

**PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA SMA KELAS X MATERI  
ENERGI ALTERNATIF DAN PEMANASAN GLOBAL BERBASIS  
PROBLEM BASED LEARNING TERINTEGRASI  
PEMBELAJARAN ABAD 21**

**TESIS**

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Magister  
Program Studi Pendidikan Fisika



Oleh:  
KORRY NILYANI  
NIM. 22175013

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
PROGRAM MAGISTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2024**

PERSETUJUAN AKHIR TESIS

---

Nama : **Korry Nilyani**

NIM : 22175013

Nama

Tanda Tangan

Tanggal

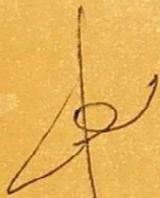


28-02-2024

Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si  
Pembimbing

---

Dekan FMIPA  
Universitas Negeri Padang



Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si  
NIP. 19730702 200312 1 002

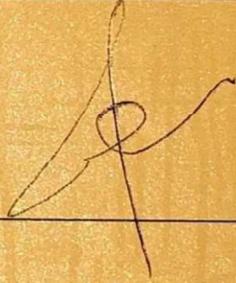
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si  
NIP. 19690120 199303 2 002

**PERSETUJUAN KOMISI**  
**UJIAN TESIS MAGISTER PENDIDIKAN**

---

No.	Nama	Tanda Tangan
1.	<u>Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si.</u> (Ketua)	 _____
2.	<u>Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd.</u> (Anggota)	 _____
3.	<u>Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si.</u> (Anggota)	 _____

Mahasiswa:

Nama : **Korry Nilyani**  
NIM : 22175013  
Tanggal Ujian : 20 Februari 2024

## **PERNYATAAN KEASLIAN TESIS**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis saya yang berjudul:

**PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA SMA KELAS X MATERI  
ENERGI ALTERNATIF DAN PEMANASAN GLOBAL BERBASIS  
PROBLEM BASED LEARNING TERINTEGRASI PEMBELAJARAN  
ABAD 21**

Tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi lain dan tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya. Apabila dikemudian hari saya terbukti melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri, gelar dan ijazah yang telah diberikan oleh universitas batal saya terima.

Padang, Januari 2024

Yang membuat pernyataan,



Korry Nilyani

NIM. 22175013

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti persembahkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang selalu memberikan limpahan rahmat dan hidayahnya kepada kita semua. Shalawat teriring salam tak lupa kita curahkan kepada Nabi Besar Muhammad Shallallahu 'Alaihi wa Sallam. Tesis ini mengambil judul "Pengembangan E-Modul Fisika SMA Kelas X Materi Energi Alternatif Dan Pemanasan Global Berbasis *Problem Based Learning* Terintegrasi Pembelajaran Abad 21".

Peneliti menyadari tanpa adanya bantuan moril dan materi dari berbagai pihak maka penelitian Tesis ini tidak akan terwujud, karena itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si, selaku pembimbing yang telah bersedia memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran dan koreksi serta ketelitian dan kesabaran sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tesis ini.

Peneliti menyadari bahwa penyelesaian tesis ini tak akan terwujud tanpa dukungan dari berbagai pihak, yakni:

1. Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si. selaku Pembimbing dan Koordinator Program Magister (S2) Pendidikan Fisika Universitas Negeri Padang.
2. Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd dan Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si. selaku Pembahas yang telah menyumbangkan pikiran saran, dan masukan untuk kesempurnaan tesis ini.
3. Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Padang.

4. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI), Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas Hibah Penelitian (Hibah PTM 2023), No. 143/E5/PG.02.00.PL/2023.
5. Bapak kepala sekolah serta ibu guru fisika yang mengajar di SMAN 3 Sungai Penuh, senantiasa memberikan izin dan kesempatan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian ini.
6. Kedua Orang Tua bapak Karyanto dan Ibu Risnawati yang telah merawat dan membesarkan dengan ikhlas serta memberikan membimbing yang terbaik buat kami sehingga dapat menyelesaikan studi di Program Magister (S2) Pendidikan Fisika Universitas Negeri Padang.
7. Saudara tersayang Akhyar, A.Md dan Liya Ris Syawra, S.Pd dan keluarga besar tercinta yang telah memberikan kesungguhan doa, dorongan, motivasi dan bantuan moril maupun materil kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
8. Teman-teman seperjuangan program studi magister pendidikan fisika FMIPA Universitas Negeri Padang yang telah memberikan dukungan pada penulisan tesis ini.

Semoga bantuan dan bimbingan serta arahan yang diberikan menjadi amal saleh dan mendapat pahala dari Tuhan Yang Maha Esa, dengan segala kerendahan hati peneliti menyadari masih banyak terdapat banyak kekurangan, oleh sebab itu peneliti mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak untuk

kesempurnaan tesis ini. Semoga tesis yang disusun dapat bermanfaat dan berguna untuk kepentingan bersama. Aamiin.

Padang, Januari 2024

Yang membuat pernyataan,

Korry Nilyani

NIM. 22175013

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persetujuan Komisi Ujian Tesis.....	iii
Pernyataan Keaslian Tesis.....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran .....	xiv
<i>Abstract</i> .....	xvi
Abstrak .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Pembatasan Masalah.....	8
D. Perumusan Masalah .....	9
E. Tujuan Penelitian .....	9
F. Manfaat Penelitian .....	10
G. Spesifikasi Produk Penelitian.....	11
H. Kebaruan dan Orisinalitas Penelitian.....	11
I. Definisi Operasional .....	12

<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>13</b>
A. E-Modul .....	13
B. <i>Problem Based Learning</i> .....	18
C. Keterampilan Abad 21 .....	24
D. Energi Alternatif .....	28
E. Pemanasan Global.....	28
F. E-modul Berbasis <i>Problem Based Learning</i> Terintegrasi Pembelajaran Abad 21	31
G. Penelitian yang Relevan.....	32
H. Produk yang Dikembangkan.....	37
I. Kerangka Konseptual.....	39
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>41</b>
A. Jenis Penelitian.....	41
B. Prosedur Penelitian .....	42
C. Subjek Penelitian .....	52
D. Instrumen Penelitian .....	53
E. Teknik Pengumpulan Data.....	58
F. Teknik Analisis Data.....	59
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>68</b>
A. Hasil Penelitian .....	68
B. Pembahasan.....	101
C. Keterbatasan Penelitian.....	109
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN .....</b>	<b>111</b>
A. Simpulan .....	111
B. Implikasi .....	112
C. Saran .....	113

<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>114</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>126</b>

## DAFTAR TABEL

2.1 Sintaks PBL.....	20
2.2 Kerangka E-modul yang akan Dikembangkan .....	37
3.1 Prosedur Penelitian.....	42
3.2 Kegiatan Analisis Kebutuhan.....	44
3.3 Kegiatan Analisis Kurikulum.....	45
3.4 Kegiatan Analisis Peserta Didik .....	46
3.5 Kegiatan Analisis Materi Dan Konsep.....	47
3.6 Aspek-Aspek Yang Divalidasi.....	50
3.7 Karakteristik Subjek Uji Coba Penelitian.....	52
3.8 Instrumen Pada Setiap Tahap Penelitian .....	53
3. 9 Hasil Validitas Soal Pretest dan Posttest .....	57
3. 10 Kriteria Reliabilitas Soal Pretest dan Posttest.....	58
3.11 Kategori Validitas Produk .....	61
3. 12 Kriteria Kepraktisan Produk .....	62
3. 13 Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran .....	63
3. 14 Kategori Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif.....	63
3. 15 Kriteria N-Gain Score .....	64
3. 16 Kategori Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi.....	66
4. 1 Materi Untuk E-Modul Yang Sesuai Dengan Alur Tujuan Pembelajaran.....	75
4. 2 Penelitian-Penelitian yang Menguji Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Abad 21 .....	76
4. 3 Komentar dan Saran Validator pada E-Modul Fisika .....	87
4. 4 Hasil Validitas E-Modul Fisika.....	87
4. 5 Uji Praktikalitas Perorangan .....	88

4. 6 Hasil Kepraktisan pada Evaluasi Kelompok Kecil .....	89
4. 7 Hasil Kepraktisan Berdasarkan Respon Guru .....	91
4. 8 Hasil Kepraktisan Berdasarkan Respon Siswa .....	91
4. 9 Perbandingan KKTP Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	92
4. 10 Keterampilan Berpikir Kritis pada Masing-masing Indikator untuk Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	93
4. 11 Uji N-Gain Score Keterampilan Berpikir Kritis .....	94
4. 12 Hasil Uji Normalitas Data Keterampilan Berpikir Kritis.....	95
4. 13 Hasil Uji Mann Whitney Data Keterampilan Berpikir Kritis .....	95
4. 14 Perbandingan KKTP Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	96
4. 15 Keterampilan Berpikir Kreatif pada Masing-masing Indikator untuk Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	97
4. 16 Uji N-Gain Score Keterampilan Berpikir Kreatif.....	98
4. 17 Hasil Uji Normalitas Data Keterampilan Berpikir Kreatif .....	99
4. 18 Hasil Uji Mann Whitney Data Keterampilan Berpikir Kreatif.....	99
4. 19 Rata-Rata Persentase Skor Keterampilan Kolaborasi.....	100
4. 20 Rata-Rata Persentase Skor Keterampilan Komunikasi.....	100

## DAFTAR GAMBAR

2. 1 Efek Rumah Kaca .....	29
2. 2 Kerangka Konseptual .....	40
3. 1 Lapisan Evaluasi Formatif Model Plomp.....	48
4. 1 Hasil Analisis Standar Proses.....	71
4. 2 Hasil Analisis Keterampilan Abad 21 Peserta Didik .....	73
4. 3 Hasil Analisis Karakteristik Peserta Didik.....	74
4. 4 Desain Cover Depan Dan Belakang E-Modul Fisika .....	77
4. 5 Desain Kata Pengantar dan Daftar Isi .....	78
4. 6 Desain Petunjuk Penggunaan E-modul.....	78
4. 7 Desain Glosarium.....	79
4. 8 Desain Pendahuluan .....	80
4. 9 Desain Tujuan Pembelajaran.....	81
4. 10 Desain Uraian Materi .....	81
4. 11 Desain Lembar Kerja .....	81
4. 12 Desain Latihan .....	83
4. 13 Desain Penilaian Diri .....	83
4. 14 Desain Evaluasi dan Kunci Jawaban.....	84
4. 15 Desain Daftar Pustaka .....	84
4. 16 Desain Profil Penulis.....	85
4. 17 Grafik Hasil Praktikalitas pada Tahap Evaluasi Satu-Satu .....	88
4. 18 Grafik Hasil Praktikalitas pada Tahap Evaluasi Kelompok Kecil .....	90

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Pedoman Wawancara.....	127
2. Instrumen Analisis Kebutuhan dan Karakteristik Peserta Didik .....	129
3. Instrumen Analisis Keterampilan Abad 21 Peserta Didik .....	133
4. Instrumen Observasi.....	135
5. Instrumen Validitas .....	138
6. Instrumen Praktikalitas .....	153
7. Instrumen Efektivitas .....	159
8. Hasil Validitas Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	169
9. Hasil Uji Reliabilitas Soal-Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	171
10. Analisis Kurikulum.....	173
11. Lembar Validitas Instrumen oleh Validator.....	174
12 . Instrumen Validasi oleh Validator .....	189
13. Hasil Praktikalitas <i>One-to-One Evaluation</i> .....	201
14. Hasil Praktikalitas <i>Small Group</i> Evaluasi.....	202
15. Hasil Praktikalitas Guru dan Peserta Didik.....	203
16. Hasil Uji Efektivitas Keterampilan Berpikir Kritis.....	205
17. Hasil Uji Efektivitas Keterampilan Berpikir Kreatif .....	210
18. Hasil Analisis Data Efektivitas Keterampilan Kolaborasi .....	215
19. Hasil Analisis Data Efektivitas Keterampilan Komunikasi .....	216
20. Hasil Analisis Awal Keterampilan Abad 21 Peserta Didik .....	217
Lampiran 21. Hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif .....	223
22. Lembar Praktikalitas Oleh Guru .....	227
23. Hasil Wawancara .....	230

24. Hasil Penilaian Keterampilan Komunikasi dan Kolaborasi Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	232
25. Dokumentasi Penelitian .....	234
26. Surat Penelitian .....	236

## ABSTRACT

**Korry Nilyani, 2023. Development of Class X High School Physics E-Module on Alternative Energy and Global Warming Material Based on Problem Based Learning Integrated 21st Century Learning. Thesis. Physics Education Master's Program, Universitas Negeri Padang.**

Education in the 21<sup>st</sup> century era is currently in a period marked by very rapid advances in knowledge. Increasingly advanced technological developments have begun to be applied in learning to increase efficiency. Learning in the 21<sup>st</sup> century emphasizes several skills such as creativity, critical thinking, communication skills and collaboration skills. Therefore, in facing this era, learning must be able to produce students who have various skills to achieve success in life. In reality, students' 21<sup>st</sup> century skills are still relatively low. E-module physics based on problem based learning integrated with 21<sup>st</sup> century learning is one of the solutions provided to improve students' 21<sup>st</sup> century skills. The aim of this research is to produce an e-module for high school physics for class X on the topics of alternative energy and global warming based on problem based learning integrated with 21<sup>st</sup> century learning, meeting the criteria of validity, practicality, and effectiveness.

This type of research is Research and development (R&D) using the Plomp model which consists of preliminary research, prototyping phase, and assessment phase. The research instruments used were preliminary study questionnaires, validation sheets, practicality sheets, test questions and skills assessment sheets. The data analysis technique in the preliminary study and practicality test uses descriptive analysis, analysis in the validity test uses the Aiken's V formula, and effectiveness test analysis is seen based on classical completeness, N-Gain Score value, and the Mann-Whitney test.

The results of this research and development showed that the validity of the physics e-module was in the valid category. The level of practicality of the e-module was categorized as very practical by teachers and students. The effectiveness results with the pretest and posttest results in the control and experimental classes are seen from classical completeness, each skill has reached a level of completeness above the minimum expected score. The N-Gain Score for critical thinking and creative thinking skills shows results that meet high criteria. The results of hypothesis testing show that there are significant differences in critical thinking and creative thinking skills between students in the experimental class and the control class. It can be concluded that the high school physics e-module for class X material on alternative energy and global warming is based on integrated problem based learning Integrated 21<sup>st</sup> Century Learning valid, practical and effective.

**Keywords:** E-Module, PBL, 21st Century Skills

## ABSTRAK

**Korry Nilyani, 2023. Pengembangan E-Modul Fisika SMA Kelas X Materi Energi Alternatif Dan Pemanasan Global Berbasis *Problem Based Learning* Terintegrasi Pembelajaran Abad 21. Tesis. Program Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Padang.**

Pendidikan di era abad 21 saat ini berada dalam masa yang ditandai oleh kemajuan pengetahuan yang sangat pesat. Perkembangan teknologi yang semakin maju telah mulai diterapkan dalam pembelajaran untuk meningkatkan efisiensi. Pembelajaran pada abad 21 ini menekankan pada beberapa keterampilan seperti kreativitas, berpikir kritis, keterampilan komunikasi dan keterampilan kolaborasi. Oleh karena itu, dalam menghadapi zaman ini, pembelajaran harus mampu menghasilkan peserta didik yang memiliki berbagai keterampilan untuk meraih kesuksesan dalam kehidupan. Kenyataannya keterampilan abad 21 peserta didik masih tergolong rendah. E-modul fisika berbasis *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21 merupakan salah satu solusi yang diberikan dalam meningkatkan keterampilan abad 21 peserta didik. Tujuan penelitian ini yaitu menghasilkan e-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21 dengan kriteria valid, praktis dan efektif.

Jenis penelitian ini adalah Research and development (R&D) menggunakan model Plomp yang terdiri dari *preliminary research*, *prototyping phase*, dan *assessment phase*. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu angket studi pendahuluan, lembar validasi, lembar praktikalitas, soal tes dan lembar penilaian keterampilan. Teknik analisis data pada studi pendahuluan dan uji praktikalitas menggunakan analisis deskriptif, analisis pada uji validitas menggunakan rumus Aiken's V, dan analisis uji efektivitas dilihat berdasarkan ketuntasan klasikal, nilai *N-Gain Score*, dan uji *Mann-Whitney*.

Hasil dari penelitian dan pengembangan ini memperoleh validitas e-modul fisika berada pada kategori valid. Tingkat praktikalitas e-modul memperoleh kategori sangat praktis oleh guru dan peserta didik. Hasil efektivitas dengan hasil uji *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol dan eksperimen dilihat dari ketuntasan klasikal, setiap keterampilan telah mencapai tingkat ketuntasan diatas skor minimum yang diharapkan. Nilai *N-Gain Score* untuk keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif menunjukkan hasil yang memenuhi kriteria tinggi. Hasil uji hipotesis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif antara peserta didik di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dapat disimpulkan e-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21 valid, praktis dan efektif.

**Kata kunci:** E-Modul, PBL, Keterampilan Abad 21

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan di era abad 21 saat ini berada dalam masa yang ditandai oleh kemajuan pengetahuan yang sangat pesat. Perkembangan teknologi yang semakin maju telah mulai diterapkan dalam pembelajaran untuk meningkatkan efisiensi. Pembelajaran pada abad 21 ini menekankan pada beberapa keterampilan seperti kreativitas, berpikir kritis, kerjasama, kemampuan memecahkan masalah, keterampilan komunikasi, keterampilan sosial, dan keterampilan karakter. Oleh karena itu, dalam menghadapi zaman ini, pembelajaran harus mampu menghasilkan peserta didik yang memiliki berbagai keterampilan untuk meraih kesuksesan dalam kehidupan (Yulkifli et al., 2019), peserta didik harus menguasai keterampilan abad 21 agar dapat berperan dalam dunia pendidikan dan dapat bekerja serta bertahan hidup di masa depan dengan menggunakan keterampilan yang dimilikinya (Hidayat et al., 2020).

Pada tahun 2002, *National Education Association* membentuk kerangka kerja pembelajaran abad 21 yang terdiri dari 18 jenis keterampilan yang dikelompokkan menjadi empat keterampilan utama: (1) *Key Subjects and 21st Century Themes* (Subjek kunci dan tema abad 21); (2) *Learning and Innovation Skills* (keterampilan pembelajaran dan inovasi); (3) *Information, Media, and Technology Skills* (keterampilan informasi, media, dan teknologi); dan (4) *Life and Career Skills* (keterampilan hidup dan karir). Salah satu keterampilan yang harus dikuasai oleh peserta didik dalam pendidikan adalah *Learning and Innovation Skills*

(keterampilan pembelajaran dan inovasi), juga dikenal sebagai *Four Cs* yaitu *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), dan *creativity* (kreativitas) (Hasanah & Malik, 2019).

Keterampilan abad 21 memiliki peranan yang sangat penting dalam proses pembelajaran fisika. Hal ini disebabkan karena pembelajaran fisika tidak hanya berfokus pada penguasaan fakta, konsep, prinsip, dan hukum, melainkan juga melibatkan keterampilan lain, seperti kemampuan mencari informasi, penggunaan teknologi, penerapan metode ilmiah, dan kemampuan berpikir kritis (Hudha et al., 2017). Fisika adalah bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA) yang memperkuat kemampuan berpikir analitis dalam mengatasi berbagai masalah yang terkait dengan peristiwa di sekitar kita (Ningrum et al., 2015). Pembelajaran Fisika diharapkan mampu menanamkan dan membudayakan kebiasaan berpikir dan berperilaku ilmiah yang kritis dan kreatif, sehingga peserta didik dapat mengaplikasikan pola pikir ilmiah tersebut dalam berbagai situasi kehidupan mereka (Kallesta, 2017). Dengan demikian, mereka akan lebih siap menghadapi tantangan dan permasalahan yang kompleks dengan cara yang analitis dan inovatif.

Untuk meningkatkan mutu pendidikan, pemerintah telah melaksanakan berbagai upaya, salah satunya adalah pengembangan kurikulum yang sesuai dengan perkembangan zaman. Saat ini, digunakan kurikulum merdeka sebagai bentuk implementasi dari upaya tersebut. Kurikulum merdeka lebih menekankan pada masalah yang ada sehingga peserta didik dilatih untuk memecahkan masalah. Dengan menghadapi masalah, peserta didik akan belajar lebih dalam dan

berpikir lebih luas. Keterampilan berpikir tersebut berkaitan dengan *Learning and Innovation Skills* yang dianggap penting untuk dimiliki oleh peserta didik pada abad 21. Penerapan Kurikulum Merdeka dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik pada mata pelajaran telah berjalan dengan baik dan mengalami peningkatan yang signifikan selama beberapa semester (Leny, 2022). Kelebihan dalam pelaksanaan Kurikulum Merdeka terletak pada kemampuan guru untuk bersifat kreatif dan inovatif dalam proses pembelajaran. Selain itu, adanya proyek kelas yang harus dikerjakan oleh peserta didik memberikan tantangan tambahan yang merangsang minat belajar mereka. Meskipun demikian, terdapat beberapa tantangan dalam pelaksanaan Kurikulum Merdeka, seperti keterbatasan fasilitas pembelajaran dan kelengkapan sumber belajar. Meskipun demikian, tujuan dari implementasi Kurikulum Merdeka adalah melatih *soft skills* pada siswa melalui berbagai aktivitas sekolah dan pembelajaran (Angga et al., 2022).

Untuk mencapai tujuan pembelajaran pada kurikulum merdeka tersebut maka diperlukan peranan teknologi guna menciptakan suatu bahan ajar yang dapat menunjang pembelajaran di sekolah. Dalam era perkembangan teknologi saat ini, mayoritas peserta didik cenderung lebih tertarik pada bahan ajar yang memanfaatkan media elektronik, seperti personal komputer/laptop, bahkan *smartphone*, dibandingkan dengan bahan ajar yang berbentuk lembar kerja cetak (Haryanto et al., 2020). Hal ini didukung dari hasil analisis kebutuhan siswa yaitu rata-rata 95,4% siswa membutuhkan bahan ajar yang lebih mudah dan menarik. E-Modul bisa menjadi sarana untuk membantu serta memfasilitasi aktivitas belajar mengajar sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antara peserta

didik dan pengajar sehingga bisa meningkatkan kegiatan peserta didik dalam menaikkan hasil belajar. E-modul merupakan bahan ajar yang ditampilkan dalam bentuk elektronik yang dapat langsung dihubungkan dengan suatu *link* yang bila diakses langsung terkoneksi dengan internet. Tautan tersebut tidak hanya terhubung dengan internet tetapi juga dengan video, audio dan animasi yang tentunya membuat pembelajaran menjadi lebih menarik (Ananda & Usmeldi, 2023).

E-modul memiliki keunggulan dibandingkan modul cetak, yaitu berupa media interaktif yang menarik karena dapat menampilkan video, gambar, audio, animasi, mempunyai kemudahan navigasi dan dilengkapi dengan tes/kuis formatif yang dapat menampilkan umpan balik secara langsung terhadap proses pembelajaran siswa (Ramadayanty et al., 2021). Selain itu, E-modul dapat mendorong siswa untuk meningkatkan rasa percaya diri untuk berperan aktif, serta keberanian dan kepercayaan diri dalam mengemukakan pendapat dalam proses pembelajaran (Andromeda, 2020). Kemudian kelebihan penggunaan e-modul ini adalah dapat digunakan untuk belajar mandiri tanpa guru (A. M. Noer et al., 2021). Sebab, salah satu kriteria e-modul yang layak harus mampu memudahkan siswa dalam menyelidiki informasi yang terkandung dalam e-modul (Ravista, 2021).

Proses pembelajaran yang dilaksanakan dengan menggunakan e-modul adalah tampilan audio visual, suara, film dan kemudahan penggunaan (Gunawan et al., 2018). Kegunaan e-modul tergantung dari cara penggunaannya, bisa sebagai bahan ajar sekaligus media pembelajaran. Dengan demikian dapat dikatakan

bahwa pembelajaran dengan menggunakan e-modul dapat menampilkan audio visual, suara, film yang dioperasikan dengan menggunakan komputer atau *smartphone*. Upaya lain yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan abad 21 peserta didik selain e-modul adalah dengan memilih model pembelajaran yang tepat, yaitu model *problem based learning*.

Pembelajaran dengan menggunakan model *Problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan abad 21 peserta didik karena model ini berpusat pada peserta didik, dengan metode pembelajaran yang mendorong siswa dalam penyelidikan untuk memecahkan kasus masalah kehidupan nyata, belajar kelompok, mencari informasi relevan, mengumpulkan informasi dan mengolah data (Chayono, 2015; Fidan & Tuncel, 2019; Pazlina & Usmeldi, 2020). *Problem based learning* dinilai mampu menumbuhkan jiwa kreatif, kolaboratif, mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, meningkatkan pemahaman, meningkatkan kemandirian, memfasilitasi pemecahan masalah, dan membangun kerja tim (Salamiyah & Kholiq, 2020; Yustina et al., 2022). Dengan demikian model ini sangat efektif apabila diterapkan dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan mendukung peningkatan keterampilan abad 21.

Penggunaan model dalam pembelajaran harus sesuai dengan karakteristik materi yang akan diajarkan kepada peserta didik. Penggunaan model yang efektif dalam pembelajaran akan memudahkan guru dalam mengajar. Kegiatan belajar juga harus menyenangkan bagi peserta didik. Semua model dalam pembelajaran mempunyai kelebihan masing-masing sehingga guru harus berhati-hati dalam

memilih model dalam pembelajaran yang sesuai dengan materi yang akan diajarkan. Dalam penelitian ini materi yang akan diajarkan adalah materi energi alternatif dan pemanasan global dan yang sangat erat kaitannya dengan kehidupan peserta didik dan mempunyai permasalahan yang kompleks (Hayati, 2023). Pada topik ini terdapat permasalahan yang disajikan kepada siswa yang memiliki konteks dengan dunia nyata. Penggambaran masalah nyata menjadikan peserta didik berperan aktif dalam menganalisis masalah dan kemudian memberikan solusi terhadap masalah tersebut. Oleh karena itu, model pembelajaran yang cocok digunakan pada materi energi alternatif dan pemanasan global adalah model pembelajaran berbasis masalah.

Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan di SMAN 3 Sungai Penuh dan SMAN 2 Kerinci yaitu. Pertama, guru dan peserta didik belum menggunakan bahan ajar elektronik di sekolah. Bahan ajar yang digunakan oleh guru yaitu buku cetak yang di *download* dari internet. Hal ini dikarenakan kurangnya waktu guru dalam mengembangkan bahan ajar berbasis elektronik yang sesuai dengan kebutuhan di sekolah. Bahan ajar cetak jika digunakan dalam pembelajaran sangat bersifat terbatas, terutama dalam meningkatkan keterampilan abad 21. Kedua, meskipun para guru sudah berupaya menggunakan model *problem based learning* dan pendekatan yang sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad 21, namun implementasinya belum mencapai tingkat optimal. Hal ini disebabkan oleh beberapa kendala, seperti tingkat kesiapan siswa dalam belajar, minat siswa terhadap proses pembelajaran, motivasi siswa dalam mengikuti pelajaran, serta keterbatasan waktu yang tersedia. Hal ini didukung dari hasil observasi awal di

sekolah dengan rata-rata motivasi siswa dalam mengikuti pembelajaran yaitu 59,9% dengan kategori rendah. Semua hal ini berpotensi mempengaruhi perkembangan keterampilan abad 21 bagi peserta didik. Ketiga, guru terkadang masih menerapkan kegiatan pembelajaran yang bersifat konvensional.

Berdasarkan hasil dari studi pendahuluan, maka dilakukan pengambilan data awal terkait dengan keterampilan abad 21 peserta didik di sekolah SMA Negeri Kota Sungai Penuh. Data awal diambil dengan menyebarkan angket. Hasil yang didapat yaitu untuk keterampilan kolaborasi yaitu 69,5% dengan kategori cukup, keterampilan berpikir kritis yaitu 66,0% dengan kategori cukup, keterampilan berpikir kreatif yaitu 68,2% dengan kategori cukup, dan keterampilan kolaborasi yaitu 71,7% dengan kategori cukup. Rata-rata secara keseluruhan terkait dengan keterampilan abad 21 peserta didik yaitu 68,0% dengan kategori cukup. Data merupakan bukti bahwa keterampilan abad 21 peserta didik masih tergolong rendah.

E-modul berbasis *problem based learning* juga sudah terbukti dapat meningkatkan keterampilan abad 21 peserta didik, hal ini dibuktikan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Rahmawati et al., 2017) menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh (Seruni et al., 2020) juga menjelaskan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada *pretest* ke *posttest* setelah menggunakan e-modul berbasis *problem based learning*. Namun terdapat beberapa keterbatasan dari penelitian sebelumnya. Pertama, peneliti hanya mengembangkan E-modul berbasis model

*problem based learning* hanya untuk melihat satu keterampilan abad 21 saja. Kedua, belum ada pengembangan bahan ajar berupa E-modul berbasis model *problem based learning* yang terintegrasi pembelajaran abad 21 pada materi energi alternatif dan pemanasan global.

### **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi masalahnya sebagai berikut:

1. Bahan ajar yang digunakan belum optimal dalam menunjang dan meningkatkan keterampilan abad 21 peserta didik.
2. Bahan ajar yang digunakan di sekolah hanya menggunakan buku cetak sebagai sumber belajar, jika digunakan dalam pembelajaran sangat bersifat terbatas, terutama dalam meningkatkan keterampilan abad 21.
3. Kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru terkadang masih bersifat konvensional, sehingga belum bisa melatih keterampilan abad 21 peserta didik.
4. Rata-rata keterampilan abad 21 peserta didik berada pada kategori cukup.

### **C. Pembatasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah, maka dalam penelitian ini dibatasi pada hal berikut:

1. Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan bahan ajar berbasis elektronik berupa e-modul.
2. E-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini berfokus pada peningkatan keterampilan abad 21 peserta didik.

3. Bahan ajar yang dikembangkan akan di sesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan lapangan dengan melakukan analisis studi pendahuluan.

#### **D. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini. Sebagai perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana E-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21?
2. Bagaimana validitas E-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21?
3. Bagaimana praktikalitas E-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21?
4. Bagaimana efektivitas E-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan yang diinginkan. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menghasilkan E-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21.

2. Menguji validitas E-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21.
3. Menguji praktikalitas E-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21.
4. Menguji efektivitas E-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil pengembangan E-modul fisika SMA kelas X materi energi alternatif dan pemanasan global berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21 ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi peserta didik, sebagai sumber belajar yang dapat digunakan untuk memudahkan dalam kegiatan pembelajaran, meningkatkan motivasi belajar dan dapat meningkatkan keterampilan berpikir abad 21.
2. Bagi pendidik yang mengajar di kelas X SMA, sebagai bahan ajar tambahan maupun pelengkap dalam pembelajaran fisika serta dapat membantu dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.
3. Bagi peneliti lain, sebagai referensi untuk penelitian pengembangan sejenis.

### **G. Spesifikasi Produk Penelitian**

Penelitian ini menghasilkan produk yang spesifik dengan karakteristik sebagai berikut:

1. E-modul yang dikembangkan berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21.
2. Keterampilan berpikir abad 21 yang digunakan yaitu keterampilan kolaborasi, keterampilan berpikir kritis, keterampilan berpikir kreatif dan keterampilan komunikasi.
3. E-modul yang dikembangkan pada materi energi alternatif dan pemanasan global pada kelas X/Fase E.
4. Susunan E-modul yang akan dikembangkan terdiri dari bagian cover, bagian pendahuluan, bagian isi dan bagian akhir.
5. Bagian isi akan berisi lembar kerja siswa yang berbasis model *problem based learning*.
6. E-modul yang dikembangkan menggunakan aplikasi Flip PDF Corporate.

### **H. Kebaruan dan Orisinalitas Penelitian**

Kebaruan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. E-Modul yang dikembangkan dengan materi energi alternatif dan pemanasan global.
2. E-Modul yang dikembangkan berbasis model *problem based learning*.
3. E-Modul yang dikembangkan terintegrasi pembelajaran abad 21.
4. E-modul yang dikembangkan mengacu pada kurikulum merdeka.

## **I. Definisi Operasional**

Definisi istilah yang diidentifikasi dalam pengembangan produk adalah:

1. E-modul merupakan kumpulan media pembelajaran yang digunakan untuk tujuan belajar mandiri, yang tersusun secara sistematis dalam format digital atau non cetak.
2. Model *problem based learning* merupakan model pembelajaran yang digunakan berdasarkan masalah dan melibatkan peserta didik langsung dalam prosesnya.
3. Keterampilan Berpikir Abad 21 atau yang dikenal dengan keterampilan 4C yaitu keterampilan yang mencakup berpikir kritis (*critical thinking*), berpikir kreatif (*creative thinking*), komunikasi (*communication*) dan kolaborasi (*collaboration*).
4. E-modul berbasis model *problem based learning* terintegrasi pembelajaran abad 21 merupakan e-modul yang isi materinya serta kegiatan pembelajaran disusun berdasarkan sintaks-sintaks model *problem based learning* serta diintegrasikan dengan keempat keterampilan abad 21 yakni, keterampilan kolaborasi, keterampilan berpikir kritis, keterampilan berpikir kreatif dan keterampilan komunikasi.