



PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK BERBASIS *PROBLEM SOLVING* BERBANTUAN PHET PADA MATERI GERAK LURUS DI SEKOLAH MENENGAH ATAS

Meftahudin Meftahudin^{*}, Haratua Tiur Maria Silitonga, Muhammad Musa Syarif Hidayatullah

Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia

*email: f1051211006@student.untan.ac.id

Received: 2024-11-25 Accepted: 2024-12-20 Published: 2024-12-25

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik pada materi kinematika gerak lurus. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Instrumen penelitian berupa angket kebutuhan peserta didik, lembar validasi ahli, dan tes keterampilan pemecahan masalah. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul elektronik yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan tinggi dengan kategori sangat valid. Implementasi modul elektronik pada 30 peserta didik kelas XI SMA Negeri 10 Pontianak menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah dengan kategori sedang. Dengan menggunakan uji Wilcoxon, menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan, mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Data hasil angket respon peserta didik terhadap modul elektronik menunjukkan hasil yang sangat positif, dengan rata-rata respon keseluruhan mencapai 83,5%. Temuan ini menunjukkan bahwa modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET efektif digunakan sebagai media pembelajaran fisika untuk membantu peserta didik memahami konsep secara mendalam dan menyelesaikan masalah secara sistematis.

Kata kunci: Modul elektronik, pemecahan masalah, PhET, gerak lurus

Abstract

This study aims to develop a PhET-assisted, problem-solving-based electronic module to enhance students' physics problem-solving skills in the topic of linear motion kinematics. The research employed the Research and Development (R&D) method using the ADDIE development model, which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. Research instruments included student needs questionnaires, expert validation sheets, and problem-solving skills tests. The validation results indicated that the developed electronic module had a high level of feasibility and was categorized as very valid. The implementation of the electronic module among 30 students in class XI at State Senior High School 10 Pontianak demonstrated an improvement in problem-solving skills, classified as moderate. Using the Wilcoxon test, a very significant difference was found, indicating that the treatment had a strong influence on students' problem-solving abilities. Data from the student response questionnaires showed very positive results, with an overall average response score of 83.5%. These findings suggest that the PhET-assisted, problem-solving-based electronic module is effective as a learning medium for teaching physics, helping students to gain a deeper understanding of concepts and solve problems systematically.

Keywords: Electronic module, problem solving, PhET, straight motion



How to cite (in APA style): Meftahudin, M., Silitonga, H. T. M., & Hidayatullah, M. M. S. (2024). Pengembangan modul elektronik berbasis problem solving berbantuan phet pada materi gerak lurus di sekolah menengah atas. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 13(2), 202–213. <https://doi.org/10.31571/saintek.v13i2.8288>

Copyright (c) 2024 Meftahudin Meftahudin, Haratua Tiur Maria Silitonga, Muhammad Musa Syarif Hidayatullah
DOI: 10.31571/saintek.v13i2.8288

PENDAHULUAN

Salah satu aspek penting dalam pembelajaran fisika adalah kemampuan *problem solving* yang memungkinkan peserta didik untuk mengidentifikasi masalah, menganalisis variabel fisika yang terlibat, dan merumuskan solusi berdasarkan konsep-konsep yang telah dipelajari. Pemecahan masalah adalah suatu kemampuan peserta didik dalam menyusun strategi pembelajaran untuk dapat memecahkan suatu masalah yang dihadapi (Arilaksmi et al., 2021). Heller & Heller, (2010) dalam penelitian mereka menegaskan, bahwa dengan melibatkan peserta didik secara aktif dalam menyelesaikan masalah fisika, mereka akan membangun pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep-konsep fisika.

Data hasil dari angket analisis kebutuhan peserta didik dengan jumlah responden 92 orang dari enam sekolah menengah atas di Kota Pontianak menunjukkan, bahwa peserta didik menghadapi berbagai kesulitan dalam pemecahan masalah fisika. Sebanyak 42,40% kesulitan memvisualisasikan masalah fisika, 32,60% sulit mendeskripsikan masalah fisika, 42,40% kesulitan merancang solusi, 42,40% mengalami hambatan dalam melaksanakan rencana, dan 25,00% kesulitan mengevaluasi hasil. Penelitian Rahma et al., (2018) serta Hasan & Fitria, (2021) juga menunjukkan bahwa miskonsepsi pada materi kinematika gerak lurus membuat peserta didik kesulitan dalam pemecahan masalah. Pada konsep jarak dan perpindahan, peserta didik mengalami kesulitan dalam membedakan antara jarak dan perpindahan, sehingga mereka sering kebingungan saat menyelesaikan soal perhitungan yang terkait. Pada konsep kecepatan, kelajuan, dan percepatan, banyak peserta didik yang belum memahami perbedaan antara kecepatan dan kelajuan serta belum menguasai definisi percepatan dengan baik. Selanjutnya, pada konsep Gerak Lurus Beraturan (GLB), sebagian besar peserta didik belum memahami ciri-ciri GLB dan kesulitan membedakan gerakan benda dalam GLB dengan posisi benda dalam Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

Pada konsep GLBB, peserta didik sering kali tidak mampu membedakan antara gerak lurus beraturan, baik GLBB yang dipercepat maupun GLBB yang diperlambat. Selain itu, mereka juga kesulitan memberikan contoh penerapan GLBB dalam kehidupan sehari-hari, serta kurang terampil menganalisis grafik hubungan antara kecepatan dan waktu. Kesulitan-kesulitan ini menunjukkan perlunya penekanan pada pemahaman konsep dasar dan aplikasi praktis dalam pembelajaran fisika agar peserta didik lebih mudah memahami materi.

Strategi pemecahan masalah menurut Heller et al., (1992) merupakan strategi sistematis yang sangat relevan dalam pembelajaran fisika, terutama untuk memahami konsep seperti gerak lurus. Prosesnya dimulai dengan memvisualisasikan masalah melalui sketsa, mencatat informasi yang diketahui, dan menentukan apa yang dicari. Kemudian, peserta didik mendeskripsikan masalah fisika dalam bentuk diagram atau gambar yang dilengkapi besaran-besaran fisika yang diketahui. Selanjutnya, mereka merencanakan solusi dengan mencari atau menurunkan hubungan antara persamaan fisika. Tahap berikutnya adalah melaksanakan rencana dengan menghitung solusi menggunakan nilai kuantitatif lengkap dengan satuan yang benar. Akhirnya, jawaban dievaluasi untuk memastikan keakuratan, kelengkapan, dan kesesuaiannya dengan pertanyaan yang diajukan. Strategi ini mendorong peserta didik berpikir kritis dan sistematis dalam menyelesaikan masalah fisika.

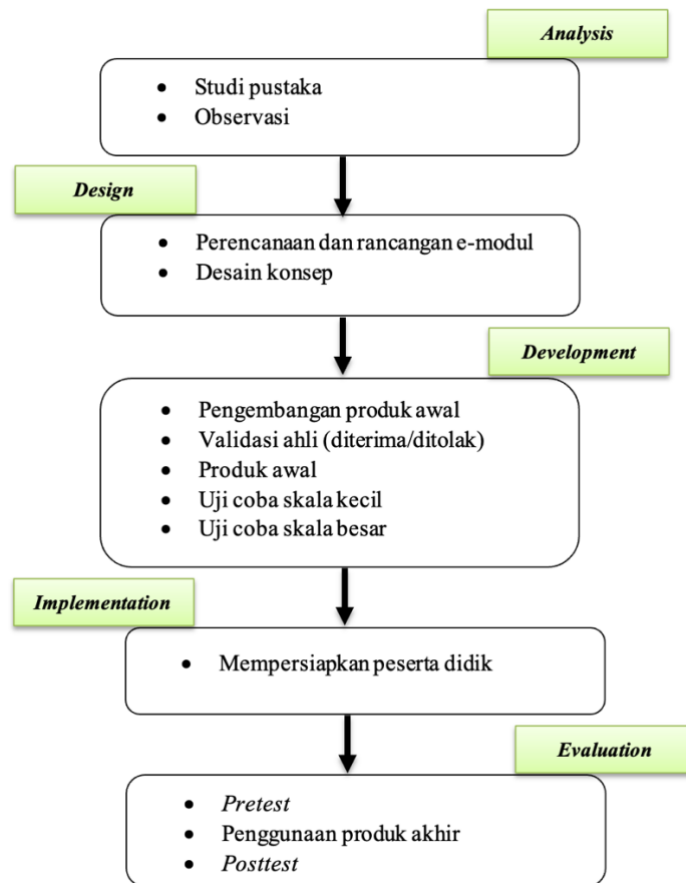
Perkembangan teknologi membawa terobosan baru dalam dunia pendidikan. Data hasil dari angket analisis kebutuhan peserta didik juga menunjukkan, bahwa 93,98% dari 92 responden menyukai pembelajaran berbasis teknologi dan 85,54% peserta didik merasa lebih mudah melakukan pembelajaran menggunakan teknologi. Pengembangan bahan ajar dengan memanfaatkan teknologi akan menambah minat serta memudahkan peserta didik dalam melakukan proses pembelajaran. Salah satu bahan ajar yang dapat dikembangkan, yaitu modul elektronik. Modul elektronik mampu meningkatkan daya tarik proses pembelajaran, karena dapat menyajikan materi dalam bentuk gambar atau video yang dapat dipelajari berulang kali oleh peserta didik (Puspitasari, 2019). Selain itu, modul elektronik juga memudahkan peserta didik dalam pembelajaran jarak jauh, karena bisa diakses melalui berbagai perangkat seperti laptop, *smartphone*, dan komputer di mana saja dan kapan saja, sehingga dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam belajar fisika (Oktaviana et al., 2020; Purwaningsih et al., 2023). Kemudahan dalam mengakses dan sifatnya yang interaktif memungkinkan peserta didik untuk melakukan pembelajaran secara mandiri menggunakan modul elektronik.

Untuk mengatasi kesulitan peserta didik dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi gerak lurus, penggunaan laboratorium virtual juga dapat menjadi solusi yang efektif. Laboratorium virtual terbukti memberikan dampak positif terhadap pengembangan keterampilan, sikap, dan pemahaman konsep peserta didik. Penelitian oleh Asyana & Arini (2020), menunjukkan bahwa, penggunaan aplikasi PhET mendapat respon positif dari responden, menunjukkan bahwa aplikasi ini sangat membantu dan nyaman digunakan dalam pembelajaran praktikum *online*. Penggunaan PhET membantu peserta didik dalam mengenali karakteristik konsep pada materi gerak lurus, sehingga mereka dapat memahami perbedaan antara ciri-ciri GLB dan GLBB dengan lebih mudah dan tepat.

Modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET yang telah ada sejauh ini, meskipun inovatif, masih menyisakan ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Penelitian-penelitian terdahulu seperti Fitriyawany et al., 2023 dan Purwaningsih et al., 2023 telah menunjukkan potensi besar dari pendekatan ini dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Namun, hasil penelitian mereka juga mengindikasikan adanya keterbatasan dalam hal pembimbingan peserta didik secara bertahap melalui seluruh proses pemecahan masalah. Padahal, pemahaman yang mendalam terhadap langkah-langkah seperti memvisualisasi masalah, mendeskripsikan masalah fisika secara tepat, merancang solusi yang efektif, menerapkan solusi, dan mengevaluasi hasil merupakan kunci bagi peserta didik untuk menguasai konsep fisika dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan sebuah modul elektronik yang tidak hanya menyajikan masalah, tetapi juga secara eksplisit membimbing peserta didik melalui setiap tahap pemecahan masalah. Dengan begitu, peserta didik akan lebih siap menghadapi soal-soal fisika yang lebih kompleks dan beragam, serta mampu menerapkan pengetahuan mereka dalam berbagai konteks. Hal yang menjadi krusial juga adalah hingga saat ini belum ada penelitian yang secara khusus mendalami pengembangan modul elektronik serupa untuk materi gerak lurus di tingkat sekolah menengah atas. Melihat dari kebutuhan dan kesulitan peserta didik, penelitian ini bertujuan mengembangkan modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik pada materi kinematika gerak lurus di sekolah menengah atas.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *R & D (Research and Development)* dengan model pengembangan ADDIE. Model ADDIE terdiri dari lima tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan tahap evaluasi (Branch, 2009). Sampel yang digunakan adalah 30 peserta didik kelas XI di SMA Negeri 10 Pontianak. Skema penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema penelitian pengembangan model ADDIE

Angket kebutuhan peserta didik merupakan instrumen penting yang digunakan pada tahap analisis. Angket kebutuhan peserta didik, mengidentifikasi tantangan atau kesulitan yang dihadapi peserta didik, khususnya dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah. Selain itu, hasil angket tersebut juga membantu dalam menyesuaikan fasilitas, metode, dan strategi pembelajaran agar lebih efektif dan relevan dengan kebutuhan peserta didik.

Kelayakan modul elektronik menggunakan instrumen berupa lembar validasi oleh para ahli yang mencakup aspek materi, media, bahasa, serta validitas oleh ahli lapangan (guru fisika). Validasi ini bertujuan memastikan bahwa modul elektronik memenuhi standar kualitas baik dari segi konten maupun penyajiannya. Selain itu, dilakukan penyebaran angket respon kepada peserta didik di enam sekolah menengah atas di Kota Pontianak. Langkah ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memberikan masukan langsung mengenai kualitas modul elektronik. Pendekatan ini tidak hanya melibatkan ahli, tetapi juga memberikan suara kepada pengguna akhir, sehingga hasil evaluasi menjadi lebih komprehensif dan relevan. Melalui kombinasi metode ini, diharapkan modul elektronik yang dihasilkan benar-benar mampu memenuhi kebutuhan pembelajaran secara optimal.

Tes pemecahan masalah dirancang untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah menggunakan langkah-langkah sistematis berdasarkan strategi Heller. Langkah-langkah tersebut meliputi, visualisasi masalah, menggambarkan situasi fisika, merencanakan solusi, menjalankan solusi, dan mengevaluasi hasil. Instrumen tes ini terdiri dari lima soal esai yang dirancang khusus untuk menguji keterampilan berpikir kritis dan analitis peserta didik. Setiap jawaban dievaluasi menggunakan rubrik penilaian yang terstruktur untuk memastikan penilaian objektif.

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penggunaan modul elektronik, maka diterapkan skema *one group pretest posttest design* (Sugiyono, 2020). *Pretest* yang dilakukan sebelum

mendapatkan perlakuan menggunakan modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET dan *posttest* diberikan setelah menggunakan modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET. Skema ini memungkinkan pengukuran efektivitas modul elektronik dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik secara komprehensif. Dengan demikian, hasil yang diperoleh tidak hanya menggambarkan tingkat pencapaian, tetapi juga perkembangan keterampilan peserta didik selama proses pembelajaran.

Data hasil validitas ahli terhadap modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET pada materi gerak lurus akan dianalisis menggunakan uji validitas aiken. Hasil pengolahan kemudian dinilai berdasarkan kriteria pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria kelayakan (Simarmata et al., 2021)

Persentase (%)	Kategori
0,00 – 49,00	Tidak valid
50,00 – 59,00	Kurang valid
60,00 – 79,00	Valid
80,00 – 100,00	Sangat valid

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisis hasil respon peserta didik terhadap modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET, yaitu mencari nilai rata-rata responden. Hasil pengolahan kemudian dinilai berdasarkan kriteria pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria angket respon peserta didik (Norlaila et al., 2024)

Persentase Penilaian (%)	Kategori
0,00 – 20,00	Sangat rendah
21,00 – 40,00	Rendah
41,00 – 60,00	Cukup
61,00 – 80,00	Tinggi
81,00 – 100,00	Sangat tinggi

Hasil tes keterampilan pemecahan masalah peserta didik dianalisis menggunakan Uji N-Gain dan ditafsirkan sesuai dengan interpretasi pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria gain ternormalisasi (Hake, 1998)

Nilai N-Gain	Kategori
> 0,70	Tinggi
0,30 – 0,70	Sedang
< 0,30	Rendah

Uji normalitas menggunakan aplikasi SPSS, dilakukan untuk melihat signifikan atau tidaknya perlakuan yang dilakukan pada pemecahan masalah peserta didik pada kasus fisika. Setelah itu data diuji dengan uji T jika data berdistribusi normal atau menggunakan uji Wilcoxon jika data tidak berdistribusi normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

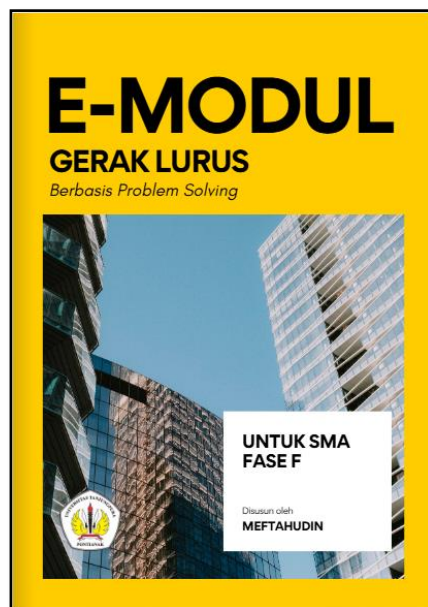
Pengembangan modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET pada materi gerak lurus menggunakan model pengembangan ADDIE. Model ADDIE terdiri dari analisis, desain, pengembangan, dan evaluasi. Pada tahap analisis dilakukan analisis kebutuhan peserta didik, dengan penyebaran angket secara *online* menggunakan *google form*. Angket disebar ke enam sekolah menengah atas di Kota Pontianak. Tujuan dari analisis kebutuhan untuk mengetahui kebutuhan proses pembelajaran peserta didik dan mengidentifikasi kesulitan peserta didik dalam pemecahan masalah

fisika. Hasil dari tahap analisis kebutuhan ditampilkan pada Gambar 2, yang menunjukkan diagram kesulitan peserta didik dalam pemecahan masalah fisika.



Gambar 2. Diagram kesulitan peserta didik dalam pemecahan masalah fisika

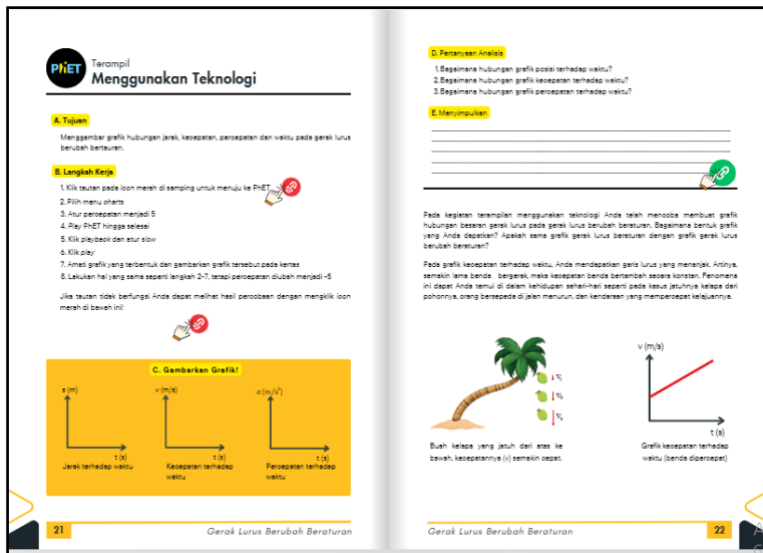
Berdasarkan data hasil dari angket kebutuhan peserta didik didapatkan 42,40% dari 92 peserta didik mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan kasus fisika, 32,60% menyatakan sukar dalam mendeskripsikan masalah fisika, 42,40% peserta didik kesulitan merancang solusi, 42,40% mengalami kesulitan pada saat mengeksekusi secara matematis, dan 25% menyatakan sulit untuk mengevaluasi hasil yang didapatkan. Hasil ini diperkuat dengan hasil wawancara bersama dua orang guru fisika sekolah menengah atas di Kota Pontianak, menyatakan sebagian besar peserta didik kesulitan dalam menyelesaikan kasus fisika terutama pada soal berbentuk cerita.



Gambar 3. Cover modul

Tahap desain, dilakukan desain perangkat pembelajaran berupa modul elektronik agar dapat digunakan secara efektif di kelas (Hadiyanti et al., 2021). Desain perangkat pembelajaran berupa modul elektronik dimulai dengan pembuatan *storyboard* dan *flowchart* terkait alur yang akan diambil dalam pembuatan modul elektronik (Suhartati, 2021). Penggunaan smart app creator (Canva) dalam membuat modul memudahkan untuk menambahkan berbagai media seperti gambar, video, serta tautan lainnya yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran. Gambar 3 menampilkan desain sampul modul elektronik yang dirancang menarik dan relevan dengan tema gerak lurus pada Kurikulum Merdeka fase F. Strategi Heller menjadi acuan dalam alur pembelajaran modul elektronik, dari pemunculan masalah hingga ke tahap evaluasi hasil. Selain itu, dengan adanya bantuan percobaan

menggunakan PhET membantu peserta didik memahami konsep materi pada modul elektronik. Gambar 4 menunjukkan integrasi simulasi PhET dalam modul elektronik, yang dirancang untuk memfasilitasi pemahaman peserta didik terhadap konsep gerak lurus melalui eksperimen virtual. Materi pada modul elektronik disesuaikan dengan materi Kurikulum Merdeka kinematika gerak pada fase F. Hal ini mengacu pada data hasil dari angket kebutuhan peserta didik yang menunjukkan bahwa 5 dari 6 sekolah yang disebar angket telah menggunakan Kurikulum Merdeka. Gambar 5 memberikan ilustrasi penyelesaian masalah gerak lurus dengan menggunakan strategi Heller, yang mencakup langkah-langkah pemecahan masalah secara sistematis dari analisis hingga evaluasi.



Gambar 4. Tampilan PhET pada modul



Gambar 5. Contoh tampilan penyelesaian masalah gerak lurus dengan strategi Heller

Tahap pengembangan menjadi tahap krusial untuk menentukan kualitas dari modul elektronik. Modul elektronik yang telah dibuat sesuai desain, kemudian divalidasi oleh para ahli (materi, media, bahasa, dan ahli lapangan). Validasi materi, media, dan bahasa dilakukan oleh dua orang dosen dari pendidikan fisika serta dua orang guru fisika sebagai validator ahli lapangan.

Tabel 4. Penilaian oleh validator materi

No.	Aspek Validasi	Persentase (%)	Kategori
1.	Isi	82	Sangat valid
2.	Penyajian	82	Sangat valid
	Rata-rata	82	Sangat valid

Tabel 4 menampilkan hasil validasi ahli materi, dengan rata-rata persentase sebesar 82% untuk aspek isi dan penyajian, yang keduanya termasuk dalam kategori sangat valid. Lembar validasi yang digunakan berdasarkan lembar validasi yang dimodifikasi dari penelitian (Arolov, 2023). Nilai yang diberikan oleh validator ahli materi menunjukkan materi pada modul elektronik layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil penilaian kelayakan oleh validator ahli media, persentase validasi adalah 86% dan termasuk dalam kategori sangat valid. Lembar validasi yang digunakan berdasarkan lembar validasi yang dimodifikasi dari penelitian (Arolov, 2023). Nilai yang diberikan oleh validator ahli media menunjukkan media pada modul elektronik layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil penilaian kelayakan oleh validator ahli bahasa, persentase validasi adalah 81% dan termasuk dalam kategori sangat valid. Lembar validasi yang digunakan berdasarkan lembar validasi yang dimodifikasi dari penelitian (Arolov, 2023). Nilai yang diberikan oleh validator ahli bahasa menunjukkan bahasa pada modul elektronik layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Tabel 5. Penilaian oleh validator ahli lapangan (guru fisika)

No.	Aspek Validasi	Persentase (%)	Kategori
1.	Ketepatan format modul elektronik	89	Sangat valid
2.	Kualitas modul elektronik	87	Sangat valid
	Rata-rata	88	Sangat valid

Sementara itu, hasil validasi oleh guru fisika, seperti yang disajikan dalam Tabel 5, menunjukkan persentase validasi adalah 89% untuk ketepatan format modul elektronik, 87% untuk kualitas modul elektronik, dan kedua aspek termasuk dalam kategori sangat valid. Lembar validasi yang digunakan berdasarkan lembar validasi yang dimodifikasi dari penelitian (Wahyuningsih et al., 2019). Nilai rata-rata yang diperoleh dari oleh guru fisika untuk modul elektronik adalah 88%, sehingga secara keseluruhan modul elektronik yang dikembangkan layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran.

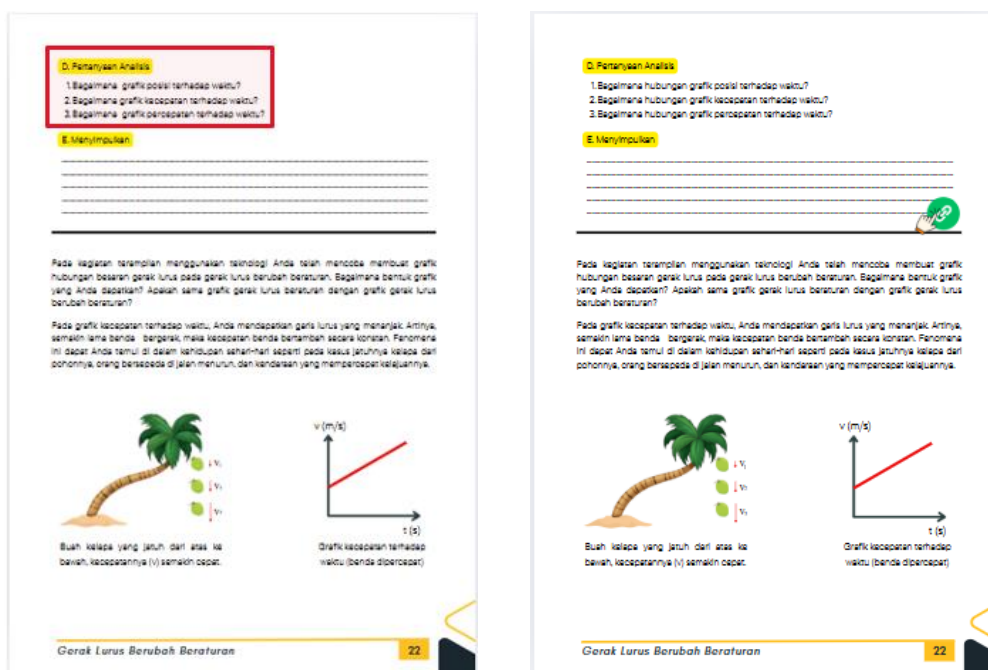
Tabel 6. Skor penilaian uji kelayakan total oleh validator ahli

No.	Hasil Validasi	Persentase (%)	Kategori
1.	Validasi materi	82	Sangat valid
2.	Validasi media	86	Sangat valid
3.	Validasi bahasa	81	Sangat valid
4.	Validasi ahli lapangan	88	Sangat valid
	Rata-rata	84	Sangat valid

Tabel 6 merangkum skor penilaian uji kelayakan total. Secara keseluruhan modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET dapat dikategorikan layak digunakan sebagai media dalam proses pembelajaran. Persentase tertinggi diperoleh pada penilaian validasi para ahli lapangan, yaitu guru fisika dengan skor 88% pada kategori sangat valid. Hal ini dikarenakan instrumen validasi yang disajikan kepada validator lapangan berisi ringkasan dari setiap materi, media, dan validasi bahasa. Menurut Agustini et al., (2021); Junitasari et al., (2021); Shobrina et al., (2020); Sari & Karyati, (2020); Syarlisjisman et al., (2021) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa media yang telah

diuji kelayakannya dengan kategori persentase sangat layak dapat diimplementasikan dalam pembelajaran. Penelitian yang dilakukan oleh Aslam et al., (2021), bahwa hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pengembangan modul elektronik dapat meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa dengan persentase terendah dalam validasi ahli media pembelajaran sebesar 76% pada kategori media.

Data kualitatif diperoleh dari saran dan kritik dari validator ahli, sehingga dapat disimpulkan bahwa modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET layak untuk diimplementasikan di kelas dengan rekomendasi perlu ditingkatkan (Suartama et al., 2022). Berdasarkan saran dan kritik yang diberikan oleh validator, hasil perbaikan yang dilakukan oleh peneliti disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET sebelum dan sesudah revisi

Sebelum lanjut ke tahap implementasi, dilakukan uji skala kecil dan uji skala besar untuk mendapatkan saran dan masukan secara langsung dari peserta didik terhadap modul elektronik. Uji skala kecil dilakukan kepada 3 peserta didik. Pada skala kecil modul elektronik mendapat respon positif dari 3 orang peserta didik. Respon positif juga didapatkan pada uji skala besar yang dilakukan kepada 10 peserta didik tanpa ada perbaikan. Melalui kedua uji tersebut, peserta didik lebih mudah memahami materi dan mendapatkan dukungan lebih baik dalam menyelesaikan masalah fisika, terutama pada materi kinematika gerak lurus.

Implementasi dilakukan kepada 30 peserta didik dengan melakukan *pretest* terhadap kemampuan awal peserta didik. Setelah melakukan *pretest*, kemudian modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET pada materi gerak lurus diterapkan dengan menjelaskan cara penggunaan modul elektronik dan fitur-fitur dalam modul elektronik untuk menunjang proses pembelajaran peserta didik. Setelah peserta didik belajar menggunakan modul elektronik secara mandiri, kemudian setelah satu minggu dilakukan *posttest* untuk melihat peningkatan hasil belajar dan pemecahan masalah peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET pada materi gerak lurus. Data hasil nilai *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data hasil nilai *pretest* dan *posttest*

No.	Indikator	Total <i>pretest</i>	Total <i>posttest</i>	Skor N-Gain	Kategori
1	Visual kasus fisika	376	564	0,64	Sedang
2	Gambar situasi fisika	202	423	0,56	Sedang
3	Merancang solusi	346	583	0,59	Sedang
4	Menjalankan solusi	308	549	0,63	Sedang
5	Evaluasi hasil	111	203	0,49	Sedang
	Rata-rata	464,4	268,6	0,58	Sedang

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik merupakan analisis yang dilakukan dengan uji N-gain setiap indikator keterampilan pemecahan masalah (Gunawan et al., 2020). Peningkatan terendah ditemukan pada indikator evaluasi hasil. Peningkatan yang rendah disebabkan oleh faktor internal dari siswa yang tidak terbiasa mengecek kembali hasil yang didapatkan dalam penyelesaian soal fisika. Skor rata-rata peserta didik mengalami peningkatan keterampilan pemecahan masalah dalam kategori sedang. Hal ini juga disebabkan saat modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET pada materi gerak lurus peserta didik hanya dijelaskan cara penggunaan modul elektronik serta fitur-fitur dalam modul elektronik tanpa dibimbing dalam proses pembelajarannya (peserta didik belajar secara mandiri dengan menggunakan modul elektronik), sehingga kurangnya pengawasan dari guru. Kejadian seperti ini berdampak pada peningkatan kemampuan memecahkan masalah yang disajikan (Mahardini, 2020; Scheel et al., 2022).

Analisis data menggunakan SPSS versi 25. Nilai terendah pada *pretest* adalah 23, sedangkan pada *posttest* adalah 36. Kemudian untuk nilai maksimum diperoleh 71 untuk *pretest* dan 100 untuk nilai *posttest*. Data berdistribusi tidak normal, sehingga dilakukan uji nonparametrik menggunakan uji Wilcoxon dengan signifikansi 0,000. Nilai signifikan tersebut menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*. Hal ini mengindikasikan, bahwa perlakuan yang diberikan memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap variabel yang diukur.

Tabel 8. Data hasil angket respon peserta didik

No.	Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kategori
1.	Kelayakan materi	83	Sangat tinggi
2.	Kelayakan bahasa dan media	84	Sangat tinggi
	Rata-rata	83,5	Sangat tinggi

Data hasil 61 peserta didik yang mengisi angket respon terhadap modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET pada materi gerak lurus menunjukkan hasil yang sangat positif (Tabel 8). Pada aspek kelayakan materi, modul elektronik ini memperoleh persentase 83%, yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Sementara itu, pada aspek kelayakan bahasa dan media, modul elektronik mendapatkan persentase 85%, juga dengan kategori sangat tinggi. Secara keseluruhan, rata-rata respon peserta didik terhadap modul elektronik ini mencapai 83,5%, menempatkannya dalam kategori sangat tinggi, yang menunjukkan bahwa modul elektronik ini sangat efektif dan sesuai untuk mendukung proses pembelajaran. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian oleh Purwaningsih et al., (2023), menunjukkan modul elektronik serupa pada materi gerak parabola efektif meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa, dengan validitas dan praktikalitas tinggi. Demikian pula Fitriyawany et al., (2023), menemukan bahwa modul elektronik berbasis simulasi PhET pada materi fluida dinamis sangat layak digunakan dengan persentase 88,25%, membantu siswa memahami konsep abstrak dengan teknologi interaktif. Hal ini menguatkan bahwa pendekatan berbasis *problem solving* dan PhET mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran fisika secara signifikan. Perbedaan

persentase tersebut disebabkan oleh fokus penelitian ini yang lebih spesifik, yaitu mengadopsi strategi pemecahan masalah menggunakan strategi Heller, serta perbedaan pada materi pembelajaran yang menjadi objek penelitian.

SIMPULAN

Penggunaan modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET pada materi gerak lurus menunjukkan dampak positif terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Hal ini terlihat dari peningkatan rata-rata skor *pretest* sebesar 268,6 menjadi 464,4 pada *posttest*. Berdasarkan analisis N-Gain, peningkatan rata-rata berada pada kategori sedang dengan nilai 0,58. Hasil ini menunjukkan bahwa modul elektronik tersebut efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Modul elektronik berbasis *problem solving* berbantuan PhET pada materi gerak lurus dapat menjadi pilihan guru fisika untuk menunjang proses pembelajaran pada materi gerak lurus dan dapat mejadi referensi untuk mengembangkan modul pembelajaran di kelas. Modul elektronik ini juga dapat diintegrasikan dengan metode pembelajaran kolaboratif agar peserta didik lebih terbimbing dalam memahami konsep secara mendalam. Namun, keterbatasan modul ini terletak pada pembelajaran yang bersifat mandiri tanpa pengawasan intensif dari guru, sehingga dapat mengurangi efektivitas pada beberapa peserta didik yang memerlukan bimbingan lebih dalam mengevaluasi hasil atau memahami langkah-langkah pemecahan masalah.

REFERENSI

- Agung Mahardini, M. M. (2020). Analisis situasi penggunaan Google Classroom pada pembelajaran daring fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 215. <https://doi.org/10.24127/jpf.v8i2.3102>
- Arilaksmi, N. P. G., Susiswo, S., & Sulandra, I. M. (2021). Kemampuan pemecahan masalah open-ended siswa SMP berdasarkan tahapan Polya. *Vygotsky*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.30736/voj.v3i1.346>
- Aslam, A., Ninawati, M., & Noviani, A. (2021). Pengembangan media monopoli berbasis kontekstual pada materi jenis-jenis usaha dan kegiatan ekonomi mata pelajaran IPS siswa kelas tinggi. *Al-Aulad: Journal of Islamic Primary Education*, 4(1), 35–43. <https://doi.org/10.15575/al-aulad.v4i1.10156>
- Asyana, V., & Arini, A. (2020). Optimalisasi penggunaan e-modul dan PhET simulation sebagai virtual lab di masa pandemi Covid-19. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 17(3), 160–165. <https://doi.org/10.31258/jkfi.17.3.160-165>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Department of Educational Psychology and Instructional Technology, University of Georgia.
- Fitriyawany, F., Julita, F., & Mustika, C. R. (2023). Development of e-module based on simulation PhET fluid material dynamic in senior high school. *Asian Journal of Science Education*, 5(2), 39–47. <https://doi.org/10.24815/ajse.v5i2.32420>
- Gunawan, G., Harjono, A., Nisyah, M., Kusdiastuti, M., & Herayanti, L. (2020). Improving students' problem-solving skills using inquiry learning model combined with advance organizer. *International Journal of Instruction*, 13(4), 427–442. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13427a>
- Hadiyanti, N. F. D., Hobri, Prihandoko, A. C., Susanto, Murtikusuma, R. P., Khasanah, N., & Maharani, P. (2021). Development of mathematics e-module with STEM-collaborative project-based learning to improve mathematical literacy ability of vocational high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1839(1), Article 012031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1839/1/012031>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>

- Hasan, S. N., & Fitria, E. (2021). Identifikasi miskonsepsi siswa SMA pada materi kinematika gerak lurus. *Jurnal Pembelajaran & Sains Fisika*, 2(2), 80–87.
- Heller, K., & Heller, P. (2010). Cooperative problem solving in physics: A user's manual.
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60(7), 627–636. <https://doi.org/10.1119/1.17117>
- Junitasari, J., Roza, Y., & Yuanita, P. (2021). Pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis model CORE untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 744–758. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.415>
- Norlaila, N., Ansori, H., & Juhairiah, J. (2024). Pengaruh penggunaan media pembelajaran interaktif PhET simulation terhadap hasil belajar siswa pada materi pecahan. *Jurmadikta*, 4(2), 54–66. <https://doi.org/10.20527/jurmadikta.v4i2.2770>
- Oktaviana, M., Putri, D. H., & Risdianto, E. (2020). Pengembangan modul elektronik berbantuan simulasi PhET pada pokok bahasan gerak harmonik sederhana di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(2), 131–140. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.2.131-140>
- Purwaningsih, S., Azizahwati, A., & Sahal, M. (2023). Pengembangan e-modul pembelajaran fisika berbasis problem solving berbantuan virtual lab PhET pada materi gerak parabola. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 14(1), 120. <https://doi.org/10.20527/quantum.v14i1.15647>
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan media pembelajaran fisika menggunakan modul cetak dan modul elektronik pada siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 17–25. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/indeks.php/PendidikanFisika>
- Rahma, C. M., Nasir, M., & Bahri, S. (2018). Identifikasi miskonsepsi menggunakan certainty of response index (CRI) pada materi. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 1(2), 5–10.
- Sari, E. P., & Karyati. (2020). CORE (Connecting, Organizing, Reflecting & Extending) learning model to improve the ability of mathematical connections. *Journal of Physics: Conference Series*, 1581(1), Article 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1581/1/012028>
- Scheel, L., Vladova, G., & Ullrich, A. (2022). The influence of digital competences, self-organization, and independent learning abilities on students' acceptance of digital learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), Article 50. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00350-w>
- Shobrina, N. Q., Sakti, I., & Purwanto, A. (2020). Pengembangan desain bahan ajar fisika berbasis e-modul pada materi momentum. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 33–40. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.33-40>
- Suartama, I. K., Mahadewi, L. P. P., Divayana, D. G. H., & Yunus, M. (2022). ICARE approach for designing online learning module based on LMS. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(4), 305–312. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.4.1619>
- Sugiyono. (2020). *Metodologi penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suhartati, O. (2021). Flipped classroom learning based on Android Smart Apps Creator (SAC) in elementary schools. *Journal of Physics: Conference Series*, 1823(1), Article 012070. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1823/1/012070>
- Syarlisjiswan, M. R., Sukarmin, & Wahyuningsih, D. (2021). The development of e-modules using Kodular software with problem-based learning models in momentum and impulse material. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1), Article 012078. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012078>
- Wahyuningsih, I. T., Djudin, T., & Oktavianty, E. (2019). Pengembangan refutation text untuk meremediasi miskonsepsi peserta didik pada materi fluida dinamis. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 8(10), 1–12.