



Pengembangan Modul Ajar Terintegrasi STEAM-PjBL untuk meningkatkan Keterampilan Komunikasi Pada Materi Suhu dan Kalor

Rema Mela Sari¹, Menza Hendri², Dian Pertiwi Rasmi³

^{1,2,3}Universitas Jambi, Indonesia

E-mail: remamelasari@gmail.com

Article Info	Abstract
Article History Received: 2025-03-11 Revised: 2025-04-27 Published: 2025-05-01 Keywords: <i>Teaching Module; STEAM; PjBL; Communication Skills; Temperature and Heat.</i>	This study aims to develop and see the feasibility and perceptions of students on STEAM-PjBL-based teaching modules to improve communication skills on temperature and heat material. The method used is Research and Development (R&D) with the 4D development model (Define, Design, Develop, and Disseminate), but this research only reaches the Develop stage, so the main focus is validating the feasibility and perceptions of students on the teaching modules developed. STEAM-PjBL integrated teaching modules were developed based on the results of the Define stage carried out at SMA Negeri 1 Jambi City. The validation results show that the teaching module has a high level of validity, with validation scores by material experts (validator 1: 96.15%; validator 2: 93.07%), media experts (validator 1: 94%; validator 2: 98%), and teaching module experts (validator 1: 97.24%; validator 2: 94.48%). In addition, the results of the learner perception test showed that this module was rated very well with an average score of 85%. This teaching module not only improves students' understanding of the concepts of temperature and heat but also develops communication skills through project-based learning. Thus, this STEAM-PjBL-based teaching module is feasible to be applied as a teaching tool in physics learning to improve students' communication skills.
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2025-03-11 Direvisi: 2025-04-27 Dipublikasi: 2025-05-01 Kata kunci: <i>Modul Ajar; STEAM; PjBL; Keterampilan Komunikasi; Suhu Dan Kalor.</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan melihat kelayakan serta persepsi peserta didik terhadap modul ajar berbasis STEAM-PjBL guna meningkatkan keterampilan komunikasi pada materi suhu dan kalor. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, and Disseminate), namun penelitian ini hanya sampai pada tahap Develop, sehingga fokus utama adalah validasi kelayakan dan persepsi peserta didik terhadap modul ajar yang dikembangkan. Modul ajar terintegrasi STEAM-PjBL dikembangkan berdasarkan hasil tahap Define yang dilaksanakan di SMA Negeri 1 Kota Jambi. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul ajar memiliki tingkat validitas tinggi, dengan nilai validasi oleh ahli materi sebesar (validator 1: 96,15%; validator 2: 93,07%), ahli media (validator 1: 94%; validator 2: 98%), dan ahli modul ajar (validator 1: 97,24%; validator 2: 94,48%). Selain itu, hasil uji persepsi peserta didik menunjukkan bahwa modul ini dinilai sangat baik dengan skor rata-rata 85%. Modul ajar ini tidak hanya meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep suhu dan kalor tetapi juga mengembangkan keterampilan komunikasi melalui pembelajaran berbasis proyek. Dengan demikian, modul ajar berbasis STEAM-PjBL ini layak diterapkan sebagai perangkat ajar dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan komunikasi peserta didik.

I. PENDAHULUAN

Kurikulum selalu dievaluasi dan diubah setiap waktu. dimulai dengan Rentjana Pembelajaran 1947 an sampai yang baru diluncurkan, yaitu Merdeka Belajar (Dewi & Suniasih, 2023). Kurikulum merdeka belajar memiliki empat prinsip yang diubah menjadi arahan kebijakan baru, yaitu; 1) USBN telah diganti menjadi ujian asesmen, hal ini untuk menilai kompetensi peserta didik secara tes tertulis atau dapat menggunakan penialain lain yang sifatnya lebih komprehensif seperti penugasan, 2) UN diubah

menjadi asesmen kompetensi minimum dan survei karakter, kegiatan ini bertujuan untuk memacu guru dan sekolah untuk meng-upgrade mutu pada pemelajaran dan tes seleksi peserta didik ke jenjang selanjutnya tidak dapat dijadikan sebagai acuan secara basic. Asesmen kompetensi minimum untuk menilai literasi, numerasi, dan karakter. 4) RPP, berbeda dengan kurikulum sebelumnya yang mana RPP mengikuti format pada umumnya. Kurikulum merdeka memberikan keleluasaan bagi guru untuk dapat secara bebas memilih, membuat,

menggunakan, dan mengembangkan format RPP. Hal yang perlu diperhatikan adalah 3 komponen inti pada pembuatan RPP yaitu tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan asesmen, RPP kini terkenal dengan modul ajar (Jannah & Fathuddi, 2023).

Modul ajar mempunyai peran utama untuk menopang guru dalam merancang pembelajaran. Salah satu perangkat penting untuk menyukseskan penerapan pembelajaran di sekolah dalam kurikulum merdeka adalah modul ajar. Modul ajar merupakan format bahan ajar baru dalam kurikulum saat ini yang digunakan untuk menyusun rencana pembelajaran yang lebih variatif dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik (Jannah & Fathuddi, 2023). Dalam konteks Kurikulum Merdeka, penting untuk dapat mengembangkan modul ajar yang tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga pada peningkatan keterampilan abad 21, seperti komunikasi. Keterampilan komunikasi menjadi salah satu kemampuan inti yang harus dimiliki oleh peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dalam lingkungan belajar dan kehidupan bermasyarakat. Namun, dalam praktiknya, modul ajar yang digunakan di sekolah masih lebih banyak berfokus pada aspek kognitif, seperti pemahaman konsep dan teori saja, dibandingkan dengan pengembangan keterampilan abad ke-21 khususnya keterampilan komunikasi, yang seharusnya dimiliki oleh peserta didik. Komunikasi merupakan keterampilan penting yang perlu dimiliki peserta didik, yang mencakup kemampuan komunikasi yaitu kemampuan membaca, mendengarkan dan berbicara (Siti, 2019). Berdasarkan wawancara dengan salah satu guru Fisika di SMA Negeri 1 Kota Jambi, modul ajar yang digunakan belum sepenuhnya mendukung pengembangan keterampilan komunikasi peserta didik secara terstruktur, oleh untuk lebih mengoptimalkan efektivitas modul ajar dalam pembelajaran pemilihan pendekatan dan model hal penting, diantaranya yaitu menggunakan pendekatan STEAM dan model PjBL.

STEAM adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang memberikan peserta didik kesempatan untuk memperluas pengetahuan dalam sains dan humaniora dan pada saat yang sama mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk berkembang di abad ke-21 ini seperti keterampilan komunikasi (Zubaidah, 2019). STEAM juga akan memunculkan karya yang berbeda dari setiap individu atau kelompoknya. Selain itu, kolaborasi, kerja sama dan komunikasi akan muncul dalam proses

pembelajaran karena pendekatan ini dilakukan secara berkelompok. Model Project-based Learning (PjBL) merupakan model yang menghadapkan peserta didik pada pembelajaran yang relevan, yang secara positif mempengaruhi pengembangan berpikir kreatif peserta didik, memungkinkan peserta didik untuk secara aktif mengeksplorasi pengetahuan, bertanya, menemukan masalah, merancang, dan mengimplementasikan proyek (Fadiyah Andirasdini & Fuadiyah, 2024). Melalui kegiatan berbasis proyek yang menjadi inti dari STEAM-PjBL, peserta didik didorong untuk berdiskusi, berbagi ide, serta menyampaikan gagasan mereka baik secara lisan maupun tulisan, yang pada akhirnya meningkatkan keterampilan komunikasi mereka. Kemampuan komunikasi menjadi semakin penting dalam pembelajaran terutama pada pembelajaran fisika, di mana peserta didik perlu menjelaskan konsep-konsep abstrak dan fenomena alam yang kompleks. Diskusi kelompok, presentasi, serta penyusunan laporan praktikum pada topik ini akan membantu peserta didik mengasah kemampuan mereka dalam menyampaikan pemahaman secara efektif.

Pembelajaran Fisika adalah salah satu pembelajaran sains sehingga dalam kegiatan pembelajarannya harus meliputi proses, sikap ilmiah, dan produk (Erlinawati et al., 2019). Dalam konteks pembelajaran fisika, materi suhu dan kalor merupakan salah satu topik materi yang di temui. Materi Suhu dan Kalor merupakan materi fisika yang penting untuk dipahami peserta didik, karna kosepnya banyak berkaitan dengan kehidupan sehari-hari (Ma'rifah et al., 2016). Kurikulum Merdeka, yang telah diimplementasikan selama tiga tahun terakhir di SMA Negeri 1 Kota Jambi, memberikan penekanan pada sistem pembelajaran yang diferensial, di mana pembelajaran disesuaikan dengan tingkat kemampuan setiap peserta didik. Meskipun demikian, pemahaman dan implementasi Kurikulum Merdeka masih dirasa belum sepenuhnya optimal, terutama dalam hal pengembangan keterampilan komunikasi peserta didik.

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru Fisika di SMA Negeri 1 Kota Jambi, disampaikan bahwa modul ajar yang digunakan saat ini belum sepenuhnya mendukung pengembangan keterampilan komunikasi peserta didik secara terstruktur. Guru juga mengamati bahwa belum semua peserta didik terlibat secara aktif dalam pembelajaran, dan keterampilan komunikasi mereka sering kali hanya terlihat saat presentasi kelas saja. Selain itu, meskipun

pendekatan STEAM diakui memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik melalui pembelajaran berbasis proyek, namun menurut salah satu guru SMA Negeri 1 kota jambi penerapannya di kelas masih belum terkonsep secara formal. Pendekatan ini sangat relevan untuk diterapkan dalam materi suhu dan kalor, yang memerlukan pemahaman konseptual serta kemampuan untuk mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

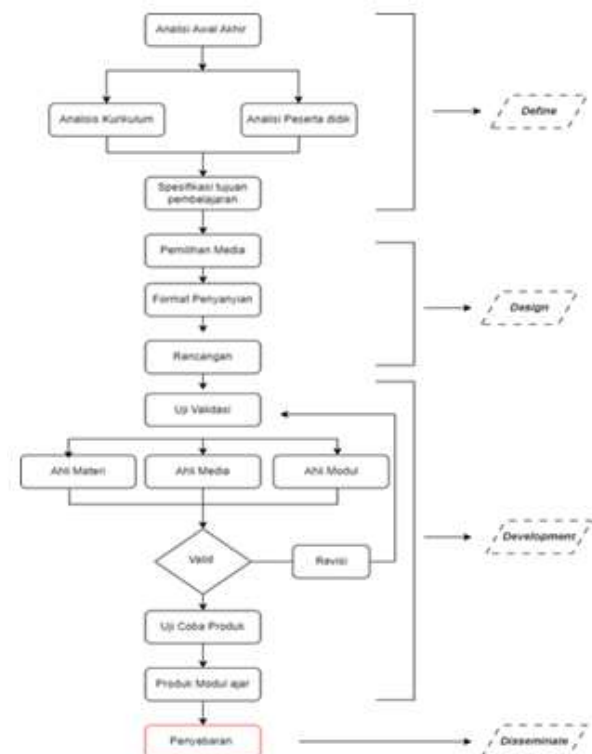
Kemudia hasil angket yang diberikan kepada peserta didik kelas 11 F8 SMA 1 kota jambi, ditemukan beberapa permasalahan utama yang berkaitan dengan keterampilan komunikasi dan efektivitas modul ajar yang digunakan saat ini. Sebagian besar peserta didik mengalami kesulitan dalam mengungkapkan pemahaman mereka terhadap konsep suhu dan kalor, baik secara lisan maupun tulisan. Selain itu, modul ajar yang tersedia saat ini lebih menitikberatkan pada latihan soal dan pemahaman teori, tanpa adanya kegiatan yang mendorong komunikasi aktif dalam diskusi atau proyek berbasis kelompok. Data angket juga menunjukkan bahwa peserta didik membutuhkan lebih banyak kegiatan kolaboratif dan berbasis proyek yang memungkinkan mereka untuk mengembangkan keterampilan komunikasi secara alami dalam proses pembelajaran.

Hasil angket juga mengungkapkan bahwa peserta didik memiliki minat yang tinggi terhadap metode pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis proyek. Dengan adanya temuan ini, jelas bahwa pengembangan modul ajar terintegrasi STEAM-PjBL untuk meningkatkan keterampilan komunikasi pada materi suhu dan kalor menjadi sangat penting untuk di kembangkan dan diterapkan pada materi suhu dan kalor di kelas XI. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan modul ajar yang telah dikembangkan serta persepsi peserta didik terhadap modul ajar tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) untuk mengembangkan modul ajar yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM dan model Project-Based Learning (PjBL). Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D (Define, Design, Develop, and Disseminate). Namun, penelitian ini hanya sampai pada tahap Develop, sehingga fokus utama adalah validasi dan uji coba modul ajar. Metode ini banyak digunakan dalam pengembangan bahan ajar karena memiliki

tahapan sistematis yang dapat menghasilkan produk yang layak untuk digunakan dalam pembelajaran (Fauzi & Maksum, 2020). Tahapan pada prosedur pengembangan ini secara rinci dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Sumber: Diadaptasi dari (Thiagarajan et al., 1979)

Gambar 1. Prosedur Pengembangan 4-D

Prosedur pengembangan dimulai dari tahap Define (Pendefinisian), yang melibatkan analisis kurikulum, peserta didik, dan studi literatur untuk mengidentifikasi kebutuhan. Selanjutnya, tahap Design (Perancangan) dilakukan dengan menyusun modul berdasarkan sintaks PjBL yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM. Setelah itu, pada tahap Develop (Pengembangan), modul yang telah dirancang divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli modul ajar. Setelah revisi berdasarkan masukan para ahli, modul diuji coba kepada 30 peserta didik kelas XI di SMA Negeri 1 Kota Jambi untuk menilai kelayakan dan efektivitasnya dalam pembelajaran suhu dan kalor.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi wawancara dan angket. Wawancara digunakan untuk menggali pendapat guru terkait modul ajar, sedangkan angket terdiri dari beberapa jenis. Angket validasi ahli digunakan untuk menilai kualitas modul, yang melibatkan ahli materi dalam aspek kurikulum, kesesuaian materi, kebahasaan, evaluasi, integrasi STEAM, dan kemampuan komunikasi. Ahli media menilai aspek visual dan keterbacaan modul, sementara

ahli modul ajar menilai struktur dan kelengkapan modul. Selain itu, angket persepsi peserta didik digunakan untuk mengukur daya tarik tampilan, kejelasan isi, dan efektivitas modul dalam pembelajaran.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif. Data kualitatif dianalisis melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Sementara itu, data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan skala Likert. untuk menganalisis validitas & persepsi dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Adapun kriteria skor skala likert untuk angket validasi Ahli adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Angket Validasi Ahli

Rentang Skor	Kriteria
81%-100%	Sangat valid
61% - 80%	Valid
41% - 60%	Cukup valid
21% - 40%	Tidak Valid
0% - 20%	Sangat Tidak valid

Sumber: (Hamka & Effendi, 2019)

Sedangkan kriteria skor skala likert untuk angket persepsi peserta adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Angket persepsi peserta didik

Rentang Skor	Kriteria
81%-100%	Sangat baik
61% - 80%	baik
41% - 60%	Cukup baik
21% - 40%	Tidak baik
0% - 20%	Sangat Tidak baik

Sumber: (Rasyid, 2023)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan modul ajar dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) serta menggunakan model pembelajaran berbasis proyek atau Project-Based Learning (PjBL) untuk materi suhu dan kalor. Modul ini dikembangkan dengan tujuan utama meningkatkan keterampilan komunikasi peserta didik melalui pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis proyek. Proses pengembangan modul menggunakan model 4D yang terdiri dari tahap Define, Design, Develop, dan Disseminate. Namun, dalam penelitian ini, pengembangan hanya dilakukan hingga tahap Develop, yang mencakup

analisis kebutuhan pembelajaran, perancangan modul berbasis kompetensi dan proyek, serta validasi dan uji coba untuk menilai efektivitas modul yang telah dibuat. Modul ini dirancang untuk mengintegrasikan konsep STEAM dalam pembelajaran fisika agar peserta didik dapat memahami materi dengan lebih mendalam sekaligus melatih keterampilan komunikasi secara aktif dan efektif.

B. Pembahasan

1. Tahap Define (Pendefinisian)

Pada tahap Define (pendefinisian), dilakukan identifikasi kebutuhan peserta didik melalui analisis awal-akhir, analisis kurikulum, analisis peserta didik, serta perumusan tujuan pembelajaran. Hasil wawancara dengan guru fisika di SMA Negeri 1 Kota Jambi menunjukkan bahwa penerapan Kurikulum Merdeka masih membutuhkan pemahaman lebih lanjut, sedangkan modul ajar yang digunakan saat ini belum optimal dalam meningkatkan keterlibatan peserta didik. Selain itu, ditemukan bahwa peserta didik masih kesulitan dalam menghubungkan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari, sementara keterampilan komunikasi mereka juga masih kurang berkembang. Dari hasil analisis kurikulum, materi yang diajarkan dalam modul ini mencakup konsep suhu, kalor, asas Black, perpindahan kalor, perubahan wujud zat, dan pemuain.

Analisis peserta didik yang dilakukan di kelas F8 SMAN 1 Kota Jambi menunjukkan bahwa mayoritas siswa dikelas masih bersikap pasif dalam pembelajaran. Meskipun mereka telah memahami materi, mereka kesulitan dalam mengomunikasikan ide dan gagasan secara lisan maupun tulisan. Berdasarkan angket yang diberikan, peserta didik menyatakan bahwa mereka membutuhkan metode pembelajaran yang lebih interaktif serta bahan ajar yang mendukung pemahaman mereka terhadap materi fisika. Oleh karena itu, modul ajar ini dikembangkan dengan pendekatan STEAM-PjBL untuk meningkatkan keterampilan komunikasi peserta didik melalui proyek yang mendorong mereka berdiskusi, menyampaikan pendapat, serta bekerja secara kolaboratif dalam tim. Hasil angket analisis masalah

dan kebutuhan peserta didik dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Angket Masalah Peserta Didik.

No	Pernyataan	Skor	
		Ya	Tidak
1	Saya kesulitan dalam pembelajaran fisika	78,8%	24,2%
2	Saya kesulitan mempelajari aspek materi fisika dalam kehidupan sehari-hari	87,9%	12,1%
3	Saya bingung dengan implementasi kurikulum merdeka di mata pelajaran fisika	75,8%	24,2%
4	Saya dapat berkomunikasi dengan aktif dalam pembelajaran fisika	54,5%	45,5%
5	Guru fisika pernah mengajarkan pembuatan proyek dalam pembelajaran fisika	72,7%	27,3%

Tabel 4. Hasil angket kebutuhan peserta didik

No	Pernyataan	Skor	
		Ya	Tidak
1	Saya memiliki buku pengangan untuk mempelajari materi fisika	75,8%	24,2%
2	Saya akan mudah memahami materi fisika jika guru memberikan modul ajar	84,8%	15,2%
3	Saya menggunakan bahan ajar khusus untuk belajar konsep fisika	87,9%	12,1%
4	Saya setuju apabila dalam pembelajaran fisika perlu pendekatan dan model pembelajaran yang dapat meningkatkan komunikasi dalam pembelajaran	100%	0%
5	Saya setuju apabila dalam pembelajaran fisika ada pembuatan proyek	84,8%	15,2%

2. Tahap Design (perancangan)

Pada tahap Design (perancangan), dilakukan pemilihan media, penentuan format penyajian, serta penyusunan

rancangan awal atau draft dari modul ajar. Media yang dipilih bertujuan untuk mendukung pembelajaran suhu dan kalor berbasis STEAM dan PjBL, di antaranya video animasi yang dapat diakses melalui QR code, gambar dan diagram untuk memperjelas konsep perpindahan kalor, alat peraga praktikum seperti termometer, serta Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang membimbing mereka dalam merancang, menguji, dan menganalisis proyek yang dibuat. Dengan kombinasi media ini, peserta didik tidak hanya memahami teori tetapi juga mampu menerapkannya dalam proyek nyata, sehingga keterampilan komunikasi mereka dapat berkembang lebih baik.

Struktur modul ajar yang dikembangkan terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu informasi umum, komponen inti, dan komponen lampiran. Bagian informasi umum mencakup identitas modul, kompetensi awal, profil Pelajar Pancasila, sarana dan prasarana, target peserta didik, serta model pembelajaran yang digunakan. Komponen inti berisi tujuan pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, kegiatan pembelajaran, serta asesmen yang mencakup latihan soal tertulis, kriteria penilaian, penilaian proyek, serta penilaian komunikasi peserta didik. Sementara itu, komponen lampiran meliputi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), bahan bacaan, glosarium, dan daftar pustaka. Untuk memastikan modul ajar tersusun secara sistematis, dilakukan penyusunan storyboard Setelah storyboard dibuat, selanjutnya dilakukan pembuatan draf modul ajar yang sesuai dengan storyboard yang akan divalidasi untuk memastikan kelayakannya.

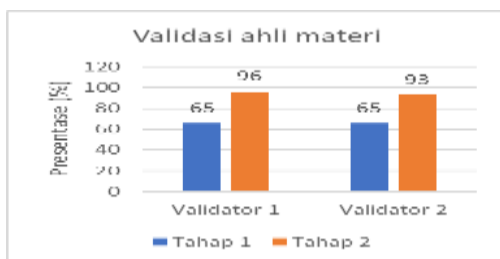
3. Tahap Develop (Pengembangan)

a) Kelayakan Modul Ajar STEAM- Pjbl Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Pada Materi Suhu Dan Kalor

Sebelum modul ajar ini diimplementasikan dalam pembelajaran, perlu dilakukan validasi terlebih dahulu untuk mengetahui apakah modul ajar tersebut layak digunakan. Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa modul ajar yang disusun berdasarkan pendekatan STEAM dan model Project-Based Learning (PjBL) telah memenuhi standar kualitas yang diharapkan.

Validasi ini melibatkan tiga aspek utama, yaitu validasi ahli materi, validasi ahli media, dan validasi ahli modul ajar, dengan beberapa tahapan untuk memastikan peningkatan kualitas sebelum digunakan di kelas.

Pada validasi ahli materi tahap pertama, modul ajar memperoleh tingkat validitas sebesar 65,38%, yang dikategorikan sebagai "valid". Namun, validator memberikan beberapa saran perbaikan, terutama pada aspek evaluasi, integrasi STEAM, dan keterampilan komunikasi siswa. Saran yang diberikan meliputi perbaikan dalam penulisan fase dan kelas, penggunaan istilah yang lebih konsisten seperti mengganti kata "siswa" menjadi "peserta didik", serta penyertaan kunci jawaban dan indikator komunikasi dalam asesmen soal. Setelah dilakukan revisi berdasarkan masukan tersebut, hasil validasi tahap kedua menunjukkan tingkat validitas mencapai 96,15% oleh validator I dan 93,07% oleh validator II, yang dikategorikan sebagai "sangat valid". Untuk lebih jelas, tingkat validitas pada setiap tahap dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 2. Grafik validasi ahli materi

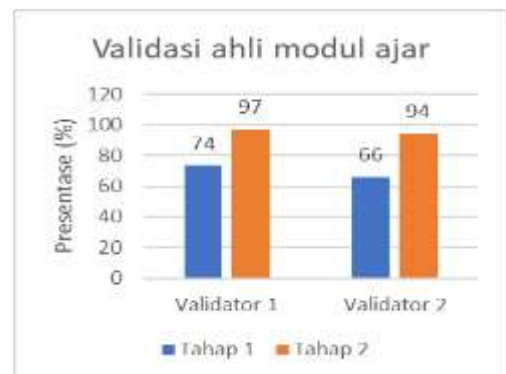
Sementara itu, validasi ahli media tahap pertama menilai aspek tampilan dan desain modul ajar, dengan hasil validitas sebesar 64% oleh validator I dan 66% oleh validator II, yang masih dalam kategori "valid". Beberapa aspek yang perlu diperbaiki mencakup tampilan cover yang dinilai kurang mencerminkan materi suhu dan kalor, penyesuaian margin tabel agar lebih rapi, serta penggunaan warna yang lebih selaras dengan desain modul. Setelah dilakukan revisi berdasarkan saran tersebut, hasil validasi tahap kedua menunjukkan peningkatan yang signifikan, dengan tingkat validitas mencapai 94% oleh validator I dan 98% oleh validator II, yang masuk dalam kategori "sangat valid". Untuk lebih jelas, tingkat validitas pada setiap tahap dapat dilihat pada gambar grafik berikut.

oleh validator II, yang masuk dalam kategori "sangat valid". Untuk lebih jelas, tingkat validitas pada setiap tahap dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 3. Grafik validasi ahli media

Terakhir, validasi modul ajar dilakukan untuk menilai keseluruhan aspek pembelajaran, termasuk identitas mata pelajaran, kompetensi awal, sarana dan prasarana, model pembelajaran, serta rancangan penilaian. Pada tahap pertama, modul ajar memperoleh tingkat validitas sebesar 73,79% oleh validator I dan 66,20% oleh validator II, yang dikategorikan sebagai "valid". Validator memberikan saran untuk menyusun asesmen sesuai dengan indikator komunikasi agar lebih sistematis dan terarah. Setelah dilakukan perbaikan, hasil validasi tahap kedua menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan tingkat validitas mencapai 97,24% oleh validator I dan 94,48% oleh validator II, yang masuk dalam kategori "sangat valid". Untuk lebih jelas, tingkat validitas pada setiap tahap dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 4. Grafik validasi ahli modul ajar

Hal ini menunjukkan bahwa modul ajar telah memenuhi standar kelayakan

dan siap digunakan dalam proses pembelajaran di kelas. Secara keseluruhan, hasil validasi dari tiga aspek utama menunjukkan bahwa modul ajar telah mengalami perbaikan yang signifikan dari tahap pertama ke tahap kedua. Dengan tingkat validitas yang tinggi, modul ini dapat digunakan sebagai bahan ajar yang efektif dalam pembelajaran berbasis STEAM dan Project-Based Learning, serta mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep suhu dan kalor.

b) Persepsi Modul Ajar STEAM- Pjbl Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Pada Materi Suhu Dan Kalor

Validasi modul ajar telah dilanjutkan dengan penyebaran angket kepada peserta didik kelas XI F8 SMA 1 Kota Jambi untuk mengetahui persepsi mereka terhadap modul yang telah dikembangkan. Respon dari 30 peserta didik mencerminkan bagaimana mereka menilai modul dari berbagai aspek, seperti kejelasan tampilan, kualitas isi, serta efektivitasnya dalam mendukung pembelajaran. Secara keseluruhan, modul ajar berbasis STEAM-PjBL memperoleh presentase penilaian sebesar 87%, yang termasuk dalam kategori "sangat baik". Persentase ini dihitung berdasarkan rumus yang terdapat pada metode penelitian, yaitu dengan membagi total skor yang diperoleh dengan skor maksimum, kemudian dikalikan 100. Skor maksimum diperoleh dari skala penilaian tertinggi, yaitu 5, yang dikalikan dengan jumlah butir soal dalam angket, yaitu 17 butir.

Dari tiga aspek yang diukur, kejelasan dan kemudahan tampilan memperoleh skor tertinggi, yaitu 87,5%, yang menunjukkan bahwa tampilan modul sudah menarik, dengan pemilihan font, warna, dan gambar yang sesuai serta mudah dibaca. Hal ini penting karena tampilan visual yang baik dapat meningkatkan daya tarik dan kenyamanan dalam menggunakan modul. Selanjutnya, **aspek** kejelasan isi dan kualitas LKPD memperoleh nilai rata-rata **87,3%**. Ini menunjukkan bahwa materi bacaan dalam modul ajar telah disusun dengan baik dan mudah dipahami oleh peserta didik. Selain itu, LKPD yang disertakan juga dinilai sesuai

dengan materi suhu dan kalor serta membantu dalam memahami konsep yang diajarkan. Dengan adanya LKPD yang menarik dan jelas, peserta didik merasa lebih terbantu dalam menyelesaikan tugas serta memahami materi secara lebih mendalam. Aspek kemudahan dalam pembelajaran mendapatkan skor 85%, yang juga termasuk dalam kategori sangat baik.

Meskipun modul ajar ini telah dirancang dengan baik dan sudah dikategorikan layak digunakan masih, namun terdapat aspek yang menunjukkan skor yang rendah dengan aspek lainnya. Hal ini dapat terlihat dari skor yang lebih rendah pada tampilan desain LKPD (81,3%), yang mungkin menunjukkan bahwa tidak memahami bagaimana memanfaatkan LKPD secara maksimal untuk mendukung pemahaman mereka. Kemudian ada aspek kemudahan belajar, terdapat kecenderungan bahwa tidak semua siswa merasa antusias dalam mengikuti pembelajaran berbasis proyek (82,6%). Ini bisa terjadi karena beberapa siswa belum terbiasa dengan pendekatan STEAM-PjBL, yang mengharuskan mereka lebih aktif dalam eksplorasi dan penyelesaian tugas berbasis proyek. Beberapa siswa mungkin masih bergantung pada metode pembelajaran tradisional yang lebih mengandalkan teori dan ceramah guru, sehingga mereka merasa kesulitan atau kurang tertarik ketika diminta untuk berpartisipasi aktif dalam kegiatan proyek. Untuk lebih jelas, hasil persepsi peserta didik pada setiap aspek dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 5. Grafik persepsi peserta didik peraspek

Berdasarkan hasil angket ini, dapat disimpulkan bahwa modul ajar

berbasis STEAM-PjBL yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan dalam pembelajaran. Penilaian positif dari peserta didik menunjukkan bahwa modul ini telah dirancang dengan baik, tidak hanya dari segi tampilan tetapi juga dari segi isi dan efektivitasnya dalam membantu peserta didik memahami konsep suhu dan kalor. Dengan demikian, modul ini dapat diterapkan dalam pembelajaran untuk dapat meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis proyek serta mendukung pendekatan STEAM dalam Kurikulum Merdeka. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan komunikasi karena siswa lebih banyak berinteraksi dalam diskusi dan kerja kelompok (Erlinawati et al., 2019). Selain itu, penggunaan model PjBL berbasis STEAM telah terbukti mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas peserta didik (Fadiyah Andirasdini & Fuadiyah, 2024).

Selain itu, hasil persepsi peserta didik menunjukkan bahwa mereka merasa lebih terbantu dalam memahami materi dengan modul yang dikembangkan, yang sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa bahan ajar yang dirancang dengan pendekatan STEAM dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa (Hamka & Effendi, 2019). Seiring dengan perkembangan kurikulum, pendidikan saat ini mulai memasuki konsep Deep Learning, yang menekankan pemahaman mendalam, pemecahan masalah, serta integrasi berbagai disiplin ilmu dalam proses pembelajaran (Fullan & Langworthy, 2009). Modul ajar berbasis STEAM-PjBL yang dikembangkan dalam penelitian ini tetap relevan dan dapat diterapkan dalam konteks Deep Learning, karena model ini menekankan eksplorasi mendalam melalui proyek, mendorong peserta didik untuk menghubungkan konsep-konsep fisika dengan kehidupan nyata, serta melatih keterampilan berpikir kritis dan komunikasi. Selain itu, modul ajar ini juga mengakomodasi prinsip Deep Learning, seperti pembelajaran berbasis

pengalaman, refleksi, dan keterlibatan aktif peserta didik dalam membangun pemahaman mereka sendiri (Scott et al., 2018).

Hal ini menunjukkan bahwa modul ajar terintegrasi STEAM-PjBL ini dapat menjadi solusi efektif dalam pembelajaran fisika, khususnya dalam materi suhu dan kalor, baik dalam konteks Kurikulum Merdeka maupun dalam sistem pendidikan yang mulai mengarah ke pendekatan Deep Learning.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian dan pengembangan yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Telah dikembangkan modul ajar fisika berbasis STEAM-PjBL sebagai alternatif untuk meningkatkan keterampilan komunikasi peserta didik pada materi suhu dan kalor melalui tiga tahap. (1) Tahap pendefinisian mencakup analisis awal-akhir, analisis kurikulum, analisis peserta didik, analisis konsep, serta analisis tujuan pembelajaran, yang dilakukan melalui wawancara dengan guru dan identifikasi kebutuhan peserta didik di SMA Negeri 1 Kota Jambi. (2) Tahap perancangan meliputi penyusunan struktur modul, pembuatan storyboard, perancangan kegiatan berbasis STEAM-PjBL, serta penyusunan instrumen evaluasi. (3) Tahap pengembangan mencakup validasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli modul ajar, serta uji coba terhadap persepsi peserta didik.
2. Modul ajar fisika terintegrasi STEAM-PjBL dinyatakan sangat layak berdasarkan hasil validasi. Validasi oleh ahli materi sebesar (validator 1: 96,15%; validator 2: 93,07%), ahli media (validator 1: 94%; validator 2: 98%), dan ahli modul ajar (validator 1: 97,24%; validator 2: 94,48%). Kemudian persepsi peserta didik terhadap modul ini memperoleh rata-rata penilaian sebesar 85% di SMA Negeri 1 Kota Jambi, yang tergolong dalam kategori sangat baik sebagai perangkat ajar alternatif untuk meningkatkan keterampilan komunikasi dalam pembelajaran suhu dan kalor.

B. Saran

Diperlukan upaya lebih lanjut dalam penerapan modul ajar ini agar manfaatnya dapat dirasakan secara optimal oleh peserta didik dan guru. Sekolah disarankan untuk mendukung penggunaan modul ini dengan memberikan pelatihan kepada guru serta menyediakan fasilitas yang mendukung pembelajaran berbasis STEAM-PjBL.

DAFTAR RUJUKAN

- Dewi, N. K. A. M. A., & Suniasih, N. W. (2023). E-Modul Ajar Kurikulum Merdeka Belajar Berbasis Kearifan Lokal Bali Pada Mata Pelajaran IPAS Kelas IV. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 11(1), 91–99. <https://doi.org/10.23887/jpgsd.v11i1.58348>
- Erlinawati, C. E., Bektiarso, S., & Maryani. (2019). Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Stem Pada Pembelajaran Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 4(1), 2527–5917.
- Fadiyah Andirasdini, I., & Fuadiyah, S. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi: Literature Review. *Biodik*, 10(2), 156–161. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i2.33827>
- Fauzi, F., & Maksum, H. (2020). the Development of Web Based Learning Media Network and Computer Basic At Smk Negeri 1 Lembah Melintang. *Cyberspace: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(2), 129. <https://doi.org/10.22373/cj.v4i2.7797>
- Fullan, M., & Langworthy, M. (2009). A Rich Seam How New Pedagogies Find Deep Learning. In *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* (Vol. 223, Issue 4). <https://doi.org/10.1243/09544054JEM1403>
- Hamka, D., & Effendi, N. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Blended Learning Berbasis Edmodo Pada Mata Kuliah Fisika Dasar di Program Studi Pendidikan IPA. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v2i1.7111>
- Jannah, F., & Fathuddi, T. I. (2023). Penerapan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka II UPT SD Negeri 323 Gresik. *SOKO GURU: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(1), 131–143. <https://doi.org/10.55606/sokoguru.v3i1.2099>
- Ma'rifah, E., Parno, & Mufti, N. (2016). IDENTIFIKASI KESULITAN SISWA PADA MATERI SUHU DAN KALOR. 1, 730–742.
- Rasyid, A. N. (2023). Pengembangan modul ajar berbasis kurikulum merdeka belajar pada mata pelajaran proyek IPA sosial terintegrasi kearifan lokal batik bondowoso di SMKN 1 tamanan bondowoso.
- Scott, T. R., Ridgeway, K., & Mozer, M. C. (2018). Adapted deep embeddings: A synthesis of methods for k-shot inductive transfer learning. *Advances in Neural Information Processing Systems, 2018-Decem*(NeurIPS), 76–85.
- Siti, Z. (2019). MENGENAL 4C: LEARNING AND INNOVATION SKILLS UNTUK MENGHADAPI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.01. 2015, 1–18.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1979). Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook. In *Family Process* (Vol. 18, Issue 1). <https://doi.org/10.1111/j.1545-5300.1979.103.2.x>
- Zubaidah, S. (2019). STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Pembelajaran untuk Memberdayakan Keterampilan Abad ke-21. *The SAGE Encyclopedia of Lifespan Human Development*, September, 1–18. <https://doi.org/10.4135/9781506307633.n706>