



Perancangan LKPD berbasis STEM Terintegrasi Phet *Simulations* pada Materi Pemanasan Global Kajian Tahap Define dan Design

Zellyta Suci Oktavia Lingga^{1*}, Ira Nofita Sari², Lia Angraeni³

^{1,2,3}Universitas PGRI Pontianak, Kota Pontianak, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v6i3.113>

Articel Info :

Received : 23 May 2025

Revised : 08 June 2025

Accepted : 19 June 2025

Correspondence :

Phone: -

Abstract : Penelitian ini bertujuan untuk merancang Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM yang terintegrasi dengan Phet *Simulations* pada materi pemanasan global di tingkat SMA. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada rendahnya partisipasi dan kemampuan berpikir kritis siswa akibat dominasi metode pembelajaran konvensional dan kurangnya penggunaan teknologi dalam pembelajaran fisika. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), namun dibatasi pada tahap *Define* dan *Design*. Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan guru serta siswa, yang menunjukkan perlunya bahan ajar inovatif untuk membantu pemahaman konsep abstrak seperti efek rumah kaca. Hasil desain LKPD melibatkan integrasi elemen *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM)* serta penggunaan simulasi dari Phet untuk meningkatkan keterlibatan dan kemampuan berpikir kritis siswa. LKPD ini dirancang dengan struktur yang sistematis, bahasa yang komunikatif, serta visual yang menarik, sehingga sesuai untuk mendukung pembelajaran berbasis Kurikulum Merdeka. LKPD ini memiliki potensi sebagai alat bantu pembelajaran yang efektif dan bermakna dalam menjelaskan materi Pemanasan global.

Keyword : LKPD; STEM; Phet *Simulations*; Pemanasan Global; Berpikir Kritis; Kurikulum Merdeka.

Citation : Lingga, Z. S. O., Sari, I. N., & Angraeni, L. (2025). Perancangan LKPD berbasis STEM Terintegrasi Phet *Simulations* pada Materi Pemanasan Global Kajian Tahap Define dan Design. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(3), 1119-1127. doi: <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v6i3.113>

PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu yang menekankan pada pemahaman konsep dan keterkaitan antar gejala alam, bukan sekadar menghafal rumus. Dalam Kurikulum Merdeka, pembelajaran fisika diarahkan untuk mengembangkan kompetensi berpikir kritis, bernalar ilmiah, serta mengaitkan konsep-konsep fisika dengan fenomena nyata di sekitar peserta didik. Keberhasilan dalam mempelajari fisika sangat bergantung pada kemampuan siswa memahami konsep, hukum, dan prinsip dasar yang menjadi fondasi ilmu ini. Materi fisika perlu disajikan secara

kontekstual dan bermakna agar siswa dapat menguasai dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Namun, banyak siswa masih menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang sulit dipahami (Serevina, Nasbey, & Antika, 2023).

Salah satu materi penting yang relevan dengan konteks global saat ini adalah pemanasan global. Pemanasan global merupakan fenomena ilmiah yang kompleks dan melibatkan interaksi berbagai faktor lingkungan serta aktivitas manusia. Materi ini menjelaskan tentang peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi akibat akumulasi gas rumah kaca

Email: zellytasucioktavialingga2@gmail.com

seperti karbon dioksida, metana, dan uap air. Materi ini melibatkan konsep perpindahan kalor (konduksi, konveksi, radiasi), spektrum gelombang elektromagnetik, serta keseimbangan energi dalam sistem bumi-atmosfer (Wijayanti & Sari, 2022). Pembelajaran pemanasan global dalam Kurikulum Merdeka dapat mendorong peserta didik untuk memahami isu lingkungan secara ilmiah dan membentuk kesadaran serta aksi nyata dalam menjaga keberlanjutan bumi.

Kenyataannya di lapangan menunjukkan bahwa fisika masih dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan membingungkan bagi banyak peserta didik. Kesulitan ini terutama disebabkan oleh sifat tidak nyata dari konsep-konsep fisika yang sulit divisualisasikan. Hal ini diperkuat berdasarkan hasil observasi peneliti saat PLP-2 di SMAN 1 Sungai Raya pada tanggal 18 Oktober 2024 hasil observasi yang dilakukan selama PLP 2, menunjukkan siswa cenderung pasif saat pembelajaran fisika dikarenakan kurang memahami apa yang disampaikan saat proses pembelajaran. Proses belajar mengajar pada materi Pemanasan Global di kelas hanya menjelaskan definisi Pemanasan Global dan hanya pada kegiatan mencatat apa yang dijelaskan serta mengerjakan tugas saja. Akibatnya, kemampuan berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah menjadi kurang optimal seperti siswa kurang paham menjelaskan tentang Pemanasan Global dan bagaimana Pemanasan global penting dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan pembelajaran hanya dilakukan dengan bahan ajar yang seperti buku paket dan hanya mengandalkan materi yang disampaikan guru menurut sebagian siswa bahasa yang digunakan buku paket terlalu tinggi dan sulit dimengerti.

Hasil observasi tersebut juga diperkuat dengan wawancara bersama siswa, sebagian siswa mengatakan bahwa materi yang sulit dipahami itu materi Pemanasan Global karena siswa bingung bagaimana gas yang berlebihan dapat membuat pemanasan global dan efek rumah kaca dari pemanasan global membuat mereka salah berasumsi sehingga siswa beranggapan efek rumah kaca terjadi karena rumah yang ada kacanya serta mereka mengatakan jika rumah tidak ada kaca tidak akan terjadi dari pemanasan global Kesulitan siswa dalam memahami materi efek rumah kaca disebabkan oleh konsep yang bersifat abstrak.

Hasil wawancara yang telah dilakukan peneliti pada tanggal 18 Oktober 2024 dengan guru fisika SMAN 1 Sungai Raya Kubu Raya yang dimana kelas X sudah berjalan menggunakan kurikulum merdeka, tidak ada lembar kerja peserta didik yang digunakan guru dalam kegiatan belajar mengajar, pembelajaran dilakukan dengan metode ceramah dan belum

menggunakan IPTEK sehingga peserta didik cenderung pasif dalam pembelajaran dan takut bertanya dan menjawab pertanyaan yang disampaikan.

Pelajaran fisika guru perlu menyampaikan materi dengan cara yang menarik dan mudah dipahami, karena banyak siswa masih merasa bahwa fisika adalah pelajaran yang sulit dan membingungkan (Wahyuni & Setiawan, 2021). Pembelajaran tidak cukup hanya dengan karakter siswa, tetapi juga mampu memfasilitasi pemahaman konsep secara mendalam dan menumbuhkan keterampilan berpikir kritis. Salah satu solusi inovasi yang dapat membantu meningkatkan kualitas pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis siswa adalah dengan penggunaan LKPD.

LKPD merupakan bahan ajar yang dapat digunakan sebagai pedoman belajar yang menuntut peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran. LKPD saja belum cukup optimal untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dengan menggabungkan Pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat membantu dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis karena zaman adab ke-21 kemampuan berpikir kritis menjadi salah satu kompetensi utama yang harus dimiliki oleh siswa agar dapat menghadapi berbagai tantangan kehidupan dan perkembangan teknologi yang semakin berkembang sejalan dengan penelitian (Fithri et al, 2021) tentang implementasi LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan LKPD berbasis STEM dapat mendukung peningkatan proses berpikir kritis siswa. Pembelajaran yang hanya berfokus pada penghafalan dan pemahaman konsep secara pasif tidak cukup untuk membekali siswa menghadapi masalah nyata yang kompleks. Kemampuan berpikir kritis siswa dapat dilatih dengan menggunakan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pembelajaran ini sudah banyak diterapkan sebagai model pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu secara terpadu dan kontekstual.

Melalui pembelajaran STEM, siswa tidak hanya belajar teori tetapi juga menerapkan konsep dalam situasi nyata yang mendorong mereka untuk berpikir kritis, kreatif, dan memecahkan masalah. Penelitian yang mendukung hal ini, seperti yang dilakukan oleh (Wijaya, Hidayat, & Pratama, 2021) yang menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran STEM secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah pada siswa SMP dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional. Pembelajaran STEM saja

kurang cukup untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dengan terintegrasi Phet *Simulations* dalam pembelajaran dapat membantu siswa dalam pembelajaran berdasarkan menurut pernyataan (Hartono & Sari, 2023) menemukan bahwa penggunaan media simulasi, seperti Phet *Simulations*, dalam pembelajaran STEM dapat meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konsep abstrak seperti pemanasan global. Menurut (Wulandari, Mulyani, & Suryani, 2020) Simulasi interaktif seperti Phet memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, karena memungkinkan siswa melakukan eksplorasi konsep secara virtual dan mandiri. Studi lain oleh Nugroho et al. (2022) menambahkan bahwa integrasi media digital dalam LKPD mampu meningkatkan keterlibatan siswa secara aktif sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan bermakna. Serta penelitian lain oleh (Rizal, Utomo, & Nur, 2021) mengatakan bahwa Phet *simulations* memberikan visualisasi konsep abstrak yang sulit dijelaskan hanya melalui buku teks, terutama dalam topik-topik seperti efek rumah kaca. Menurut (Astutik & Prahani, 2020) penggabungan pendekatan STEM dan media simulasi seperti Phet terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep sains siswa sejalan dengan pernyataan oleh (Sari, Astuti, & Prasetyo, 2022) media pembelajaran berbasis STEM yang dikombinasikan dengan simulasi Phet terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan pemahaman konsep.

Pengembangan LKPD dilakukan secara terencana dan bertahap menggunakan model 4D, yaitu Define (pendefinisian), Design (perancangan), Development (pengembangan), dan Disseminate (penyebaran), (Sugiyono, 2017). Penelitian ini proses pengembangan dibatasi pada dua tahap awal, yaitu *Define* dan *Design*. Pada tahap *Define*, dilakukan analisis kebutuhan siswa, mencari tahu kesulitan yang sering mereka hadapi, serta mempelajari kurikulum dan karakteristik siswa. Hal ini penting agar LKPD yang dibuat sesuai dengan kondisi nyata di kelas dan mendukung Kurikulum Merdeka (Kemdikbudristek, 2022). Pada tahap *Design*, dibuat rancangan LKPD yang berisi kegiatan pembelajaran tentang pemanasan global. LKPD ini dirancang agar siswa dapat aktif belajar, berpikir kritis, dan memahami dampak serta solusi dari pemanasan global. Kegiatan dalam LKPD melibatkan siswa untuk mengamati, menganalisis, dan menyimpulkan masalah yang terjadi di lingkungan sekitar mereka. Pembatasan hingga tahap awal ini memungkinkan fokus yang lebih mendalam pada kebutuhan dan solusi awal pembelajaran, sebagai dasar bagi pengembangan lanjutan di tahap berikutnya.

Pengembangan LKPD berbasis STEM menggunakan model 4D yang dibatasi pada tahap

Define dan *Design*, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pendidikan fisika, khususnya dalam mendukung pembelajaran yang meningkatkan kemampuan berpikir kritis yang sejalan dengan Kurikulum Merdeka. LKPD ini juga bisa menjadi solusi bagi guru yang membutuhkan bahan ajar yang menarik, mudah digunakan, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan peneliti bermaksud melakukan penelitian yang "Perancangan LKPD Berbasis STEM Terintegrasi Phet *Simulations* Pada Materi Pemanasan Global Kajian Tahap *Define* dan *Design*".

METODE

Artikel ini menggunakan penelitian metode kualitatif dengan teknik pengumpulan data dokumentasi, dalam menganalisis artikel ini menyajikan data pembahasan dalam ruang lingkup penelitian kualitatif deskriptif yang dimaksud dengan data kualitatif adalah data-datanya dalam bentuk kalimat, kata, gambar, dan juga dalam bentuk skema (Sihombing, 2024).

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengembangan (*research and development*). menyatakan bahwa "metode penelitian pada dasarnya adalah metode ilmiah untuk memperoleh data untuk tujuan atau kegunaan tertentu". Metode *Research and Development* (R&D) yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk yang telah teruji efektivitasnya untuk membantu siswa memahami fisika khususnya konsep Pemanasan Global. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian R&D adalah dengan model pengembangan 4D yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*) dan penyebaran (*dissemination*) yang dikemukakan oleh Thiagarajan.

Metode yang digunakan pada penelitian ini hanya sampai pada tahap perancangan (*design*) tujuannya adalah menghasilkan produk yang siap diuji coba lebih lanjut, sementara pengembangan dan penyebaran akan dilakukan penelitian selanjutnya setelah produk siap. Keputusan ini dipengaruhi oleh keterbatasan waktu, penelitian dilakukan dalam batasan waktu akademik yang terbatas, sehingga fokus pada tahap perancangan memungkinkan penyelesaian penelitian secara optimal. Faktor lain yang mendukung adanya perbaikan berdasarkan umpan balik awal dari pengguna setelah diuji, sehingga produk dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan sebelum melanjutkan ke tahap pengembangan dan penyebaran.

Penelitian ini mengembangkan Lembar Kerja

Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM yang dilengkapi dengan Phet *Simulations* untuk digunakan dalam pembelajaran fisika materi pemanasan global di tingkat SMA. LKPD ini dikembangkan dengan mengacu pada kurikulum yang berlaku serta mempertimbangkan karakteristik Pemanasan global yang melibatkan gerak dan perubahan tekanan menjadikannya materi yang ideal untuk divisualisasikan melalui simulasi yang mudah diakses oleh siswa.

Langkah-langkah pengembangan dalam penelitian ini mengacu pada dua tahap awal model 4D, yaitu :

1. Tahap *Define* (pendefinisian)

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menetapkan kebutuhan awal dalam pengembangan LKPD. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

- a. Analisis kurikulum
- b. Analisis karakteristik
- c. Analisis materi

2. Tahap *Design* (perancangan)

Pada tahap ini, dilakukan penyusunan desain awal media berdasarkan hasil tahap *define*. Kegiatan yang dilakukan meliputi:

- a. Penyusunan kerangka LKPD
- b. Perancangan aktivitas pembelajaran
- c. Pemilihan simulasi Phet
- d. Penyusunan pertanyaan dan instruksi kegiatan siswa

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi terhadap kurikulum dan sumber literatur terkait materi pemanasan global, wawancara dengan guru fisika untuk mengetahui kebutuhan dan tantangan pembelajaran, serta observasi kegiatan pembelajaran di kelas sebagai bagian dari analisis kebutuhan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi terhadap kurikulum dan sumber literatur terkait materi pemanasan global, wawancara dengan guru fisika untuk mengetahui kebutuhan dan tantangan pembelajaran, serta observasi kegiatan pembelajaran di kelas sebagai bagian dari analisis kebutuhan.

Data yang dikumpulkan dianalisis secara deskriptif kualitatif, dengan menelaah dokumen dan wawancara untuk merumuskan kebutuhan pembelajaran serta desain awal LKPD. Hasil dari proses ini adalah prototipe konseptual LKPD berbasis STEM yang terintegrasi Phet *Simulations*, yang siap dikembangkan lebih lanjut pada tahap berikutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan ini adalah jenis penelitian R&D (Research & Development). Penelitian ini menggunakan model pengembangan 2D yang

dikembangkan oleh Thiagarajan yang mencakup Define (Pendefinisian) dan Design (Desain produk). Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menghasilkan LKPD yang telah dirancang. Prosedur penelitian yang akan dilakukan dibagi atas 2 tahapan dalam penelitian, yaitu:

a. Pendefinisian (*define*)

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan dalam pembelajaran materi Pemanasan Global di sekolah. Hasil dari tahap ini meliputi:

1. Analisis kurikulum: Berdasarkan kajian terhadap Capaian Pembelajaran (CP) yaitu Peserta didik mampu menjelaskan pemanasan global dan efek rumah kaca, menganalisis pengaruh gas rumah kaca terhadap suhu bumi, mengidentifikasi dampak pemanasan global, dan merancang solusi untuk mengatasi perubahan lingkungan dan Tujuan Pembelajaran (TP) Kurikulum Merdeka yaitu:

- a. Mendeskripsikan pemanasan global dan efek rumah kaca
- b. Menganalisis pengaruh peningkatan gas rumah kaca terhadap suhu bumi
- c. Menganalisis dampak pemanasan global
- d. Menciptakan solusi terhadap dampak perubahan lingkungan akibat pemanasan global

Materi pemanasan global merupakan bagian penting dari pembelajaran fisika kelas X. Materi seperti efek rumah kaca, peningkatan konsentrasi gas, serta dampak pemanasan global perlu disampaikan dengan pendekatan visual yang kuat.

2. Analisis karakteristik siswa: Berdasarkan hasil observasi hasil observasi yang dilakukan tanggal 18 oktober 2024, menunjukkan siswa cenderung pasif saat pembelajaran Fisika dikarenakan kurang memahami apa yang disampaikan saat proses pembelajaran. Proses belajar mengajar pada materi Pemanasan Global di kelas hanya menjelaskan definisi Pemanasan Global dan hanya pada kegiatan mencatat apa yang dijelaskan serta mengerjakan tugas saja. Akibatnya, kemampuan berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah menjadi kurang optimal seperti siswa kurang paham menjelaskan tentang Pemanasan Global dan bagaimana Pemanasan global penting dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan pembelajaran hanya dilakukan dengan bahan ajar yang seperti buku paket dan hanya mengandalkan materi yang disampaikan guru menurut sebagian siswa bahasa yang digunakan buku paket terlalu tinggi dan sulit dimengerti serta dari hasil serta hasil wawancara yang dilakukan peneliti pada tanggal 18 Oktober

2024 dengan guru fisika SMAN 1 Sungai Raya Kubu Raya, yaitu kelas X sudah berjalan menggunakan kurikulum merdeka, tidak ada lembar kerja peserta didik yang digunakan guru dalam kegiatan belajar mengajar, pembelajaran dilakukan dengan metode ceramah dan belum menggunakan IPTEK sehingga peserta didik cenderung pasif dalam pembelajaran dan takut bertanya dan menjawab pertanyaan yang disampaikan.

3. Analisis materi: Materi Pemanasan Global dipilih karena sangat cocok divisualisasikan melalui Phet *Simulations* serta materi ini dari hasil wawancara bersama siswa, sebagian siswa bingung dengan konsep dari efek rumah kaca dari pemanasan global yang dapat meningkatkan suhu bumi. Materi ini membutuhkan pemahaman terhadap perubahan suhu di bumi.

b. Perancangan (*design*)

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, peneliti merancang LKPD berbasis STEM dengan beberapa komponen desain awal sebagai berikut:

1. Penyusunan kerangka LKPD
2. Perancangan aktivitas pembelajaran
3. Pemilihan simulasi Phet yang sesuai dengan materi
4. Penyusunan pertanyaan dan instruksi kegiatan

LKPD yang dibuat ini memiliki potensi besar untuk membantu siswa memahami materi pemanasan global. Keunggulan LKPD ini adalah menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis STEM yang terintegrasi dengan Phet *Simulations*, sehingga materi disampaikan secara menarik melalui simulasi, kegiatan eksploratif, dan pertanyaan-pertanyaan yang mendorong siswa berpikir kritis.

Pendekatan ini sesuai dengan prinsip Kurikulum Merdeka yang mendukung pembelajaran yang berbeda-beda sesuai kebutuhan siswa serta mendorong kemandirian belajar. LKPD ini juga dirancang agar bisa digunakan kapan saja, baik di kelas maupun secara mandiri di rumah. Meskipun masih dalam tahap awal pengembangan dan belum digunakan secara luas, hasil awal menunjukkan bahwa LKPD ini punya dasar yang kuat untuk terus dikembangkan. Dengan memanfaatkan simulasi, kegiatan STEM, dan penyusunan materi yang teratur, LKPD ini bisa menjadi pilihan dalam pembelajaran di SMA, khususnya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa terhadap isu-isu lingkungan seperti pemanasan global.

LKPD yang dikembangkan ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana latihan, tetapi juga dirancang sebagai bahan ajar yang memandu siswa melalui proses pengamatan, hingga analisis data. LKPD ini diharapkan mampu mengubah peran siswa dari pembelajaran yang pasif menjadi lebih aktif dan terlibat secara kritis dalam memahami isu-isu lingkungan.

Tahap pendefinisian ini menjadi landasan awal dalam merancang perangkat pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan karakteristik materi, sebelum melanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu perancangan (*design*).

Dalam tahap perancangan peneliti memasukkan unsur STEM ke dalam LKPD. LKPD tersebut diajarkan dengan berbantuan Phet *simulations* sebagai media eksperimennya. LKPD tersebut bertujuan untuk melatih dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis. LKPD ini terdiri dari bagian Sains (*Science*), Teknologi (*Technology*), Teknik (*Engineering*), dan Matematika (*Mathematics*), yaitu:

1) Sains (*Science*)

Siswa diberikan permasalahan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari, yaitu pemanasan global. Melalui indentifikasi masalah tersebut, siswa diharapkan mampu memahami konsep dasar dari pemanasan global serta dampak yang ditimbulkan. Tujuannya agar siswa mampu memahami dan mengidentifikasi masalah yang terjadi dari dampak dan akibat dari pemanasan global, seperti peningkatan suhu bumi. Serta tujuannya membangun pemahaman awal sebelum melanjutkan ke tahap eksperimen dan pemecahan masalah.

2) Teknologi (*Technology*)

Siswa melakukan simulasi menggunakan Phet *Simulations* untuk melakukan eksperimen virtual, siswa dapat mengamati pengaruh peningkatan gas rumah kaca terhadap suhu bumi. Simulasi ini membantu siswa mengamati hubungan antara jumlah gas rumah kaca dan peningkatan suhu.

3) Teknik (*Engineering*)

Siswa diarahkan untuk merancang solusi dari permasalahan yang telah dikaji dan mengusulkan ide tentang bagaimana mengurangi permasalahan yang menyebabkan pemanasan global yang bertujuan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis.

4) Matematika (*Mathematics*)

Siswa melakukan pengolahan data dan menganalisis data dari hasil simulasi yang telah dilakukan dalam bentuk grafik dan tabel yang bertujuan untuk mengembangkan kemampuan numerik siswa dalam menganalisis data dan menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh.



Gambar 1. Bagian Science dan Technology dalam LKPD

Gambar 1 menunjukkan unsur *Science* dan *Technology* yang terdapat pada LKPD. Peserta didik diberikan sebuah fenomena masalah yang berhubungan dengan materi pemanasan global, dalam hal ini penerapan teknologinya adalah proses efek rumah kaca. Kemudian siswa diminta untuk memecahkan fenomena masalah tersebut dengan melakukan percobaan virtual menggunakan media *Phet Simulations*. Media ini merupakan bentuk perkembangan teknologi digital yang memudahkan peserta didik melakukan percobaan fisika dimana saja dan kapan saja. Pada bagian ini juga terdapat tujuan,

rumusan masalah dan hipotesis (dugaan sementara) harus diisi oleh peserta didik sebelum melakukan percobaan. Keterampilan berpikir kritis yang ingin dilatih pada bagian ini adalah keterampilan menginterpretasi dan menyimpulkan (inferensi). Interpretasi adalah keterampilan untuk mengidentifikasi masalah dan menjelaskannya sesuai dengan pengetahuan yang dimiliki. Sedangkan inferensi adalah keterampilan untuk menyeleksi unsur-unsur yang dibutuhkan dalam menentukan hipotesis yang masuk akal.



Gambar 2. Bagian Engineering dalam LKPD

Gambar 2 menampilkan unsur *engineering*. Pada halaman ini guru meminta peserta didik untuk melakukan sebuah percobaan virtual menggunakan media *Phet Simulations* sesuai dengan langkah kerja yang terdapat pada LKPD. Keterampilan berpikir kritis yang dilatih pada bagian ini adalah inferensi. Inferensi pada bagian ini adalah keterampilan untuk melakukan percobaan sampai diperoleh data percobaan yang diinginkan.

Gambar 3. Bagian *Mathematics* dalam LKPD

Gambar 3 memperlihatkan adanya unsur *mathematics*. Setelah menyelesaikan percobaan dan memperoleh data dalam bentuk tabel, peserta didik diminta untuk menganalisis serta mempresentasikan data yang telah didapatkan. Data yang diperoleh dari analisis tersebut digunakan sebagai dasar untuk menjelaskan masalah yang telah disampaikan di awal pembelajaran. Keterampilan berpikir kritis yang diasah dalam bagian ini mencakup kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan memberikan penjelasan (eksplanasi). Kemampuan analisis mencakup keterampilan dalam mengidentifikasi hubungan antara pernyataan atau konsep serta mengolah data hasil percobaan. Evaluasi merujuk pada kemampuan untuk menilai atau menyimpulkan dari pernyataan, uraian, maupun hasil analisis suatu masalah. Sementara itu, eksplanasi adalah kemampuan untuk menyampaikan penjelasan kepada orang lain, seperti mempresentasikan hasil dari percobaan yang telah dilakukan.

Perancangan LKPD ini disusun dengan mengacu pada Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) dalam Kurikulum Merdeka. Materi disusun secara sistematis dan logis, serta mengikuti alur berpikir yang runtut, sehingga

memudahkan siswa dalam memahami isi pembelajaran. Isi materi dalam LKPD ini dirancang agar sesuai dengan pendekatan pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), di mana konsep-konsep yang disampaikan dikaitkan langsung dengan situasi kehidupan nyata, khususnya yang berkaitan dengan isu pemanasan global. Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu melihat penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Bahasa yang digunakan dalam LKPD ini komunikatif, tidak ambigu, serta disesuaikan dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar. Penggunaan kalimat sederhana dan istilah yang tepat membuat isi materi mudah dipahami oleh siswa dari berbagai tingkat kemampuan. Dilengkapi juga dengan dialog atau teks yang menarik, LKPD ini diharapkan mampu meningkatkan minat belajar siswa serta mempermudah pemahaman terhadap konsep-konsep yang disajikan. Sisi penyajian visual, LKPD ini didukung oleh gambar-gambar informatif dan relevan yang membantu menjelaskan konsep dengan lebih jelas. Desain LKPD dibuat fleksibel, sehingga bisa digunakan baik saat kegiatan pembelajaran di kelas maupun pembelajaran mandiri oleh siswa di rumah. Secara keseluruhan, LKPD ini dirancang agar efektif dalam menjelaskan konsep dasar pemanasan global, menyajikan materi dengan jelas dan terstruktur, serta mampu menjadi media belajar yang menyenangkan dan bermakna bagi peserta didik.

Perancangan LKPD dilakukan dengan memperhatikan tampilan visual yang menarik dan informatif. Pada bagian cover atau sampul, digunakan desain yang sesuai dengan tema materi, yaitu *Pemanasan Global*, sehingga memberikan kesan awal yang kuat dan relevan bagi peserta didik. Desain tampilan LKPD dirancang agar tidak hanya estetik, tetapi juga fungsional. Pemilihan warna disesuaikan agar tidak terlalu mencolok namun tetap menarik perhatian siswa dan mendukung keterbacaan teks. Teks disusun dengan jelas dan mudah dibaca, menggunakan ukuran huruf yang sesuai dengan standar kertas A4, sehingga nyaman bagi siswa dalam membaca dan mengerjakan tugas.

Bahasa yang digunakan disesuaikan dengan tingkat kemampuan siswa, dengan kalimat yang sederhana dan tidak berbelit, agar siswa bisa memahami isi LKPD dengan baik secara mandiri. Setiap alinea disusun secara berurutan dan memiliki alur baca yang logis, sehingga memudahkan siswa mengikuti pemahaman dari awal hingga akhir. LKPD ini juga dilengkapi dengan berbagai elemen pendukung, seperti gambar yang relevan, serta alat dan bahan yang dijelaskan secara rinci untuk menunjang aktivitas eksperimen atau pengamatan yang dilakukan

siswa. Gambar dan ilustrasi yang digunakan tidak hanya memperjelas materi, tetapi juga sesuai konteks pembelajaran, sehingga siswa bisa mengaitkan informasi visual dengan isi teks secara efektif.

Bahan ajar yang digunakan dalam LKPD sederhana dan mudah dioperasikan, baik oleh guru maupun siswa. Hal ini dimaksudkan agar pembelajaran lebih efisien, dan siswa dapat mengikuti proses pembelajaran secara mandiri tanpa kesulitan. Perpaduan antara tampilan visual yang menarik, bahasa yang komunikatif, serta materi yang relevan, LKPD ini diharapkan dapat menjadi alat bantu belajar yang efektif dan menyenangkan bagi peserta didik.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM Berbantuan *Phet Simulations* merupakan pembelajaran yang mendorong dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Berdasarkan analisis kebutuhan yang diperoleh melalui observasi dan wawancara, teridentifikasi bahwa pembelajaran fisika masih dominan dengan metode konvensional dan belum menggunakan teknologi, mengakibatkan rendahnya partisipasi dan kemampuan berpikir kritis siswa. Pengembangan LKPD dilakukan dengan mengadaptasi model 4D dari Thiagarajan, namun dibatasi hingga tahap *define* dan *design* karena keterbatasan waktu dalam pelaksanaan penelitian. LKPD ini dirancang tidak hanya untuk menyajikan materi, tetapi juga untuk menstimulasi kemampuan berpikir melalui aktivitas eksperimen menggunakan simulasi *Phet Simulations*. Dengan mengintegrasikan elemen sains, teknologi, teknik, dan matematika, LKPD ini diharapkan dapat memfasilitasi pembelajaran yang bermakna sesuai dengan karakteristik Kurikulum Merdeka

REFERENSI

- Fitriyah, L., & Madlazim. (2021). Pengembangan LKPD Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terintegrasi STEM Menggunakan *Phet Simulations* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *IPF: Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(1), 99-108.
- Serevina, V., Nasbey, H., & Antika, A. (2023). *Interactive Digital Module of Global Warming (IDMOGW) berbasis STEM-Project Based Learning untuk siswa SMA*. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal), 12(1).
- Wijayanti, W., & Sari, A. (2022). *Aktivitas Pemanasan Global 10C*. Scribd. Diakses dari <https://id.scribd.com/document/847091968/Aktivitas-Pemanasan-Global-10C>
- Sihombing, B. (2024). *Model Pengembangan 4D (Define , Design , Develop , dan Disseminate dalam Pembelajaran Pendidikan Islam*. 4, 11-19.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Panduan Implementasi Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kemendikbudristek.
- Sari, D. N., & Rahmawati, Y. (2023). Penerapan Kurikulum Merdeka dalam Pembelajaran Sains di Sekolah Menengah. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(1), 45-52.
- Wahyuni, N., & Setiawan, R. (2021). Persepsi Siswa terhadap Pembelajaran Fisika dan Faktor yang Mempengaruhinya. *Jurnal Fisika dan Pendidikan*, 9(2), 101-108.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Panduan Implementasi Kurikulum Merdeka*.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Indiana: Indiana University.
- Hidayati, N., Suyono, S., & Sugiyarto, K. H. (2021). Pengembangan LKPD fisika berbasis inkuiri menggunakan model 4D. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 120-130.
- Permana, H., Dewi, R. K., & Nugraha, D. (2020). Integrasi pendidikan STEM dalam pembelajaran isu lingkungan: Studi kasus pemanasan global. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 55-63.
- Sari, I. N., Astuti, R., & Prasetyo, Z. K. (2022). Pengembangan media interaktif berbasis STEM terintegrasi *Phet* dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 11(1), 28-36.
- Wulandari, F., Mulyani, S., & Suryani, L. (2020). Pemanfaatan simulasi *Phet* dalam pembelajaran IPA fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(2), 97-104.
- Astutik, S., & Prahani, B. K. (2020). Pengembangan perangkat pembelajaran STEM-pjbl untuk meningkatkan critical thinking siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(1), 45-55.
- Putri, E. R., Anwar, Y., & Ramli, M. (2020). Pengembangan LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni, 9(2), 213–224.

Rizal, A., Utomo, B., & Nur, M. (2021). Penggunaan simulasi Phet dalam pembelajaran sains untuk meningkatkan pemahaman konsep efek rumah kaca. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(1), 33–41.

Widodo, A., & Wahyudin. (2019). Pengaruh pendekatan STEM terhadap hasil belajar IPA siswa. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 5(3), 112–121.

Wicaksono, A. S., & Fadillah, N. (2020). Pengembangan media pembelajaran dengan model 4D: Studi literatur. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 7(1), 21–30.