RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik
2026, Vol. 4, No. 3, pp. 1003-1023
E-ISSN: 3025-9444

Pengembangan Modul Pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika Berbasis PHET Simulation untuk Siswa Kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK

Aditya Dwi Raja Kamansastra [1]✉, Bagus Dwi Cahyono [2], Siswo Wardoyo [3]
(1,2,3) Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika berbasis PhET Simulation serta menguji kelayakan dan implementasinya dalam mendukung proses pembelajaran siswa kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMKN 4 Kota Tangerang. Penelitian dilatarbelakangi oleh proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru dengan media yang terbatas pada Microsoft PowerPoint sehingga siswa kurang aktif dan hasil belajar pada materi rangkaian listrik masih banyak berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan Lee & Owens yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Subjek penelitian terdiri atas validator ahli media, validator ahli materi, dan 34 siswa kelas X. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, angket, serta penilaian hasil belajar pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Pada tahap implementasi, siswa menggunakan modul yang terintegrasi dengan simulasi PhET untuk merancang dan menguji rangkaian listrik secara virtual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul memperoleh kategori sangat baik berdasarkan validasi ahli media dan ahli materi serta mendapatkan respons positif dari siswa. Penggunaan modul mampu meningkatkan keaktifan, keterlibatan, dan pemahaman siswa terhadap konsep rangkaian listrik melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada aktivitas praktik. Dengan demikian, modul berbasis PhET layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk mendukung pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di SMK.

Article history:
Received: 18 June 2026
Revised: 28 July 2026
Accepted: 30 July 2026
Published: 31 July 2026

Kata Kunci:
dasar listrik dan elektronika, modul pembelajaran, model Lee & Owens, simulasi PhET

Abstract: *This study aimed to develop a PhET Simulation-based learning module for Basic Electrical and Electronics and to evaluate its feasibility and implementation in supporting the learning process of tenth-grade students in the Electrical Power Installation Engineering program at SMKN 4 Kota Tangerang. The study was motivated by teacher-centered learning practices and the limited use of instructional media, which relied primarily on Microsoft PowerPoint, resulting in low student participation and learning outcomes below the Minimum Mastery Criteria (MMC) on electrical circuit topics. This research employed the Research and Development (R&D) method using the Lee and Owens development model, consisting of analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The research subjects included media experts, material experts, and 34 tenth-grade students. Data were collected through observations, interviews, questionnaires, and assessments of cognitive, affective, and psychomotor learning outcomes. During the implementation stage, students used the module integrated with PhET Simulation to design and test electrical circuits virtually. The findings indicated that the developed module achieved an excellent category based on expert validation and received positive responses from students. The module also enhanced students' participation, engagement, and understanding of electrical circuit concepts through interactive, contextual, and practice-oriented learning experiences. Therefore, the PhET Simulation-based learning module is feasible and effective as an instructional medium for Basic Electrical and Electronics learning in vocational high schools.*

Keywords:
Basic Electrical and Electronics, Learning Module, Lee & Owens Model, PhET Simulation

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.

How to cite: Kamansastra, A. D. R., Cahyono, B. D., & Wardoyo, S. (2026). Pengembangan Modul Pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika Berbasis PHET Simulation untuk Siswa Kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, *4*(3), 1003-1023. https://doi.org/10.70716/reswara.v4i3.627

✉ *Corresponding author:* ***adityaraja31@gmail.com***
Copyright © 2026, the author(s)

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan yang signifikan dalam dunia pendidikan, khususnya pada pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan kualitas proses belajar mengajar (Anisa & Astriani, 2022). Transformasi digital mendorong pendidik untuk memanfaatkan berbagai aplikasi pembelajaran interaktif yang mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan berpusat pada peserta didik (Putri & Widiyono, 2026). Penggunaan media pembelajaran interaktif terbukti dapat meningkatkan keterlibatan siswa, memperkuat pemahaman konsep, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis (Bahtiar et al., 2022). Salah satu media yang banyak dimanfaatkan dalam pembelajaran sains adalah PhET (Physics Education Technology), yaitu aplikasi simulasi interaktif yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder, Amerika Serikat (Nurjanah, 2019). PhET menyediakan berbagai simulasi pada bidang fisika, kimia, biologi, dan matematika yang memungkinkan siswa mempelajari konsep-konsep abstrak melalui eksperimen virtual (Endrayani et al., 2022; Maulana et al., 2024). Pada mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika, simulasi tersebut dapat membantu siswa memahami konsep arus listrik, tegangan, hukum Ohm, serta rangkaian listrik seri dan paralel secara lebih konkret sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Hidayah et al., 2025).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan PhET memberikan dampak positif terhadap proses dan hasil pembelajaran. Penelitian Maulina dan Kustijono (2017) menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan simulasi interaktif memperoleh peningkatan pemahaman konsep yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Hasil penelitian Arsyad (2017) juga mengungkapkan bahwa PhET mampu meningkatkan motivasi belajar, minat siswa terhadap mata pelajaran fisika, serta memudahkan visualisasi konsep-konsep yang sulit dipahami melalui metode ceramah. Selain itu, Muflia dan Hambali (2021) menyatakan bahwa simulasi interaktif dapat membantu peserta didik memahami konsep abstrak sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Temuan tersebut diperkuat oleh Hawa et al. (2021) yang menjelaskan bahwa penguasaan materi rangkaian listrik merupakan kompetensi dasar yang sangat penting bagi siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) karena menjadi landasan dalam mempelajari materi-materi kelistrikan yang lebih kompleks. Dengan demikian, integrasi teknologi pembelajaran seperti PhET menjadi salah satu alternatif yang potensial dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika.

Meskipun demikian, kondisi pembelajaran di lapangan masih menunjukkan berbagai kendala. Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan guru mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di SMKN 4 Kota Tangerang, proses pembelajaran masih didominasi oleh penggunaan Microsoft PowerPoint sehingga pembelajaran cenderung berpusat pada guru. Siswa lebih banyak menerima penjelasan secara pasif dibandingkan melakukan eksplorasi konsep secara mandiri. Dampaknya terlihat pada hasil belajar materi rangkaian listrik seri dan paralel yang masih rendah. Dari 34 siswa kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik, sebanyak 24 siswa memperoleh nilai di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sekolah, yaitu 75. Selain itu, hasil observasi menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan memahami hubungan antara teori dan penerapan praktis pada rangkaian listrik sehingga keterlibatan mereka selama proses pembelajaran masih relatif rendah.

Rendahnya aktivitas dan hasil belajar tersebut tidak terlepas dari keterbatasan media pembelajaran yang digunakan. Microsoft PowerPoint sebagai media presentasi memiliki kelemahan karena pembelajaran cenderung berlangsung satu arah sehingga guru menjadi lebih dominan,

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

sedangkan siswa hanya berperan sebagai penerima informasi (Kolopita et al., 2022). Padahal, mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika menuntut keterlibatan aktif siswa dalam mengamati, menganalisis, serta melakukan percobaan terhadap konsep-konsep kelistrikan (Ratnasari et al., 2023). Penggunaan media yang monoton juga dapat menurunkan motivasi belajar dan menyebabkan kejenuhan dalam proses pembelajaran (Kustanto et al., 2024). Di sisi lain, sekolah telah menerapkan model Project Based Learning (PjBL) yang pada dasarnya efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi siswa (Tsabitah et al., 2025). Namun, implementasi model tersebut belum didukung oleh bahan ajar yang mampu mengintegrasikan aktivitas proyek dengan simulasi interaktif sehingga potensi PjBL belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang mampu mengakomodasi karakteristik pembelajaran berbasis proyek sekaligus memanfaatkan teknologi simulasi digital.

Berdasarkan telaah penelitian terdahulu, sebagian besar studi masih berfokus pada penggunaan PhET sebagai media pembelajaran atau pengujian efektivitasnya terhadap hasil belajar siswa. Penelitian mengenai pengembangan modul pembelajaran berbasis PhET Simulation sebagai bahan ajar yang sistematis dan terstruktur, khususnya pada mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di SMK, masih relatif terbatas. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengembangkan modul menggunakan model Lee & Owens, yang meliputi tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi, kemudian memvalidasi produk melalui ahli materi dan ahli media serta menguji kelayakannya berdasarkan respons siswa. Kondisi tersebut menunjukkan adanya research gap, yaitu belum tersedianya bahan ajar berbasis PhET yang dikembangkan secara sistematis dengan model pengembangan yang komprehensif dan disesuaikan dengan karakteristik pembelajaran vokasi di SMK.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini memosisikan diri sebagai penelitian Research and Development (R&D) yang bertujuan mengembangkan modul pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika berbasis PhET Simulation menggunakan model Lee & Owens. Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada integrasi simulasi interaktif PhET ke dalam modul pembelajaran yang disusun secara sistematis, divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, serta dievaluasi melalui respons siswa sebagai pengguna. Penelitian ini tidak hanya menghasilkan media pembelajaran berupa simulasi, tetapi juga menghasilkan bahan ajar yang dapat digunakan secara mandiri maupun dalam pembelajaran berbasis proyek. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan menghasilkan modul yang valid, layak, dan praktis untuk mendukung proses pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di SMK sehingga mampu meningkatkan kualitas pembelajaran, keterlibatan siswa, dan pemahaman konsep kelistrikan secara lebih efektif.

METODE PENELITIAN

Model Pengembangan

Penelitian ini menggunakan model pengembangan yang dikemukakan oleh Lee & Owens (2004) karena memiliki tahapan yang sistematis dan jelas. Model ini dipilih untuk mengembangkan media pembelajaran pada materi rangkaian listrik. Tahapan pengembangannya meliputi: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi (Kolopita et al., 2022).

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Prosedur Pengembangan

Menurut Lee & Owens (2004), prosedur pengembangan terdiri atas lima tahap:

1. Penilaian dan Analisis (Assessment & Analysis)
   Tahap analisis diawali dengan **need assessment** melalui observasi pembelajaran dan wawancara dengan guru mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di SMKN 4 Kota Tangerang. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran, karakteristik peserta didik, media yang digunakan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, serta hasil belajar siswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi penggunaan Microsoft PowerPoint sehingga siswa kurang aktif dan sebagian besar belum mencapai KKM. Berdasarkan temuan tersebut, dikembangkan modul pembelajaran berbasis PhET Simulation sebagai alternatif bahan ajar yang lebih interaktif.
2. Desain
   Pada tahap desain disusun rancangan modul berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Penyusunan meliputi penentuan tujuan pembelajaran, penyusunan materi sesuai Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Kurikulum Merdeka, penyusunan LKPD, latihan soal, evaluasi, serta instrumen penilaian. Selain itu, dirancang pula struktur modul yang terdiri atas halaman pendahuluan, materi pembelajaran, petunjuk penggunaan PhET Simulation, kegiatan pembelajaran, evaluasi, dan daftar pustaka. Pengembangan instrumen mengacu pada teori penyusunan instrumen oleh Sungkono (2012).
3. Pengembangan Produk
   Pada tahap ini rancangan modul direalisasikan menjadi produk pembelajaran berbasis PhET Simulation. Modul dikembangkan menggunakan bahasa yang komunikatif serta mengintegrasikan simulasi PhET pada setiap materi pembelajaran. Produk selanjutnya divalidasi oleh ahli media dan ahli materi. Saran dan masukan dari validator digunakan sebagai dasar revisi hingga diperoleh produk yang memenuhi kriteria valid untuk diimplementasikan.
4. Implementasi
   Implementasi dilakukan pada 34 siswa kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMKN 4 Kota Tangerang. Pembelajaran dilaksanakan menggunakan model Project Based Learning (PjBL), dengan modul berbasis PhET sebagai bahan ajar utama. Selama implementasi, siswa menggunakan modul untuk mempelajari materi dan melakukan simulasi menggunakan aplikasi PhET. Selanjutnya dikumpulkan data berupa respons siswa terhadap modul sebagai dasar evaluasi kelayakan produk.
5. Evaluasi
   Tahap evaluasi dilakukan melalui analisis hasil validasi ahli media, ahli materi, dan respons siswa terhadap modul. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan skor rata-rata skala Likert untuk menentukan tingkat validitas dan kelayakan produk. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar penyempurnaan modul sebelum dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar.

Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba
   Desain produk disusun berdasarkan kebutuhan siswa, Capaian Pembelajaran (CP), dan Tujuan Pembelajaran (TP) mata pelajaran Elektronika Dasar serta mengacu pada Kurikulum Merdeka.
2. Subjek Coba

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Subjek penelitian terdiri atas dosen sebagai validator ahli media, guru sebagai validator ahli materi, dan 34 siswa kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 4 Kota Tangerang sebagai pengguna.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data
   Pengumpulan data non-tes dilakukan melalui:
   - Observasi, untuk mengetahui media yang digunakan dalam pembelajaran.
   - Wawancara, untuk menganalisis kebutuhan pengembangan media dan materi pembelajaran dengan guru mata pelajaran Elektronika Dasar.
   - Angket tertutup, yang diberikan kepada ahli media, ahli materi, dan siswa untuk menilai kualitas modul.
4. Teknik Analisis Data
   Analisis data menggunakan analisis deskriptif untuk menilai kelayakan modul berdasarkan hasil angket dari ahli media, ahli materi, dan siswa. Hasil analisis digunakan sebagai dasar perbaikan dan penyempurnaan modul pembelajaran.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian dikembangkan berdasarkan pedoman penyusunan bahan ajar oleh Sungkono (2012). Instrumen menggunakan skala Likert empat tingkat yang terdiri atas Sangat Setuju, Setuju, Tidak Setuju, dan Sangat Tidak Setuju.

Instrumen validasi ahli media terdiri atas dua konstruk, yaitu:

- kemudahan penggunaan;
- kegrafikan.

Instrumen validasi ahli materi terdiri atas tiga konstruk, yaitu:

- kelayakan isi;
- kebahasaan;
- penyajian.

Sementara itu, instrumen respons siswa terdiri atas empat konstruk, yaitu:

- penyajian materi;
- kebahasaan;
- kemanfaatan;
- kegrafikan.

Setiap indikator dikembangkan menjadi beberapa butir pernyataan sesuai aspek yang dinilai. Seluruh instrumen terlebih dahulu divalidasi oleh ahli sebelum digunakan pada uji coba produk.

Ahli Media

Validator media terdiri atas tiga dosen yang memiliki kompetensi pada bidang teknologi pendidikan dan media pembelajaran vokasi. Para validator dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria memiliki pendidikan minimal magister, pengalaman mengajar pada bidang pendidikan vokasional atau media pembelajaran, serta memiliki pengalaman dalam pengembangan bahan ajar dan penelitian pendidikan. Keterlibatan ahli media bertujuan untuk mengevaluasi aspek kemudahan penggunaan dan kegrafikan modul.

Ahli Materi

Validator materi terdiri atas tiga dosen yang memiliki keahlian pada bidang Teknik Elektro dan pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika. Validator dipilih berdasarkan kompetensi akademik, pengalaman mengajar mata kuliah yang relevan, serta pengalaman dalam penyusunan bahan ajar.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Penilaian dilakukan untuk memastikan kesesuaian materi dengan kurikulum, kebenaran konsep, penyajian materi, dan penggunaan bahasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap analisis

a. Analisis Kebutuhan (Needs Assessment)

Diperlukan pengembangan bahan ajar berupa modul pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika yang disusun secara sistematis, menarik, dan mudah dipahami oleh peserta didik. Modul yang dikembangkan diharapkan dapat membantu peserta didik dalam memahami materi secara mandiri, meningkatkan keaktifan dalam pembelajaran, serta membantu guru dalam menyampaikan materi secara lebih efektif.

b. Analisis Awal Akhir (Front-End Analysis)

1. **Analisis Karakteristik Peserta Didik**

   Peserta didik dalam penelitian ini adalah siswa kelas X jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 4 Kota Tangerang. Berdasarkan hasil observasi, karakteristik siswa adalah sebagai berikut:

   Cenderung lebih tertarik pada pembelajaran yang bersifat praktik

   Dengan demikian, diperlukan media pembelajaran yang mampu meningkatkan keaktifan serta memberikan pengalaman belajar yang konkret dan interaktif.

2. **Analisis Lingkungan Belajar**

   Lingkungan belajar dalam penelitian ini adalah kelas di SMK Negeri 4 Kota Tangerang dengan fasilitas yang cukup memadai, seperti: Komputer atau laptop, Handphone dan Akses internet

3. **Analisis Materi Pembelajaran**

   Analisis materi pembelajaran dilakukan untuk mengidentifikasi materi yang akan dikembangkan dalam modul pembelajaran. Materi yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah materi Dasar Listrik dan Elektronika yang memerlukan pemahaman konsep secara mendalam serta visualisasi yang jelas.

4. **Analisis Tujuan Pembelajaran**

   Analisis tujuan pembelajaran dilakukan untuk menentukan kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Tujuan pembelajaran disusun berdasarkan Tujuan Pembelajaran (TP) yang terdapat dalam kurikulum yang berlaku pada mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika.

5. **Analisis Media Pembelajaran**

   Media pembelajaran yang bersifat interaktif dan mampu menampilkan visualisasi konsep secara jelas. Media yang dipilih dalam penelitian ini adalah modul pembelajaran berbantuan aplikasi PhET Simulation, yang merupakan media simulasi interaktif yang dapat membantu peserta didik memahami konsep kelistrikan secara visual dan interaktif.

6. **Analisis Hasil Belajar**

   Analisis hasil belajar menunjukkan bahwa: Banyak siswa belum mencapai KKM, Pemahaman konsep masih rendah dan Keterlibatan siswa dalam pembelajaran masih kurang. Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi pembelajaran yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara optimal.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Desain

a. Menyusun garis besar isi Modul

Garis besar isi Modul memuat rancangan awal tentang isi yang ditulis dalam Modul dan bagaimana urutan materi yang disajikan. Sesuai dengan analisis yang dilakukan, Modul yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari 9 Materi yang sesuai Kurikulum merdeka, CP dan TP , Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), dan Modul Ajar (MA),

b. Menyusun Kerangka Modul

Hasil rancangan penyusunan kerangka modul elektronika dasar kelas X yang dikembangkan seperti berikut:

1. Halaman Judul (Cover)
2. Informasi umum
3. Daftar Isi
4. Kata Pengantar
5. Materi Pembelajaran
6. Lembar kerja peserta didik
7. Evaluasi
8. Kunci jawaban
9. Daftar Pustaka

c. Menyusun isi pembelajaran Modul

Materi yang lebih dulu disajikan pada Modul membahas tentang jenis dan karakteristik rangkaian listrik, pengenalan macam-macam rangkaian listrik, penjelasan hukum Ohm dan kirchoff, macam-macam gambar rangkaian listrik, Penjelasan pengertian analisa simpul, Penjelasan kelebihan dan kekurangan analisa mesh, latihan soal, latihan soal praktik, dan penilaian sikap dan soal evaluasi (Rayan et al., 2023).

d. Menyusun instrumen penelitian

instrumen penelitian ini berupa instrumen untuk mengukur kelayakan Modul yang dirancang dalam bentuk angket dengan skala Likert 4 jawaban yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Jawaban tersebut selanjutnya dikonversi ke dalam skor 4, 3, 2, 1 sesuai urutan pernyataan jawaban.

Penyusunan butir instrumen penilaian kelayakan Modul memperhatikan aspek kelayakan Modul sesuai dengan yang tercantum dalam panduan penyusunan bahan ajar oleh (Sungkono, 2012) yang meliputi aspek untuk ahli media ditinjau dari 2 aspek, yaitu aspek kemudahan penggunaan dan aspek kegrafikan. Untuk ahli materi ditinjau dari 3 aspek, yaitu aspek isi, aspek kebahasaan, dan aspek penyajian. Susunan instrumen oleh (Sungkono, 2012) tersebut merupakan penilaian yang masih bersifat umum, sehingga perlu dikelompokkan kembali berdasarkan subjek validasi dari segi materi dan media serta subjek uji coba (pengguna). Penilaian-penilaian tersebut dikaji ulang untuk diambil sesuai dengan kebutuhan penilaian pada Modul yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Pengembangan Produk

Modul dikembangkan dengan bahasa yang sederhana dan komunikatif agar mudah dipahami oleh peserta didik.Hasil pengembangan Modul dasar listrik dan elektronika kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 4 Kota Tangerang adalah sebagai berikut:a. Pengembangan Modul Tahap pengembangan merupakan tahap realisasi dari desain modul yang telah disusun. Pada tahap ini

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

dilakukan penyusunan modul pembelajaran berbasis PhET secara lengkap, meliputi penyajian materi, petunjuk penggunaan simulasi, LKPD, serta instrumen asesmen. Modul dikembangkan dengan bahasa yang sederhana dan komunikatif agar mudah dipahami oleh peserta didik.

a. Rekapitulasi Hasil Validasi Media Pembelajaran Modul

Tabel 1. Rekapitulasi hasil validasi ahli media

No	Indikator	Penilai			Rata-rata	keterangan
		V1	V2	V3		
Kemudahan penggunaan						
1	Modul pembelajaran disajikan secara runtut sesuai dengan urutan bagian-bagian Modul	4	4	4	4,00	Sangat valid
2	Isi dari modul yang disusun memperlihatkan adanya kesinambungan	3	4	3	3,33	Sangat valid
3	Modul mudah dioperasikan oleh siswa	3	4	3	3,33	Sangat valid
4	Kemudahan pengoperasian modul oleh siswa dan guru	3	3	3	3,00	Valid
5	Penggunaan kata, istilah, dan kalimat pada materi pembelajaran sudah konsisten	4	4	4	4,00	Sangat valid
6	Penggunaan bentuk dan huruf sudah konsisten	3	4	2	3,00	Valid
7	Susunan tata letak tampilan (layout) sudah konsisten	3	4	3	3,33	Sangat valid
8	Modul mempermudah siswa dalam menerima materi yang diajarkan	4	4	4	4,00	Sangat valid
9	Langkah-langkah pembelajaran dalam modul mempermudah siswa belajar secara mandiri	3	3	3	3,00	Valid
10	Kemudahan siswa dalam berinteraksi dengan modul	3	4	2	3,00	Valid
11	Kemudahan guru dalam berinteraksi dengan modul	4	4	4	4,00	Sangat valid
12	Penggunaan modul mampu meningkatkan perhatian siswa terhadap materi pembelajaran	3	4	2	3,00	Valid
13	Gambar di dalam modul menjadi nilai lebih dalam menarik fokus perhatian siswa	3	4	3	3,33	Sangat valid
	Kegrafikan					
14	Memiliki daya tarik pada desain E-Modul yang ditampilkan (warna, gambar, huruf)	3	4	3	3,33	Sangat valid
15	Sinkronisasi atau keterkaitan antar ilustrasi grafis, visual, dan verbal sesuai	3	3	3	3,00	Valid
16	Penggunaan warna pada modul sudah tepat dan tidak berlebihan	3	4	2	3,00	Valid
17	Mengkomibinasikan warna, bentuk, dan ukuran huruf yang serasi	3	3	3	3,00	Valid

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

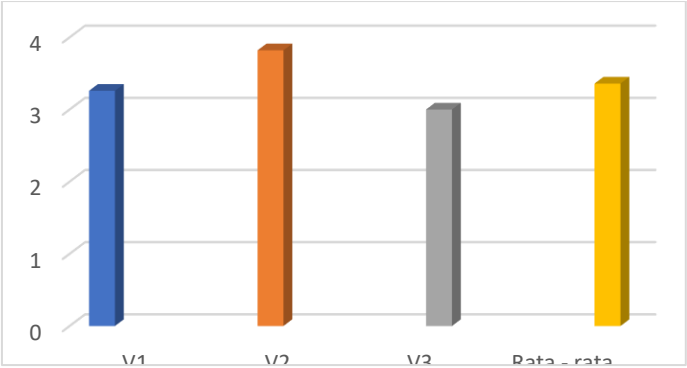
18	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan mudah dibaca dengan jelas	4	4	4	4,00	Sangat valid
19	Ketepatan tata letak (layout) setiap bagian dalam modul	3	4	2	3,00	Valid
20	Tata letak tulisan sudah sesuai untuk meningkatkan daya tarik membaca modul	3	4	3	3,33	Sangat valid
21	Tata letak gambar sudah sesuai untuk meningkatkan daya tarik belajar E-Modul	3	4	3	3,33	Sangat valid
22	Ilustrasi gambar yang digunakan Jelas (tidak buram)	4	4	4	4,00	Sangat valid
23	Ilustrasi gambar sudah proporsional dan realistis	3	4	2	3,00	Valid
	Rata rata	3,26	3,82	3,00	3,36	Sangat valid

Berdasarkan tentang hasil validasi media pembelajaran Modul Dasar Listrik dan Elektronika diperoleh skor rata-rata 3,69 dari rentang penilaian skala 1- 4 dengan kategori sangat valid. Adapun di bawah ini merupakan proses perhitungan reliabilitas validasi ahli media.

$$= \text{Indeks Kesesuaian Kasar (IKK)} = \frac{Jumlah\ Jawaban\ Sama}{Jumlah\ Objek\ yang\ di\ amati}$$

$$= IKK = \frac{10}{23} = 0{,}43 \ \text{(Kesepakatan moderat (Moderate agreement)}$$

Indeks kesesuaian kasar (IKK) pada validasi materi pembelajaran Modul Dasar Listrik dan Elektronika sebesar 0,43 atau kesepakatan moderat (moderate agreement) yang berarti memiliki kriteria reliabilitasnya cukup baik.



Gambar 1. Diagram Skor Rata -rata validasi ahli media

Adapun validator yang dilibatkan dalam validasi materi ini adalah Bapak Dr. Irwanto, S.Pd.T., M.T., M.M., M.Pd., M.Si., M.Psi., M.A., Bapak Frintis Septa Marpaung, S.Pd., M.T., dan Bapak Muhammad Nur Hadi, S.T., M.T. Pemilihan ketiga validator tersebut tidak dilakukan secara acak, melainkan melalui pertimbangan yang disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan modul.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil validasi ahli materi

No	Indikator	Penilai			Rata-rata	keterangan
		V1	V2	V3		
Isi						
1	Materi atau isi Modul yang ditulis sesuai dengan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	3	4	2	3,00	Valid
2	Seluruh materi pembelajaran yang dibutuhkan termuat dalam Modul	4	4	3	3,66	Sangat valid
3	Kesesuaian kegiatan belajar dalam Modul pembelajaran dengan kebutuhan belajar siswa	4	4	4	4,00	Sangat valid
4	Materi dalam Modul pembelajaran mudah dipahami oleh siswa	4	4	4	4,00	Sangat valid
5	Kecukupan contoh yang disertakan dengan kebutuhan belajar siswa	4	4	4	4,00	Sangat valid
6	Kebenaran konsep materi dalam Modul pembelajaran	4	4	4	4,00	Sangat valid
7	Materi dalam Modul pembelajaran sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	4	4	2	3,33	Sangat valid
8	Materi dalam Modul pembelajaran bermanfaat untuk menambah wawasan pengetahuan	4	4	4	4,00	Sangat valid
9	Kegiatan belajar pada Modul dapat meningkatkan kemandirian siswa dalam belajar	4	4	4	4,00	Sangat valid
10	Materi dalam Modul pembelajaran sesuai dengan nilai moralitas dan sosial	4	4	4	4,00	Sangat valid
11	Materi dalam Modul dapat menanamkan dan menumbubkan nilai moralitas dan sosial	4	4	2	3,33	Sangat valid
	Kebahasaan					
12	Tingkat keterbacaan teks dalam Modul mudah dipahami oleh siswa	4	4	3	3,66	Sangat valid
13	Kejelasan penyampaian informasi (panduan pemakaian, tujuan pembelajaran, dan langkah kegiatan praktik) padaModul	4	4	2	3,33	Sangat valid
14	Informasi memudahkan siswa memahami dalam penggunaan Modul	3	4	3	3,33	Sangat valid
15	Kesesuaian kalimat dengan kaidah Bahasa Indonesia yang benar	4	4	2	3,33	Sangat valid
16	Penggunaan bahasa yang tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	4	3	3,66	Sangat valid
17	Penggunaan bahasa yang komunikatif	4	4	4	4,00	Sangat valid
18	Penggunaan bahasa secara ekonomis dan mudah dipahami	4	4	3	3,66	Sangat valid
	Penyajian					
19	Kejelasan tujuan pembelajaran pada masing-masing kegiatan belajar Modul dengan materi	4	4	2	3,33	Sangat valid

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

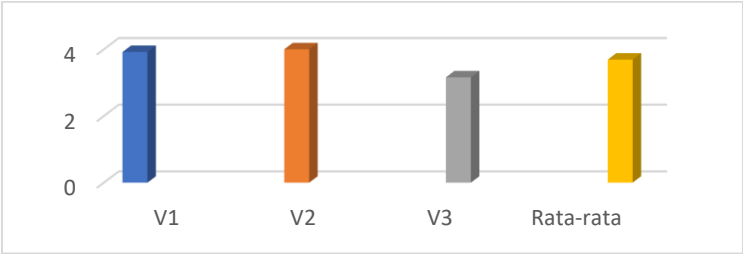
20	Kesesuaian materi dalam Modul pembelajaran dengan materi pokok	4	4	3	3,66	Sangat valid
21	Keruntutan materi dan konsep pembelajaran	4	4	4	4,00	Sangat valid
22	Urutan materi sudah lengkap	4	4	2	3,33	Sangat valid
23	Kemenarikan isi materi dalam memotivasi pengguna	4	4	4	4,00	Sangat valid
24	Langkah-langkah dalam persiapan pembelajaran dapat dipahami siswa dengan mudah	4	4	3	3,66	Sangat valid
25	Langkah kegiatan belajar pada Modul dapat diikuti siswa dengan mudah	4	4	4	4,00	Sangat valid
Rata -rata		3,92	4,00	3,16	3,69	Sangat valid

Berdasarkan tentang hasil validasi materi pembelajaran Modul Dasar Listrik dan Elektronika diperoleh skor rata-rata 3,69 dari rentang penilaian skala 1.-.4 dengan kategori sangat valid. Adapun di bawah ini merupakan proses perhitungan reliabilitas validasi ahli materi

$$= \text{Indeks Kesesuaian Kasar (IKK)} = \frac{Jumlah\ Jawaban\ Sama}{Jumlah\ Objek\ yang\ di\ amati}$$

$$= IKK = \frac{11}{25} = 0{,}44 \ \text{(Kesepakatan moderat (Moderate agreement)}$$

Indeks kesesuaian kasar (IKK) pada validasi materi pembelajaran Modul Dasar Listrik dan Elektronika sebesar 0,44 atau kesepakatan moderat (moderate agreement) yang berarti memiliki kriteria reliabilitasnya cukup baik.



Gambar 2. Diagram validasi ahli materi

Modul yang sudah dikonsultasikan kepada dosen pembimbing dan dilakukan perbaikan, selanjutnya divalidasi oleh ahli media dan ahli materi menggunakan lembar penilaian Modul yang sebelumnya telah dibuat. Validasi dari segi media dilakukan oleh Bapak Didik Aribowo, S.T., M.T., Bapak Frintis Septa Marpaung, S.Pd., M.T., dan Bapak Muhammad Nur Hadi, S.T., M.T. Validasi dari segi materi dilakukan oleh Bapak Dr. Irwanto, S.Pd.T., M.T., M.M., M.Pd., M.Si., M.Psi., M.A., Bapak Frintis Septa Marpaung, S.Pd., M.T., dan Bapak Muhammad Nur Hadi, S.T., M.T. Validasi dari ahli media, dan ahli materi bertujuan untuk mengetahui apakah Modul yang dibuat layak digunakan oleh pengguna dan mendapat kritik dan saran agar Modul menjadi lebih baik.

Tabel 3. Hasil validasi Modul oleh 3 ahli Media

No	Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor Penilaian Tiap Aspek	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan	3,40	Sangat baik
2	Kegrafikan	3,29	Sangat baik

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Rata-Rata Keseluruhan Skor Penilaian	3,36	Sangat baik

Penilaian Modul yang dilakukan oleh ahli media terhadap media yang ada pada Modul menghasilkan rata-rata keseluruhan skor penilaian sebesar 3,36 dari skor maksimal 4,00 dengan kategori produk sangat baik. Adapun saran atau masukan yang diterima oleh peneliti dari 3 ahli media adalah sebagai berikut:

1. Perbaikan daftar isi, mengenai Evaluasi halaman pada daftar isi tidak sesuai dengan halaman pada lembar modul.
2. Referensi gambar sesuaikan ukurannya yang proporsional agar terlihat jelas di modul
3. Ditambahkan daftar Pustaka pada modul

Tabel 4.Hasil validasi Modul oleh 3 ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor Penilaian Tiap Aspek	Kategori
1	Isi	3,75	Sangat baik
2	Kebahasaan	3,56	Sangat baik
3	Penyajian	3,71	
Rata-Rata Keseluruhan Skor Penilaian		3,69	Sangat baik

Penilaian Modul yang dilakukan oleh ahli materi terhadap materi yang ada pada Modul menghasilkan rata-rata keseluruhan skor penilaian sebesar 3,69 dari skor maksimal 4,00 dengan kategori produk sangat baik. Adapun saran atau masukan yang diterima oleh peneliti dari 3 ahli materi adalah sebagai berikut:

1. Perbaikan daftar isi, mengenai Evaluasi halaman pada daftar isi tidak sesuai dengan halaman pada lembar modul.
2. Perbaikan tata tulis berdasarkan EYD
3. Modul disertai dengan halaman judul
4. Perbaikan penomoran pada tabel

Implementasi

Pelaksanaan implementasi dilakukan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

a. Persiapan Pembelajaran
   Sebelum kegiatan pembelajaran dimulai, peneliti menyiapkan perangkat pembelajaran yang meliputi modul berbasis PhET, perangkat evaluasi (tes kognitif, lembar observasi afektif dan psikomotor), serta sarana pendukung seperti komputer/laptop dan akses aplikasi PhET. Selain itu, peneliti juga melakukan koordinasi dengan guru mata pelajaran terkait pelaksanaan kegiatan pembelajaran.
b. Pelaksanaan Pembelajaran
   Kegiatan pembelajaran dilaksanakan sesuai dengan sintaks model pembelajaran yang telah dirancang, yaitu Project Based Learning (PjBL). Pada tahap ini, siswa menggunakan modul sebagai panduan belajar dan melakukan eksplorasi menggunakan simulasi PhET untuk memahami konsep dasar listrik dan eletronika.
   Siswa terlihat lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran karena dapat langsung mempraktikkan konsep melalui simulasi. Interaksi antara siswa dengan media pembelajaran juga meningkat dibandingkan dengan pembelajaran sebelumnya yang hanya menggunakan media PowerPoint.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

c. Pengumpulan Data

Selama proses implementasi, penulis mengumpulkan data melalui beberapa instrumen, yaitu:

1. Tes hasil belajar (ranah kognitif)
2. Lembar observasi (ranah afektif dan psikomotor)
3. Angket respon siswa terhadap modul

Data tersebut digunakan untuk mengetahui respon siswa terhadap penggunaan modul berbasis PhET.

d. Evaluasi Awal Implementasi

Setelah kegiatan pembelajaran selesai, dilakukan evaluasi awal untuk melihat kendala yang terjadi selama proses implementasi. Secara umum, siswa dapat menggunakan modul dengan baik dan memahami petunjuk penggunaan aplikasi PhET. Namun, terdapat beberapa siswa yang masih membutuhkan arahan dalam penggunaan awal simulasi.

Berdasarkan hasil implementasi, dapat diketahui bahwa penggunaan modul berbasis PhET mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Siswa menjadi lebih aktif, antusias, dan lebih mudah memahami konsep rangkaian listrik dibandingkan dengan metode pembelajaran sebelumnya.

Gambar 3. Sebelum kegiatan pembelajaran dimulai

Evaluasi

Rekapitulasi Penilaian Respon Siswa Terhadap Modul

Siswa sebagai responden menilai modul untuk mengetahui kelayakannya ketika digunakan dalam proses pembelajaran. Untuk mengetahui hasil kelayakan modul Dasar Listrik Dan Elektronika peneliti menyebarkan angket kepada 34 responden sebanyak 20 butir pernyataan.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

No	Indikator	Penilaian Responden																															Rata-Rata Skor	Keterangan
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32	R33	R34		
	Penyajian materi																																				
1	Materi dalam media pembelajaran sudah disajikan secara urut	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sangat valid
2	Langkah – langkah pembelajaran dalam dalam media pembelajaran mudah diikuti	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sangat valid
3	Ketesediaan contoh (gambar, teks, dan video) yang disertakan sesuai dengan materi setiap kegiatan belajar	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3,5	Sangat valid
4	Ketersedian ujikompetensi dengan materi yang dipelajari pada masing -masing kegiatan belajar	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3,44	Sangat valid
5	Ketersediaan penugasan sesuai dengan materi yang di pelajari pada masing – masing kegiatan belajar	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3,41	Sangat valid
	Kebahasaan																																				
6	Istilah yang digunakan pada media pembelajaran cukup familiar sehingga mudah di pahami	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sangat valid
7	Tata letak informasi yan gada pada media pembelajaran sudah tepat sehingga tidak membingungkan siswa saat membaca	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3,67	Sangat valid
8	Susunan kalimat yang ada pada media pembelajaran sudah sesuai sehingga mudah di pahami	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,73	Sangat valid
9	Bahasa yang digunakan pada media pembelajaran sudah sesuai dengan kaidah bahasa indonesia	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,76	Sangat valid
10	Bahasa yang digunakan sudah komunikatif	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sangat valid

Gambar 4. Rekapitulasi penilaian respon siswa terhadap Modul

Berdasarkan Gambar. 4 tentang hasil validasi responden pada media pembelajaran modul Dasar Listrik Dan Elektronika diperoleh skor rata-rata 3,80 dari rentang penilaian skala 1-4 dengan kategori sangat valid. Adapun di bawah ini merupakan proses perhitungan reliabilitas validasi responden.

$$= \text{Indeks Kesesuaian Kasar (IKK)} = \frac{Jumlah\ Jawaban\ Sama}{Jumlah\ Objek\ yang\ diamati}$$

$$= \text{IKK} = \frac{11}{20} = 0{,}55 \text{ (Kesepakatan moderat (Moderate agreement))}$$

Proses perhitungan reliabilitas validasi responden. Indeks kesesuaian kasar (IKK) pada media pembelajaran modul dasar Listrik dan elektronika sebesar 0,55 atau kesepakatan moderat (moderate agreement) yang berarti memiliki kriteria reliabilitasnya cukup baik.

Tabel 5. Hasil penilaian respon siswa terhadap modul

No	Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor Penilaian Tiap Aspek	Kategori
1	Penyajian materi	3,67	Sangat Baik
2	Kebahasaan	3,83	Sangat Baik
3	Kemanfaatan	3,70	Sangat Baik
4	Kegrafikan	4,00	Sangat Baik
Rata-Rata Keseluruhan Skor Penilaian		3,80	Sangat Baik

Hasil penilaian respon siswa terhadap modul pada angket yang sudah diisi diperoleh rata-rata keseluruhan skor penilaian sebesar 3,80 dari skor maksimal 4,00 dengan kategori produk sangat baik, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar dalam pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika kelas X.

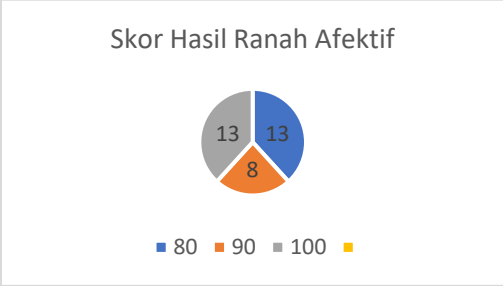
Hasil Belajar 3 Ranah

Peneliti mengukur ketuntasan hasil belajar 3 ranah yang telah di kerjakan oleh siswa dalam pembelajaran modul Dasar Listrik dan Elektronika diantaranya: (1) Penilaian Afektif atau sikap; (2) Penilaian Kognitif atau soal pilihan ganda; dan (3) Penilaian Psikomotorik atau praktik.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

a. Penilaian Afektif (sikap)

Di bawah ini diagram nilai yang diperoleh siswa dalam penilaian afektif.



Gambar 5. diagram lingkaran skor hasil belajar ranah afektif

Dari hasil rekapitulasi nilai afektif pada Tabel 21 di atas diperoleh bahwa untuk skor hasil belajar ranah afektif pada mata pelajaran instalasi motor listrik adalah sebagai berikut: skor rata-rata adalah 91,47 skor terendah adalah 80 dan skor tertinggi adalah 100. Kemudian untuk pengubahan skor rata-rata skor ke dalam kategori peneliti menggunakan rumus pada Tabel 13 yaitu:

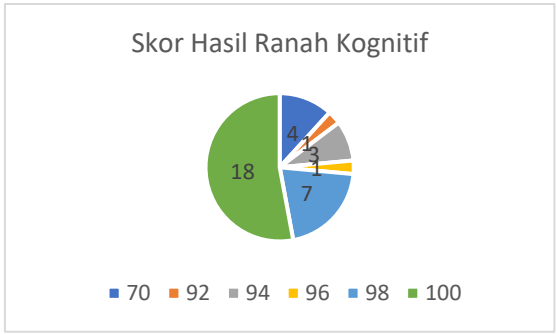
$$X = 91{,}47 = {}^{1}/_{2} \times 100 - 0 = 50$$
$$\bar{X} = {}^{1}/_{6} \times 100 - 0 = 16{,}67$$
$$X = 50 + 17 = 66{,}67$$
$$= 91{,}47 \geq 66{,}67 = \text{Sangat baik}$$

Adapun hasil dari penilaian afektif siswa di atas dapat disimpulkan bahwa skor yang diperoleh siswa masuk ke dalam kategori sangat baik. Untuk mengukur ketuntasan belajar klasikal digunakan rumus: (Winarto, 2021).

$$= \frac{34}{34} = 100\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, kriteria nilai yang di dapatkan siswa di atas 75 sebesar 100% atau masuk kedalam kriteria keberhasilan tinggi.

b. Penilaian Kognitif (soal pilihan ganda)



Gambar 6. diagram lingkaran skor hasil belajar ranah kognitif

Dari hasil rekapitulasi nilai afektif pada Tabel 8 di atas diperoleh bahwa untuk skor hasil belajar ranah afektif pada mata pelajaran instalasi motor listrik adalah sebagai berikut: skor rata-rata adalah 95,17 skor terendah adalah 70 dan skor tertinggi adalah 100.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

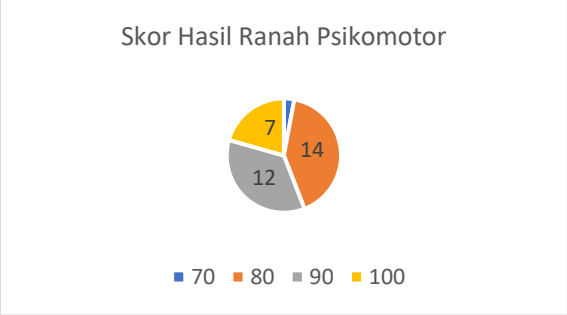
$$X = 95{,}17$$
$$= {}^{1}/_{2} \times 100 - 0 = 50$$
$$\bar{X} = {}^{1}/_{6} \times 100 - 0 = 16{,}67$$
$$X = 50 + 17 = 66{,}67$$
$$= 95{,}17 \geq 66{,}67 = \text{Sangat baik}$$

Adapun hasil dari penilaian afektif siswa di atas dapat disimpulkan bahwa skor yang diperoleh siswa masuk ke dalam kategori sangat baik. Untuk mengukur ketuntasan belajar klasikal digunakan rumus:

$= \frac{30}{34} = 88{,}23\%$Berdasarkan hasil perhitungan di atas, kriteria nilai yang di dapatkan siswa di atas 75 sebesar 88,23% atau masuk kedalam kriteria keberhasilan tinggi.

c. Penilaian Psikomotorik (praktik)

Diagram penlitian psikomotorik ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. diagram lingkaran skor hasil belajar ranah psikomotor

Dari hasil rekapitulasi nilai afektif pada Tabel 23 di atas diperoleh bahwa untuk skor hasil belajar ranah afektif pada mata pelajaran instalasi motor listrik adalah sebagai berikut: skor rata-rata adalah 87,35 skor terendah adalah 70 dan skor tertinggi adalah 100.

$$X = 95{,}17$$
$$= {}^{1}/_{2} \times 100 - 0 = 50$$
$$\bar{X} = {}^{1}/_{6} \times 100 - 0 = 16{,}67$$
$$X = 50 + 17 = 66{,}67$$
$$= 87{,}35 \geq 66{,}67 = \text{Sangat baik}$$

Adapun hasil dari penilaian afektif siswa di atas dapat disimpulkan bahwa skor yang diperoleh siswa masuk ke dalam kategori sangat baik. Untuk mengukur ketuntasan belajar klasikal digunakan rumus:

$$= \frac{33}{34} = 97{,}05\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, kriteria nilai yang di dapatkan siswa di atas 75 sebesar 97,05% atau masuk kedalam kriteria keberhasilan tinggi.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Revisi Produk Berdasarkan Hasil Validasi Ahli

Setelah proses validasi oleh ahli media dan ahli materi selesai dilaksanakan, dilakukan revisi terhadap modul pembelajaran berdasarkan saran dan masukan yang diberikan oleh para validator. Proses revisi ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk agar memenuhi aspek kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan tampilan sebelum diimplementasikan kepada siswa. Berdasarkan hasil validasi ahli media, beberapa aspek yang direvisi meliputi kesesuaian daftar isi dengan nomor halaman, ukuran dan tata letak gambar agar lebih proporsional dan mudah dipahami, serta penambahan daftar pustaka sebagai pelengkap sumber referensi dalam modul. Seluruh masukan tersebut telah diakomodasi melalui perbaikan format modul, penyesuaian tampilan visual, serta penyempurnaan sistematika penyusunan modul.

Sementara itu, hasil validasi ahli materi menunjukkan beberapa saran perbaikan, antara lain penyempurnaan penulisan sesuai Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI), penambahan halaman judul, perbaikan penomoran tabel, serta penyempurnaan penyajian materi agar lebih sistematis dan mudah dipahami oleh peserta didik. Seluruh saran tersebut ditindaklanjuti dengan melakukan penyuntingan bahasa, perbaikan format penulisan, penambahan halaman pendukung, serta penyusunan kembali beberapa bagian materi sehingga lebih sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik siswa SMK. Setelah seluruh perbaikan dilakukan, modul dikaji kembali untuk memastikan bahwa seluruh rekomendasi dari validator telah diakomodasi dengan baik. Hasil revisi menghasilkan modul pembelajaran yang lebih sistematis, komunikatif, dan menarik dari segi tampilan maupun isi. Produk hasil revisi inilah yang kemudian digunakan pada tahap implementasi kepada siswa kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMKN 4 Kota Tangerang untuk memperoleh respons pengguna terhadap kelayakan modul.

Tabel 6. Tabel Revisi Produk Berdasarkan Masukan Validator

Validator	Masukan Validator	Tindak Lanjut Revisi
Ahli Media	Daftar isi belum sesuai dengan nomor halaman	Menyesuaikan nomor halaman pada daftar isi dengan isi modul
Ahli Media	Ukuran dan tata letak gambar kurang proporsional	Memperbaiki ukuran, kualitas, dan tata letak gambar agar lebih jelas
Ahli Media	Menambahkan daftar pustaka	Menambahkan daftar pustaka pada bagian akhir modul
Ahli Materi	Penulisan belum sesuai PUEBI	Memperbaiki ejaan, tata bahasa, dan penggunaan istilah sesuai PUEBI
Ahli Materi	Menambahkan halaman judul	Menambahkan halaman judul sesuai sistematika modul
Ahli Materi	Penomoran tabel belum konsisten	Memperbaiki penomoran dan format tabel
Ahli Materi	Penyajian materi perlu lebih sistematis	Menyusun ulang beberapa bagian materi agar lebih runtut dan mudah dipahami

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika berbasis PhET Simulation yang dikembangkan menggunakan model Lee & Owens memperoleh penilaian sangat layak dari ahli media, ahli materi, maupun siswa sebagai pengguna. Tingginya hasil validasi menunjukkan bahwa proses pengembangan yang dilakukan secara sistematis, mulai dari analisis

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

kebutuhan, desain, pengembangan, validasi, revisi, implementasi, hingga evaluasi, mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Hal ini sejalan dengan konsep penelitian dan pengembangan yang menekankan bahwa kualitas suatu produk pembelajaran ditentukan oleh proses pengembangan yang sistematis dan evaluasi secara berkelanjutan (Tsabitah et al., 2025).

Hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa modul telah memenuhi aspek tampilan, kemudahan penggunaan, dan penyajian informasi sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran. Integrasi PhET Simulation ke dalam modul memberikan visualisasi yang lebih menarik dan memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi konsep kelistrikan secara interaktif. Menurut Arsyad (2017), media pembelajaran yang dirancang dengan memperhatikan aspek visual, navigasi, dan keterbacaan mampu meningkatkan kualitas penyampaian informasi sehingga memudahkan peserta didik memahami materi pembelajaran. Selain itu, (Alfi Desby Lustani et al., 2025)menjelaskan bahwa bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran karena memudahkan peserta didik belajar secara mandiri. Dengan demikian, hasil validasi media menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan telah memenuhi karakteristik media pembelajaran yang sesuai untuk pendidikan vokasi.

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa isi modul telah sesuai dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan karakteristik mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika. Materi disusun secara sistematis serta dipadukan dengan aktivitas simulasi menggunakan PhET Simulation, sehingga konsep-konsep abstrak seperti hukum Ohm dan rangkaian listrik dapat dipelajari melalui visualisasi dan eksplorasi secara mandiri. Temuan ini mendukung penelitian Muflia dan Hambali (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan PhET membantu peserta didik memahami konsep-konsep kelistrikan secara lebih konkret melalui simulasi interaktif. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Maulina dan Kustijono (2017) yang menunjukkan bahwa PhET mampu meningkatkan kualitas pembelajaran fisika karena memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif dan bermakna.

Respon siswa yang berada pada kategori sangat baik menunjukkan bahwa modul mudah dipahami, menarik digunakan, serta mendukung proses pembelajaran secara mandiri. Hasil ini mengindikasikan bahwa pengembangan modul telah mempertimbangkan karakteristik peserta didik SMK yang membutuhkan bahan ajar yang menghubungkan konsep teoritis dengan praktik. Penggunaan PhET Simulation memungkinkan siswa melakukan percobaan virtual, mengamati perubahan variabel, dan memahami hubungan antar konsep kelistrikan tanpa bergantung sepenuhnya pada praktikum laboratorium. Temuan ini sejalan dengan penelitian Endrayani et al. (2022) yang menyatakan bahwa simulasi PhET mampu membantu visualisasi konsep abstrak dan meningkatkan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran. Selain itu, Nurjanah (2019) menjelaskan bahwa penggunaan simulasi interaktif memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi konsep secara mandiri sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan bermakna. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Maulana et al. (2024) dan (Kolopita et al., 2022) yang menyatakan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis simulasi mampu meningkatkan kualitas pengalaman belajar peserta didik pada materi sains dan teknik.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini perlu diinterpretasikan sesuai dengan pendekatan penelitian yang digunakan. Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development (R&D) yang berfokus pada pengembangan dan evaluasi kualitas produk melalui validasi ahli serta respons pengguna. Oleh karena itu, hasil penelitian hanya menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

telah memenuhi kriteria valid dan layak digunakan sebagai bahan ajar pada mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di SMK. Temuan ini tidak dapat diartikan sebagai bukti bahwa modul meningkatkan hasil belajar siswa karena penelitian ini tidak menggunakan desain eksperimen, seperti pretest-posttest, kelompok kontrol, maupun analisis normalized gain (N-Gain). Oleh sebab itu, interpretasi hasil penelitian dibatasi pada aspek validitas dan kelayakan produk, sedangkan pengujian efektivitas modul terhadap hasil belajar memerlukan penelitian lanjutan dengan desain eksperimen yang lebih kuat (Tsabitah et al., 2025).

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dalam bentuk pengembangan modul pembelajaran berbasis PhET Simulation yang dikembangkan menggunakan model Lee & Owens, divalidasi oleh ahli media dan ahli materi, serta memperoleh respons positif dari siswa. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih banyak mengkaji efektivitas penggunaan PhET sebagai media pembelajaran (Muflia & Hambali, 2021), penelitian ini menghasilkan produk berupa modul pembelajaran yang mengintegrasikan simulasi interaktif ke dalam bahan ajar yang sistematis dan sesuai dengan karakteristik pembelajaran di SMK. Dengan demikian, modul yang dikembangkan dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar untuk mendukung pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika yang lebih interaktif dan berpusat pada peserta didik. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain pretest-posttest atau analisis normalized gain (N-Gain) untuk mengevaluasi efektivitas modul terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan modul pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika berbasis PhET Simulation untuk siswa kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Negeri 4 Kota Tangerang menggunakan model pengembangan Lee dan Owens, yang meliputi tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Modul yang dikembangkan disusun sesuai dengan Capaian Pembelajaran, Alur Tujuan Pembelajaran, dan Tujuan Pembelajaran pada Kurikulum Merdeka serta dilengkapi dengan simulasi interaktif PhET dan latihan pembelajaran untuk mendukung proses belajar.

Hasil validasi menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat layak berdasarkan penilaian ahli media dengan rata-rata skor 3,36, ahli materi dengan rata-rata skor 3,69, serta respons siswa dengan rata-rata skor 3,80, yang seluruhnya berada pada kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul memiliki kualitas yang baik dari aspek isi, penyajian, kebahasaan, tampilan, dan kemudahan penggunaan sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung pada mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di SMK.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan evaluasi kualitas produk melalui validasi ahli serta respons pengguna. Oleh karena itu, temuan penelitian dibatasi pada aspek validitas dan kelayakan modul, sedangkan efektivitas modul terhadap peningkatan hasil belajar siswa belum dievaluasi karena penelitian ini tidak menggunakan desain eksperimen. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain pretest posttest atau analisis normalized gain (N-Gain) untuk menguji efektivitas modul terhadap hasil belajar siswa.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

DAFTAR ISI

Alfi Desby Lustani, Achmad Fadil, Sayyidah Soraya, & Ahmad Farhan Pratama. (2025). PEMANFAATAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AI: SOLUSI CERDAS UNTUK PENDIDIKAN MASA KINI. *Jurnal Pemikiran Pendidikan Dan Keguruan*, *1*(1), 70–76. https://doi.org/10.59966/0cw1e858

Amalia, M., Pratama, M. V., Pratiwi, N. A., & Fujiarti, A. (2024). Pengaruh Media Interaktif Terhadap Minat Belajar Siswa Pada Pembelajaran IPA Kelas 4 SD. *JURNAL JENDELA PENDIDIKAN*, *4*(01), 39–47. https://doi.org/10.57008/jjp.v4i01.689

Anisa, V. M., & Astriani, D. (2022). Implementation of PhET simulation with discovery learning model to improve understanding of dynamic electricity concepts. *Jurnal Pijar Mipa*, *17*(3), 292–301. https://doi.org/10.29303/jpm.v17i3.3438

Arsyad. (2017). Efektivitas Penggunaan Aplikasi PhET dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 45–49.

Bahtiar, B., Ibrahim, I., & Maimun, M. (2022). Analysis of Students' Scientific Literacy Skill in terms of Gender Using Science Teaching Materials Discovery Model Assisted by PhET Simulation. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *11*(3), 371–386. https://doi.org/10.15294/jpii.v11i3.37279

Endrayani, I., Efendi, A., & Yamtinah, S. (2022). Identification of the Need for PhET Simulation-based Interactive Media for Learning in Vocational High Schools. *Journal of Education Research and Evaluation*, *6*(4), 667–677. https://doi.org/10.23887/jere.v6i4.53040

Hawa, A. A., Supriadi, B., & Prastowo, S. H. B. (2021). EFEKTIVITAS PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL PBL BERBANTUAN SIMULASI PhET PADA MATERI TERMODINAMIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, *7*(2), 327. https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.6041

Hidayah, N., Talakua, P., Azis, D. A., & Maipauw, M. M. (2025). Development of Interactive Learning Media Based on Augmented Simulation Using PhET for Magnetic Field Material. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, *5*(1), 40–53. https://doi.org/10.52434/jpif.v5i1.42588

Kolopita, C. P., Katili, M. R., & Yassin, R. M. T. (2022). Pengaruh Media Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar. *Inverted: Journal of Information Technology Education*, *2*(1), 1–12. https://doi.org/10.37905/inverted.v2i1.13081

Kustanto, P., Bram Khalil, R., & Noe'man, A. (2024). Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Media Pembelajaran Interaktif. *Journal of Students' Research in Computer Science*, *5*(1), 83–94. https://doi.org/10.31599/6x0dfz47

Maulana, R. S., Rusimamto, P. W., Haryudo, S. I., & Rijanto, T. W. (2024). PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS FLIPBOOK PADA MATA PELAJARAN INSTALASI TENAGA LISTRIK DI SMK NU GRESIK. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, *14*(01), 35–41. https://doi.org/10.26740/jpte.v14n01.p35-41

Maulina, R. N., & Kustijono, R. (2017). Efektifitas pembelajaran fisika berbantuan media virtual PhET disamping pelaksanaan lab riil untuk melatihkan keterampilan proses sains. *Seminarnasionalfisika(Snf)2017*, (November), 65–69.

Muflia, N., & Hambali, H. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Dasar Listrik dan Elektronika menggunakan Aplikasi Lectora Inspire. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, *2*(1), 75–79. https://doi.org/10.24036/jpte.v2i1.84

Nurjanah. (2019). Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Melalui Model Pembelajaran Interaktif. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12–15.

Putri, L. A., & Widiyono, A. (2026). Pengembangan Buku Interaktif Berbantuan Simulasi PhET-STEM Rangkaian Listrik: Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Pedagogik Journal of Islamic Elementary School*, *9*(1), 15–35. https://doi.org/10.24256/pijies.v9i1.9266

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Rahmawati, R., Khaeruddin, & Amal, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Video Interaktif untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Sekolah Dasar. *JUDIKDAS: Jurnal Ilmu Pendidikan Dasar Indonesia*, *1*(1), 29–38. https://doi.org/10.51574/judikdas.v1i1.163

Ratnasari, A., Sumardi, K., & Berman, E. T. (2023). Media Pembelajaraan Berbasis PhET Simulasi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik di SMK. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *8*(1b), 711–718. https://doi.org/10.29303/jipp.v8i1b.993

Rayan, B., Daher, W., Diab, H., & Issa, N. (2023). Integrating PhET Simulations into Elementary Science Education: A Qualitative Analysis. *Education Sciences*, *13*(9), 884. https://doi.org/10.3390/educsci13090884

Sungkono. (2012). Pengembangan Intrumen Evaluasi Media Modul Pembelajaran. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*, *8*(2), 1–16.

Tsabitah, N. N., Muksin, M., & Muslim, S. (2025). Pengembangan E-LKPD (Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis Model Pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) Menggunakan PhET Simulation Pada Mata Pelajaran Dasar Dasar Ketenagalistrikan di SMKN 55 Jakarta. *Risenologi*, *10*(1), 98–108. https://doi.org/10.21009/risenologi.101.10

Winarto, T. W. (2021). Peningkatan Hasil Belajar Siswa Melalui Model Kooperatif Dengan Pendekatan Tipe Numbered Heads Together. *Saintifika; Jurusan PMIPA*, *FKIP*, *Universitas Jember*.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.