



Kit Robot Pendeteksi Gas Berbasis *Project Based Learning*: Analisis Kelayakan dan Persepsi Mahasiswa

Adong H Lumbantoruan^{1*}, Nehru¹, Budi Eka Dharma¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2203>

Article Info:

Received : 30 Mei 2026
Revised : 10 Juni 2026
Accepted : 15 Juni 2026
Published : 24 Juni 2026

Correspondence:

Adong H Lumbantoruan

Phone: +6281262302892

Abstract: Sensor and microcontroller materials in the Advanced Electronics course are essential for developing automation-based technologies such as the *Internet of Things (IoT)* and robotics. However, learning in this course is often constrained by limited practical media, as instruction tends to be dominated by theory without adequate hands-on support, making it difficult for students to connect concepts with real-world applications. This study aims to analyze the feasibility and students' perceptions of a gas detection robot kit based on Project-Based Learning (*PjBL*) for sensor and microcontroller materials. The research employed the Research and Development (R&D) method using the 4D model. The robot kit was developed using an Arduino Uno integrated with gas, ultrasonic, infrared, and Bluetooth sensors. Accompanying this, a learning module was structured following the *PjBL* syntax. Expert validation results indicated that the robot kit obtained feasibility scores of 100% and 96% from two validators, categorized as "Very Feasible." Meanwhile, the module's feasibility increased from 86% and 89% in stage I to 91% and 98% in stage II. Furthermore, a perception questionnaire distributed to 22 students yielded a positive response with a percentage of 83%, categorized as "Very Good." In conclusion, the gas detection robot kit and the *PjBL*-based module are highly feasible and well-received as learning media.

Keywords: Robot Kit; Gas Detector; *Project Based Learning*; Sensor; Microcontroller

Citation: Lumbantoruan, A. H., Nehru, & Dharma, B. E. (2026). Kit Robot Pendeteksi Gas Berbasis Project Based Learning: Analisis Kelayakan dan Persepsi Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 2688-2697. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2203>

Pendahuluan

Memasuki era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0, dunia Pendidikan dituntut untuk lebih adaptif, kreatif dan inovatif dalam mempersiapkan generasi penerus yang mampu bersaing secara global. Dalam hal ini, Pendidikan dituntut untuk menghadirkan pembelajaran yang modern dan aplikatif serta mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis serta kreatif mahasiswa agar siap beradaptasi dengan perkembangan zaman (Kahar et al., 2021; Humiati & Budiarti, 2020).

Sejalan dengan tuntutan tersebut, pemerintah melalui Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025 menetapkan bahwa mata pelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial (AI) mulai diselenggarakan secara bertahap di jenjang pendidikan dasar dan menengah.

Implementasi kebijakan tersebut memerlukan berbagai persiapan, seperti kesiapan pendidik dalam menyesuaikan metode pembelajaran, penguasaan teknologi dan pemrograman, ketersediaan sumber belajar, serta dukungan sarana dan prasarana yang memadai (Maryam et al., 2025).

Kondisi ini menunjukkan bahwa lembaga pendidikan tinggi sebagai institusi yang mempersiapkan calon pendidik juga perlu mempersiapkan mahasiswanya dengan kompetensi yang sesuai dengan tuntutan pembelajaran berbasis teknologi. Sebagai calon guru, mahasiswa Pendidikan Fisika perlu dibekali pengetahuan dan keterampilan dalam bidang sensor, mikrokontroler, dan robotika yang menjadi dasar pengembangan berbagai teknologi

modern, sehingga mampu beradaptasi dengan perkembangan kurikulum dan kebutuhan pembelajaran di masa mendatang.

Salah satu mata kuliah yang berperan penting dalam membentuk kompetensi tersebut adalah Elektronika Lanjut. Mata kuliah ini memuat materi sensor dan mikrokontroler yang berperan penting dalam pengembangan berbagai sistem otomasi seperti *Internet of Things (IoT)* dan robotika. Namun dalam pelaksanaannya, pembelajaran Elektronika Lanjut masih menghadapi kendala signifikan berupa keterbatasan media praktik di laboratorium. Pembelajaran cenderung didominasi teori tanpa dukungan media praktik yang memadai, sehingga mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami keterkaitan antara konsep dan penerapannya secara nyata. Kondisi ini menyebabkan pengalaman belajar mahasiswa menjadi kurang optimal, terutama dalam mengembangkan keterampilan praktik dan pemecahan masalah yang dibutuhkan dalam pembelajaran berbasis teknologi.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan media pembelajaran yang mampu mengintegrasikan pengalaman praktik dengan pembelajaran berbasis proyek. *Project Based Learning (PjBL)* menuntut adanya objek proyek nyata yang dirancang, dirakit, diprogram, dan diuji oleh mahasiswa secara bertahap, sehingga konsep teoritis dapat diterapkan secara konkret. Kit robot pendeteksi gas dinilai sesuai untuk memenuhi tuntutan tersebut, karena tahapan pengembangannya mulai dari pemilihan komponen sensor, perakitan rangkaian, pemrograman mikrokontroler, hingga pengujian system sejalan dengan sintaks *PjBL*, sehingga mahasiswa dapat mengalami secara langsung keterkaitan antara konsep sensor dan mikrokontroler dengan produk nyata yang dihasilkan. Oleh karena itu, salah satu alternatif media pembelajaran yang dapat digunakan adalah kit robot pendeteksi gas yang dipadukan dengan modul berbasis *Project Based Learning (PjBL)*.

Kit robot tersebut dirancang sebagai robot mobile berbasis Arduino uno dengan 4 roda yang dilengkapi sensor gas untuk mendeteksi keberadaan gas di lingkungan. Kit robot menggunakan sensor ultrasonic dan infrared untuk menghindari halangan, robot dapat dikendalikan melalui smartphone menggunakan modul Bluetooth Hc-05 serta dapat membunyikan alarm berupa alarm visual melalui LED dan peringatan suara melalui buzzer ketika gas terdeteksi. Pemilihan berbagai jenis sensor dalam satu kit ini bertujuan agar mahasiswa dapat mempelajari secara langsung prinsip kerja, karakteristik, serta cara pengintegrasian beberapa jenis sensor yaitu sensor gas, ultrasonik, dan inframerah dengan mikrokontroler Arduino dalam satu sistem yang utuh. Dengan demikian, kit robot ini tidak hanya

berfungsi sebagai alat pendeteksi gas, tetapi juga sebagai media praktik yang representatif untuk materi sensor dan mikrokontroler pada mata kuliah Elektronika Lanjut, sehingga dapat mengatasi keterbatasan media praktik yang selama ini menjadi kendala dalam pembelajaran.

Robot mobile adalah robot yang dapat bergerak secara mandiri atau semi-mandiri menggunakan roda atau mekanisme gerak lainnya untuk melakukan tugas tertentu. Robot ini umumnya dikendalikan oleh mikrokontroler dan dilengkapi sensor serta aktuator untuk berinteraksi dengan lingkungan (Kusumawardhana et al., 2023).

Kit robot yang dikembangkan bersifat modular dalam bentuk kit pembelajaran, di mana komponen seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator dapat dilepas dan dipasang kembali saat proses perakitan maupun perawatan. Namun, konfigurasi sistem tidak mengalami perubahan fungsi, sehingga robot tetap beroperasi sebagai sistem pendeteksi gas berbasis mobile robot.

Sehingga dapat digunakan sebagai sarana praktik pembelajaran sensor dan mikrokontroler, sedangkan modul *PjBL* berfungsi sebagai panduan pelaksanaan proyek. Integrasi keduanya diharapkan dapat menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual dan berpusat pada mahasiswa.

Project Based Learning (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif mahasiswa dalam merencanakan, mengelola, dan melaksanakan proyek yang sesuai dengan materi pembelajaran (Lubis, 2025). Adapun sintak model pembelajaran *Project Based Learning* antara lain:

- (1). Start with the essential question (menentukan pertanyaan mendasar);
- (2). Design a plan for the project (menyusun perencanaan proyek);
- (3). Create a schedule (menyusun jadwal);
- (4). Monitor the student and the progress of project (memonitor peserta didik dan kemajuan proyek);
- (5). Assess the outcome (menilai hasil); dan
- (6). Evaluate the experience (evaluasi pengalaman) (Fahmi, 2022).

Model *Project Based Learning* memiliki berbagai kelebihan. Di antaranya, mampu meningkatkan motivasi belajar, mendorong kemampuan pemecahan masalah, membuat peserta didik lebih aktif dalam menyelesaikan persoalan kompleks, serta memperkuat kolaborasi dan komunikasi antar siswa. Melalui kegiatan proyek, peserta didik juga belajar membagi tugas, mengelola bahan dan waktu, serta merasakan pembelajaran yang lebih menyenangkan.

Dalam konteks pembelajaran sensor dan mikrokontroler, model ini memungkinkan mahasiswa mengaplikasikan konsep yang dipelajari melalui pengembangan kit robot pendeteksi gas sehingga pembelajaran tidak hanya berfokus pada pemahaman

teori, tetapi juga pada penerapan konsep dalam produk yang nyata (Taufik, 2025). Selain mendukung pencapaian akademik, pembelajaran berbasis project juga berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan personal mahasiswa (Anggraini & Wulandari, 2021).

Beberapa penelitian telah mengembangkan media pembelajaran berbasis Arduino dan robotika untuk mendukung pembelajaran sensor dan mikrokontroler. Yuliasuti & Zakariyah, (2023), mengembangkan trainer sensor berbasis Arduino Uno yang dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran. Astrawan et al., (2020), juga mengembangkan trainer sensor berbasis Arduino pada mata kuliah mikrokontroler yang terbukti layak digunakan dalam pembelajaran. Penelitian lain dilakukan oleh Baskoro et al., (2025) melalui pengembangan trainer kit sensor dan aktuator berbasis Arduino yang dilengkapi modul pembelajaran berbasis proyek. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pemahaman mahasiswa serta kemampuan pemecahan masalah. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada pengembangan trainer atau kit pembelajaran dan belum mengintegrasikan media robotika dengan modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning* yang memuat materi, prosedur perakitan, pemrograman, serta kegiatan proyek dalam satu paket pembelajaran yang utuh.

Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan kit robot pendeteksi gas berbasis *Project Based Learning (PjBL)* sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Elektronika Lanjut; (2) menganalisis tingkat kelayakan kit robot dan modul yang dikembangkan; serta (3) mengetahui persepsi mahasiswa terhadap penggunaan kit robot sebagai media pembelajaran.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development/R&D). Metode R&D (Research and Development) adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan suatu produk tertentu serta menguji keefektifan produk yang dihasilkan (Jannah et al., 2022).

Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D (Four-D Model) yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel pada tahun 1974. Model ini terdiri atas empat tahap, yaitu Define (pendefinisian), Design (perancangan), Develop (pengembangan), dan Disseminate (penyebaran). Model 4-D (Four-D Model) merupakan model pengembangan yang dapat digunakan untuk merancang dan mengembangkan berbagai jenis media pembelajaran (Johan et al., 2023). Model ini terdiri dari 4 tahapan yaitu Define (pendefinisian), Design (perancangan), Develop (pengembangan), dan

Disseminate (penyebaran). Pengembangan ini difokuskan hingga tahap Develop, tidak mencakup tahap Disseminate, karena tujuan penelitian adalah menghasilkan produk yang layak melalui validasi ahli dan uji persepsi mahasiswa. Tahap Define meliputi analisis awal-akhir (front-end analysis), analisis mahasiswa, analisis tugas, analisis konsep, dan perumusan tujuan pembelajaran. Tahap Design mencakup pemilihan media, pemilihan format, dan perancangan awal produk, yaitu kit robot pendeteksi gas berbasis Arduino Uno dan modul pembelajaran berbasis *PjBL*. Tahap Develop meliputi pembuatan produk, validasi ahli, revisi, dan uji coba terbatas melalui angket persepsi mahasiswa.

Subjek uji coba penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi Angkatan 2023 yang telah menempuh mata kuliah Elektronika Lanjut, dengan jumlah sebanyak 22 orang. Mahasiswa berperan sebagai responden dalam uji coba produk untuk memberikan persepsi terhadap penggunaan kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *Project Based Learning (PjBL)* pada pembelajaran sensor dan mikrokontroler.

Prosedur penelitian

Prosedur penelitian pengembangan merupakan penjabaran dari model pengembangan yang digunakan. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D (Four-D Model) yang terdiri atas tahap define, design, dan develop, tanpa dilanjutkan ke tahap disseminate karena penelitian dibatasi hingga uji kelayakan. Dalam pelaksanaannya, tahap design dan develop pada model 4D diselaraskan dengan sintaks *Project Based Learning (PjBL)*, di mana proses perancangan, perakitan, pemrograman, dan pengujian kit robot pendeteksi gas dijadikan sebagai proyek nyata yang dikerjakan mahasiswa mengikuti tahapan *PjBL*. Adapun tahapan pengembangan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

Define

Tahap define atau tahap pendefinisian dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pembelajaran yang meliputi analisis masalah, analisis karakteristik mahasiswa, analisis materi, dan analisis tujuan pembelajaran. Pada tahap ini diperoleh informasi bahwa pembelajaran sensor dan mikrokontroler pada mata kuliah Elektronika Lanjut masih menghadapi keterbatasan media praktik yang mendukung pemahaman konsep secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu mengintegrasikan kegiatan praktik dan pembelajaran berbasis proyek.

Design

Tahap design atau tahap perancangan dilakukan dengan menyusun rancangan produk yang akan dikembangkan. Kegiatan pada tahap ini meliputi perancangan kit robot pendeteksi gas, penyusunan modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning (PjBL)*, penyusunan instrumen penelitian, serta perancangan kegiatan proyek yang terintegrasi dalam pembelajaran sensor dan mikrokontroler. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan pemilihan komponen, desain mekanik robot, perancangan rangkaian elektronik, serta penyusunan materi dan aktivitas pembelajaran dalam modul.

Develop

Tahap develop atau tahap pengembangan dilakukan untuk menghasilkan produk yang layak digunakan dalam pembelajaran. Pada tahap ini kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *PjBL* divalidasi oleh ahli untuk mengetahui tingkat kelayakan produk. Setelah dilakukan revisi berdasarkan saran validator, produk diuji cobakan kepada mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi. Uji coba dilakukan untuk memperoleh data persepsi mahasiswa terhadap penggunaan produk yang dikembangkan. Data penelitian diperoleh melalui lembar validasi dan angket persepsi mahasiswa menggunakan skala Likert.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan: (1) lembar validasi yang diberikan kepada dua orang dosen ahli sebagai validator untuk menilai kelayakan kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *Project Based Learning (PjBL)* yang dikembangkan.

Validasi dilakukan pada aspek fungsionalitas, keandalan, efektivitas pada robot, dan kelayakan isi, penyajian, bahasa, dan kegrafisan pada modul *PjBL*. (2) Angket persepsi mahasiswa yang diberikan kepada 22 mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi untuk memperoleh tanggapan terhadap penggunaan kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *PjBL* dalam pembelajaran sensor dan mikrokontroler.

Indikator penilaian kelayakan kit robot mencakup tiga aspek, yaitu fungsionalitas (sistem kontrol, sensor deteksi gas, sensor deteksi halangan, kinerja aktuator, dan integrasi sistem), keandalan (konsistensi kinerja, konsistensi penghindaran halangan, ketahanan operasional, toleransi kesalahan sistem, stabilitas sistem, dan daya tahan komponen), serta efektivitas penggunaan (keberhasilan tugas deteksi gas, kecepatan respons sistem, adaptasi lingkungan, kemudahan operasional, kejelasan output sistem, dan kesesuaian sebagai media pembelajaran). Indikator penilaian

kelayakan modul mencakup kelayakan isi dan sistem (kesesuaian materi dengan Sub-CPMK, kebenaran konsep, kesesuaian modul dengan kit robot, keterpaduan modul dengan wiring diagram dan robot, serta implementasi fitur robot), kelayakan penyajian (kejelasan penyajian materi dan kelengkapan lembar kerja proyek), serta kelayakan media dan kit (desain dan visual modul, kualitas fisik robot, kinerja sistem robot, dan kemanfaatan modul dan kit robot). Adapun indikator persepsi mahasiswa mencakup aspek tampilan (keterbacaan modul, kemenarikan desain, dan daya tarik media), kelayakan isi (kualitas visualisasi sistem robot, kejelasan materi, kejelasan alur pembelajaran, dan kesesuaian penerapan *PjBL*), serta kemanfaatan (pemahaman konsep, kemandirian belajar, dan keaktifan belajar).

Skala penilaian pada lembar validasi dan angket persepsi disusun menggunakan skala Likert dengan rentang skor 1-4.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data kuantitatif. Data diperoleh dari hasil lembar validasi kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *Project Based Learning (PjBL)*, serta angket persepsi mahasiswa terhadap produk yang dikembangkan. Data tersebut kemudian diolah menggunakan skala Likert untuk mengukur penilaian validator dan persepsi mahasiswa terhadap kit robot dan modul pembelajaran. Skala Likert yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan empat pilihan jawaban dengan rentang skor 1-4. Nilai yang diperoleh kemudian dianalisis dalam bentuk persentase untuk menentukan tingkat kelayakan produk dan rata-rata skor untuk mengetahui kategori persepsi mahasiswa terhadap penggunaan kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *Project Based Learning (PjBL)*.

Data dari setiap responden dijumlahkan untuk memperoleh skor total dan kemudian dihitung rata-ratanya menggunakan rumus berikut:

$$X_i = \frac{\sum x}{\sum a \sum n}$$

Keterangan:

X_i = Skor rata-rata

$\sum x$ = Jumlah skor yang diperoleh

$\sum a$ = Jumlah aspek yang dinilai

$\sum n$ = Jumlah responden

Selanjutnya, untuk menentukan tingkat kelayakan media, dilakukan perhitungan persentase kelayakan dengan rumus:

$$X_i = \frac{\sum s}{\sum max} \times 100$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Nilai persentase yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kualitatif sesuai dengan rating scale seperti pada tabel di bawah :

Tabel 1. Kategori Kelayakan Berdasarkan Rating Scale

Skor (%)	Kategori
25% - 43,75%	Tidak Layak
43,76% - 62,50%	Kurang Layak
62,51% - 81,25%	Layak
81,26% - 100%	Sangat Layak

Sumber : (Ajizah et al., 2025).

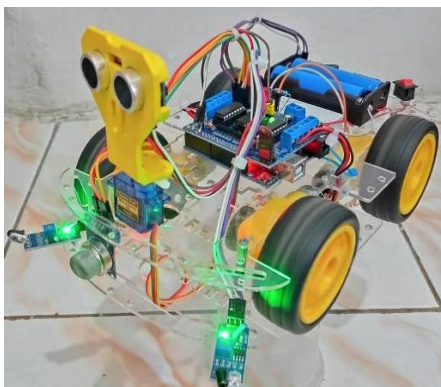
Data persepsi mahasiswa juga dianalisis dalam bentuk persentase dan diinterpretasikan berdasarkan kategori persepsi mahasiswa sebagaimana disajikan pada table di bawah

Tabel 2. Kategori Persepsi Berdasarkan Rating Scale

Skor (%)	Kategori
25% - 43,75%	Tidak Baik
43,76% - 62,50%	Kurang Baik
62,51% - 81,25%	Baik
81,26% - 100%	Sangat Baik

Hasil dan Diskusi

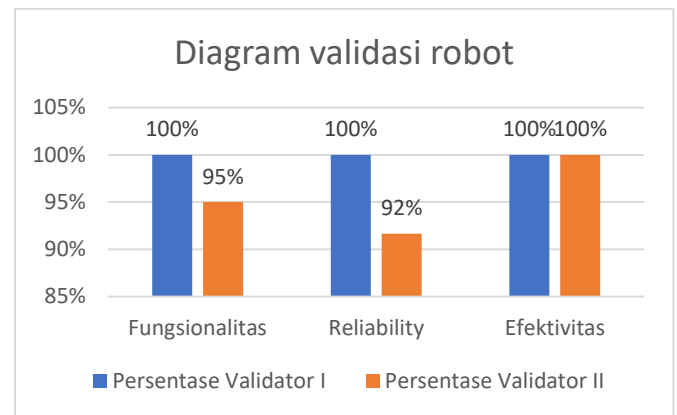
Untuk menguji validitas kit robot yang dikembangkan, validator ahli diberikan lembar validasi sebagai instrumen penilaian. Validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan kit robot dan modul serta memperoleh masukan dan saran perbaikan terhadap produk yang dikembangkan. Hasil validasi digunakan sebagai dasar dalam melakukan revisi dan penyempurnaan sebelum diujicobakan kepada mahasiswa.



Gambar 2. Robot Pendeteksi Gas

Kit robot pada Gambar 1 dirancang sebagai robot mobile berbasis Arduino dengan empat roda yang dilengkapi berbagai komponen sensor dan aktuator.

Setelah proses perakitan dan pemrograman selesai, kit robot divalidasi oleh dua orang validator ahli.



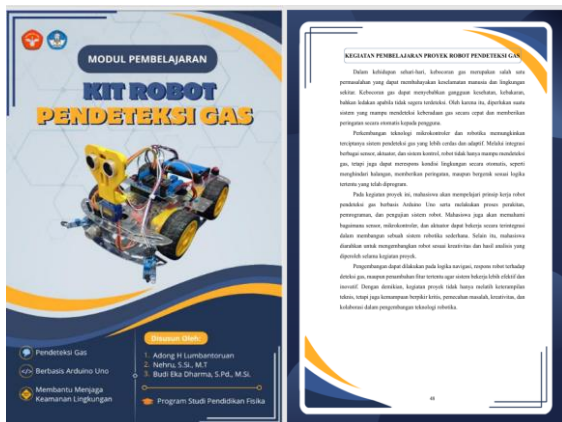
Gambar 1. Hasil Validasi Robot

Berdasarkan hasil validasi ahli yang ditunjukkan pada Gambar 1, penilaian terhadap kit robot dilakukan menggunakan tiga aspek utama, yaitu fungsionalitas, keandalan (reliability), dan efektivitas dalam situasi nyata. Hasil validasi kit robot secara keseluruhan memperoleh skor 100% dari Validator I dan 96% dari Validator II yang termasuk dalam kategori sangat layak. Pada aspek fungsionalitas, kedua validator memberikan penilaian sempurna kecuali pada indikator ketepatan deteksi halangan oleh Validator II yang memberikan skor 3. Hal ini disebabkan oleh kondisi di mana robot pada kecepatan tinggi masih memungkinkan menabrak halangan sebelum sensor ultrasonik dan inframerah sempat memproses data secara tepat waktu. Pada aspek keandalan, penurunan skor juga terjadi pada indikator konsistensi penghindaran halangan dan daya tahan komponen. Perbedaan waktu keputusan belok robot saat diuji dengan tiga jenis halangan berbeda menyebabkan skor konsistensi turun, dikarenakan karakteristik permukaan yang berbeda memengaruhi pembacaan sensor secara marginal.

Sementara itu, skor daya tahan komponen turun karena robot belum dilengkapi body penutup sehingga struktur kurang kokoh dan rentan benturan. Meskipun terdapat tiga indikator yang memperoleh skor 3, penurunan tersebut bersifat marginal dan tidak berkaitan dengan fungsi utama robot. Pada aspek efektivitas, kedua validator memberikan skor sempurna (100%), menunjukkan kit robot mampu berfungsi secara efektif sebagai media pembelajaran, berhasil mendeteksi gas, memberikan respons cepat, serta output berupa buzzer dan LED terbaca dengan jelas.

Tingginya tingkat kelayakan kit robot menunjukkan bahwa integrasi sensor gas, sensor ultrasonik, sensor inframerah, dan mikrokontroler Arduino Uno mampu membentuk sistem yang berfungsi sesuai tujuan pembelajaran. Hasil penelitian

ini sejalan dengan penelitian Yuliasuti & Zakariyah, (2023) yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis Arduino memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi untuk digunakan dalam pembelajaran. Temuan ini juga mendukung hasil penelitian Astrawan et al., (2020) yang menyatakan bahwa trainer berbasis sensor dan mikrokontroler dapat digunakan secara efektif sebagai media praktikum karena mampu menghubungkan konsep teoritis dengan pengalaman belajar secara langsung. Selain mengembangkan kit robot sebagai perangkat keras (hardware), penelitian ini juga mengembangkan modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning (PjBL)* yang berfungsi sebagai panduan pelaksanaan proyek.



Gambar 3. Cover & bagian PjBL Modul

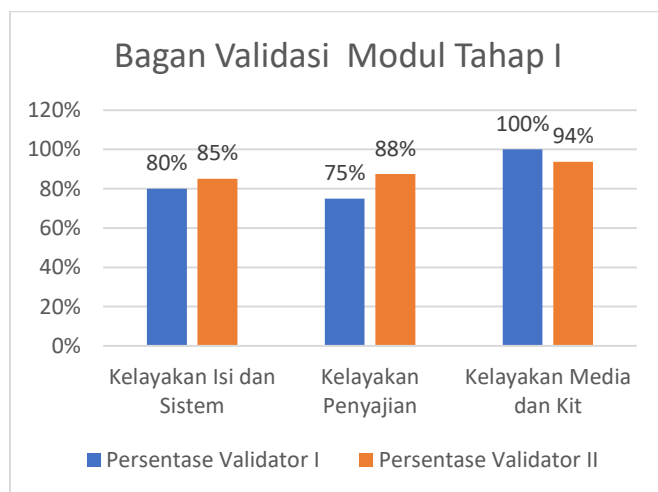
Modul ini dirancang untuk memandu mahasiswa secara sistematis mulai dari pengenalan komponen, perakitan rangkaian, pemrograman, hingga pengujian sistem modul harus memenuhi beberapa aspek kelayakan, yaitu kelayakan isi yang mencakup kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran dan kebenaran konsep, kelayakan penyajian yang berkaitan dengan sistematika dan keterpaduan materi, kelayakan kebahasaan yang menekankan penggunaan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, serta kelayakan kegrafikan yang meliputi tampilan, tata letak, dan kemenarikan desain modul. Keempat aspek tersebut menjadi dasar dalam menilai kualitas modul sebagai bahan ajar yang layak digunakan dalam pembelajaran (Fegarti, 2023).

Selanjutnya validasi terhadap modul yang dimana dilakukan sebanyak dua kali validasi. Pada validasi modul tahap I Kelompok aspek kelayakan isi dan sistem memperoleh persentase 80% dari Validator I dan 85% dari Validator II. Rendahnya skor dari Validator I pada kelompok ini disebabkan oleh beberapa indikator yang memperoleh skor 2. Pertama, pada indikator kesesuaian materi dengan Sub-CPMK, validator memberikan saran agar dilakukan penambahan bagian sensor di dalam CPMK dan selaras dengan level kognitif C3-C5 pada taksonomi Bloom.

Kedua, pada indikator kebenaran dan integrasi konsep, validator memberikan masukan untuk menyesuaikan penjelasan mengenai mikrokontroler dengan benar, karena penyajiannya dianggap belum sepenuhnya baik.

Sementara itu, kelompok aspek kelayakan penyajian memperoleh persentase 75% dari Validator I dan 88% dari Validator II. Indikator kejelasan penyajian materi memperoleh skor 2 dari Validator I dikarenakan berdasarkan hasil diskusi, validator memberikan komentar agar tata letak, sistematika, dan penyajian materi dalam modul disusun ulang secara lebih rapi dan terstruktur.

Kelompok aspek kelayakan media dan kit memperoleh persentase tertinggi, yaitu 100% dari Validator I dan 94% dari Validator II. Tingginya skor pada kelompok ini menunjukkan bahwa desain visual modul, kualitas fisik robot, kinerja sistem, serta kemanfaatan modul dan kit sebagai satu kesatuan paket pembelajaran sudah memenuhi ekspektasi validator.

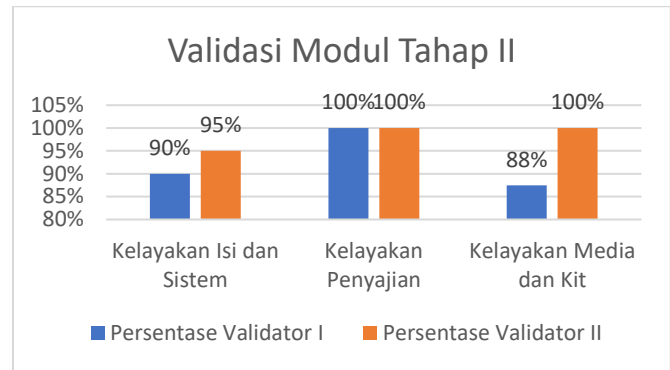


Gambar 4. Hasil Validasi tahap I Modul

Secara keseluruhan, skor pada validasi modul tahap 1 masing masing memperoleh 86% dan 89% dari validator I dan validator II. Berdasarkan temuan dan masukan pada tahap I tersebut, peneliti melakukan proses revisi sesuai dengan saran dan masukan pada validasi tahap I yang sudah dilakukan. Selanjutnya, modul yang telah direvisi divalidasi kembali pada tahap II, Pada tahap II, aspek kelayakan isi dan sistem mengalami peningkatan dari 80% menjadi 90% pada Validator I dan dari 85% menjadi 95% pada Validator II. Kemudian skor untuk aspek kelayakan penyajian, yaitu dari 75% menjadi 100% pada Validator I dan dari 88% menjadi 100% pada Validator II. Dan selanjutnya kelompok aspek kelayakan media dan kit mengalami sedikit penurunan menjadi 88% pada Validator I, dan 100% dari validator II. Secara keseluruhan skor akhir memperoleh 91% dari Validator I dan 98% dari Validator II dengan kategori sangat layak, sehingga modul

dinyatakan layak digunakan sebagai panduan pembelajaran.

Persepsi mahasiswa dalam penelitian ini menggambarkan tanggapan dan penilaian mahasiswa terhadap tampilan modul, kelayakan isi, serta kemanfaatan kit robot pendeteksi gas sebagai satu kesatuan paket pembelajaran berbasis *PjBL*. Uji coba ini melibatkan 22 mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika yang telah menempuh mata kuliah Elektronika Lanjut. Skor setiap butir pernyataan dengan kriteria sangat baik (4), baik (3), kurang baik (2), dan tidak baik (1). Hasil persepsi mahasiswa disajikan pada Tabel 3



Gambar 5. Hasil Validasi tahap II Modul

Tabel 3. Rata rata respon mahasiswa terhadap Kit Robot

No	Pernyataan	Penilaian
1	Proporsi ukuran modul memudahkan saya dalam membaca dan mengisi lembar kerja proyek.	3,5
2	Kombinasi warna dan jenis huruf pada modul terlihat menarik serta nyaman untuk dibaca.	3,2
3	Tampilan kit robot rapi serta desain modul yang menarik meningkatkan minat saya untuk belajar.	3,2
4	Ilustrasi dalam modul seperti diagram alur dan skema wiring membantu saya memahami koneksi komponen.	3,2
5	Materi mengenai sensor, mikrokontroler Arduino, dan aktuator disajikan dengan jelas dan mudah dipahami.	3,3
6	Penyajian modul membantu saya memahami langkah pembelajaran dan alur logika pemrograman sistem robot.	3,2
7	Kegiatan dalam modul sesuai dengan langkah <i>Project Based Learning (PjBL)</i> sehingga memudahkan proses perakitan dan pengujian robot.	3,3
8	Penggunaan modul dan kit robot membantu saya memahami konsep sistem deteksi gas, alarm peringatan, dan mikrokontroler secara nyata.	3,4
9	Modul membantu saya mengembangkan proyek perakitan robot secara mandiri serta mengembangkan variasi program secara terarah.	3,4
10	Penggunaan modul dan kit robot meningkatkan keaktifan saya dalam pembelajaran Elektronika Lanjut.	3,5
Jumlah Skor		33,2
Skor Maksimum		40
Rata-rata		3,3
Persentase		83%
Kategori		Sangat Baik

Berdasarkan hasil persepsi mahasiswa diperoleh nilai rata-rata sebesar 3,3 dengan persentase 83% dalam kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *PjBL* diterima dengan baik oleh mahasiswa. Pada aspek tampilan, indikator tertinggi terdapat pada keterbacaan modul (skor 3,5) yang menunjukkan format penulisan telah sesuai. Namun, indikator kemenarikan desain memperoleh skor terendah (3,2). Rendahnya skor ini diperkuat oleh masukan tertulis dari mahasiswa yang menyoroti beberapa gambar ilustrasi dalam modul yang kurang tajam atau kabur, sehingga menghambat identifikasi detail komponen.

Selain itu, mahasiswa memberikan masukan agar pewarnaan pada diagram alur (flowchart) diperbaiki kontrasnya, penggunaan font diperlancar, serta perlunya pembuatan body penutup pada robot. Ketiadaan body penutup membuat kabel penghubung terlihat terbuka sehingga mengurangi estetika dan daya tarik visual paket pembelajaran. Pada aspek kelayakan isi, diperoleh rata-rata persentase terendah (81,3%). Rendahnya skor pada indikator kualitas ilustrasi ini memiliki keterkaitan erat dengan masukan pada aspek tampilan. Kualitas visual pada skema wiring dan diagram blok yang kurang optimal secara langsung memengaruhi kemudahan mahasiswa dalam

memahami koneksi komponen serta memetakan sistem secara mandiri melalui modul.

Meskipun terdapat kekurangan dari sisi visual, aspek kemanfaatan justru memperoleh rata-rata persentase tertinggi, yaitu 85,8%. Indikator pemahaman konsep sistem dan keaktifan belajar masing-masing memperoleh skor 3,4 dan 3,5. Tingginya persepsi pada aspek ini menunjukkan bahwa fungsi utama kit robot telah mampu memberikan kontribusi positif. Pada mata kuliah Elektronika Lanjut, mahasiswa tidak hanya dituntut memahami teori sensor dan mikrokontroler, tetapi juga memahami makna fisik dari kerja sebuah sistem. Salah satu kesulitan mahasiswa adalah membayangkan hubungan antara input sensor, proses mikrokontroler, dan output aktuator.

Penggunaan kit robot dalam kerangka *PjBL* memungkinkan mahasiswa mengamati perubahan sistem secara langsung. Ketika mahasiswa merakit rangkaian, menuliskan kode program, dan melihat robot bergerak menghindari dari halangan atau berbunyi saat mendeteksi gas, hubungan antar variabel dapat dipahami secara lebih konkret

Kurniawan et al., (2025) menjelaskan bahwa media pembelajaran berbasis mikrokontroler mampu memberikan mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek yang mendorong kreativitas dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa kit robot pendeteksi gas layak digunakan sebagai media pembelajaran yang mengintegrasikan konsep sensor, mikrokontroler, dan pemrograman dalam satu sistem yang utuh.

Kemampuan kit robot dalam menyajikan respons nyata terhadap kondisi lingkungan menjadikannya sarana yang efektif untuk membantu mahasiswa memahami konsep-konsep elektronika yang bersifat abstrak melalui pengalaman belajar secara langsung.

Selain itu, kit robot pendeteksi gas memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengenal konsep dasar elektronika dan pemrograman secara lebih praktis melalui kegiatan perakitan dan pengoperasian sistem. Sejumlah penelitian menyebutkan bahwa modul yang diintegrasikan *Project Based Learning (PjBL)* dinilai efektif meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan mampu mendukung proses pembelajaran yang lebih terstruktur dan sistematis (Tambunan & Pangaribuan, 2026). Penerapan modul berbasis *PjBL* tidak hanya membantu mahasiswa dalam memahami materi perkuliahan, tetapi juga memberikan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan melalui penyelesaian proyek yang relevan dengan penerapan konsep yang dipelajari (Hakim. A et al., 2026). Temuan ini sejalan dengan penelitian (Akil et al., 2023), yang menunjukkan bahwa pengembangan modul pembelajaran robotika mampu mendukung proses pembelajaran yang lebih fleksibel dan

terstruktur. Melalui modul tersebut, mahasiswa dapat mempelajari konsep robotika, pemrograman, dan perangkat keras secara lebih mendalam melalui kegiatan praktik, sekaligus mengembangkan keterampilan pemrograman, perancangan sistem, dan pemecahan masalah.

Dengan demikian, integrasi kit robot dan modul berbasis *PjBL* dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang layak digunakan untuk mendukung pembelajaran sensor dan mikrokontroler pada mata kuliah Elektronika Lanjut

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *Project Based Learning (PjBL)* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai media pembelajaran pada materi sensor dan mikrokontroler dalam mata kuliah Elektronika Lanjut.

Hasil validasi kit robot memperoleh persentase sebesar 100% dari Validator I dan 96% dari Validator II dengan kategori sangat layak. Sementara itu, hasil validasi modul pembelajaran memperoleh persentase sebesar 91% dari Validator I dan 98% dari Validator II dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *PjBL* layak digunakan sebagai media pembelajaran. Persepsi mahasiswa terhadap penggunaan kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *PjBL* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 3,3 dengan persentase 83% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Mahasiswa memberikan tanggapan positif terhadap aspek tampilan, kelayakan isi, dan kemanfaatan produk yang dikembangkan. Penggunaan kit robot yang terintegrasi dengan modul berbasis *PjBL* dinilai mampu mendukung pelaksanaan pembelajaran sensor dan mikrokontroler secara lebih terstruktur dan kontekstual. Dengan demikian, berdasarkan hasil penelitian kit robot pendeteksi gas dan modul berbasis *PjBL* dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran pada mata kuliah Elektronika Lanjut.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini, serta kepada mahasiswa yang telah memberikan persepsi terhadap produk yang dikembangkan. Dukungan yang diberikan sangat berarti dalam kelancaran dan penyelesaian penelitian ini.

Referensi

Abdul Hakim Nurkimah H, Farida Febriati, R. (2026).
Jurnal Pendidikan Indonesia : Pengembangan

- Modul Digital Berbasis *PjBL* Untuk Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6(2).
- Ajizah, M., Sutisnawati, A., & Nurasih, I. (2025). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Berbasis Aplikasi Smart Apps Creator Untuk Melatih Keterampilan Membaca Puisi Siswa. *Jurnal Educatio*, 11(2), 330–337.
- Akil, M., Mustafa, M., & Suhaeb, S. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Robot Line Follower Pada Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektronika Ft Unm. Seminar Nasional Hasil Penelitian 2023 “Penguatan Riset, Inovasi, Kreativitas Peneliti Di Era 5.0” Lp2m-Universitas Negeri Makassar, 1262–1270.
- 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* *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*, 9(2), 292–299.
- Astrawan, G. B., Adiarta, A., & Ratnaya, I. G. (2020). Pengembangan Trainer Sensor Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Mikrokontroler. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 9(3), 223–231. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/jjpte/article/view/23668>
- Baskoro, F., Subuh Isnur Haryudo, Rohman, M., & Kartini, U. T. (2025). Perancangan Trainer Kit Sensor Dan Aktuator Serta Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa Teknik Elektro Di Universitas Negeri Surabaya (Unesa). *Je-Unisla*, 10(1), 36–48. <https://doi.org/10.30736/Je-Unisla.V10i1.1275>
- Fahmi. (2022). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*PjBL*) Untuk Meningkatkan Tinggi Kompetensi Larutan Elektrolit Pada Peserta Didik Kelas X Mipa-6 Sma Negeri 1 Pekalongan Semester 2 Tahun Pelajaran 2018-2019. *Dwijaloka Jurnal Pendidikan Dasar & Menengah*, 3(1), 91–104.
- Fegiarti, D. (2023). Bahan Ajar Modul Pada Mata Kuliah Kultur Jaringan Di Universitas Islam Riau Module Teaching Materials In The Tissue Culture Course At The Islamic University Of Riau. *Jurnal Perspektif Pendidikan Dan Keguruan*, 14(2), 107–116.
- Humiati, H., & Budiarti, D. (2020). Peran Perguruan Tinggi Dalam Meningkatkan Sumber Daya Manusia. *Jmm - Jurnal Masyarakat Merdeka*, 3(1), 13–24. <https://doi.org/10.51213/Jmm.V3i1.46>
- Jannah, R., Muslim, U., & Al, N. (2022). Pengembangan Media Video Animasi Pada Pembelajaran Operasi Bilangan Dua Angka Kelas 2 Sd. *Journal Ability: Journal Of Education And Social Analysis*, 3(3), 148–155.
- Johan, J. R., Iriani, T., & Maulana, A. (2023). Penerapan Model Four-D Dalam Pengembangan Media Video Keterampilan Mengajar Kelompok Kecil Dan Perorangan. *Jurnal Pendidikan West Science*, 01(06), 372–378.
- Kahar, M. I., Cika, H., Nur Afni, & Nur Eka Wahyuningsih. (2021). Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0 Menuju Era Society 5.0 Di Masa Pandemi Covid 19. *Moderasi: Jurnal Studi Ilmu Pengetahuan Sosial*, 2(1), 58–78. <https://doi.org/10.24239/Moderasi.Vol2.Iss1.40>
- Kurniawan, A., Sarwito, S., Kusuma, I. R., Koenhardono, E. S., & Prananda, J. (2025). Pelatihan Mikrokontroler Untuk Peningkatan Kompetensi Siswa Smkn 3 Surabaya. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 9(1).
- Kusumawardhana, R. W., Suratman, F. Y., & Romdlony, M. Z. (2023). Desain Mobile Robot Dengan Reflektor Dan Level Kecepatan Berbasis Doppler. *Jurnal Nasioal Sains Dan Teknik*, 1(1), 43–47.
- Lubis, I. S. (2025). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) Untuk Meningkatkan Pemahaman Nilai - Nilai Keislaman. *Analysys Journal Of Education*, 3(1), 77–82.
- Maryam, T. E., Nafi, M. N. I., & Humaidi, A. (2025). Implementasi Kurikulum Ai Pada Pembelajaran Pai: Analisis Pasal 32a Permendikdasmen 13/2025. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(6), 1902–1910.
- Tambunan, H., & Pangaribuan, F. (2026). Implementasi Modul Pembelajaran Berbasis *PjBL* Terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa Pada Materi Bangun Ruang Melalui Pembuatan Miniatur Bangunan Adat Batak Toba Di Smp. *Indo-Mathedu Intellectuals Journal*, 7(2), 2118–2125.
- Taufik, M. (2025). Penerapan Project-Based Learning Berbasis Arduino Pada Mata Kuliah Fisika Instrumentasi Untuk Meningkatkan Keterampilan Instrumentasi Dan Motivasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Fisika Implementation Of Arduino-Based Project-Based Learning In Physics Instru. *Empiricism Journal*, 6(4), 2160–2168.
- Yuliasuti, R., & Zakariyah, M. (2023). Trainer Sensor Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas Xi Elektronika Industri Smk Negeri 1 *Journal Of Electronics*

And Education ..., 1-11.
<https://journal.uny.ac.id/v3/jeed/article/view/51>