

# Pengembangan Modul Elektronika Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) Pada Materi Sensor dan Transduser

Ertina Novirasari<sup>1\*</sup>, Nehru<sup>2</sup>, Febri Berthalita Pujaningsih<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Indonesia

<sup>3</sup> Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Indonesia

Received: 17 October 2025

Revised: 14 November 2025

Accepted: 09 December 2025

Corresponding Author:

Ertina Novirasari

[ertinanov77@gmail.com](mailto:ertinanov77@gmail.com)

© 2025 Kappa Journal is licensed under  
a Creative Commons Attribution-  
NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v9i3.32684>

**Abstract:** Permasalahan yang ditemukan pada pembelajaran elektronika materi sensor dan transduser adalah kurangnya bahan ajar yang sesuai dan mampu mendorong pemahaman mahasiswa secara mendalam. Berdasarkan hasil observasi awal, sebanyak 82,6% mahasiswa menyatakan kesulitan dalam memahami materi dan 91,32% menyatakan perlunya pengembangan bahan ajar yang kontekstual dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul elektronika berbasis proyek (*Project Based Learning*) yang dapat memfasilitasi pembelajaran aktif, mandiri dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan dengan model ADDIE yang meliputi tahap *analysis*, *design*, *development*, *implementation* dan *evaluation*. Pada penelitian ini, proses hanya dilakukan hingga tahap *development*, yaitu pengembangan dan validasi produk modul. Subjek uji coba terdiri dari ahli materi, ahli media dan 26 mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jambi sebagai pengguna akhir. Instrumen yang digunakan berupa angket validasi dan angket persepsi mahasiswa. Data analisis secara deskriptif kuantitatif berdasarkan kriteria kelayakan dan penerimaan produk. Hasil validasi menunjukkan tingkat kelayakan sangat baik dengan skor 83,1% dari ahli materi dan 89% dari ahli media. Persepsi mahasiswa juga menunjukkan kategori sangat baik dengan skor 84,5%. Modul elektronika berbasis proyek pada materi sensor dan transduser dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai bahan ajar di perguruan tinggi.

**Keywords:** Pengembangan Modul; *Project Based Learning*; Sensor dan Transduser; ADDIE

## Pendahuluan

Pendidikan merupakan fondasi utama dalam pembentukan generasi muda yang kompeten dan siap menghadapi tantangan teknologi yang terus berkembang. Hal tersebut berarti bahwa pendidikan merupakan penuntun, pembimbing dan penunjuk arah bagi para peserta didik agar mereka dapat tumbuh dewasa sesuai dengan potensi dan konsep diri yang sebenarnya, sehingga mereka dapat tumbuh, bersaing dan mempertahankan kehidupannya di masa depan yang penuh dengan tantangan dan perubahan (Muis *et al.*, 2021). Selain itu, kurikulum di Indonesia juga mengalami perubahan dari tahun 1947 dan terakhir

2013 (Santika *et al.*, 2022). Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nadiem Makarim mencetuskan adanya perubahan kurikulum yaitu kurikulum merdeka belajar dengan konsep kurikulum yang menuntut kemandirian bagi peserta didik (Manalu *et al.*, 2022). Di perguruan tinggi juga dituntut untuk dapat merancang dan melaksanakan proses pembelajaran yang inovatif agar mahasiswa dapat meraih capaian pembelajaran melalui aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan secara optimal dan relevan (Simatupang & Yuhertiana, 2021).

Kemandirian belajar mahasiswa akan mengantarkan mahasiswa untuk belajarmenganalisa

## How to Cite:

Novirasari, E., Nehru, N., & Pujaningsih, F. B. (2025). Pengembangan Modul Elektronika Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) Pada Materi Sensor dan Transduser. *Kappa Journal*, 9(3), 314-320. <https://doi.org/10.29408/kpj.v9i3.32684>

dan mengembangkan pikiran kritis (Anjarsari & Kamaludin, 2021). Model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemandirian belajar harus berpusat pada mahasiswa, salah satunya adalah pembelajaran berbasis proyek. Model pembelajaran berbasis proyek merupakan pembelajaran inovatif yang berpusat pada mahasiswa (*student centered*) dan menempatkan guru sebagai motivator dan fasilitator, dimana mahasiswa diberi peluang bekerja secara otonom mengkonstruksi belajarnya (Anggraini & Wulandari, 2021). Model pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat secara langsung dan bertanggung jawab penuh atas pembelajaran (Aninda *et al.*, 2019). Pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang melibatkan keaktifan dalam memecahkan masalah, dilakukan secara berkelompok atau mandiri melalui tahapan ilmiah dengan batasan waktu tertentu yang dituangkan dalam sebuah produk (Handayani, 2020).

Selain model pembelajaran, bahan ajar juga tidak kalah penting untuk digunakan pada proses pembelajaran. Bahan ajar didefinisikan sebagai alat yang digunakan pendidik untuk melakukan pembelajaran di dalam kelas. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan adalah bahan ajar modul (Saputri *et al.*, 2020). Modul merupakan sarana pembelajaran dalam bentuk tertulis atau cetak yang disusun secara sistematis, memuat materi pembelajaran, metode, tujuan pembelajaran berdasarkan kompetensi dasar atau indikator pencapaian kompetensi, petunjuk kegiatan belajar mandiri (*self introductional*) dan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menguji diri sendiri melalui latihan soal yang disajikan dalam modul tersebut (Al Azka *et al.*, 2019). Modul adalah bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, didalamnya memuat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk mahasiswa menguasai materi dan evaluasi (Azizah *et al.*, 2019).

Namun, berdasarkan analisis awal yang dilakukan terhadap mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika yang telah menempuh mata kuliah Elektronika, khususnya pada materi Sensor dan Transduser, ditemukan adanya permasalahan dalam proses pembelajaran. Sebanyak 82,6% mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep pada materi sensor dan transduser, terutama dalam memahami rangkaian sensor dan menentukan jenis sensor yang tepat untuk suatu aplikasi. Salah satu faktor utama penyebabnya adalah ketidasesuaian bahan ajar yang digunakan, baik dari segi kelengkapan maupun pendekatan penyajian materi. Selain itu, 86,9% mahasiswa menyatakan bahwa bahan ajar yang digunakan dosen belum cukup mendukung pemahaman yang mendalam terhadap materi dan

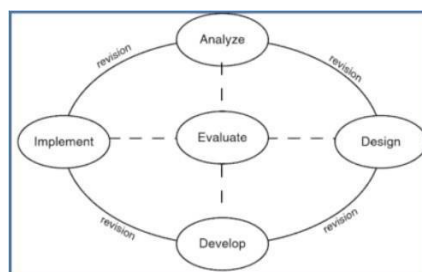
91,3% mahasiswa menyampaikan perlunya pengembangan modul Elektronika yang lebih efektif, kontekstual serta mendorong kemandirian belajar dan berpikir kritis.

Kondisi ini menunjukkan bahwa diperlukan bentuk pengembangan bahan ajar yang tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga mampu memfasilitasi pembelajaran yang aktif dan mandiri sesuai dengan Kurikulum Merdeka di Pendidikan tinggi. Salah satu solusi yang mampu menjawab permasalahan tersebut adalah dengan pengembangan modul berbasis proyek (*Project Based Learning*). Modul ini dirancang untuk melibatkan mahasiswa secara langsung dalam proses belajar melalui kegiatan proyek, sehingga mendorong keterlibatan aktif, pemahaman yang lebih mendalam serta penguatan kemampuan berpikir kritis dan kolaboratif. Menurut Anggraini dan Wulandari (2021), pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan motivasi belajar, kemandirian dan pemahaman konsep secara lebih menyeluruh karena mahasiswa terlibat langsung dalam proses menemukan dan mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Dengan demikian, modul berbasis proyek tidak hanya relevan secara pedagogis, tetapi juga menjadi solusi yang baik untuk mengatasi permasalahan pemahaman materi dan keterbatasan bahan ajar yang selama ini dirasakan mahasiswa.

Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan solusi terhadap permasalahan diatas sehingga diharapkan dapat berguna terkhusus pada pelaksanaan pembelajaran pada mata kuliah Elektronika pada materi Sensor dan Transduser.

## Metode

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan ADDIE. Model ini dapat digunakan untuk mengembangkan beberapa macam produk, salah satunya adalah bahan ajar. Model ADDIE terdiri dari lima langkah pengembangan yaitu *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi) dan *Evaluation* (Evaluasi). Namun, pada penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap *Development* (Pengembangan).



**Gambar 1.** Model pengembangan berdasarkan kerangka ADDIE (Sumber : Branch, 2009)

Adapun penjelasan dari masing-masing tahap penelitian ini sebagai berikut:

### 1. Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: a). Validasi kesenjangan kinerja: prosedur ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya permasalahan di lapangan dengan melakukan observasi awal dengan mahasiswa untuk memperoleh informasi mengenai kelebihan dan kekurangan bahan ajar yang biasanya digunakan oleh dosen; b). menentukan tujuan instruksional: prosedur ini bertujuan untuk merumuskan solusi terhadap kesenjangan kinerja yang teridentifikasi; c). Analisis karakteristik mahasiswa: tujuan dari langkah ini adalah agar pengembangan modul elektronika berbasis proyek dapat disesuaikan dengan kebutuhan nyata mahasiswa; d). Memeriksa sumber daya yang tersedia: memeriksa sumber daya secara menyeluruh sangat penting untuk memastikan kelancaran dan efektivitas pengembangan produk pembelajaran; e). Menentukan strategi pembelajaran yang tepat: dalam penelitian ini, strategi yang dipilih adalah pengembangan modul elektrobika berbasis proyek (*Project Based Learning*) pada materi sensor dan transduser, yang dirancang sebagai sumber belajar tambahan bagi mahasiswa; f). Menyusun rencana pengelolaan proyek: pada tahap ini, peneliti menyusun daftar rencana kerja secara sistematis sebagai panduan dalam proses pengembangan modul agar seluruh tahapan pengembangan dapat berjalan secara terstruktur, efisien dan tepat sasaran dari segi mutu, waktu dan sumber daya.

### 2. Desain (*Design*)

Tahap desain dalam penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: a). Merancang desain modul elektronika: Pada tahap ini, dilakukan perencanaan terhadap tampilan dan struktur modul secara keseluruhan. Hal ini mencakup penentuan format halaman, tata letak isi, pemilihan jenis dan ukuran huruf, skema warna, serta penempatan ilustrasi dan gambar pendukung; b). Merancang isi modul elektronika: Perancangan isi modul difokuskan pada pemilihan materi pembelajaran yang sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah Elektronika, khususnya pada materi sensor dan transduser. Setiap bagian modul dilengkapi dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, uraian materi, peta konsep dan kegiatan simulasi berbasis proyek; c). Merancang produk elektronika: Setelah struktur dan isi modul

dirancang, langkah berikutnya adalah menyusun prototipe atau produk awal modul dalam bentuk cetak. Produk ini disusun berdasarkan *storyboard* yang telah dirancang sebelumnya.

### 3. Pengembangan (*Development*)

Pada tahap ini, dilakukan proses pengembangan produk berdasarkan desain storyboard yang telah dirancang sebelumnya. Desain ini menjadi acuan utama dalam mewujudkan produk akhir dalam bentuk modul. Setelah modul dikembangkan, dilakukan proses validasi produk oleh 2 orang dosen yang berperan sebagai validator, yaitu ahli materi dan ahli media. Validasi ini bertujuan untuk menilai kualitas dan kelayakan modul sebelum digunakan secara lebih luas.

Aspek yang dinilai validator ahli materi mencakup kelayakan isi, kelayakan penyajian dan penggunaan bahasa. Sementara itu, aspek yang divalidasi oleh ahli materi meliputi kesederhanaan tampilan, keterpaduan elemen, keseimbangan visual serta aspek desain seperti bentuk, warna dan kesesuaian dengan langkah-langkah PjBL. Penilaian dari validator menjadi dasar untuk menentukan apakah modul memerlukan perbaikan. Jika hasil validasi menunjukkan adanya kekurangan, maka modul akan direvisi sesuai saran yang diberikan. Namun, jika hasil validasi menyatakan bahwa modul sudah baik dan layak digunakan, maka tidak diperlukan revisi lebih lanjut.

Setelah modul dinyatakan layak berdasarkan hasil validasi, langkah berikutnya adalah menyebarkan angket persepsi mahasiswa kepada mahasiswa Pendidikan Fisika yang telah mengambil mata kuliah elektronika. Tujuan penyebaran angket ini adalah untuk memperoleh gambaran mengenai persepsi dan tanggapan mahasiswa terhadap penggunaan modul yang dikembangkan, sehingga dapat diketahui sejauh mana efektivitas dan penerimaan modul dikalangan pengguna langsung.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan skala Likert dengan pilihan sangat tidak setuju, setuju, cukup setuju, setuju dan setuju dengan kriteria penskoran sebagai berikut:

**Tabel 1.** Kriteria Penskoran Skala *Likert*

No	Alternatif Jawaban	Skor Pernyataan
1	Sangat Setuju	5
2	Setuju	4
3	Cukup Setuju	3
4	Tidak Setuju	2
5	Sangat Tidak Setuju	1

Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis untuk menghitung persentase tiap butir pernyataan dengan rumus sebagai berikut:

$$Persentase = \frac{\text{Skor Total}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\% \dots (1)$$

Setelah dianalisis, data tersebut kemudian diinterpretasikan sehingga diperoleh suatu kesimpulan terhadap modul elektronika berbasis proyek yang akan dikelompokkan menjadi lima kategori sebagai berikut:

**Tabel 2.** Kriteria Interpretasi Persentase Angket Validasi

No	Persentase (%)	Kategori
1	80%-100%	Sangat Layak
2	60%-80%	Layak
3	40%-60%	Cukup Layak
4	20%-40%	Tidak Layak
5	0%-20%	Sangat Tidak Layak

Pengembangan modul dalam penelitian ini dibatasi hanya sampai pada tahap *development* dalam model ADDIE karena fokus utama penelitian adalah menghasilkan produk berupa modul elektronika yang valid dan layak digunakan berdasarkan penilaian para ahli dan uji persepsi terbatas dari mahasiswa sebagai pengguna modul. Dengan demikian, pembatasan hingga tahap *development* tetap relevan dan memadai untuk menjawab tujuan penelitian, yaitu menghasilkan modul elektronika berbasis proyek yang layak secara isi maupun media berdasarkan validasi ahli materi dan uji persepsi mahasiswa.

## Hasil dan Pembahasan

Produk yang dihasilkan dari penelitian pengembangan ini berupa Modul Elektronika berbasis proyek (*Project Based Learning*) yang berfokus pada materi sensor dan transduser. Proyek dalam modul PjBL ini menuntut mahasiswa merancang dan membuat rangkaian sensor sederhana, dimulai dari mengidentifikasi masalah, memilih jenis sensor yang cocok digunakan, membuat skema rangkaian, melakukan simulasi dan terakhir membuat laporan hasil kerja. Pelaksanaan proyek ini terbukti mampu membantu mahasiswa dalam memahami konsep dengan baik. Hal ini sesuai dengan penelitian Anggraini *et al.* (2021) dan Aninda *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa PjBL dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa melalui pengalaman langsung.

Modul ini dirancang menggunakan perangkat lunak *Microsoft Word* dan *Canva*, untuk menghasilkan tampilan modul yang menarik secara visual dan mudah digunakan mahasiswa. Proses pengembangan modul mengacu pada model ADDIE, yang mencakup lima tahapan, yaitu Analisis (*Analysis*), Desain (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi (*Implementation*) dan Evaluasi (*Evaluation*).

Namun demikian, dalam pelaksanaannya, penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan (*development*). Hal ini disebabkan oleh fokus utama

penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan produk berupa modul pembelajaran yang telah tervalidasi dan dinyatakan layak digunakan. Validitas dan kelayakan modul ini didasarkan pada penilaian para ahli materi serta uji persepsi secara terbatas oleh mahasiswa sebagai calon pengguna. Dengan demikian, keterbatasan sampai pada tahap pengembangan (*development*) tetap dianggap relevan dan sesuai dengan tujuan penelitian, yakni menciptakan modul elektronika.

### 1. Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis merupakan langkah awal yang sangat penting dalam proses penelitian ini. Tujuan utama dari tahap ini adalah mengidentifikasi dan memahami permasalahan yang terjadi di lapangan secara mendalam, sehingga dapat dirumuskan solusi pengembangan yang tepat dan relevan dengan kebutuhan yang ada. Tahap analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

#### a. Validasi kesenjangan kinerja

Langkah ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dalam proses pembelajaran di lapangan yaitu dengan melakukan wawancara dan menyebarkan angket kebutuhan awal kepada 26 mahasiswa Pendidikan Fisika Angkatan 2022 yang sudah mengikuti mata kuliah Elektronika. Dari hasil wawancara dan angket, diketahui bahwa sumber belajar yang digunakan selama ini hanya berupa *powerpoint*, *e-book* dan jurnal. Namun, belum ada modul berbasis proyek yang digunakan sebagai bahan ajar. Selain itu, ditemukan juga bahwa belum tersedia bahan ajar yang dapat memberikan gambaran atau panduan secara jelas kepada mahasiswa dalam membuat proyek elektronika, khususnya pada materi sensor dan transduser.

#### b. Menentukan tujuan instruksional

Tujuan instruksional disusun untuk merumuskan solusi atas kesenjangan kinerja atau permasalahan yang ditemukan di lapangan. Dalam hal ini, berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, dikembangkanlah modul pembelajaran elektronika berbasis proyek (*project based learning*) pada materi sensor dan transduser. Modul ini dirancang sebagai bahan ajar yang relevan dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa, khususnya dalam meningkatkan pemahaman konsep secara aplikatif.

#### c. Analisis karakteristik mahasiswa

Hasil analisis awal terhadap mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika yang telah menempuh mata kuliah Elektronika, khususnya pada topik sensor dan transduser, menunjukkan adanya hambatan dalam proses pembelajaran. Sebanyak 82,6% mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep pada materi tersebut. Permasalahan ini Sebagian besar disebabkan oleh ketidaksesuaian bahan ajar yang



digunakan, baik dari segi kelengkapan materi maupun penyajiannya kurang menarik dan tidak kontekstual.

Lebih lanjut, 86,9% mahasiswa mengungkapkan bahwa bahan ajar yang diberikan dosen belum mampu membantu mereka memahami materi secara mendalam. Bahkan, sebanyak 91,3% mahasiswa menyatakan perlunya pengembangan bahan ajar berupa modul elektronika yang lebih efektif, relevan dengan kebutuhan serta mampu meningkatkan kemandirian belajar dan kemampuan berpikir kritis.

#### d. Memeriksa sumber daya yang tersedia

Sebagai bagian dari proses pengembangan modul elektronika berbasis proyek (*Project Based Learning*), dilakukan pemeriksaan terhadap sumber daya yang tersedia guna menunjang setiap tahapan dalam model pengembangan ADDIE. Pemeriksaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh kebutuhan pengembangan dapat terpenuhi secara optimal sehingga proses penyusunan produk pembelajaran berjalan lancar dan efektif.

Pemeriksaan ini mencakup ketersediaan perangkat lunak seperti Microsoft Word dan Canva untuk kebutuhan desain modul, akses terhadap literatur pendukung berupa buku teks, jurnal, serta sumber daring untuk memperkuat materi sensor dan transduser, serta ketersediaan perangkat elektronika dasar seperti breadboard, resistor, kabel jumper, LDR, thermistor, dan sensor ultrasonik sebagai contoh alat yang digunakan dalam perancangan proyek. Selain itu, peneliti memastikan dukungan dosen ahli sebagai validator, fasilitas laboratorium atau ruang kerja yang memadai, serta akses internet untuk menunjang penyusunan materi dan pembuatan konten visual. Ketersediaan sumber daya tersebut memastikan bahwa proses pengembangan modul dapat berjalan lancar, sistematis, dan sesuai standar kelayakan produk pembelajaran.

#### e. Menentukan strategi pembelajaran yang tepat

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan permasalahan yang ditemukan dalam proses pembelajaran mata kuliah elektronika, khususnya pada materi sensor dan transduser, ditetapkan strategi pembelajaran yang dianggap paling tepat untuk mengatasinya. Strategi yang dipilih dalam penelitian ini adalah pengembangan modul elektronika berbasis proyek (*project based learning*) yang difokuskan pada materi sensor dan transduser.

#### f. Menyusun rencana pengelolaan proyek

Pada tahap ini, peneliti menyusun daftar rencana kerja secara sistematis sebagai pedoman dalam pelaksanaan pengembangan modul pembelajaran Elektronika berbasis proyek. Penyusunan rencana ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh tahapan pengembangan dapat terlaksana dengan terstruktur,

efisien, dan tepat sasaran, baik dari segi mutu, waktu, maupun pemanfaatan sumber daya.

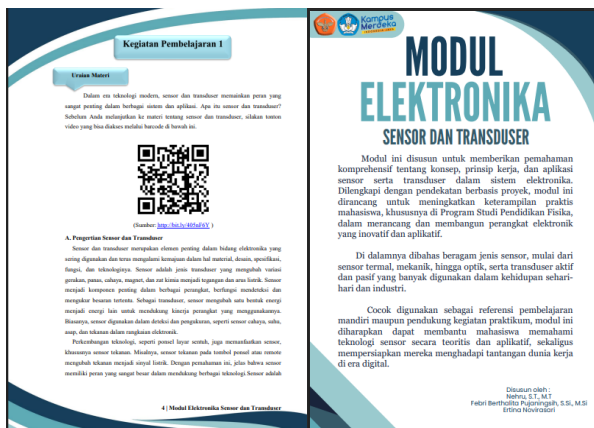
## 2. Desain (Design)

Pada tahap desain, peneliti mulai menyusun rancangan awal produk yang akan dikembangkan, yakni modul elektronika berbasis proyek. Fokus utama pada tahap ini adalah merancang struktur isi modul yang mencakup materi sensor dan transduser, dilengkapi dengan gambar, video simulasi, proyek-proyek serta kuis yang sesuai dengan konteks pembelajaran mahasiswa.

Perancangan dilakukan dengan memperhatikan keterpaduan antara teori dan praktik pembelajaran agar menjadi bermakna dan kontekstual. Dalam proses ini, peneliti juga menggunakan strategi pembelajaran berbasis proyek kedalam bentuk kegiatan pembelajaran dalam modul, sehingga mahasiswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengimplementasikannya dalam bentuk proyek sederhana.

Peneliti menggunakan aplikasi *Canva* dalam mendesain cover dan *template* agar modul lebih menarik dan seragam. Sementara itu, penyusunan isi modul dibuat dengan menggunakan *Microsoft Word* dengan format halaman A4 (21 cm x 29,7 cm) dengan orientasi *portrait* serta pengaturan margin 4 cm pada sisi kiri dan 3 cm pada sisi atas, bawah dan kanan. Pemilihan ukuran dan format ini disesuaikan agar modul menarik untuk dibaca dan mudah dicetak dan dipahami.





Gambar 2. Cover Depan, Isi dan Cover Belakang Modul

### 3. Pengembangan (Development)

Pada tahap pengembangan, modul divalidasi oleh ahli materi untuk memastikan bahwa isi, penyajian dan kebahasaan dalam modul sudah sesuai dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil validasi diperoleh persentase rata-rata sebesar 83,1% yang termasuk kategori sangat layak. Dengan nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa secara umum modul sudah memenuhi standar kelayakan isi, penyajian dan bahasa. Oleh karena itu, tidak dilakukan validasi tahap kedua, karena hasil validasi pertama sudah menunjukkan modul sudah dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran dan validator tetap memberikan beberapa saran perbaikan yang bersifat penyempurnaan yaitu memperbaiki beberapa penulisan kata atau istilah yang kurang tepat.

Sementara itu, validasi ahli media dilakukan sebanyak dua kali. Pada validasi tahap pertama, modul memperoleh persentase rata-rata 73,83% yang termasuk dalam kategori layak. Meskipun sudah memenuhi kriteria kelayakan, ahli media memberikan beberapa komentar dan saran perbaikan agar tampilan dan keterbacaan modul menjadi lebih optimal. Setelah menerima masukan dari validasi tahap pertama, peneliti kemudian melakukan revisi dan penyempurnaan modul sesuai dengan saran yang telah diberikan oleh ahli media. Setelah itu dilakukan validasi tahap kedua dan memperoleh persentase rata-rata 89% yang termasuk kategori sangat layak. Peningkatan persentase ini menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan telah berhasil meningkatkan kualitas modul. Secara keseluruhan, hasil validasi tahap kedua membuktikan bahwa modul yang dikembangkan sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Selanjutnya, dilakukan uji pengembangan untuk mendapatkan persepsi mahasiswa sebagai pengguna langsung terhadap modul yang telah dikembangkan. Berdasarkan angket yang disebar kepada 26 mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah elektronika, diperoleh hasil persentase sebesar 84,5 % yang termasuk kategori "sangat baik". Hasil ini

menunjukkan bahwa secara umum mahasiswa merasa puas dan terbantu dengan adanya modul tersebut. Mahasiswa menyampaikan bahwa modul ini mudah digunakan, bahasanya komunikatif dan tidak membingungkan, serta penyajian proyeknya menantang dan menyenangkan. Selain itu, mahasiswa menilai modul ini sudah sesuai dengan gaya belajar dan kebutuhan mahasiswa saat ini, yang menginginkan modul ajar yang tidak hanya menjelaskan teori tetapi juga menyajikan pengalaman belajar nyata melalui proyek. Dengan kata lain, modul ini berhasil menjawab harapan mahasiswa yang sebelumnya merasa kesulitan dalam memahami materi sensor dan transduser karena tidak adanya bahan ajar yang kontekstual dan praktis.

### Kesimpulan

Hasil akhir pengembangan modul elektronika berbasis proyek (*Project Based Learning*) pada materi sensor dan transduser adalah berupa modul cetak berukuran A4 yang dirancang secara sistematis dan menarik sehingga mampu menjawab permasalahan awal terkait kesulitan mahasiswa dalam memahami materi serta keterbatasan bahan ajar pada materi sensor dan transduser. Hasil validasi ahli materi menunjukkan persentase 83,1% (kategori sangat layak) sehingga tidak diperlukan validasi ulang. Sementara itu, validasi ahli media dilakukan dua kali. Validasi pertama memperoleh persentase 73,83% (kategori layak) dan setelah revisi berdasarkan komentar dan saran, validasi kedua meningkat menjadi 89% (kategori sangat layak). Dengan demikian secara keseluruhan modul ini terbukti layak digunakan dalam pembelajaran. Berdasarkan angket yang telah diberikan kepada 26 mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah elektronika, diperoleh persentase 84,5 % yang termasuk kategori sangat baik. Mahasiswa menyatakan bahwa modul ini menarik, mudah dipahami, mendukung pembelajaran mandiri dan sesuai dengan kebutuhan serta harapan mahasiswa dalam memahami materi sensor dan transduser yang lebih konkret dan menyenangkan. Secara praktis, modul ini berimplikasi positif bagi dosen karena dapat digunakan sebagai bahan ajar yang lebih terstruktur dan mudah dipahami oleh mahasiswa. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya dilakukan sampai tahap development sehingga belum bisa mengukur dampak modul terhadap peningkatan hasil belajar secara langsung. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dapat melanjutkan pengembangan modul ini ke tahap implementasi dan evaluasi, agar tidak hanya berhenti pada aspek kelayakan. Selain itu, peneliti berikutnya juga dapat mengembangkan versi digital agar lebih fleksibel digunakan baik secara daring maupun luring.

## Daftar Pustaka

- Al Azka, H. H., Setyawati, R. D., & Albab, I. U. (2019). Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika Pengembangan Modul Pembelajaran. Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika, 1(5), 224–236.
- Anggraini, P. D., & Wulandari, S. S. (2021). Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning 9, 292–299.
- Aninda, A., Permanasari, A., & Ardianto, D. (2019). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Stem Siswa Sma. 3, 1–16.
- Anjarsari, W., & Kamaludin, D. (2021). Implementasi Pembelajaran Online Berbasis Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa. 10(2), 255–263.
- Azizah, L. M., Poernomo, J. B., & Faqih, M. I. (2019). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Guided Inquiry Pada Materi Alat-Alat Optik Kelas Xi Ma / Sma. 1(1), 11–20.
- Handayani, L. (2020). Jurnal Paedagogy : Jurnal Paedagogy : 7(3), 168–174.
- Manalu, J. B., Sitohang, P., Heriwati, N., & Turnip, H. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kurikulum Merdeka Belajar. 1, 80–86. <https://doi.org/10.34007/Ppd.V1i1.174>
- Muis, A., Pawero, D., Agama, I., Negeri, I., & Manado, I. (2021). Arah Baru Perencanaan Pendidikan Dan Implikasinya Terhadap Kebijakan Pendidikan. 4(1).
- Santika, I. G. N., Suarni, N. K., & Lasmawan, I. W. (2022). Nalisis Perubahan Kurikulum Ditinjau Dari Kurikulum Sebagai Suatu Ide. 10(3), 694–700.
- Saputri, N., Azizah, I. N., & Hernisawati. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Modul Dengan Pendekatan Discovery Learning Pada Materi Himpunan. 1(2), 48–58.
- Simatupang, E., & Yuhertiana, I. (2021). Merdeka Belajar Kampus Merdeka Terhadap Perubahan Paradigma Pembelajaran Pada Pendidikan Tinggi : Sebuah Tinjauan Literatur. 2(2), 30–38.