

**Desain E-Modul Interaktif “Phyglow” Berbasis Model Pembelajaran Dilemma-STEAM Pada Materi *Global Warming*.**

*Design of Interactive E-Module “Phyglow” Based on Dilemma-STEAM Learning Model on Global Warming Material.*

**Syafannisa Fitria Farah Dewi<sup>1</sup>, Hadi Nasbey<sup>2</sup>, Yuli Rahmawati<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta

Corresponding author : [syafznisa@gmail.com](mailto:syafznisa@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Global Warming* merupakan salah satu fenomena alam yang merupakan isu permasalahan lingkungan dan harus segera diselesaikan. Pendidikan perlu merubah fokus terhadap isu permasalahan lingkungan agar siswa mampu memiliki pemahaman menyeluruh tentang fenomena tersebut. Guru harus mampu memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis pendahuluan, terdapat 63% berpendapat bahwa pembelajaran *Global Warming* masih berpusat pada penyampaian guru di kelas sehingga siswa belum dapat merefleksikan proses penyelesaian terhadap fenomena *Global Warming*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-Modul Interaktif “Phyglow” berbasis model pembelajaran Dilemma-STEAM pada materi *Global Warming* yang disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik kelas X SMA. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Phyglow dikembangkan untuk membantu siswa dalam mempelajari fisika agar lebih interaktif dan kontekstual dengan dilengkapi fitur pembelajaran seperti, gambar, quiz interaktif, video dan navigasi yang memudahkan pengguna untuk berinteraksi dengan materi pembelajaran. Hal ini sesuai dengan hasil analisis pendahuluan bahwa 95% tertarik belajar menggunakan E-Modul Interaktif. Dengan menggunakan model pembelajaran Dilemma-STEAM, siswa terlibat aktif dalam merancang solusi *Global Warming* dalam bentuk proyek STEAM secara kolaboratif. Produk akhir dari penelitian ini berupa desain Phyglow yang disajikan menggunakan Heyzine Flipbook yang mudah diakses menggunakan berbagai perangkat elektronik.

**Kata Kunci:** E-Modul Interaktif “Phyglow”, Dilemma-STEAM, *Global Warming*.

**Korespondensi:**

Syafannisa Fitria Farah Dewi. Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia. Email: [syafznisa@gmail.com](mailto:syafznisa@gmail.com). Mobile: 085814798289.

**LATAR BELAKANG**

*Global Warming* merupakan fenomena yang dipicu oleh gas rumah kaca dan mendapat perhatian khusus sejak tahun 1970 sebagai bagian dari permasalahan lingkungan hidup. Conference of Parties (COP28) PBB tahun 2023 menyoroti kebutuhan mendesak untuk dekarbonisasi cepat tahun ini dikarenakan pada tahun ini, Bumi mencatat rekor kenaikan suhu tertinggi, yang mengakibatkan peristiwa pencairan es yang ekstrem. Akibatnya, arus laut vital diprediksi akan terganggu signifikan akibat pemanasan sebesar 1,2° C. Kenaikan permukaan air laut, pola perubahan cuaca yang ekstrem, kenaikan suhu, peningkatan kekeringan adalah dampak yang dirasakan oleh berbagai negara. Pendidikan perlu merubah fokus terhadap isu-isu permasalahan lingkungan, guru harus mendorong peserta didik untuk memiliki pemahaman menyeluruh tentang fenomena tersebut. (1) Melalui pemahaman yang menyeluruh tentang *Global Warming*, siswa dapat memahami pentingnya mengambil tindakan untuk mengurangi jejak karbon mereka dan mendorong kebijakan lingkungan yang lebih baik. Pendidikan tentang *Global Warming* seharusnya bukan hanya memberikan bekal kepada siswa dengan pengetahuan, tetapi juga membangun kesadaran akan tanggung jawab mereka terhadap fenomena ini. Berdasarkan analisis pendahuluan yang telah dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada siswa kelas XI SMA dengan responden sebanyak 40 siswa terdapat 63% berpendapat bahwa pembelajaran fisika mengenai *Global Warming* masih berpusat pada penyampaian guru di kelas, sebanyak 27% merasa bahwa penjelasan dari guru kurang dipahami. Selain itu, pembelajaran di kelas belum melibatkan siswa sehingga siswa belum dapat merefleksikan proses penyelesaian permasalahan fenomena *Global Warming* yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran yang hanya fokus pada penyampaian guru di kelas menyebabkan kurangnya motivasi dan minat siswa dalam proses pembelajaran serta keterampilan yang dimiliki oleh siswa masih tergolong rendah karena pembelajaran terkesan kaku dan membosankan. (2) Lingkungan belajar yang masih berpusat pada guru menyebabkan siswa pasif dalam pembelajaran karena siswa hanya berperan sebagai pendengar yang menganggap bahwa guru mengetahui banyak pengetahuan tentang topik mata pelajaran daripada siapapun. Siswa yang kurang motivasi dan minat belajar, tidak dapat belajar secara mandiri dan akan menghadapi berbagai kesulitan selama proses pembelajaran. (3) Jika minat siswa rendah terhadap fisika, prestasi belajar mereka cenderung menurun. Maka dari itu, kesulitan belajar yang dialami oleh siswa sebagaimana di atas berdampak juga pada prestasi belajar siswa yang rendah. Ady & Warlani (2022), menyatakan bahwa banyak peserta didik yang memiliki minat minimal hingga nol terhadap mata pelajaran fisika. Hal ini disebabkan oleh pandangan bahwa mata pelajaran ini berkaitan dengan topik-topik abstrak, banyak persamaan dan rumus, serta siswa tidak mengetahui penerapan fisika dalam kehidupan sehari-hari. (4) Hal ini dibuktikan dengan analisis pendahuluan yang telah dilakukan sebesar 63% siswa masih kesulitan mempelajari *Global Warming* karena hampir 58% belum mengetahui penerapan fisika dalam kehidupan sehari-hari, dan 55% tidak mengetahui solusi untuk mengurangi dampak dari *Global Warming*. Fisika merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam yang berkaitan dengan fenomena alam, dan pembelajarannya merupakan proses penemuan. Hal ini menunjukkan bahwa fisika harus menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student center*). (5) Selain itu, pembuktian terhadap suatu fenomena dalam pembelajaran fisika memerlukan integrasi antara konsep dan realita pada materi pembelajaran. Sehingga, dalam pembelajaran fisika guru harus memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik. (6) Kemampuan guru dalam merancang proses pembelajaran dapat mempengaruhi kualitas suatu pendidikan, termasuk pemilihan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan perkembangan teknologi serta memfasilitasi siswa dalam belajar mandiri. Hal ini akan membantu siswa dalam memahami konsep fisika yang sulit dipahami.

Perkembangan teknologi yang kian pesat dapat menjadi inovasi dalam merancang proses pembelajaran yang digunakan sebagai alat informasi (sarana mengakses informasi) atau sebagai sumber pembelajaran yang menunjang kegiatan belajar dan membantu dalam mengerjakan tugas. Media pembelajaran berbasis teknologi atau yang lebih di kenal dengan E-Modul dapat bersifat interaktif dengan pengguna (siswa) sehingga mereka dapat belajar secara mandiri dan menyenangkan. (7) E-Modul dilengkapi dengan berbagai fitur-fitur pembelajaran yang berisi gambar, animasi, quiz interaktif, dan video sehingga membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep fisika yang abstrak dan sulit dipahami. E-Modul memiliki salah satu karakteristik yang sesuai dengan tujuan kurikulum merdeka yaitu fleksibel. Pembelajaran menggunakan E-Modul bersifat fleksibel karena dapat digunakan dimana saja dan kapan saja disesuaikan dengan kemampuan siswa dalam belajar sehingga penggunaan E-Modul oleh peserta didik efektif dan layak digunakan untuk mendukung proses belajar mandiri. (8) Desain pembelajaran E-Modul yang menarik dapat meningkatkan semangat siswa dalam belajar, memberikan umpan balik secara langsung, dan mampu melakukan evaluasi diri. Heyzine Flipbook merupakan sebuah media yang efektif untuk menyajikan materi pada E-Modul berbentuk buku digital yang mampu menampilkan materi dengan beragam elemen seperti gambar, audio, dan video. Terlebih lagi, Heyzine Flipbook juga dapat dijangkau melalui peramban web, menjadikannya sebagai salah satu alat pembelajaran online yang mudah diakses dan digunakan. (9) Berdasarkan hasil analisis pendahuluan yang telah dilakukan terdapat 100% merasa menyukai media pembelajaran berbasis digital seperti E-Modul dan 95% berpendapat bahwa membutuhkan E-Modul yang bersifat interaktif dan dikaitkan dengan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian Inovasi et.al sudah membuktikan bahwa modul digital pada materi hukum newton berbasis discovery learning bersifat interaktif serta dapat meningkatkan hasil dan motivasi belajar siswa. (10) Selain pemilihan media pembelajaran yang sesuai, guru juga harus memiliki kemampuan dalam memilih model pembelajaran yang tepat agar siswa memiliki pemahaman yang baik terhadap suatu materi dan menyadari urgensi dari pengetahuan yang diperoleh.

Salah satu cara untuk menjadikan pembelajaran bersifat kontekstual adalah dengan menerapkan model pembelajaran Dilemma-STEAM dalam pengembangan E-Modul. (11) Pembelajaran berbasis Dilemma-STEAM merupakan model pembelajaran cerita dilema (*Dilemma Stories*) yang terintegrasi STEAM. Dilemma-STEAM mengajak peserta didik untuk menemukan solusi dari dilema pada kehidupan sehari-hari yang kemudian di integrasikan dalam proyek STEAM. Melalui pendekatan cerita dilema, pembelajaran diawali dengan menyajikan cerita berupa permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang memiliki dilema sehingga dapat membawa siswa berada dalam situasi tersebut dan mengharuskan siswa untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dan mengambil keputusan. Pendekatan ini dapat menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna dan membangun pengembangan

karakter siswa. (12) Dengan menggunakan pendekatan ini, siswa diharapkan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah yang disajikan. Adapun model pembelajaran STEAM merupakan model pembelajaran yang mengintegrasikan seni ke dalam STEM sehingga dapat meningkatkan reputasi dan mengurangi stres siswa dalam pembelajaran dengan memperkenalkan kreativitas. Melalui metode ini, siswa terlibat aktif dalam proses memberikan ide dan solusi terhadap masalah yang telah disajikan pada cerita dilema. Motivasi dan minat belajar siswa dapat meningkat melalui pembelajaran STEAM karena dikemas dengan memperkenalkan kreativitas kepada peserta didik untuk melakukan praktik dengan berkolaborasi secara berkelompok sehingga aktivitas pembelajaran berpusat pada peserta didik. (13) Kombinasi dari model pembelajaran Dilemma-STEAM dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika di kehidupan serta siswa dilibatkan secara langsung terhadap proses penyelesaian masalah yang ada. (14) Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati et al (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran dengan cerita dilema berhasil membuat siswa lebih tertarik dan termotivasi dalam pembelajaran kimia karena dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari serta meningkatkan keterampilan siswa dalam argumentasi, berpikir kritis, dan kreativitas (12) Berdasarkan hasil analisis pendahuluan, terdapat sebanyak 70% siswa yang belum mengetahui model pembelajaran Dilemma-STEAM. Namun, hasil menunjukkan bahwa 97,5% tertarik untuk mempelajari fisika menggunakan model pembelajaran Dilemma-STEAM.

E-Modul Interaktif berbasis pembelajaran Dilemma-STEAM dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika di sekolah maupun bahan ajar mandiri yang dapat mendukung pemahaman siswa terkait konsep *Global Warming* serta siswa dapat terlibat aktif dalam mencari solusi untuk mengatasi *Global Warming*. Berdasarkan analisis pendahuluan, terdapat Miskonsepsi yang sering ditemui pada materi *Global Warming* ialah efek rumah kaca, siswa belum mengetahui bagaimana dan penyebab terjadinya efek rumah kaca. Hanya 27,5% yang mengetahui efek rumah kaca secara tepat sebagai penyebab pemanasan global. Pengembangan E-Modul pada materi *Global Warming* belum ada yang menggunakan model pembelajaran Dilemma-STEAM. Namun, beberapa penelitian yang telah menerapkan E-Modul dalam pembelajaran fisika, yakni penelitian Marinda menyatakan bahwa E-Modul Interaktif Fisika berbasis Problem based learning (PBL) layak digunakan dalam pembelajaran berdasarkan validator. (15) Penelitian Farida tentang E-Modul IPA berbasis STEAM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dengan  $n$  gain 0,63 dengan kategori sedang serta dapat meningkatkan kemandirian belajar siswa rata-rata sebesar 0,74 berada pada kategori tinggi. (16) Selain itu, Penelitian Antika tentang Pengembangan E-Modul Pembelajaran Fisika Dengan Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art And Mathematic) pada Materi Getaran Dan Gelombang mendapat presentase uji kelayakan ahli materi 98% dan ahli media 87,7% serta respon siswa MTsN 1 Bandar Lampung dan MTsN 2 Bandar Lampung sebesar 83,12% kategori sangat menarik dengan kategori sangat layak digunakan sebagai bahan ajar mandiri bagi siswa. (17)

Berdasarkan uraian-uraian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa peserta didik memerlukan media pembelajaran berupa E-Modul Interaktif berbasis Dilemma-STEAM untuk pembelajaran fisika, terutama pada Materi *Global Warming*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang media pembelajaran berupa E-Modul Interaktif berbasis Dilemma STEAM pada materi *Global Warming* yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa.

## METODE PENELITIAN

### 1. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development* (RnD) atau sering disebut metode penelitian dan pengembangan. Metode RnD merupakan kegiatan penelitian yang dimulai dengan *research* untuk menghimpun data mengenai kebutuhan pengguna (*needs assessment*) yang kemudian diikuti dengan *development* untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Penelitian dan pengembangan digunakan untuk menilai keefektifitasan suatu produk dalam periode tertentu yang kemudian akan menghasilkan kebaruan atau penemuan pengetahuan (produk) baru dalam praktik-praktik pendidikan. Model atau prosedur pengembangan produk ini mengacu pada model pengembangan ADDIE oleh Dick & Carry terdiri dari lima tahap pengembangan yaitu *Analyze, Design, Develop, Implementation, dan Evaluate*. Peneliti memilih menggunakan model ADDIE dalam pembuatan produk karena dianggap sebagai salah satu pendekatan yang sangat efektif dan memperhatikan secara detail agar produk yang dihasilkan maksimal. (19)

Metode Penelitian	Model Pengembangan	Tahapan
<i>Research</i>	<i>Analyze</i>	Melakukan analisis pendahuluan terkait kondisi pembelajaran disekolah khususnya pada materi <i>Global Warming</i> . Serta melakukan analisis kebutuhan sumber

		belajar berupa E-Modul Interaktif “Phyglow” pada materi <i>Global Warming</i> yang dapat meningkatkan motivasi belajar siswa dan dapat digunakan untuk belajar mandiri.
Development	Design	Merancang <i>design</i> dan menentukan konten E-Modul Interaktif “Phyglow” yang akan disajikan dengan menyesuaikan hasil analisis kebutuhan.
	Development	Mengembangkan rancangan <i>design</i> menjadi produk berupa E-Modul Interaktif “Phyglow” berbasis pembelajaran Dilemma-STEAM pada materi <i>Global Warming</i> .

**Tabel 1.** Tahapan Pengembangan E-Modul Interaktif

TABEL 1. menunjukkan tahapan pengembangan E-Modul Interaktif “Phyglow” dengan menggunakan tahapan model pengembangan ADDIE beserta keterangan metode penelitian yang digunakan pada setiap tahapan. Dalam penelitian ini, peneliti hanya melakukan sampai tahap *Development*. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode kuisioner berupa angket tertutup untuk memperoleh data. Teknis penyebaran angket tersebut menggunakan *google form* yang berisi pertanyaan berupa aspek yang dibutuhkan dalam penelitian. Kemudian, angket tersebut disebar dan di isi oleh responden melalui link yang dibagikan oleh peneliti.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan angket tertutup sebagai instrumen penelitian. Angket tertutup adalah angket yang sudah disediakan jawabannya sehingga responden tinggal memilih jawaban yang tersedia. Penentuan angket ini didasari dengan pertimbangan dapat memudahkan responden untuk memilih serta adanya keseragaman jawaban sehingga memudahkan peneliti dalam menganalisis data tersebut. Adapun angket tersebut ditetapkan berdasarkan aspek yang dibutuhkan dalam penyusunan E-Modul Interaktif, dengan tujuan untuk memperoleh masukan yang relevan dari para pengguna potensial serta memastikan kualitas dan efektivitas produk yang dihasilkan yang akan di ukur seperti pada **Tabel 2.** dibawah ini.

No.	Aspek	Indikator
1.	Tampilan	Kesesuaian cover dengan isi materi.
		Jenis huruf yang digunakan dalam penulisan E-Modul.
		Ukuran huruf yang digunakan dalam penulisan E-Modul.
		Pemilihan latar belakang.
2.	Substansi	Kemampuan penggunaan di berbagai perangkat elektronik.
		Daftar isi yang dibutuhkan dalam E-Modul Interaktif.
		Petunjuk Penggunaan sebagai panduan dalam menggunakan E-Modul.
		Menu Utama yang berisi pokok dalam pembelajaran.
		Pendahuluan pemberajaran yang harus dipahami sebelum mempelajari materi.
		Kegiatan pembelajaran dalam E-Modul Interaktif.
		Evaluasi dalam E-Modul Interaktif.
Rangkuman berupa ringkasan materi yang telah dibahas.		
Glosarium berisi kata-kata asing yang digunakan dalam E-Modul Interaktif.		
3.	Komponen	Komponen pendukung yang dibutuhkan untuk memudahkan pemahaman materi.

**Tabel 2.** Kisi-Kisi Instrumen

Setelah data berhasil terkumpul, peneliti mengolahnya menggunakan teknik analisis data. Teknik analisis data dilakukan setelah data dari seluruh responden terkumpul melalui angket yang telah disebar. Analisis data bertujuan untuk mengolah data hasil penelitian yang lebih rinci, jelas, dan sistematis ke dalam bentuk presentase yang selanjutnya akan di interpretasikan berdasarkan kriteria yang tercantum pada Tabel. 2. Teknik analisis data yang digunakan untuk rumusan masalah yang terdapat dalam angket tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Dimana: % = Persentase alternative jawaban  
 f = Frekuensi alternative jawaban  
 N = Jumlah responden

Setelah diketahui nilai persentasenya, selanjutnya diukur interpretasi kriteria berdasarkan presentase yang diperoleh: (20)

No.	Persentase	Interpretasi
1.	0%	Tidak ada
2.	1% - 39%	Sebagian kecil
3.	40% - 49%	Kurang dari setengahnya
4.	50%	Setengahnya
5.	51% - 75%	Lebih dari setengahnya
6.	76% - 99%	Sebagian besar
7.	100%	Seluruhnya

**Tabel 3.** Interpretasi Persentase Penilaian

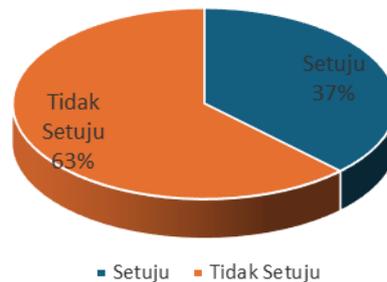
## 2. Sampel dan Populasi

Pada penelitian ini, sampel dan populasi berasal dari responden yang mengisi kuisioner penelitian pada analisis pendahuluan yang dilakukan kepada kelas XI SMA sebanyak 40 responden untuk mengetahui permasalahan pembelajaran fisika terutama materi *Global Warming* dan pada analisis kebutuhan yang dilakukan kepada kelas X SMA sebanyak 34 responden untuk mengetahui kriteria bahan ajar yang mereka butuhkan.

## HASIL PENELITIAN

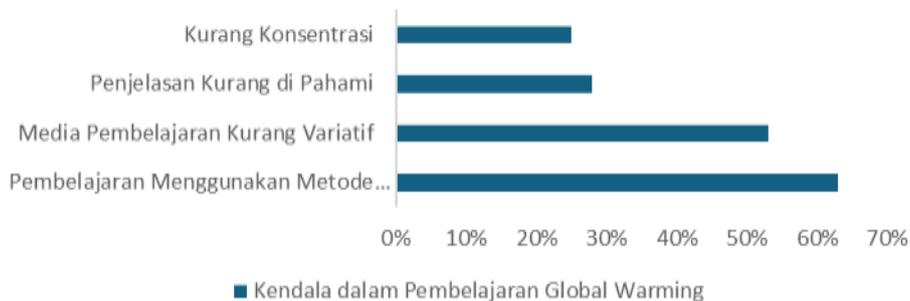
Hasil yang didapatkan pada penelitian ini berupa presentase hasil penyebaran kuisioner pada tahap *analyze* yang terbagi dalam 2 tahap. Pertama, dilakukan tahap analisis pendahuluan yang bertujuan untuk mengetahui kendala atau permasalahan yang peserta didik alami dalam pembelajaran *Global Warming*.

Materi *Global Warming* mudah dipahami



**Gambar. 1** Tingkat Kesulitan Materi *Global Warming*

Kendala dalam Pembelajaran *Global Warming*



**Gambar. 2** Kendala dalam Pembelajaran *Global Warming*



Gambar 3. Peserta didik tertarik belajar menggunakan E-Modul



Gambar 4. Peserta didik tertarik belajar menggunakan Dilemma-STEAM

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *Global Warming* masih dianggap sulit bagi peserta didik karena materi tersebut bersifat abstrak dan proses pembelajaran di kelas yang masih memiliki berbagai kendala seperti yang terlihat pada Gambar 2. Peserta didik membutuhkan bahan ajar elektronik yang mudah diakses sehingga dapat digunakan untuk belajar mandiri, seperti E-Modul yang dikemas dengan model pembelajaran Dilemma STEAM sehingga dalam proses pembelajaran melibatkan siswa dalam menyelesaikan permasalahan *Global Warming*. Dalam pengembangan E-Modul dibutuhkan penyesuaian dengan kebutuhan peserta didik sehingga mereka berminat untuk menggunakannya dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, dilakukan analisis kebutuhan terhadap *desain* E-Modul Interaktif dengan penyebaran kuisioner kepada 34 responden kelas X SMA diperoleh hasil yang terlihat dibawah ini:

Aspek	Indikator	Kriteria	Presentase Kebutuhan	Interpretasi
Tampilan	Cover	Mencakup gambar yang mendukung terhadap materi yang ingin dibahas.	94%	Sebagian besar
		Font yang digunakan untuk penulisan isi materi menggunakan Times New Roman.	88%	Sebagian besar
	Jenis Huruf	Font yang digunakan untuk penulisan judul dan sub-judul selain Times New Roman tetapi dapat terbaca dengan jelas.	85%	Sebagian besar
		Ukuran huruf yang digunakan dapat terlihat di berbagai perangkat.	74%	Lebih dari setengahnya
	Ukuran Huruf	Ukuran penulisan isi materi 14.	83%	Sebagian besar
		Ukuran penulisan judul dan sub-judul dibedakan dengan isi materi (menyesuaikan).	85%	Sebagian besar
Konsistensi Desain	Mengggunakan 2 perpaduan warna sebagai latar belakang (bukan gambar).	Menggunakan 2 perpaduan warna sebagai latar belakang (bukan gambar).	92%	Sebagian besar
		Konsisten terhadap pemilihan latar belakang.	88%	Sebagian besar
	Aksesibilitas	Dapat digunakan menggunakan berbagai perangkat seperti hp, tab, dan laptop.	92%	Sebagian besar
Substansi	Daftar Isi	Mencakup seluruh konten yang terdapat pada E-Modul Interaktif beserta letak halamannya.	94%	Sebagian besar
		Mengggunakan fitur <i>klik</i> yang akan memudahkan menuju halaman yang di pilih.	97%	Sebagian besar

Petunjuk Penggunaan	Berisi tata cara penggunaan E-Modul Interaktif	74%	Lebih dari setengahnya	
	Pengenalan fitur-fitur yang terdapat pada E-Modul Interaktif	97%	Sebagian besar	
Menu Utama	Berisi aspek pokok dalam pembelajaran seperti pendahuluan pembelajaran, kegiatan pembelajaran, evaluasi, dan glosarium.	83%	Sebagian besar	
	Menggunakan fitur klik yang akan memudahkan pengguna menuju halaman yang dipilih.	71%	Lebih dari setengahnya	
Pendahuluan Pembelajaran	Berisi penjelasan deskripsi singkat materi, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan peta konsep.	79%	Sebagian besar	
Kegiatan Pembelajaran	Materi pembelajaran dibagi ke dalam 3 kegiatan pembelajaran.	68%	Lebih dari setengahnya	
	Setiap kegiatan pembelajaran disusun menggunakan tahapan model pembelajaran Dilemma-STEAM.	92%	Sebagian besar	
Evaluasi	Latihan soal di berikan pada akhir kegiatan pembelajaran menggunakan <i>quiziz</i> atau sejenisnya.	92%	Sebagian besar	
	Evaluasi akhir di berikan setelah pembelajaran selesai.	62%	Lebih dari setengahnya	
Rangkuman	Diberikan pembahasan dan kunci jawaban.	97%	Sebagian besar	
	Berisi ringkasan materi yang telah dibahas.	94%	Sebagian besar	
Glosarium	Rangkuman materi diberikan pada setiap akhir kegiatan pembelajaran	97%	Sebagian besar	
Komponen	Berisi penjelasan dari kata-kata yang mungkin asing digunakan oleh pengguna.	76%	Sebagian besar	
	Video	Menyajikan video yang memudahkan siswa dalam memahami materi yang sulit dipahami.	100%	Seluruhnya
	Gambar/Illustrasi	Menyajikan gambar/ilustrasi yang memberikan visualisasi terhadap materi yang sulit dipahami.	100%	Seluruhnya
	Quiz/Game Interaktif	Diberikan pada setiap akhir pembahasan materi dalam kegiatan pembelajaran serta tidak di nilai (untuk mengukur kemampuan secara individu).	97%	Sebagian besar
	Simulasi Virtual	Berisi simulasi virtual menggunakan PhET agar siswa mudah dalam membayangkan konsep yang dijelaskan.	83%	Sebagian besar
	Tombol Navigasi	Terdapat tombol navigasi yang memudahkan pengguna untuk berpindah dari satu halaman ke halaman lainnya.	97%	Sebagian besar

**Tabel 4.** Hasil Analisis Kebutuhan E-Modul Interaktif

**PEMBAHASAN**

Berdasarkan tahapan model pengembangan ADDIE, adapun pembahasan berdasarkan tahapan penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

#### **Tahap Analyze**

Pada tahap ini, dilakukan analisis pendahuluan dan analisis kebutuhan E-Modul Interaktif “Phyglow” melalui proses wawancara dan membagikan kuesioner kepada siswa SMA Kelas X. Tujuannya adalah untuk mengetahui kendala yang dialami siswa dalam mempelajari fisika dan media pembelajaran yang mereka butuhkan dalam proses pembelajaran, khususnya pada materi *Global Warming*. Berdasarkan hasil analisis pendahuluan yang telah dilakukan, terdapat sebanyak 63% yang menganggap bahwa materi *Global Warming* sulit untuk dipahami karena bersifat abstrak yang terlihat pada **Gambar 1**. Berdasarkan pengamatan penelitian, siswa belum dapat mengembangkan pemahaman mereka dengan menjelajahi sumber belajar secara mandiri.

*“Dalam pembelajaran Global Warming, guru hanya menjelaskan tanpa menggunakan media pembelajaran. Selebihnya saya hanya diberikan tugas yang terdapat pada buku paket dan itupun tidak dibahas oleh guru sehingga saya tidak mengetahui apakah jawabannya benar atau tidak”*

(wawancara siswa 3, 16 Oktober 2023)

Alasan yang mendasari kesulitan peserta didik dalam mempelajari materi tersebut didominasi oleh 63% berpendapat bahwa pembelajaran fisika masih menggunakan metode ceramah sehingga tidak semua materi pembelajaran dapat dijelaskan oleh guru secara maksimal serta 53% karena media pembelajaran yang digunakan oleh guru kurang variatif karena hanya menggunakan *power point* dan buku paket fisika yang terlihat pada **Gambar 2**.

Siswa membutuhkan media pembelajaran sekaligus dapat digunakan sebagai bahan ajar mandiri agar dapat mengeksplorasi konsep-konsep materi secara lebih mendalam dan menyesuaikan pembelajaran dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil analisis pendahuluan, terdapat 88% siswa menyatakan bahwa mereka membutuhkan media pembelajaran yang dapat digunakan untuk kegiatan belajar mandiri dan sebanyak 95% tertarik belajar materi fisika dengan menggunakan E-Modul Interaktif yang terlihat pada **Gambar 3**. Siswa menyukai bahan ajar yang dilengkapi dengan fitur pembelajaran, seperti video, quiz interaktif, gambar, ilustrasi, dan lain lain yang dapat mendukung pemahaman mereka dalam proses pembelajaran serta di kaitkan dengan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

*“Saya menyukai pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar elektronik yang dapat diakses secara fleksibel dan dilengkapi dengan video sehingga dapat memperjelas konsep materi yang abstrak dan dilengkapi dengan aplikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari”*

(wawancara siswa 5, 16 Oktober 2023)

Media pembelajaran elektronik atau yang lebih dikenal dengan e-modul harus bersifat interaktif dengan pengguna (siswa) sehingga mereka dapat belajar secara mandiri dan menyenangkan. E-Modul memiliki sifat adaptif yang menyesuaikan perkembangan IPTEK serta fleksibel digunakan dimana saja dan kapan saja tidak tergantung oleh waktu sehingga penggunaan E-Modul oleh siswa efektif dan layak digunakan untuk mendukung proses pembelajaran di kelas maupun saar di gunakan secara mandiri.

*“Saya membutuhkan bahan ajar berbasis teknologi yang dapat digunakan untuk belajar mandiri serta terdapat interaksi dua arah dalam penggunaannya.”*

(wawancara siswa 1, 16 Oktober 2023)

Untuk mewujudkan E-Modul Interaktif yang mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari, penyajian materi pada modul digital dikemas menggunakan model pembelajaran Dilemma-STEAM yang mengaitkan materi dengan aplikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut diperkuat dengan analisis pendahuluan terdapat sebanyak 98% tertarik belajar materi fisika dengan menggunakan model pembelajaran tersebut yang terlihat pada **Gambar 4**.

*“Setelah dijelaskan mengenai model pembelajaran Dilemma-STEAM, saya merasa bahwa model pembelajaran tersebut dapat membantu siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Saya sangat menyukai pembelajaran yang diawali dengan penyajian cerita dan diakhiri dengan merancang proyek sederhana secara kelompok”*

(wawancara siswa 4, 16 Oktober 2023)

Berdasarkan uraian-uraian sebelumnya, maka dapat dirangkum bahwa peserta didik membutuhkan media pembelajaran berupa E-Modul Interaktif berbasis Dilemma-STEAM, khususnya pada materi *Global Warming*. Hal yang mendukung pemilihan materi ini adalah karena sebesar 55% siswa tidak mengetahui solusi untuk mengurangi dampak dari tindakan mereka sehari-hari yang dapat menyebabkan *Global Warming* dan sebanyak 60% terdapat miskonsepsi terkait efek rumah kaca yang menjadi penyebab *Global Warming*.

*“Saya tidak mengetahui dampak yang terjadi jika saya terus menyalakan AC sepanjang hari, mungkin hanya terasa panas ketika melewati outdoor Acnya. Untuk efek rumah kaca sendiri adalah kondisi dimana sebagian gedung dan rumah saat ini memilih menggunakan kaca daripada dinding”*

(wawancara siswa 2, 16 Oktober 2023)

Kondisi tersebut seharusnya tidak terjadi karena dengan adanya kondisi *Global Warming* yang semakin berbahaya, semua elemen masyarakat khususnya para siswa perlu menyadari langkah-langkah yang harus diambil

untuk meminimalisir dampak *Global Warming* dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya, peneliti melakukan analisis kebutuhan media pembelajaran E-Modul Interaktif yang di inginkan oleh peserta didik untuk memastikan kesesuaian dengan media pembelajaran yang akan dikembangkan. Hasil analisis kebutuhan terhadap E-Modul Interaktif terlihat pada **Tabel 3**. Hasil analisis kebutuhan tersebut akan menjadi masukan dan dievaluasi bersama dosen pembimbing untuk menentukan aspek-aspek yang harus dipertimbangkan atau ditambahkan dalam merancang *design* produk agar memastikan bahwa E-Modul Interaktif yang akan dirancang tidak hanya memenuhi kebutuhan pengguna secara fungsional, tetapi juga didukung oleh prinsip-prinsip pedagogis yang kuat saat melaksanakan kegiatan pembelajaran.

**Tahap Design**

Setelah melakukan tahap analisis, pengembangan E-Modul Interaktif dilanjutkan dengan tahap *Design* yang berdasarkan hasil analisis pendahuluan dan analisis kebutuhan peserta didik. Rancangan E-Modul Interaktif dimulai dengan menentukan *software* yang akan digunakan dalam pembuatan produk, dalam hal ini E-Modul Interaktif yang dikembangkan dibuat dengan memanfaatkan *software* Canva dalam pembuatan komponen E-Modul. Komponen E-Modul disajikan secara menarik dengan menyertakan fitur-fitur pembelajaran seperti gambar, video, ilustrasi, kuis interaktif, dan animasi. Fitur-fitur ini dirancang untuk mendukung kegiatan pembelajaran dengan memperhatikan kebutuhan peserta didik. Selanjutnya, *design* yang ada pada *software* tersebut di tambahkan fitur interaktifnya berupa navigasi yang dapat memudahkan peserta didik untuk berpindah dari satu halaman ke halaman berikutnya dengan menggunakan situs web *Heyzine Flipbook* yang dapat diakses secara mudah oleh pengguna.

E-Modul Interaktif ini mengacu pada model pembelajaran Dilemma-STEAM merupakan rangkaian aktivitas pembelajaran yang diawali penyajian cerita dilemma yang berkaitan dengan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dan merancang solusi permasalahan tersebut secara kolaboratif dalam bentuk proyek STEAM. Menurut Permendikbud No. 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pembelajaran, pelaksanaan pembelajaran merupakan implementasi dari RPP yang meliputi tiga kegiatan utama dalam pembelajaran yakni pendahuluan, inti, dan penutup. **Tabel 4**. Merupakan tahap kegiatan pembelajaran E-Modul Interaktif “Phyglow” mengacu pada sintaks Dilemma-STEAM yang dikategorikan ke dalam tiga kegiatan utama.

No.	Kegiatan Pembelajaran	Sintaks Dilemma-STEAM	Aktivitas E-Modul
1.	Pendahuluan	Refleksi	Menyajikan sebuah gambar/berita terkait permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi pembelajaran, siswa melakukan refleksi terhadap nilai dalam gambar/berita tersebut.
		Eksplorasi	Menyajikan cerita dilema, siswa menentukan fokus masalah dan solusi untuk dikaitkan dengan proyek STEAM yang akan ditugaskan.
2.	Inti	Elaborasi	Menyajikan materi pendukung yang difokuskan dengan permasalahan dan isu yang dibahas, siswa mengintegrasikan konsep tersebut menjadi ide pembuatan proyek STEAM.
		Integrasi	Menyajikan LKPD proyek STEAM, siswa berkolaborasi secara kelompok untuk merancang proyek STEAM.
3.	Penutup	Transformasi	Guru dan siswa melakukan penilaian terhadap pembelajaran yang telah dilakukan dan merefleksikan perubahan dalam nilai-nilai, sikap, dan pengetahuan selama proses pembelajaran.

**Tabel 5.** Tahap kegiatan pembelajaran.

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah desain dari E-Modul Interaktif “Phyglow berbasis Dilemma-STEAM yang tercantum pada **Tabel 7**. Dengan adanya *storyboard* dari produk tersebut, diharapkan dapat menghasilkan E-Modul Interaktif berbasis Dilemma-STEAM pada materi *Global Warming* yang layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika maupun bahan ajar mandiri untuk siswa kelas X SMA. Keseluruhan desain *storyboard* dari E-Modul Interaktif memperhatikan karakteristik E-Modul, prinsip E-Modul, komponen E-modul dan menerapkan unsur interaktif sebelum pengembangan dilakukan yang merujuk pada Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah. (21)

Komponen E-Modul	Isi
Cover Depan	Terdiri dari logo instansi, judul materi, nama pengarang, tahun terbit, dan gambar yang mencerminkan isi materi.
Kata Pengantar	Ucapan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa serta kepada pihak yang

	mendukung, penjelasan tujuan pembuatan, penjelasan garis besar isi, penjelasan harapan penulis, permintaan saran dan kritik, dan penutup.
Daftar Isi	Urutan lembar halaman yang berisi keseluruhan konten yang ada beserta nomor halaman yang tercantum untuk memudahkan pembaca dalam menavigasi informasi yang mereka butuhkan.
Deskripsi E-Modul	Berisi penjelasan singkat mengenai E-Modul Interaktif “Phyglow” materi <i>Global Warming</i> dengan menggunakan model pembelajaran Dilemma-STEAM.
Petunjuk Penggunaan	Berisi panduan penggunaan fitur-fitur yang terdapat dalam E-Modul serta perintah mengenai konten yang harus dikerjakan selama kegiatan pembelajaran.
Menu Utama	Berisi fitur-fitur utama yang tersedia dalam E-Modul.
Pendahuluan	Berisi deskripsi singkat materi, capaian pembelajaran yang mengacu pada kurikulum merdeka, tujuan pembelajaran yang mengacu dengan capaian pembelajaran <i>Global Warming</i> , dan peta konsep yang berisi ilustrasi grafis yang menampilkan kaitan materi yang akan dibahas.
Materi Pembelajaran	Berisi pembagian materi pembelajaran <i>Global Warming</i> ke dalam 3 kegiatan pembelajaran.
Kegiatan Pembelajaran 1	<b>Science:</b> Berisi pembahasan mengenai definisi pemanasan global dan fakta-fakta perubahan lingkungan dilengkapi Alur Tujuan Pembelajaran yang dikembangkan dari Tujuan Pembelajaran. <b>Technology:</b> Merancang pembuatan termometer sederhana yang digunakan untuk mengukur perbandingan suhu dalam 2 kondisi yang berbeda. <b>Engineering:</b> Perakitan termometer sederhana dengan menggunakan bahan-bahan yang telah yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari. <b>Arts:</b> Keindahan dari bentuk termometer sederhana. <b>Mathematics:</b> Perhitungan dalam pembuatan termometer sederhana agar alat dapat berfungsi dengan baik.
Kegiatan Pembelajaran 2	<b>Science:</b> Berisi pembahasan mengenai Efek Rumah Kaca dilengkapi Alur Tujuan Pembelajaran yang dikembangkan dari Tujuan Pembelajaran. <b>Technology:</b> Merancang pembuatan komposter sederhana yang digunakan untuk mengolah gas rumah kaca yang paling banyak dihasilkan oleh aktivitas manusia. <b>Engineering:</b> Perakitan komposter sederhana dengan menggunakan bahan-bahan yang telah yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari. <b>Arts:</b> Keindahan dari bentuk komposter sederhana. <b>Mathematics:</b> Perhitungan dalam pembuatan komposter sederhana agar alat dapat berfungsi dengan baik.
Kegiatan Pembelajaran 3	<b>Science:</b> Berisi pembahasan mengenai penyebab dan solusi mengatasi pemanasan global dilengkapi Alur Tujuan Pembelajaran yang dikembangkan dari Tujuan Pembelajaran. <b>Technology:</b> Merancang pembuatan PLTB sederhana yang digunakan untuk mengurangi konsumsi energi listrik sebagai solusi mengatasi pemanasan global. <b>Engineering:</b> Perakitan PLTB sederhana dengan menggunakan bahan-bahan yang telah yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari. <b>Arts:</b> Keindahan dari bentuk PLTB sederhana. <b>Mathematics:</b> Perhitungan dalam pembuatan PLTB sederhana agar alat dapat berfungsi dengan baik.
Game/Quiz Interaktif	Terdapat 3 <i>Game</i> dan 3 <i>Quiz</i> interaktif yang terbagi pada setiap kegiatan pembelajaran.
Evaluasi Akhir	Berisi soal yang berkaitan dengan ketiga kegiatan pembelajaran dalam bentuk pilihan ganda dan essay untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik.
Rangkuman	Berisi ringkasan materi <i>Global Warming</i> .
Glosarium	Berisi istilah/kata asing yang digunakan dalam pembelajaran.

Daftar Pustaka	Berisi daftar referensi/sumber-sumber yang digunakan dalam penyusunan E-Modul Interaktif.
Cover Belakang	Logo instansi, judul materi, nama pengarang, dan deskripsi singkat E-Modul.

**Tabel 6.** *Storyboard* E-Modul Interaktif “Phyglow” berbasis Dilemma-STEAM

Rancangan yang telah disusun selanjutnya akan dievaluasi bersama dosen pembimbing guna meminimalisir kesalahan dan melengkapi rancangan produk yang nantinya akan dikembangkan.

**Tahap Development**

Tahap pengembangan ini adalah tahap untuk merealisasikan *design* produk yang sudah dirancang berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan dengan mempertimbangkan saran dan masukan dari dosen pembimbing. Tahap pengembangan produk ini masih dalam proses *trial and error*, dimana produk ini baru selesai di *design* menggunakan canva. E-Modul Interaktif akan terus diperbaiki agar bebas dari error sehingga produk ini dapat digunakan dengan baik. Berikut ini adalah desain dari *storyboard* E-Modul Interaktif “Phyglow” berbasis Dilemma-STEAM yang telah dikembangkan sebagai berikut.



**Tabel 7.** Desain E-Modul Interaktif “Phyglow” berbasis Dilemma-STEAM

Pengembangan E-Modul Interaktif berbasis Dilemma-STEAM pada pembelajaran fisika telah dilakukan oleh beberapa penelitian, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ruth (2023) mengenai Modul Elektronik

Dilemma-STEAM pada Materi Energi Terbarukan yang menunjukkan presentase rata-rata 87,11% dengan kategori sangat valid untuk dijadikan media pembelajaran. Berdasarkan penelitian terdahulu yang relevan, pengembangan E-Modul Interaktif berbasis Dilemma-STEAM sampai saat ini belum ada yang menggunakan materi *Global Warming* dan disajikan dalam situs web *Heyzine Flipbook*. Selain itu, model pembelajaran Dilemma-STEAM masih jarang di gunakan dalam pembelajaran fisika.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan telah dirancang E-Modul Interaktif “Phyglow” berbasis model pembelajaran Dilemma-STEAM untuk siswa kelas X SMA. Pokok bahasan yang dipilih adalah *Global Warming* yang diharapkan mampu menjadi sarana pembelajaran peserta didik dalam merancang solusi untuk mengurangi fenomena *Global Warming* yang sedang menjadi isu hangat dalam kehidupan sehari-hari. Produk ini diharapkan dapat memperkaya inovasi media pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran Dilemma-STEAM yang mampu membantu siswa dalam mengaitkan pembelajaran fisika dalam kehidupan sehari-hari. Dengan adanya produk ini diharapkan, siswa kelas X SMA dapat menjadikan sebagai bahan ajar mandiri yang dapat membantu mempelajari materi *Global Warming* yang dapat di akses kapan saja dan dimana saja. Penelitian ini masih berlanjut untuk dilakukan *trial and error* dalam pengembangan produk serta uji kelayakan ahli dan uji coba penggunaan oleh siswa maupun guru fisika serta revisi akhir berdasarkan saran dan masukan yang diberikan.

#### REFERENCES

- Kurup, P. M., Levinson, R., & Li, X. (2021). Informed-Decision Regarding Global Warming and Climate Change Among High School Students in the United Kingdom. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 21, 166-185.
- Nazim, M., Alzubi, A. A. F., & Fakhri, A. H. (2024). EFL teachers' student-centered pedagogy and assessment practices: challenges and solutions. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(1), 217-227.
- Hogue, A. E. (2024). The Impact of a Learner-Centered Environment and How to Achieve It. Online Submission.
- Ady, W. N., & Warliani, R. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Siswa SMA terhadap Mata Pelajaran Fisika pada Materi Gerak Lurus Beraturan. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 2(1), 104–108. <https://doi.org/10.52434/jpif.v2i1.1599>
- Martawijaya, M., Rahmadhanningsih, S., Swandi, A., Hasyim, M., & Sujiono, E. (2023). The Effect of Applying the Ethno-STEM-Project-based Learning Model on Students' Higher-order Thinking Skill and Misconception of Physics Topics Related to Lake Tempe, Indonesia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 1-13.
- Asmiantoet al., “Developing Android-Based Interactive E-Modules on Trigonometry to Enhance the Learning Motivation of Students,”*International Journal of Interactive Mobile Technologies*,vol. 16, no. 2, pp. 159-170, 2022.
- Sari, M. R. P., & Dantes, N. (2023). Increasing Fifth Grade Students' Learning Motivation Through Learning Modules Containing Augmented Reality.
- R. Kismawati, T.Ernawati, P. H.Winingsih, “Pengembangan E-Komik Berbasis Heyzine Flipbook pada Materi Sistem Pencernaan bagi Peserta Didik Kelas VIII SMP,”*Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan*, vol. 6, no. 3, pp. 359-370, 2022.
- Inovasi, J., Fisika, P., Riskyka, N., Bukit, S., & Bukit, N. (n.d.). Pengembangan E-Modul Berbasis Discovery Learning Pada Materi Hukum Newton Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa.
- Rahmawati, Y., Agustin, M. A., Sihombing, S. N., Mardiah, A., & Iriyadi, D. (2020, March). Students empowerment in chemistry learning through the integration of dilemma teaching pedagogy in plastic waste. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1521, No. 4, p. 042079). IOP Publishing.
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Mardiah, A., & Afrizal. (2020). Students' chemical literacy development through STEAM integrated with dilemmas stories on acid and base topics. *Journal of Physics: Conference*
- Mulyani, M., Budiyo, B., Alfi Muhimmah, H., Abidin, Z., Setiawan, R., & Istiq'faroh, N. (2023). Aktivitas STEAM dalam “Miniatur Crane” dengan Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(4), 3895–3906.
- Rahmawati, Y., Taylor, E., Taylor, P. C., Ridwan, A., & Mardiah, A. (2022). Students' Engagement in Education as Sustainability: Implementing an Ethical Dilemma-STEAM Teaching Model in Chemistry Learning. *Sustainability (Switzerland)*, 14(6).
- F.Marinda, N.Muhammad, S.Sapudin, “Pengembangan Konten E-Modul Interaktif Materi Getaran dan Gelombang Berbasis Problem Based Learning,”*Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 11, no.1, pp. 94-107, 2023.
- Almuharomah, F. A. (2023). Pengembangan E-Modul IPA Terpadu Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Terintegrasi Kearifan Lokal Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Kemandirian Belajar Siswa SMP Kelas IX (Doctoral dissertation, UNS (Sebelas Maret University)).
- Antika, F. (2023). PENGEMBANGAN E-MODUL PEMBELAJARAN FISIKA DENGAN PENDEKATAN STEAM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ART AND MATHEMATIC) PADA MATERI GETARAN DAN GELOMBANG (Doctoral dissertation, UIN RADEN INTAN LAMPUNG).

- Sari, R. K. (2021). Penelitian Kepustakaan Dalam Penelitian Pengembangan Pendidikan Bahasa Indonesia. *Jurnal Borneo Humaniora*, 4(2), 60-69.
- Noviyanti, Gamaputra, "Model Pengembangan ADDIE," *Jurnal Ilmiah Manajemen Publik dan Kebijakan Sosial*, vol. 4, no. 2, pp. 109-117, 2020.
- Sugiyono, S. (2007). *Statistika untuk penelitian*.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*.
- Kemendikbud, "Panduan Praktis Penyusun E-Modul Pembelajaran," Direktorat Pembinaan SMA, Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2017.