

Pengembangan Modul Fisika Discovery Learning dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Kalor

Aisyah Fadhilah ^{1*}, Pintor Simamora ²

^{1,2} Universitas Negeri Medan, Indonesia

* aisyahfdh05@gmail.com

Abstrak

Urgensi penelitian ini untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA secara efektif dan kontekstual. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran fisika berbasis *discovery learning* pada materi kalor di tingkat SMA guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Tiga aspek utama menjadi fokus penelitian, yaitu kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan modul dalam mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran instrument. Teknik analisis data digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif. Data hasil validasi ahli dianalisis untuk menentukan tingkat kelayakan materi dan media modul secara keseluruhan. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul berada pada kategori sangat layak digunakan dalam pembelajaran, dengan rata-rata skor 95,12% dari ahli materi dan 87,89% dari ahli media. Uji kepraktisan yang dilakukan oleh guru fisika memperoleh persentase 91,56% dengan kategori sangat praktis, sedangkan uji kepraktisan oleh siswa memperoleh rata-rata 90,35% yang juga termasuk kategori sangat praktis. Sementara itu, hasil tes kemampuan berpikir kritis siswa menunjukkan nilai N-gain sebesar 0,67 dengan kategori sedang, sehingga modul dinyatakan efektif. Dengan demikian, modul pembelajaran fisika berbasis *discovery learning* yang dikembangkan terbukti layak, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi kalor.

Kata Kunci: Pengembangan, Modul Ajar Fisika, Discovery Learning, Keterampilan Berpikir Kritis

Pendahuluan

Pendidikan yang baik adalah pendidikan yang tidak hanya mempersiapkan siswanya untuk suatu profesi atau jabatan, tetapi juga mempersiapkan siswa untuk menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapinya dalam kehidupan sehari-hari (Wangi et al., 2022). Penilaian belajar pada kurikulum merdeka tidak cuma mengukur tingkat berpikir rendah saja, namun tingkat berpikir tinggi juga (Holiah, 2023). Hal ini sesuai dengan tujuan diberlakukannya pelajaran fisika di SMA/MA, menurut Depdiknas yaitu sebagai sarana untuk melatih para siswa agar bisa menguasai pengetahuan, konsep dan prinsip fisika, kecakapan ilmiah dan keterampilan proses IPA, keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Artinya, setelah mendapatkan pembelajaran fisika, diharapkan siswa tidak hanya mampu memahami teori dan prinsip fisika saja, tetapi dapat memunculkan kemampuan berpikir kritis (Madroji et al., 2019). Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa masih belum optimal. Salah satu penyebabnya adalah keterbatasan bahan ajar yang digunakan guru, yang umumnya

hanya mengandalkan buku paket dan lembar kerja peserta didik (LKPD) konvensional. Hal ini berdampak pada rendahnya keterlibatan siswa secara aktif dalam pembelajaran serta munculnya kesulitan dalam memahami konsep-konsep fisika yang abstrak.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan guru fisika dan hasil angket analisis kebutuhan siswa yang diberikan kepada siswa kelas XI-2 SMA Negeri 4 Kisaran ditemukan bahwa bahan ajar yang digunakan yaitu buku cetak berupa buku paket dari penerbit yang diberikan sekolah. Buku paket tersebut berisi materi pembelajaran dan latihan soal dari setiap topik. Materi pembelajaran yang disajikan hanya berupa teks dan gambar, belum disertai dengan kegiatan praktikum yang dapat melatih keterlibatan dan keaktifan siswa selama proses pembelajaran (Dalimunthe et al., 2025). Penggunaan buku paket saja dalam pembelajaran belum mampu menarik minat dan motivasi belajar siswa, terlebih lagi 85% siswa kelas XI SMA Negeri 4 Kisaran menyatakan tidak tertarik dengan pelajaran fisika. Dalam penelitian yang dilakukan (Unanti et al., 2021) dikatakan bahwa keterbatasan bahan ajar dalam pembelajaran fisika menyebabkan motivasi dan keaktifan siswa menjadi rendah, sehingga akan berdampak pada penurunan prestasi belajar dan berpikir kritis siswa.

Salah satu faktor yang menyebabkan kurangnya kemampuan berpikir kritis siswa adalah penggunaan alat peraga yang masih belum memaksimalkan partisipasi siswa. Akibatnya, siswa dapat menjadi kurang tertarik pada proses pembelajaran, sehingga pembelajaran menjadi tidak efektif dan sia-sia (Ruhana et al., 2023). Pembelajaran fisika yang hanya berfokus pada menghafal rumus tidak akan menumbuhkan pemikiran konseptual atau kemampuan untuk berpikir ulang dalam situasi baru (Putra, 2021). Mempelajari keterampilan dasar dengan menghafal tanpa pemahaman akan menghasilkan keterampilan di bawah rata-rata. Menghafal akan membuat siswa terjebak di masa lalu dan tidak mendorong mereka untuk hidup di masa kini (Triandini et al., 2021).

Permasalahan tersebut menuntut adanya bahan ajar yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga mampu membimbing siswa untuk membangun pemahaman secara mandiri dan aktif. Modul pembelajaran merupakan salah satu alternatif bahan ajar yang dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Modul memiliki struktur yang sistematis, mencakup materi, metode, batasan, dan evaluasi yang dirancang untuk mendukung pencapaian kompetensi tertentu (Astutik et al., 2018; Putra, 2022). Melalui penggunaan modul, siswa dapat belajar mandiri dengan guru sebagai fasilitator (Sholikha et al., 2022). Agar modul menjadi lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, diperlukan integrasi dengan model pembelajaran yang sesuai. Salah satu model yang relevan adalah model *discovery learning*, yang mengarahkan siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pencarian dan pengolahan informasi melalui tahapan-tahapan ilmiah seperti stimulus, mengidentifikasi masalah, mengumpulkan data, mengolah data, memverifikasi dan menarik kesimpulan (Puspitasari et al., 2019). Model ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui kegiatan pembelajaran yang terstruktur, logis, dan berbasis penyelidikan (Rukmi et al., 2023).

Mengajar dengan menggunakan *discovery learning* selain berkaitan dengan penemuan juga bisa meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Latifah et al., 2020). *Discovery learning* merupakan suatu model pembelajaran yang berfokus pada peserta didik dimana peserta didik dituntut untuk belajar mandiri dalam mencari, menemukan pengetahuan dan mampu menerapkan pengetahuan yang diperoleh sedangkan tugas guru hanya sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran (Alpindo et al., 2023). Pembelajaran fisika sendiri terjadi bukan karena kebetulan akan tetapi bersifat tetap dan mengacu pada mendidik dan melatih siswa agar dapat mengembangkan kompetensi observasi, eksperimentasi serta berpikir (Kurniawan, 2021). Prinsip dasar

kegiatan belajar mengajar adalah memberdayakan semua potensi yang dimiliki siswa sehingga mereka akan mampu meningkatkan pemahamannya terhadap fakta, konsep, prinsip dalam kajian ilmu yang dipelajarinya yang akan terlihat dalam kemampuannya untuk berpikir kritis (Putriani et al., 2021).

Penelitian menggunakan pengembangan modul fisika berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Susilawati et al., 2020). Hasil penelitiannya disimpulkan bahwa: 1) Modul pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* pada materi fluida dinamis yang dikembangkan layak digunakan dengan persentase rata-rata sebesar 85,72% dikategorikan “sangat baik”. 2) Modul fisika berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam materi fluida dinamis dapat meningkatkan berpikir kritis siswa dengan nilai N-Gain ternormalisasi sebesar 0,61 poin dengan kategori “Sedang”. Masing-masing kategori sebesar 19,35% siswa mengalami peningkatan yang tinggi, 80,65% siswa mengalami peningkatan sedang.

Penelitian terdahulu yaitu pengembangan modul fisika berbasis *discovery learning* pada materi fluida statis. Kesimpulan dari hasil penelitiannya yaitu: 1) Persentase keseluruhan komponen validasi adalah 78,81% sehingga modul berbasis pendekatan *discovery learning* dikatakan valid dan memenuhi kriteria sangat baik. 2) Hasil penilaian kelayakan terhadap kualitas modul fisika berbasis *discovery learning* secara keseluruhan adalah 78,81% sehingga modul fisika berbasis *discovery learning* dikatakan valid dan memenuhi kriteria baik (Apriyani et al., 2020). Persentase keseluruhan respon siswa terhadap modul fisika berbasis *discovery learning* adalah 86,68% sehingga modul dikatakan praktis dan memenuhi kriteria sangat setuju atau positif. 3) Hasil penilaian keefektifan terhadap modul fisika berbasis *discovery learning* pada persentase hasil tes ulangan harian sebesar 80,55% siswa yang memperoleh nilai di atas 70 ada 29 siswa dan 7 siswa nilainya dibawah 70 dari 10 butir soal tes sehingga modul fisika dikatakan efektif.

Meskipun banyak penelitian telah mengkaji penggunaan model *discovery learning* dalam pembelajaran fisika, masih terdapat gap terkait pengembangan modul khusus yang sistematis dan terintegrasi untuk materi kalor yang secara spesifik menargetkan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan modul fisika berbasis *discovery learning* yang dirancang dengan pendekatan kontekstual dan aktivitas eksploratif yang sesuai dengan karakteristik materi kalor, sekaligus mengintegrasikan evaluasi keterampilan berpikir kritis secara terukur, sehingga memberikan kontribusi praktis serta teoritis dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa modul pembelajaran fisika berbasis *discovery learning* pada materi kalor, serta menguji kelayakan dan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Lubis et al., 2025). Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE, yang terdiri atas lima tahapan utama, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*.

Analysis

Pengembangan bahan ajar modul dilakukan setelah melakukan beberapa analisis di antaranya yaitu: analisis masalah, analisis kebutuhan siswa, dan analisis tugas. Analisis masalah dilakukan untuk mengetahui beberapa permasalahan di lapangan. Hasil studi lapangan menunjukkan bahan ajar di SMA Negeri 4 Kisaran memiliki kekurangan di antaranya kurang

menarik, materi yang dimuat terlalu dalam sehingga sulit dipahami oleh siswa, jumlah bahan ajar yang terbatas hingga adanya kesalahan konten dalam bahan ajar. Analisis kebutuhan siswa dilakukan untuk mengetahui jenis bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik siswa di suatu sekolah. Berdasarkan observasi yang dilakukan menunjukkan bahan ajar yang dibutuhkan siswa adalah bahan ajar yang memiliki kelayakan dalam hal isi, bahasa, ilustrasi, dan metode pengembangan. Isi bahan ajar hendaknya benar dan tidak menyesatkan, disampaikan dengan bahasa yang komunikatif, ilustrasi gambar yang jelas dan menarik, dan metode pengembangan yang dekat dengan siswa.

Design

Perancangan modul dilakukan berdasarkan data observasi pada tahap analisis. Modul yang dirancang adalah modul berbasis *discovery learning*. Jadi rancangan modul yang dikembangkan menggunakan strategi pembelajaran *discovery*. Tahap ini juga yang akan menentukan materi dan alur pembelajaran yang akan disusun dalam modul. Adapun materi dalam modul adalah kalor sementara slur pembelajaran dirancang agar dapat merangsang keterampilan berpikir kritis siswa. Rancangan yang telah disusun selanjutnya dikembangkan menjadi modul berbasis *discovery learning*.

Development

Tahap ini, pengembangan modul pembelajaran fisika dilakukan dengan mengikuti rancangan yang telah disusun secara sistematis, mencakup penyusunan materi, aktivitas pembelajaran, dan evaluasi sesuai model *discovery learning*. Setelah produk awal modul selesai dibuat, modul tersebut kemudian divalidasi oleh ahli materi yang menilai keakuratan, relevansi, dan kedalaman isi materi fisika, serta oleh ahli media yang mengevaluasi aspek tampilan, kelayakan penggunaan, dan kualitas penyajian modul agar menarik dan mudah dipahami siswa. Masukan dan rekomendasi dari kedua ahli tersebut menjadi dasar penting untuk melakukan revisi dan penyempurnaan modul sehingga produk akhir benar-benar layak digunakan dalam proses pembelajaran, efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dan sesuai dengan kebutuhan serta kondisi siswa di SMA Negeri 4 Kisaran. Proses validasi dan revisi ini memastikan modul yang dikembangkan tidak hanya bermutu secara akademik, tetapi juga praktis dan *user-friendly* bagi guru maupun siswa.

Implementation

Modul hasil pengembangan kemudian diuji cobakan secara terbatas kepada peserta didik kelas XI di SMA Negeri 4 Kisaran untuk mengevaluasi keefektifannya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Uji coba ini bertujuan untuk melihat bagaimana modul tersebut diterapkan dalam situasi pembelajaran nyata, serta mengamati respon dan keterlibatan siswa selama proses belajar menggunakan modul *discovery learning*. Selama uji coba, data dikumpulkan melalui observasi, tes kemampuan berpikir kritis, dan umpan balik dari siswa untuk menilai sejauh mana modul dapat membantu siswa memahami konsep kalor sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis mereka. Hasil uji coba ini menjadi bahan evaluasi penting untuk memperbaiki dan menyempurnakan modul agar lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan siswa sebelum digunakan secara luas.

Evaluation

Evaluasi dilakukan secara menyeluruh untuk mengukur kualitas produk modul pembelajaran dengan memperhatikan berbagai aspek penting, termasuk penilaian dari para validator ahli yang menilai keakuratan materi dan kualitas media, tanggapan serta pengalaman siswa selama

menggunakan modul, serta hasil tes kemampuan berpikir kritis yang menunjukkan efektivitas modul dalam meningkatkan keterampilan siswa. Evaluasi ini bersifat formatif, artinya bertujuan untuk memberikan umpan balik konstruktif yang dapat digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan modul sebelum diterapkan secara luas. Dengan menggabungkan berbagai sumber data tersebut, evaluasi ini memastikan modul yang dikembangkan tidak hanya memenuhi standar akademik dan teknis, tetapi juga responsif terhadap kebutuhan dan kondisi siswa, sehingga mampu memberikan dampak positif yang optimal dalam proses pembelajaran fisika.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa alat ukur yang dirancang untuk mengumpulkan data secara komprehensif mengenai modul pembelajaran yang dikembangkan. Pertama, lembar validasi ahli digunakan untuk memperoleh penilaian dari para pakar mengenai kelayakan materi dan kualitas media modul, sehingga dapat memastikan kesesuaian dengan standar pembelajaran. Kedua, angket respon siswa digunakan untuk menangkap tanggapan langsung dari peserta didik terkait kemudahan penggunaan, ketertarikan, dan tingkat kepraktisan modul selama proses pembelajaran. Ketiga, tes berpikir kritis diterapkan untuk mengukur sejauh mana modul tersebut berhasil meningkatkan kemampuan analisis dan pemecahan masalah peserta didik. Data yang terkumpul dari ketiga instrumen ini kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif, yang memungkinkan peneliti untuk menggambarkan secara sistematis tingkat kevalidan, kepraktisan, serta keefektifan modul secara objektif. Pendekatan analisis ini membantu dalam mengevaluasi keberhasilan pengembangan modul sekaligus memberikan dasar yang kuat untuk melakukan perbaikan atau penyempurnaan jika diperlukan.

Tabel 1. Instrumen Penilaian yang Digunakan

Indikator	Instrumen
Kelayakan	Angket validasi ahli materi, ahli media,
Kepraktisan	Angket respon guru bidang studi fisika dan respon peserta didik
Meningkatkan Berpikir Kritis	<i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>

Berdasarkan tabel 1. menyajikan tiga indikator utama yang digunakan untuk menilai suatu program atau alat pembelajaran. Indikator pertama, kelayakan, dinilai melalui angket validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk memastikan kesesuaian konten dan penyampaian. Indikator kedua, kepraktisan, diukur dengan angket respon yang diberikan kepada guru bidang studi fisika dan peserta didik untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan dalam praktik. Indikator ketiga, meningkatkan berpikir kritis, dianalisis melalui perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* guna melihat efektivitas program dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Hasil

Penelitian ini menghasilkan sebuah modul pembelajaran fisika berbasis *discovery learning* yang khusus dikembangkan untuk materi kalor. Modul tersebut dirancang dengan mengikuti langkah-langkah pengembangan menggunakan model ADDIE, yang meliputi tahap analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Dalam proses penelitian ini, fokus diberikan pada tiga tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan dan karakteristik peserta didik, perancangan modul yang sesuai dengan tujuan pembelajaran, serta pengembangan modul yang mencakup validasi dan uji coba awal. Dengan metode ini, modul diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan efektif, sehingga dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep kalor melalui model *discovery learning*.

Tahap Analisis (*Analysis*), Hasil analisis awal menyatakan bahwa bahan ajar yang digunakan pada proses pembelajaran masih terbatas dan belum sesuai dengan kebutuhan siswa. Bahan ajar yang digunakan berupa buku paket yang diberikan sekolah. Buku paket tersebut berisi materi pembelajaran dan latihan soal dari setiap topik. Materi pembelajaran yang disajikan dalam bentuk teks, gambar dan latihan soal, belum berbasis model pembelajaran tertentu yang dapat mendukung keaktifan dan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis, 80% siswa menyatakan bahan ajar yang digunakan belum menarik dan memotivasi siswa untuk belajar, 96% siswa menyatakan bahan ajar belum mendukung siswa aktif dalam pembelajaran dan 78% siswa menyatakan bahan ajar yang digunakan belum cukup untuk membantu siswa dalam memahami materi pembelajaran. Sehingga menyebabkan siswa merasa sulit dalam memahami konsep fisika.

Tahap Perancangan (*Design*), Pada tahap ini, disusun rancangan modul yang memuat tujuan pembelajaran, materi kalor, kegiatan *discovery learning*, latihan soal, serta rubrik penilaian kemampuan berpikir kritis. Modul didesain menggunakan aplikasi *Microsoft Word* agar memiliki tampilan yang menarik dan mudah diakses oleh siswa. Penyusunan konten mengikuti struktur kegiatan *discovery learning* mulai dari stimulus hingga kesimpulan, sesuai indikator berpikir kritis. Tahap Pengembangan (*Development*), modul hasil rancangan menjalani proses validasi yang dilakukan oleh dua orang ahli, yaitu ahli materi dan ahli media. Validasi ini bertujuan untuk menilai kelayakan dan kualitas produk secara menyeluruh, baik dari segi isi materi maupun aspek penyajian dan media yang digunakan. Ahli materi mengevaluasi keakuratan, kelengkapan, dan kesesuaian konten dengan tujuan pembelajaran, sedangkan ahli media menilai aspek teknis seperti tampilan, desain, dan kemudahan penggunaan modul. Proses validasi ini penting untuk memastikan bahwa modul siap diimplementasikan dan mampu mendukung proses pembelajaran secara efektif serta menarik bagi peserta didik. Hasil validasi juga menjadi dasar untuk melakukan revisi dan perbaikan sebelum modul digunakan secara luas.

Validasi Ahli Materi, Validasi dilakukan oleh Drs. Juniar Hutahaeen, M.Si., dosen fisika Universitas Negeri Medan. Aspek yang dinilai meliputi kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kesesuaian dengan model *discovery learning*. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul memperoleh skor rata-rata 95,12% dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek yang dinilai	Skor	Skor Max	%	Kriteria
Kelayakan Isi	70	72	97	Sangat Layak
Kelayakan Kebahasaan	23	24	95,83	Sangat Layak
Kelayakan Penyajian	54	56	96	Sangat Layak
Kelayakan Penyajian Berbasis <i>Discovery Learning</i>	22	24	91,66	Sangat Layak
% rata-rata			95,12	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 2. Maka dapat diketahui jika hasil validasi ahli materi yaitu : 1). Kelayakan isi: 97%. 2). Kelayakan kebahasaan: 95,83%. 3). Kelayakan penyajian: 96%. 4). Kesesuaian dengan model *discovery learning*: 91,66%. Dengan skor tersebut, modul dinyatakan sangat layak digunakan dalam pembelajaran. Validasi Ahli Media, dilakukan oleh Rajo Hasim Lubis, M.Pd., dosen Pendidikan Fisika Universitas Negeri Medan. Aspek yang dinilai meliputi kegrafikan, kebahasaan, dan penyajian berbasis *discovery learning*. Hasil validasi diperoleh dalam bentuk persentase dan dianalisis berdasarkan kriteria kelayakan. Modul dinilai telah memenuhi standar kelayakan media pembelajaran dan mendapatkan umpan balik untuk penyempurnaan tampilan visual. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul memperoleh skor rata-rata 87,89% dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek yang dinilai	Skor	Skor Max	%	Kriteria
Kegrafikan	62	68	91,18	Sangat Layak
Kebahasaan	17	20	85	Sangat Layak
Penyajian Berbasis <i>Discovery Learning</i>	21	24	87,5	Sangat Layak
% rata-rata			87,89	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 3. Pada validasi ahli media, maka dapat diketahui yaitu 1). kegrafikan: 91,18% : 2). kebahasaan: 85%. 3). penyajian berbasis *discovery learning*: 87,5%. 4). Rata rata validasi ahli media: 87,89% dan dikategorikan sangat layak.

Pembahasan

Kelayakan Modul, Modul pembelajaran fisika berbasis inkuiri terbimbing yang dikembangkan telah divalidasi oleh dua ahli, yaitu ahli materi dan ahli media. Hasil validasi ahli materi oleh Drs. Juniar Hutahaeen, M.Si. menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 95,12%, yang termasuk dalam kategori sangat layak. Rinciannya: kelayakan isi (97%), kebahasaan (95,83%), penyajian (96%), dan kelayakan berbasis *discovery learning* (91,66%). Sementara itu, validasi ahli media oleh Rajo Hasim Lubis, M.Pd. menunjukkan hasil 87,89%, juga dalam kategori sangat layak, dengan rincian: aspek kegrafikan (91,18%), kebahasaan (85%), dan kesesuaian dengan model *discovery learning* (87,5%). Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan validasi materi sebesar 76,47% dan media sebesar 71,43% (Algiranto, 2022). Serta penelitian lain yang juga menyatakan kelayakan tinggi pada modul berbasis inkuiri terbimbing (Ariana et al., 2020 ; Martir et al., 2024)

Kepraktisan modul diukur melalui uji coba terbatas kepada guru fisika dan siswa kelas XI 2 SMAN 4 Kisaran. Hasil uji oleh guru menunjukkan nilai 91,56%, dan oleh siswa 90,35%, keduanya termasuk dalam kategori sangat praktis. Respon siswa terhadap modul sangat positif setelah digunakan dalam pembelajaran. Hal ini konsisten dengan studi lain yang menemukan respons positif siswa sebesar 79,64% (Mokodompit et al., 2024). Serta penelitian lain yang menyatakan bahwa modul berbasis *discovery learning* dapat meningkatkan nilai/karakter siswa dan kemampuan berpikir kritis (Billa et al., 2025). Penelitian yang dilakukan, baik oleh saya sendiri maupun studi terdahulu, secara konsisten menunjukkan bahwa penggunaan modul fisika berbasis *discovery learning* berhasil meningkatkan pemahaman berpikir kritis pada peserta didik.

Keefektifan modul ini secara spesifik terlihat dari peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, yang dibuktikan melalui perbandingan nilai *pretest* dan *posttest*. Efektivitas modul dilihat dari peningkatan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik menggunakan 10 soal esai berpikir kritis. Analisis menunjukkan peningkatan signifikan, dengan skor *normalized gain* (*N-gain*) berada pada kategori sedang (0,30–0,69). Ini menunjukkan bahwa modul efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Penemuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang mencatat efektivitas sebesar 0,392 (kategori sedang) Serta yang memperoleh *N-gain* sebesar 0,55 (Febrianti et al, 2017) .

Berdasarkan proses pengembangan modul ini, peneliti menghadapi beberapa tantangan signifikan yang mempengaruhi kelancaran dan efektivitas pengerjaan. Salah satu tantangan utama adalah pemilihan desain dan penyusunan materi yang memakan waktu cukup lama. Hal ini disebabkan peneliti harus mempertimbangkan berbagai aspek penting, seperti kesesuaian konten dengan kebutuhan peserta didik, kejelasan penyampaian, serta kemudahan penggunaan modul agar dapat memaksimalkan potensi pembelajaran. Selain itu, peneliti juga harus

memastikan bahwa materi yang disusun dapat memenuhi standar akademik dan relevan dengan kurikulum yang berlaku. Oleh karena itu, bagi peneliti selanjutnya yang akan mengembangkan modul serupa, sangat disarankan untuk mempersiapkan referensi sebanyak mungkin. Tidak hanya mengumpulkan referensi, tetapi juga melakukan perbandingan secara kritis antara berbagai sumber tersebut dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Pendekatan ini akan membantu mempercepat proses pengembangan dan meningkatkan kualitas produk akhir, sehingga hasil yang diperoleh lebih efisien dan tepat sasaran sesuai kebutuhan pembelajaran.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: 1). Tingkat validitas modul fisika berbasis *discovery learning* yang dihasilkan berdasarkan penilaian ahli materi adalah sebesar 95,12% dengan kriteria sangat valid dan berdasarkan penilaian ahli media sebesar 87,89% dengan kategori sangat valid, sehingga modul yang dikembangkan layak digunakan untuk meningkatkan berpikir kritis peserta didik. 2). Tingkat kepraktisan modul fisika berbasis *discovery learning* yang dihasilkan adalah sebesar 91,56% oleh guru fisika, dan 90,35% oleh peserta didik dengan kriteria praktis sehingga modul fisika berbasis *discovery learning* yang dihasilkan praktis untuk digunakan. 3). Peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XI-2 SMAN 4 Kisaran setelah menggunakan modul fisika berbasis *discovery learning* pada materi kalor telah terbukti meningkatkan berpikir kritis siswa secara signifikan, dengan rata-rata *N-gain* yang diperoleh adalah 0,67 yang termasuk dalam kategori sedang.

Implikasi penelitian Pengembangan modul pembelajaran fisika berbasis *discovery learning* pada materi kalor di SMA Negeri 4 Kisaran memiliki implikasi penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui proses pembelajaran yang aktif dan terstruktur, sekaligus memberikan alternatif bahan ajar yang relevan dan menarik bagi guru dan siswa. Namun, penelitian ini terbatas pada satu materi dan satu kelas sehingga hasilnya belum bisa digeneralisasi, serta sangat bergantung pada kesiapan guru dan fasilitas pendukung yang ada. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menguji modul pada materi dan tingkatan kelas lain, melibatkan lebih banyak sekolah dengan karakteristik berbeda, mengembangkan integrasi aspek afektif dan psikomotorik, serta menggunakan metode campuran untuk mendapatkan gambaran dampak yang lebih komprehensif, sekaligus meningkatkan kapasitas guru dalam mengimplementasikan metode *discovery learning* secara optimal.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Algiranto, A. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Discovery Learning Untuk Siswa Sma. *Jurnal Perspektif Pendidikan*, 16(1), 34-43. <https://doi.org/10.31540/jpp.v16i1.1565>
- Alpindo, O., Liana, M., & Fitriani, R. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Interaktif Berbasis Discovery Learning Untuk Meningkatkan Critical Thinking Skill Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika FKIP UM Metro*, 10(1), 35-48. <http://dx.doi.org/10.24127/jpf.v10i1.4297>

- Apriyani, N., Ariani, T., & Arini, W. (2020). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Discovery Learning pada Materi Fluida Statis Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2019/2020. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 2(1), 41-54. <https://doi.org/10.31540/sjpif.v2i1.930>
- Ariana, D., Situmorang, R. P., & Krave, A. S. (2020). Pengembangan modul berbasis discovery learning pada materi jaringan tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa kelas xi ipa sma. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 11(1), 34-46. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v11i1.31381>
- Astutik, W., & Wahjudi, E. (2018). Analisis Perbandingan Hasil Belajar Menggunakan Modul Dan Buku Teks Pada Materi Metode Penilaian Persediaan Kelas XI Akuntansi Di SMK Negeri 1 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 6(3).
- Billa, A., & Setiawan, B. (2025). Penerapan Model Discovery Learning Berbasis Kearifan Lokal Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Biocephy: Journal of Science Education*, 5(1), 572-578. <https://doi.org/10.52562/biocephy.v5i1.1585b>
- Dalimunthe, R. L. M., Pasaribu, E. Z., & Ritonga, S. I. (2025). Pengembangan Modul Ajar Matematika Menggunakan Model Discovery Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa MA. *Journal of Education Research*, 6(3), 677-684. <https://doi.org/10.37985/jer.v6i3.2438>
- Febrianti, K. V., Bakri, F., & Nasbey, H. (2017). Pengembangan Modul Digital Fisika Berbasis Discovery Learning Pada Pokok Bahasan Kinematika Gerak Lurus. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 2(2), 18-26. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v2i2.8273>
- Holiah, I. (2023). In House Training to Improve Teacher Ability in Implementing the Discovery Learning Model. *IJOBBA: International Journal of Bunga Bangsa Cirebon*, 2(2), 172-176.
- Kurniawan, D. (2021). Meningkatkan Kemampuan Mengukur Hubungan Arus Listrik dan Beda Potensial dalam Pembelajaran Listrik Dinamis dengan Media Laboratorium Virtual Circuit Construction Kit pada Siswa Kelas IX-A SMPN 3 Saradan. *Jurnal Literasi Digital*, 1(3), 203-208. <https://doi.org/10.54065/jld.1.3.2021.60>
- Latifah, N., Ashari, A., & Kurniawan, E. S. (2020). Pengembangan e-Modul Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.37729/jips.v1i1.570>
- Lubis, Y. K., & Dalimunthe, T. R. (2025). Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis pada Siswa terhadap Konsep Fisika Keseimbangan Benda Tegar Menggunakan Model Discovery Learning. *Gravity Journal*, 4(1), 78-88. <https://doi.org/10.24952/gravity.v4i1.16596>
- Madroji, M., Zulaiha, F., & Faizah, F. (2019). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMAN 1 Astanajapura. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 2(1), 17-23. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v2i1.65>
- Martir, L., Sayangan, Y. V., & Beku, V. Y. (2024). Penerapan model pembelajaran discovery learning dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar pada pembelajaran IPAS. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 757-766. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1829>
- Mokodompit, D. S., Buhungo, T. J., & Odja, A. H. (2024). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Discovery Learning Pada Materi Getaran Gelombang Dan Bunyi

- Untuk Meningkatkan Kemampuan Problem Solving. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 4(03), 247-256. <https://doi.org/10.57008/jjp.v4i03.788>
- Puspitasari, Y., & Nurhayati, S. (2019). Pengaruh model pembelajaran discovery learning terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Kewirausahaan*, 7(1), 93-108. <https://doi.org/10.47668/pkwu.v7i1.20>
- Putra, A. (2022). Rancang Bangun Media Pembelajaran Interaktif IPA Berbasis Aplikasi Adobe Flash Bagi Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Literasi Digital*, 2(1), 28-35. <https://doi.org/10.54065/jld.2.1.2022.116>
- Putra, D. P. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Kartun 3D. *Jurnal Literasi Digital*, 1(2), 88-93. <https://doi.org/10.54065/jld.1.2.2021.17>
- Putriani, J. D., & Hudaidah, H. (2021). Penerapan Pendidikan Indonesia Di Era Revolusi Industri 4.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 830-838.
- Ruhana, B. A., Meiliyadi, L. A. D., & Zaini, M. (2023). Pengaruh model discovery learning terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi suhu dan kalor. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.29103/relativitas.v6i1.10375>
- Rukmi, I. P., & Diyana, T. N. (2023). Pengembangan E-Modul Flipbook Hukum Newton Berbasis Discovery Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Diffraction: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 5(2), 62-72. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v5i2.6751>
- Sholikha, S. M., Farid, M. M., & Andriansyah, E. H. (2022). Penggunaan Modul Digital Dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Program Percepatan SKS Kota Surabaya. *Jurnal Ekonomi Pendidikan dan Kewirausahaan*, 10(1), 73-82. <https://doi.org/10.26740/jepk.v10n1.p73-82>
- Susilawati, S., Amilda, A., & Sairi, A. P. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Fisika Berbasis Project Based Learning (PjBL) Pada Materi Alat Optik. *Al'Ilmi: Jurnal Pendidikan MIPA*, 9(1), 44-50.
- Triandini, W., Kosim, K., & Gunada, I. W. (2021). Pengembangan modul fisika berbasis guided inquiry untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Orbita: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 7(1), 90-97. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.3953>
- Unanti, N., & Lovisia, E. (2021). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Discovery Learning (DI) Pada Pokok Bahasan Keseimbangan Dan Dinamika Rotasi. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 3(2), 172-187. <https://doi.org/10.31540/sjpif.v3i2.1443>
- Wangi, U. S., Ayub, S., Harjono, A., & Doyan, A. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Discovery Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(4), 2270-2276. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i4.850>