untuk perbaikan guna meningkatkan kualitas modul. Hasil penilaian validator media tahap I dan tahap II disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil validasi ahli media

No	Pernyataan	Nilai	
		Tahap I	Tahap II
A	Keterpaduan		
1	Kesesuaian urutan antar halaman dalam modul	4	4
2	Kesesuaian petunjuk dalam modul	3	3

No	Pernyataan	Nilai	
		Tahap I	Tahap II
3	Kesesuaian tata letak dalam modul	4	4
Jumlah		11	11
B Warna			
4	Kombinasi warna cover sesuai	3	4
5	Gradasi warna <i>background</i> sesuai	3	3
Jumlah		6	7
C Tampilan			
6	Kejelasan tampilan huruf pada modul	3	4
7	Jenis huruf yang digunakan menarik	3	3
Jumlah		6	7
D Assemblr Edu			
8	<i>Assemblr edu</i> dalam modul mudah digunakan dan dipahami	3	3
9	<i>Assemblr edu</i> membantu mahasiswa dalam memahami proyek yang akan dilaksanakan	3	4
10	<i>Assemblr edu</i> dapat diakses di berbagai perangkat (PC, laptop, <i>smartphone</i> , tablet)	4	4
11	Gambar 3D dapat diputar, diperbesar atau diperkecil dengan mudah	4	4
Jumlah		14	15

Hasil persentase pada setiap aspek penilaian didapatkan dengan mengonversi total skor pada masing-masing aspek ke dalam bentuk persentase. Hasil persentase setiap aspek penilain tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis validasi ahli media tahap I dan tahap II

Aspek Penilaian	Skor Total		Skor Maksimal	Persentase	
	Tahap I	Tahap II		Tahap I	Tahap II
Keterpaduan	11	11	12	91,66%	91,66%
Warna	6	7	8	75%	87,5%
Tampilan	6	7	8	75%	87,5%
<i>Assemblr Edu</i>	14	15	16	87,5%	93,75%
Rerata Persentase				84,1%	90,9%
Predikat				Sangat layak	Sangat layak

Hasil validasi media tahap I ditampilkan pada Tabel 4 dengan rerata persentase yang diperoleh adalah 84,1%, berada pada kategori sangat layak. Hasil validasi media tahap II dengan rerata persentase diperoleh adalah 90,9%, yang termasuk dalam kategori sangat layak.

Proses validasi materi dilaksanakan sebanyak tiga kali. Penilaian dalam validasi ini mencakup aspek kelayakan isi dan penyajian. Selain mengisi angket penilaian, validator juga memberikan masukan dan saran untuk perbaikan guna meningkatkan kualitas modul. Adapun hasil penilaian validator materi pada tahap pertama dapat dilihat dalam Tabel 6. Hasil persentase pada setiap aspek penilaian didapatkan dengan mengonversi total skor pada masing-masing aspek ke dalam bentuk persentase. Hasil persentase setiap aspek penilain tersebut disajikan pada Tabel 7.

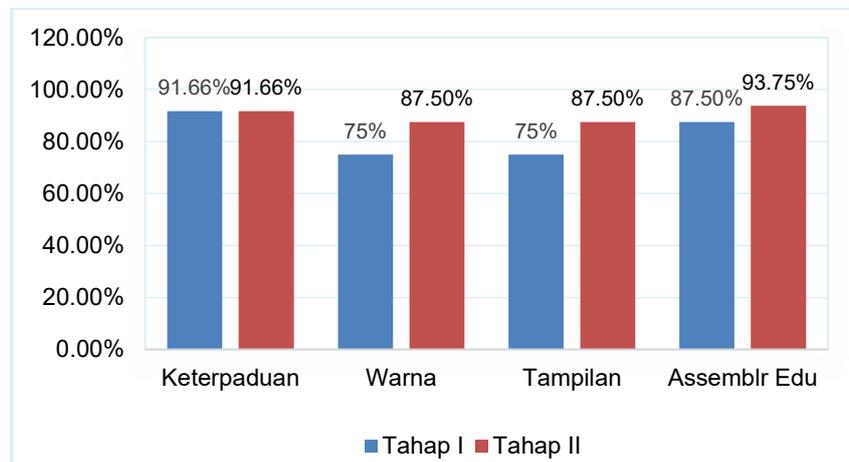
Tabel 6. Hasil validasi ahli materi

No	Pernyataan	Nilai		
		Tahap I	Tahap II	Tahap III
A Kelayakan Isi				
1	Kesesuaian CPMK dalam mata kuliah rangkaian elektronika	3	4	4
2	Kesesuaian sub CPMK pembelajaran dengan CPMK	3	4	4
3	Materi yang disajikan sesuai dengan standar kurikulum yang berlaku	3	3	3
4	Kesesuaian pemilihan materi dengan pendekatan <i>Project Based Learning</i>	2	3	3
5	Materi yang disajikan secara runtut dan lengkap	2	2	3
6	Modul memudahkan mahasiswa menerapkan <i>Project Based Learning</i>	3	3	3
7	Modul menambah wawasan mahasiswa dalam materi rangkaian arus searah	2	3	3
8	Prosedur yang disajikan dalam modul sudah sistematis, urut dan mudah diikuti	2	3	3
Jumlah		20	25	26
B Penyajian				
9	Penyajian materi dalam Modul sistematis dan mudah dipahami	2	3	3
10	Penyajian gambar sesuai dengan materi rangkaian arus searah	3	3	3
11	Modul mengawali pembelajaran dengan pertanyaan yang mendasar dengan materi rangkaian arus searah	2	3	3
12	Modul memiliki intruksi yang jelas pada setiap tahapan <i>Project Based Learning</i>	3	3	3
13	Modul menyediakan bagian evaluasi untuk menilai dan meningkatkan pemahaman mahasiswa	2	2	4
14	Modul berbasis <i>Project Based Learning</i> memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara mandiri	3	3	4
Jumlah		15	17	20

Tabel 7. Hasil analisis validasi ahli materi tahap I, tahap II, dan tahap III

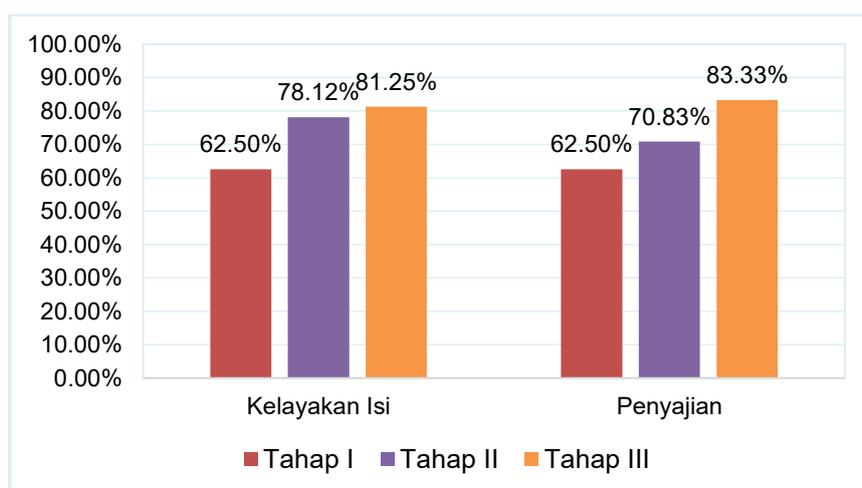
Aspek Penilaian	Skor Total			Skor Maksimal	Persentase		
	Tahap I	Tahap II	Tahap III		Tahap I	Tahap II	Tahap III
Kelayakan isi	25	27	30	32	62,5%	78,12%	81,25%
Penyajian	17	22	23	24	62,5%	70,83%	83,33%
Rerata Persentase					62,5%	75%	82,14%
Predikat					Layak	Layak	Sangat Layak

Hasil validasi materi tahap pertama disajikan pada Tabel 6, rata-rata persentase yang diperoleh adalah 62,5%, yang termasuk dalam kategori layak. Hasil validasi materi tahap kedua dengan rata-rata persentase yang diperoleh adalah 75%, yang termasuk dalam kategori layak. Hasil validasi materi tahap ketiga dengan rata-rata persentase yang diperoleh adalah 82,14%, yang termasuk dalam kategori sangat layak.



Gambar 7. Persentase Validasi Ahli Media

Aspek penilaian media ditinjau dari 4 aspek seperti keterpaduan, warna, tampilan dan *Assemblr Edu*. Berdasarkan hasil proses validasi, dapat dilihat diagram batang pada gambar 7 mengalami peningkatan pada setiap tahap penilaian yang dilakukan oleh para ahli yang menunjukkan bahwa kualitas modul meningkat. Peningkatan persentase tersebut merupakan hasil dari revisi yang dilakukan berdasarkan masukan dan saran yang diberikan oleh validator. Pada tahap akhir validasi ahli media, modul memperoleh total skor sebesar 40 dan persentase skor uji coba kelayakan media sebesar 90,9%. Dengan demikian, hasil validasi ahli media berada pada kategori kelayakan "sangat layak".



Gambar 8. Persentase Validasi Ahli Materi

Aspek penilaian materi ditinjau dari 2 aspek seperti kelayakan isi dan penyajian. Berdasarkan hasil proses validasi, dapat dilihat diagram batang pada

gambar 8 mengalami peningkatan pada setiap tahap penilaian yang dilakukan oleh para ahli yang menunjukkan bahwa kualitas modul meningkat. Pada tahap akhir validasi ahli materi, modul memperoleh total skor sebesar 46 dan persentase skor uji coba kelayakan materi sebesar 82,14%. Dengan demikian, hasil validasi ahli materi berada pada kategori kelayakan "sangat layak". Sehingga, modul dinyatakan sangat layak dan dapat dilakukan uji coba.

Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh zarman et al. (2023), yang melakukan pengembangan modul ajar IPAS berbasis PjBL untuk meningkatkan kreativitas belajar siswa di sekolah dasar. Dalam penelitian tersebut, validasi media/desain meperoleh nilai 74 dengan persentase 82,22% dan validasi ahli materi memperoleh nilai 72 dengan persentase 96%, kedua hasil validasi berada pada kategori "sangat valid". Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran PjBL dalam membuat sebuah modul memiliki potensi besar untuk menghasilkan bahan ajar yang berkualitas.

Uji Coba Produk

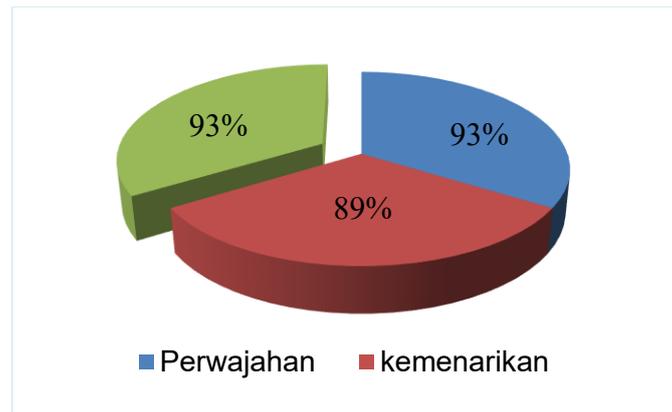
Setelah tahap validasi selesai, modul yang telah dikembangkan kemudian diuji coba kepada mahasiswa. Dalam proses uji coba, peneliti terlebih dahulu memberikan penjelasan mengenai hasil modul yang telah dikembangkan yaitu modul. Setelah itu, file modul dibagikan peneliti kepada mahasiswa melalui aplikasi WhatsApp. Selanjutnya, peneliti membagikan angket persepsi kepada mahasiswa dan meminta mereka untuk mengisi angket tersebut. Data yang diperoleh dari angket kemudian dianalisis untuk menentukan kategori kualitas modul yang dikembangkan. Hasil analisis persepsi mahasiswa disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Persepsi Mahasiswa

No	Pernyataan	Nilai
A Perwajahan		
1	Tampilan cover dan susunan materi pada modul menarik	93%
2	Kombinasi warna, font, dan tata letak modul memudahkan mahasiswa dalam membaca dan memahami materi	94%
3	Susunan modul memudahkan mahasiswa mengikuti alur pembelajaran	93%
Persentase		93%
B Kemenarikan		
4	Modul dapat memfasilitasi mahasiswa belajar secara mandiri	90%
5	Modul membantu mahasiswa menjalankan kegiatan percobaan dengan lebih terarah dan efisien	88%
6	Barcode video penjelasan materi mudah diakses dan membantu mahasiswa memahami materi dengan lebih jelas	90%
Persentase		89%
C Kelayakan Isi		
7	Petunjuk penggunaan modul berbasis <i>Project Based Learning</i> jelas dan mudah untuk dipahami	95%
8	Materi yang disajikan dalam modul mudah dipahami	88%
9	Penyajian gambar sesuai dengan materi	95%
10	Soal evaluasi dalam modul sesuai dengan materi	93%
11	Konsistensi penggunaan simbol dan istilah teknis	92%
12	Intruksi dalam modul mudah dipahami dan diikuti	94%

No	Pernyataan	Nilai
13	modul mengandung tahapan <i>Project Based Learning</i> secara sistematis	96%
		Persentase 93%
		Persentase Rata-Rata 92%
		Kategori Sangat Baik

Hasil persepsi mahasiswa terhadap pengembangan modul berbasis *project based learning* ditampilkan pada Tabel 8. Rata-rata persentase yang diperoleh adalah 92%, yang termasuk dalam kategori "sangat baik".



Gambar 9. Persentase persepsi mahasiswa

Aspek persepsi mahasiswa ditinjau dari 3 aspek seperti perwajahan, kemenarikan dan kelayakan isi. Aspek perwajahan mendapatkan persentase sebesar 93% dengan kriteria "sangat baik". Aspek kemenarikan mendapatkan persentase sebesar 89% dengan kriteria "sangat baik". Aspek kelayakan isi mendapatkan persentase sebesar 93% dengan kriteria "sangat baik". Rerata persentase persepsi mahasiswa terhadap modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) sebesar 92% dengan kriteria "sangat baik". Melalui hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) mendapatkan penilaian yang sangat baik dari mahasiswa dan mampu menarik mahasiswa untuk terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran.

Hasil atau temuan ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Sugianto, Ahied, Hadi, & Wulandari (2018), yang mengembangkan Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM Pada Materi Tekanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul IPA berbasis proyek terintegrasi STEM memperoleh respon yang sangat baik dari peserta didik. Berdasarkan hasil angket yang diberikan kepada siswa kelas VIII-A, diperoleh rata-rata skor keseluruhan sebesar 84,73% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini mencerminkan bahwa siswa merasa tertarik terhadap isi dan tampilan modul, serta terbantu dalam memahami materi tekanan melalui kegiatan proyek yang dirancang dalam pembelajaran. Modul ini mendorong keterlibatan aktif siswa, memungkinkan mereka untuk mengaitkan konsep IPA dengan situasi nyata, serta memberikan ruang untuk berpikir kritis dan kreatif. Respon positif dari peserta didik menandakan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang diterapkan dalam modul dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan kontekstual.

KESIMPULAN

Proses pengembangan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* terdiri dari 3 tahap yaitu *Analyze* (analisis), *Design* (desain), dan *Development* (pengembangan). Pada tahapan analisis terdiri dari, analisis awal atau kebutuhan, analisis karakteristik mahasiswa, analisis rancangan pembelajaran sementara (RPS), dan analisis materi pembelajaran. Pada tahapan desain terdiri dari, pembuatan *storyboard* dan pembuatan *prototype*. Tahapan pengembangan meliputi validasi yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi, serta penyebaran angket untuk memperoleh informasi mengenai tingkat kelayakan dan respon atau persepsi mahasiswa terhadap modul yang dikembangkan.

Hasil validasi menunjukkan bahwa modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang dikembangkan berada pada kategori "sangat layak" yang diartikan bahwa modul layak digunakan sebagai bahan ajar. Validasi ahli media memperoleh rerata persentase sebesar 90,9% dan validasi ahli materi memperoleh rerata persentase sebesar 82,14%. Hasil persepsi mahasiswa berada pada kriteria "sangat baik" yang artinya modul ini dapat digunakan sebagai bahan ajar pada mata kuliah Rangkaian Elektronika. Penilaian dilakukan pada 3 aspek yaitu, perwajahan dengan persentase 93%, kemenarikan dengan persentase 89%, dan kelayakan isi dengan persentase 93%. Keseluruhan aspek persepsi mahasiswa memperoleh rerata persentase 92%.

IMPLIKASI DAN REKOMENDASI

Penelitian ini memberikan gambaran bahwa penggunaan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan media interaktif seperti *Assemblr Edu* dapat menjadi inovasi yang relevan dalam pembelajaran di era digital. Implikasi dari temuan ini juga tidak hanya berdampak pada peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap materi rangkaian elektronika, tetapi juga mendorong terciptanya pembelajaran yang lebih aktif, kolaboratif, dan kontekstual. Hasil penelitian pengembangan ini juga bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan penerapan PjBL menggunakan bantuan platform digital guna meningkatkan proses pembelajaran dikelas.

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melanjutkan pengembangan modul ini hingga tahap evaluasi agar efektivitasnya dapat secara menyeluruh. Selain itu, penelitian selanjutnya juga dapat melakukan pengembangan modul elektronika lainnya atau mata kuliah serupa, guna memperluas penerapan pendekatan pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan proses pembelajaran elektronika

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, dosen validator pendidikan fisika, mahasiswa angkatan 2022 pendidikan fisika dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aji, S. D., Hudha, M. N., & Rismawati, A. Y. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Science Education Jurnal*, 01(01), 36-51.

- Branch, R. M. (2009). *Intructional Design: The ADDIE Approach*. USA: Departement of Educational Psychology and Intructional Technology University of Georgia.
- Cahyono, Y. A. (2022). Komponen Elektronika dan Cara Kerjanya. *Jurnal Portal Data*, 02(04), 01-11.
- Chairudin, M., Nurhanifa, Yustianingsih, T., Aidah, Z., Atoillah, & Hadi, M. S. (2023). Studi Literatur Pemanfaatan Aplikasi Assemblr Edu Sebagai Media Pembelajaran Matematika Jenjang SMP/MTS. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 04(02), 1312-1318.
- Fathihani, Subroto, D. E., Hayati, R., Nurlily, L., Agustina, P., Dewi, N. K., . . . Pohan, S. H. (2023). *Inovasi Pendidikan*. Serang: Sada Kurnia Pustaka.
- Fitria, R. Y., Hasan, H. A., & Sasmita, F. E. (2024). Efektivitas Media Pembelajaran Assemblr Edu Berbasis Augmented Reality (AR) Dalam Pembelajaran Diferensiasi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran IPAS Kelas IV di MIS Thoriqussalam Sidoarjo. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09(03), 76-87.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Wilfried, A. (2020). A Riview of Project Based Learning in Higher Education: Student Outcomes and Measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 01-13.
- Haspen, C. D., & Syafriani. (2022). Praktikalitas dan Efektivitas E-Modul Fisika SMA Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Etnosains Untuk Mneningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 08(01), 10-16.
- Ikhwanudin, D. P. (2018). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Trainer Elektronika Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika. *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 03(02), 19-22.
- Koo, M., & Yang, S.-W. (2025). Likert-Type Scale. *Encyclopedia*, 05(01), 01-11.
- Marhamah, S. f., Idris, M., & Irawan, D. B. (2024). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Project Based Learning pada Materi Jenis -jenis Usaha Ekonomi Masyarakat Kelas V SD. *Indonesian Research Journal on Education*, 02(04), 587-595.
- Naimah, S. J., Siskawati, F. S., & Mujib, A. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Assemblr EDU Berbasis Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *SIGMA: Kajian Ilmu Pendidikan Matematika*, 09(02), 149-154.
- Nuridiyanti. (2023). Analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran pada mata kuliah elektronika daya. *Jurnal Media Elektrik*, 20(02), 154-158.
- Oktaviona, R., & Jasril, I. R. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan AR Assemblr Edu Pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika. *Jurnal Voteteknika*, 11(02), 178-186.
- Permana, G. S., Nurhayata, I. G., & Sutaya, I. W. (2018). Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas XI TAV di SMK Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 07(03), 134-1.
- Setyawan, E., & Zamtinah. (2018). Penerapan Snowball Throwing Untuk Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika. *Jurnal Pendidikan Elektro*, 08(01), 47-53.

- Slamet, F. A. (2022). *Model Penelitian Pengembangan*. Jawa Timur: Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang.
- Sulastri, H. P., Irvani, A. I., & Warliani, R. (2024). Pengembangan Modul Digital Fisika Berbasis Project Based Learning (PjBL) Dalam Meningkatkan Minat Belajar Peserta Didik. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 08(01), 97-111.
- Sugianto, D. S., Ahied, M., Hadi, W. P., & Wulandari, A. Y. (2018). Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM Pada Materi Tekanan. *Journal of Natural Science Education Reseach*, 01(01), 28-13.
- Sugiarto, A. (2022). Penggunaan Media Augmented Reality Assemblr Edu Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peredaran Darah. *Madaris: Jurnal Guru Inovatif*, 01(02), 1-13.
- Triwoelandari, r., Rahmawati, P., & Gustiawati, S. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Ipa Berbasis Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi Siswa Kelas 5 SD/MI. *Attadib: Journal of Elementary Education*, 07(03), 23-34.
- Triyanti, M., & Sulistiyono. (2023). Pengembangan Modul IPA Berbasis Project Based Learning (Pjbl) Untuk Meningkatkan Pengetahuan Faktual dan Konseptual Siswa SMP Kelas VIII. *Jurnal Perspektif Pendidikan*, 17(02), 270-280.
- Wahyuni, A., Windi, R. J., Wandini, R. R., & Hutagalung, S. A. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Aktivitas Materi Rangkaian Listrik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *El-Ibtidaiy: Journal of Primary Education*, 04(02), 144-151.
- Yuliana, Prasetyo, Z. K., & Hastuti, P. W. (2018). Pengembangan Modul IPA Berbasis Project Based Learning Untuk Menumbuhkan Kreativitas Peserta Didik Kelas VIII SMP. *Journal Technological Pedagogical Content Knowledge*, 07(04), 121-126.
- Zarman, A., Wazni, M. K., & Nuraini. (2023). Pengembangan Modul Ajar IPAS Berbasis PjBL Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Suluh Edukasi*, 04(01), 96-104.