

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.PF06

LKPD BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN *CHALLENGE-BASED LEARNING* TERINTEGRASI STEM PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL

Aimena Salma Khumaira^{a)}, Hadi Nasbey^{b)}, Dwi Susanti^{c)}

*Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Jakarta, Jakarta Timur, Jakarta 13220, Indonesia*

Email: ^{a)}salma.aimena@gmail.com, ^{b)}hadinasbey@unj.ac.id, ^{c)}dwisusanti@unj.ac.id

Abstrak

Pemanasan global merupakan salah satu permasalahan utama di dunia yang terjadi dalam jangka waktu yang panjang. Pendidikan memiliki peran yang substansial dalam menyosialisasikan penyebab, konsekuensi, dan menumbuhkan respons peserta didik dalam menghadapi pemanasan global. Dalam mendukung hal tersebut, diperlukan bahan ajar yang menyajikan pemahaman bahwa pemanasan global turut disebabkan oleh aktivitas manusia, menjelaskan dampak jangka panjang dan pendek pemanasan global, beserta menyusun strategi-strategi yang lebih luas dalam merespons fenomena pemanasan global. Penelitian bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik pemanasan global berbasis *challenge-based learning* yang terintegrasi STEM, yang valid digunakan dalam mendukung proses pembelajaran fisika. Metode penelitian yang digunakan merupakan metode Penelitian dan Pengembangan (*R&D*), dengan menggunakan model penelitian ADDIE yang terdiri atas lima tahapan. LKPD dapat diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran fisika sebagai bahan ajar pendukung dalam proses pembelajaran yang diharapkan dapat membantu peserta didik memahami materi pemanasan global, serta meningkatkan kesadaran peserta didik dalam mencegah dan mengupayakan pengurangan emisi karbon penyebab pemanasan global.

Kata-kata kunci: LKPD, pemanasan global, challenge-based learning.

Abstract

Global warming has become one of the long-term major issues across the world. Education plays a substantial role in educating youth about the causes and consequences of global warming, as well as encouraging their responses to global warming. Thus, teaching materials that explain how human activity has become one of the main causes of current climate change, as well as the long and near-term impact, and a broader set of strategies for responding to this phenomenon, are basically needed. This research is focused on developing worksheets on the Global Warming topic based on the challenge-based learning model, which is integrated with STEM, that are suitable for use in supporting the physics learning process. The research method used is the research and development (*R & D*) method, with the ADDIE research and development model as the research model applied. This worksheet can be implemented in physics learning activities as a supporting teaching material in the learning process, which is expected to help students understand global warming as well as to increase their awareness to make some efforts in an attempt to reduce carbon emissions that cause global warming.

Keywords: Worksheets, global warming, challenge-based learning.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mengakibatkan berbagai aspek kehidupan menjadi semakin kompleks [1] Tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi beserta aktivitas manusia menyebabkan perubahan dalam segala bidang kehidupan, dan turut memengaruhi perubahan keadaan lingkungan hidup, termasuk perubahan dalam iklim global. Selama bertahun-tahun, para ilmuwan telah menyatakan keberadaan perubahan iklim global dan risiko-risiko yang terkait dengan fenomena tersebut [2], seperti kekeringan yang lebih lama dan peristiwa cuaca ekstrem yang lebih sering terjadi [3] sehingga segera diperlukan langkah nyata untuk mencegah dampak-dampak tersebut terjadi secara berkepanjangan.

Kurikulum pendidikan di Indonesia telah beradaptasi untuk mendorong guru dalam mendukung pemahaman peserta didik terkait fenomena ini, dibuktikan dengan dimuatnya topik pemanasan global sebagai salah satu materi fisika pada kurikulum merdeka di Sekolah Menengah Atas kelas X. Mengingat pentingnya memahami masalah pemanasan global dan dampak potensialnya, maka penting bagi guru untuk mengeksplorasi bagaimana cara terbaik untuk menyampaikan topik pemanasan global beserta isu-isu terkait kepada peserta didik [4].

Dalam proses pembelajaran yang menekankan pada pemecahan masalah kontekstual dalam kehidupan sehari-hari, diperlukan suatu bahan ajar berupa LKPD (*Worksheet*) yang mampu membantu mengaktifkan peserta didik dalam proses pembelajaran [5], terutama dalam mengatasi permasalahan pemanasan global yang berpeluang besar untuk terus memburuk seiring berjalannya waktu, akibat dari peningkatan aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan. Berdasarkan analisis kebutuhan peserta didik kelas XI dan XII didapatkan hasil 74,8% peserta didik mempelajari materi pemanasan global menggunakan buku teks tanpa adanya bahan ajar tambahan, dan 70,50% peserta didik mempelajari materi ini tanpa adanya kegiatan yang mengimplemetasikan materi dalam kehidupan sehari-hari.

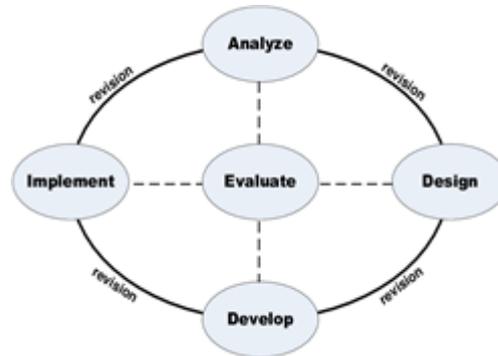
Bahan ajar merupakan segala materi ajar berbentuk cetak dan noncetak yang dirancang untuk menyampaikan informasi kepada peserta didik dalam proses pendidikan, seperti buku teks, majalah, surat kabar, *slide*, gambar, LKPD, atau media elektronik lainnya. Bahan ajar merupakan salah satu komponen yang dapat membantu kelancaran belajar peserta didik maupun mahasiswa [6]. Penggunaan LKPD memberikan manfaat dalam proses belajar-mengajar, seperti merangsang keterlibatan peserta didik, membimbing peserta didik dalam menemukan dan mengembangkan konsep, dan sebagai alternatif penyajian materi yang menekankan partisipasi aktif peserta didik [7]. LKPD sendiri tidak secara langsung dapat mengaktifkan peserta didik. Namun, LKPD dapat menjadi salah satu sarana yang digunakan guru untuk menciptakan lingkungan belajar yang aktif, interaktif, dan partisipatif bagi peserta didik.

Dengan menerapkan model *challenge-based learning* dalam LKPD yang berbasis *challenge-project*, peserta didik diharapkan dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah (*problem solving*) dan berpikir kreatif (*creative thinking*) untuk merumuskan *project* yang tepat dalam menyelesaikan atau mengatasi masalah lingkungan dalam lingkup pemanasan global. *Challenge-based learning* merupakan model pembelajaran baru yang menggabungkan *problem based learning*, *project-based learning*, dan *contextual learning* yang fokus pada penyelesaian masalah yang ada dalam kehidupan sehari-hari secara aktif [8].

LKPD diintegrasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Machine*) yang menekankan pada kemampuan peserta didik dalam mencari tahu dari berbagai sumber, merumuskan permasalahan, berpikir analitis, mengembangkan sikap kerja sama, dan berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah [9]. Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan peserta didik akan sumber belajar yang layak digunakan dalam mendukung proses pembelajaran fisika. LKPD dapat diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran fisika sebagai bahan ajar pendukung dalam proses pembelajaran, yang diharapkan dapat membantu peserta didik memahami materi pemanasan global, serta meningkatkan kesadaran peserta didik dalam mencegah dan mengupayakan pengurangan emisi karbon penyebab pemanasan global.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan, atau *Research and Development (R&D)*, yang mengacu pada Model Penelitian Pengembangan *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation)*. Semua komponen penting ini dibahas dalam 5 langkah Model Penelitian Pengembangan *ADDIE*.



GAMBAR 1. Konsep *ADDIE* menurut Branch (2009)

Jenis penelitian ini sesuai dengan tujuan untuk mengembangkan bahan ajar LKPD yang berbasis model *Challenge Based Learning* terintegrasi STEM, yang mengintegrasikan seluruh komponen pembelajaran agar saling berinteraksi dan bersinergi agar kegiatan pembelajaran dapat membawa hasil yang maksimal. Adapun alur penelitian dan pengembangan menggunakan model *ADDIE* dilakukan secara sistematis melalui tahapan berikut [10]:

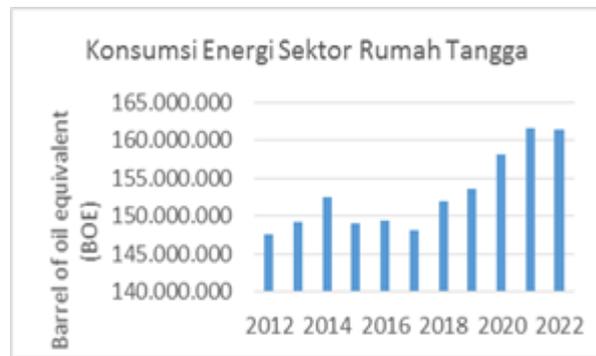
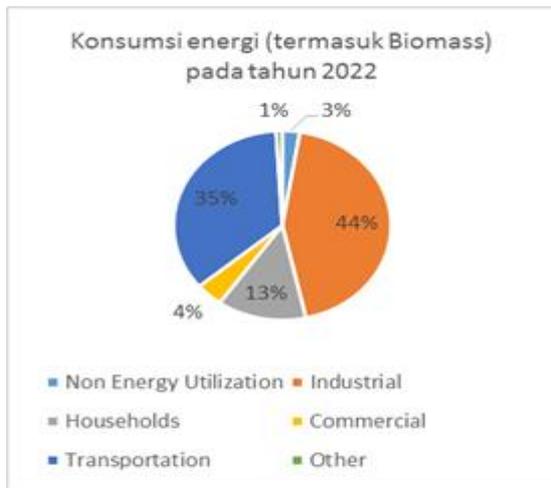
1. *Analyze* (Analisis)
Peneliti melakukan analisis terhadap kebutuhan dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Analisis kebutuhan dilaksanakan melalui kajian literatur, serta pertanyaan dalam angket yang dijawab oleh peserta didik kelas XI dan XII.
2. *Design* (Desain)
Pada tahap desain, peneliti merancang rencana pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan pembelajaran. Rencana pembelajaran meliputi pengembangan kurikulum, desain materi pembelajaran, dan strategi pembelajaran yang akan digunakan yaitu *challenge based learning* yang diintegrasikan dengan STEM.
3. *Development* (Pengembangan)
Setelah membuat rancangan, peneliti mengembangkan materi pembelajaran menjadi sebuah bahan ajar yaitu Lembar Kerja Peserta Didik. Produk hasil pengembangan kemudian diuji validitasnya oleh ahli media, materi dan pembelajaran sebelum diimplementasikan kepada pengguna.
4. *Implementation* (Implementasi)
Setelah materi dan bahan ajar selesai dikembangkan dan sudah melalui uji validitas, tahap selanjutnya adalah mengimplementasikan bahan ajar dalam proses pembelajaran. Pada tahap ini, peneliti memastikan bahwa semua komponen pembelajaran berjalan sesuai rencana.
5. *Evaluation* (Evaluasi)
Pada tahap evaluasi, peneliti mengevaluasi hasil pembelajaran yang telah dicapai oleh peserta didik. Evaluasi bertujuan untuk mengetahui sejauh mana tujuan pembelajaran telah tercapai, dan untuk mengevaluasi efektivitas dari bahan ajar yang telah dikembangkan.

Dalam model *ADDIE*, setiap tahapan dilakukan secara berurutan dan seluruh tahap tersebut dapat dilakukan secara berulang-ulang hingga produk valid untuk digunakan. Model *ADDIE* sering digunakan dalam pengembangan kurikulum dan pembelajaran di berbagai institusi pendidikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa Lembar Kerja Peserta Didik pemanasan global digital berbasis *challenge-based learning* terintegrasi STEM. LKPD dikembangkan mengacu pada kurikulum merdeka, dengan menerapkan tema Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) berupa gaya hidup berkelanjutan (*sustainable living*), serta berekayasa dan berteknologi untuk membangun NKRI. LKPD berisi pertanyaan-pertanyaan terkait konsep suhu dan kalor, beserta serangkaian kegiatan yang mengarahkan peserta didik untuk melakukan penelitian sekaligus pengamatan terkait pemanasan global, dan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampaknya.

Kegiatan peserta didik dalam LKPD tefokus pada penanaman konsep gaya hidup berkelanjutan khususnya dalam sektor kehidupan rumah tangga sebagai salah satu penyumbang terbesar penggunaan energi yaitu sebesar 13% (gambar 1) dengan jumlah penggunaan yang terus meningkat sejak tahun 2012 (GAMBAR 2) [11].



GAMBAR 2. Konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2022 (termasuk Biomass) (Sumber : ESDM-RI)

Gambar 3. Pertumbuhan konsumsi energi perumahan di Indonesia sejak tahun 2012 hingga tahun 2022 (Sumber : ESDM-RI)

Salah satu sektor yang mengonsumsi energi dalam jumlah besar dalam sektor rumah tangga adalah sektor bangunan [12]. Kegiatan pembelajaran dalam LKPD menekankan pada pentingnya konservasi energi dalam rumah tangga melalui penerapan prinsip desain bangunan bioklimatik yang bertujuan untuk menciptakan bangunan pasif rendah energi, dengan mempertimbangkan iklim setempat [13]. Khususnya dengan menelaah sistem tata udara yang memanfaatkan iklim tropis Indonesia secara optimal melalui penggunaan sistem pendinginan pasif dan desain bangunan yang sesuai. Sering kali, penggunaan sistem ventilasi saja tidak sepenuhnya memadai untuk menciptakan suasana yang nyaman di dalam bangunan [14]. Dengan penempatan serta instalasi ventilasi pada bangunan yang tidak tepat, sirkulasi udara pada ruangan tidak tercipta, sehingga tidak dapat membuat ruangan menjadi nyaman secara termal dan mengakibatkan tingginya penggunaan AC pada bangunan [12].

Penggunaan AC konvensional dalam bangunan menyumbang sekitar 60% dari total konsumsi energi yang diperlukan [15]. Penggunaan AC yang tinggi secara terus-menerus berkontribusi memperburuk pemanasan global. Pentingnya pengurangan penggunaan energi pada sistem pendingin ruangan sangat berperan dalam upaya mengurangi konsumsi energi secara signifikan di dalam sebuah bangunan [12]. Oleh karena itu, LKPD ini menyajikan serangkaian kegiatan penelitian terkait desain bangunan yang efisien energi, yaitu Activity 1: Meneliti Pengaruh Insulasi Thermal Secara Alami atau Melalui Sistem Buatan, dan Activity 2: Membuat Rancangan Bangunan Rumah Ramah Lingkungan, yang menghasilkan produk akhir berupa maket sederhana.

LKPD disusun menggunakan sintaks Challenge Based Learning, yaitu model pembelajaran yang menggabungkan model Problem Based Learning, Project Based Learning, dan Contextual Learning,

dan diintegrasikan dengan kegiatan praktikum yang berbasis STEM. Challenge Based Learning terdiri atas 9 tahapan sintaks seperti yang dijelaskan pada TABEL 1.

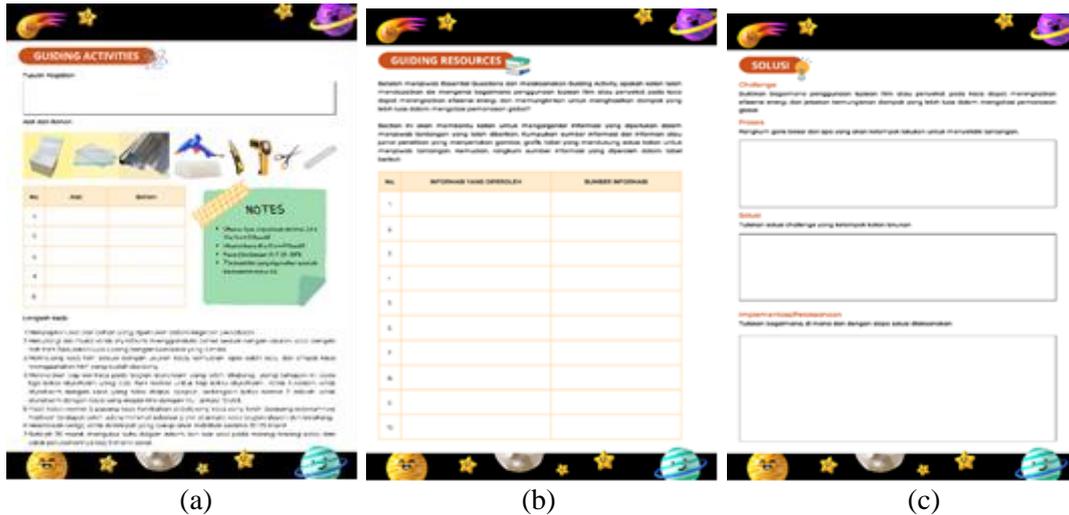
TABEL 1. Sintaks Challenge Based Learning

| Aspek | Aktivitas |
|--|--|
| <i>The Big Idea</i> (Gagasan Utama) | Guru mendemonstrasikan signifikansi ide besar dari suatu konsep luas yang dapat dieksplor secara meluas sebagai fokus utama dalam pembelajaran. |
| <i>Essential Questions</i> (Pertanyaan Penting) | Guru sebagai fasilitator memberikan pertanyaan-pertanyaan penting yang membantu dalam mengungkapkan fakta-fakta terkait gagasan yang akan dieksplor. |
| <i>The Challenge</i> (Tantangan) | Guru memberikan tantangan kepada peserta didik terkait dengan gagasan utama, untuk nantinya dijawab oleh peserta didik secara lebih spesifik sehingga dapat menemukan solusi dengan tindakan yang nyata. |
| <i>Guiding Questions</i> (Pertanyaan Pemandu) | Pada tahapan ini, peserta didik membuat pertanyaan pembimbing atau pemandu yang mewakili pengetahuan yang diperlukan oleh peserta didik untuk dapat menemukan dengan benar jawaban dari tantangan yang telah diberikan. |
| <i>Guiding Activities</i> (Aktivitas Pemandu) | Peserta didik melakukan percobaan, pengumpulan data, dan menganalisis hasil percobaan, serta bekerja sama dalam kelompok kecil untuk menyelesaikan tantangan. |
| <i>Guiding Resources</i> (Sumber Pemandu) | Peserta didik menuliskan keseluruhan hasil kegiatan yang telah dilakukan, dan didukung dengan hasil dari kajian literatur berupa buku paket, buku referensi, jurnal, dan lain-lain. |
| <i>Solutions</i> (Solusi) | Peserta didik menyampaikan kesimpulan dan solusi terkait materi pembelajaran. Solusi merupakan jawaban akhir dari challenge yang telah dilakukan. |
| <i>Assesment</i> (Penilaian) | Guru memfasilitasi peserta didik agar dapat menjelaskan hasil dari kegiatan yang berupa solusi tantangan, dengan menggunakan kalimat hasil pemikiran sendiri, serta meminta bukti dan juga klarifikasi atas penjelasan peserta didik, dan yang terpenting adalah mendorong agar dalam prosesnya antar peserta didik dan guru dapat saling mendengar secara kritis penjelasan yang disampaikan. |
| <i>Publishing</i> (Publikasi) | Peserta didik mendokumentasikan sekaligus mempublikasikan pengalaman terkait kegiatan yang telah dilakukan dalam pembelajaran berbasis tantangan, yaitu dengan cara mempresentasikan hasil atau solusi tantangan kepada peserta didik lain, atau mempublikasikannya di mading sekolah. |

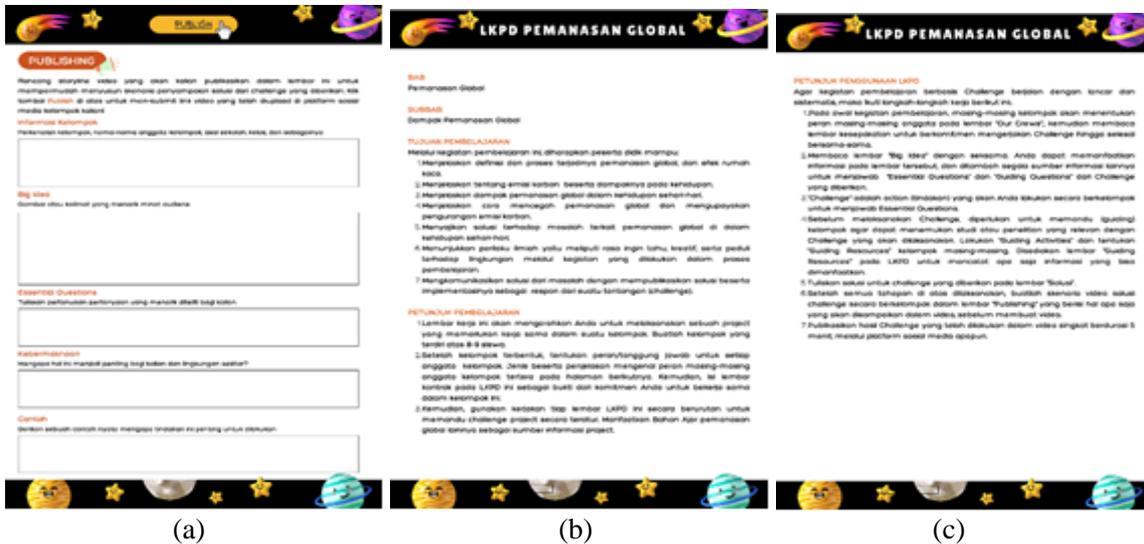
Strategi pembelajaran yang digunakan adalah penerapan model *challenge-based learning* terintegrasi STEM yang mendukung peserta didik turut berpartisipasi secara aktif sesuai perannya masing-masing, baik melalui diskusi, perancangan challenge yang akan dilakukan, serta penyebaran hasil kegiatan pembelajaran. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Puspitasari (2021), dengan mengintegrasikan pendekatan STEM dalam kegiatan pembelajaran dapat memberikan manfaat bagi peserta didik dalam mengembangkan pemahaman konsep fisika dan matematika. Selain itu, pendekatan ini juga membantu peserta didik memahami prinsip dan proses teknologi, serta mengembangkan kemampuan berinovasi melalui kegiatan rekayasa (*engineering*). Dalam konteks ini, pendekatan STEM sangat berperan penting dalam membantu peserta didik mengembangkan keterampilan penting untuk masa depan, seperti desain dan kolaborasi [16].



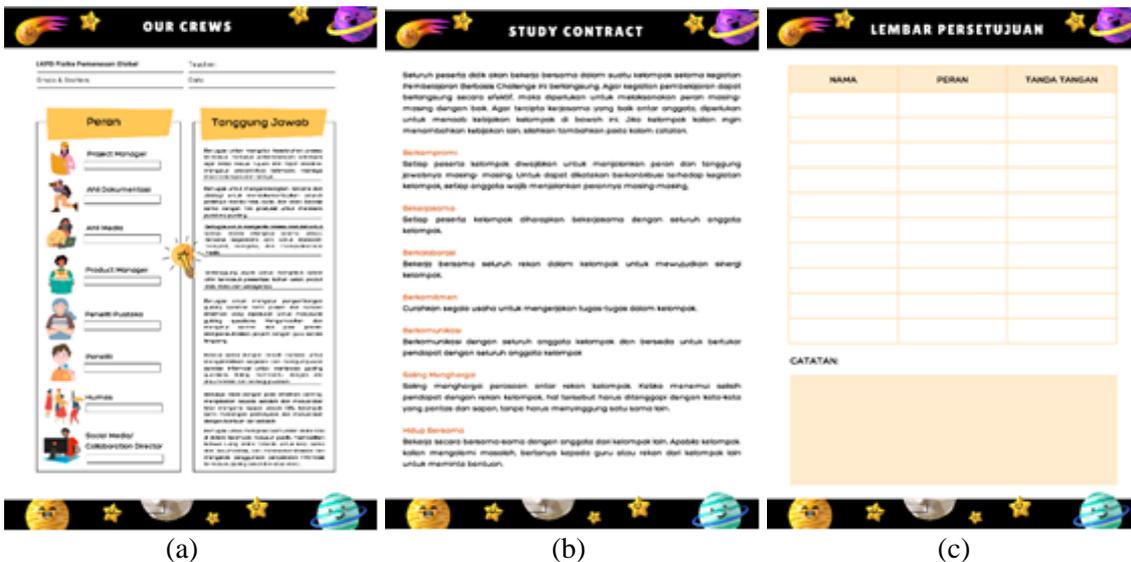
GAMBAR 4. (a) Tampilan Cover, (b) Bagian Big Idea dan Essential Question, (c) Challenge dan Guiding Question



GAMBAR 5. (a) Guiding Activities, (b) Guiding Resources, (c) Solution



GAMBAR 6. (a) Publishing, (b) Petunjuk Pembelajaran, (c) Petunjuk Penggunaan LKPD



GAMBAR 7. (a) Our Crews, (b) Study Contract, (c) Lembar Persetujuan

Selain itu, untuk mempermudah peserta didik agar dapat berkolaborasi dengan baik, disediakan lembar kontrak belajar yang memuat sikap-sikap yang perlu ditaati selama *challenge-project* berlangsung beserta penjelasan peran tiap anggota kelompok, yang bertujuan agar peserta didik dapat berpartisipasi secara aktif dalam kegiatan belajar-mengajar. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rahmatillah (2023) didapatkan hasil dengan menerapkan pendekatan Model Pembelajaran Berbasis Tantangan (CBL) dalam bahan ajar yang dikembangkan, peserta didik terdorong untuk mengembangkan ide-ide kreatif guna menemukan solusi atas tantangan yang diberikan. Dalam hal ini, pengintegrasian pendekatan STEM menjadi penting karena melalui pendekatan ini, peserta didik dapat memperoleh pengetahuan baru dari mata pelajaran lain yang akan memperluas wawasan peserta didik [17]. Namun, walaupun model CBL berfokus pada melatih kemandirian peserta didik, arahan dari guru masih sangat diperlukan dalam kegiatan pembelajaran untuk mengoptimalkan keefektifan kegiatan belajar-mengajar.

LKPD digital didesain menggunakan Canva, dan Microsoft Word, kemudian dipublikasikan melalui laman LiveWorksheets agar dapat diakses secara *online* dan memudahkan proses penilaian bagi pengajar. LKPD memuat materi beserta kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan topik pemanasan global, dikolaborasikan dengan materi fisika yang telah dipelajari sebelumnya. LKPD ini berfokus pada implementasi ilmu fisika dalam mengurangi dampak pemanasan global yang telah terjadi, terutama dengan mengintegrasikan materi Suhu, Kalor, dan Perpindahan Kalor, yang erat kaitannya dengan kenaikan suhu atmosfer Bumi.

Adapun LKPD ini memuat seluruh unsur LKPD yaitu bahwa LKPD harus memuat unsur berupa (1) judul, (2) mata pelajaran, (3) keterangan semester, (4) tempat pelaksanaan kegiatan, (5) petunjuk belajar, (6) kompetensi yang akan dicapai, (7) indikator pembelajaran, (8) informasi pendukung, (9) alat dan bahan yang diperlukan dalam menyelesaikan tugas, (10) langkah dan petunjuk kerja, (11) penilaian. [18] Pada halaman awal tertera judul bab, sub-bab yang difokuskan, tujuan pembelajaran, petunjuk pembelajaran, dan petunjuk penggunaan LKPD.

SIMPULAN

Hasil penelitian dan pengembangan ini adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang membahas topik Pemanasan Global berbasis Challenge Based Learning terintegrasi STEM, yang dapat diakses oleh guru dan peserta didik melalui laman LiveWorksheets sebagai bahan ajar dalam pembelajaran fisika. LKPD ini disusun sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran fisika yang diharapkan dapat membantu mengaktifkan peserta didik dalam proses pembelajaran, mengembangkan konsep, dan melatih peserta didik untuk dapat menyusun rancangan solusi masalah pemanasan global. LKPD pemanasan global berbasis *challenge-based learning* terintegrasi STEM ini masih membutuhkan validasi oleh ahli dan praktisi pembelajaran sebelum LKPD valid digunakan oleh guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dr. Hadi Nasbey, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dwi Susanti, M.Pd selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing serta memberikan kritik dan saran yang membangun selama proses penyusunan produk bahan ajar Lembar Kerja Peserta Didik yang dikembangkan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] P. Nuryani, Y. Abidin, Y. T. Herlambang, "Model Pedagogik Multiliterasi dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Abad Ke-21," *Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, vol. 11, no. 2, pp. 117-126, 2019.
- [2] W. Anderegg *et al.*, "Expert Credibility Inclimate Change," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, pp. 12107-12109, 2010.
- [3] U. United Nations Framework Convention on Climate Change, "The First Ten Years," 2004.

- [4] C. R. Meehan, B. L. M. Levy, L. C. Gildard, "Global Climate Change in U.S. High School Curricula: Portrayals of the Causes, Consequences, and Potential Responses," *Science Education*, pp. 1-29, 2018.
- [5] B. Wulandari, "Pengaruh Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Ditinjau dari Motivasi Belajar PLC di SMK," 2013.
- [6] R. Ardiansyah, A. Corebima, F. Rohman, "Analisis Kebutuhan Pengembangan bahan Ajar Perubahan Materi Genetik pada Mata Kuliah genetika di Universitas Negeri Malang," *Seminar Nasional Pendidikan Saintek*, pp. 749-752, 2016.
- [7] L. H. Nirmayani, "Kegunaan Aplikasi Liveworksheet Sebagai LKPD Interaktif Bagi Guru-Guru SD di Masa Pembelajaran Daring Pandemi Covid 19," *Edukasi: Jurnal Pendidikan Dasar*, vol. 3, no. 1, pp. 9-16, 2022.
- [8] L. F. Johnson et al., "Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time, Austin," *Texas: The New Media Consortium*, 2009.
- [9] I. Purnamasari, "Stimulasi keterampilan hots dalam paud melalui pembelajaran steam," *Prosiding Semnar Nasional Pascasarjana (Prosnampas)*, vol. 3, no. 1, pp. 506-516, 2020.
- [10] R. M. Branch, "Instructional Design-The ADDIE Approach," New York: Springer, 2009.
- [11] ESDM-RI, "Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia," 2022.
- [12] Sigalingging, C. P. Roy, "Studi Dampak Penggunaan Insulasi pada Bangunan Rumah Tinggal terhadap Konsumsi Energi Pendingin Ruangan," *Journal of Science and Applicative Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 418-426, 2021.
- [13] Cahyaningrum, "Implementasi Prinsip Desain Arsitektur Bioklimatik Pada bangunan Perpustakaan Di Klaten," *Jurnal Arsitektura*, vol. 15, no. 2, pp. 434-438, 2017.
- [14] A. M. Omer, "Renewable building energy systems and passive human comfort solutions," *Renew. Sustain. Energy Review*, vol. 12, pp. 1562-1587, 2008.
- [15] I. Abd-Manaf, "Performance modelling and comparative assessment of desiccant evaporative cooling system for hot and humid climate," Loughborough University, 2020.
- [16] E. Puspitasari et al., "Pengembangan Buku Ajar Fisika Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Pokok Bahasan Suhu dan Kalor di SMA," *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, vol. 2, no. 1, pp. 44-52, 2021, <https://doi.org/10.30872/jlpf.v2i1.465>.
- [17] C. Rahmatillah, A. Ardiansyah, "Telaah Bahan Ajar dengan Model Challenge Based Learning bernuansa STEM berbantuan Geogebra terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa," *prisma*, vol. 6, pp. 40-46, 2023.
- [18] T. Widyantini, "Penyusunan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) sebagai Bahan Ajar," Yogyakarta: PPPPTK Matematika, 2013.