

**PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA TERINTEGRASI STEM UNTUK  
MENINGKATKAN PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN  
ABAD KE-21 SISWA KELAS XI SMA**

**TESIS**



**NAURAH NAZIFAH**

**NIM. 20175006**

Ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam mendapatkan  
gelar Magister Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
PROGRAM MAGISTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2022**

## ABSTRAK

**Naurah Nazifah. 2022. Development of STEM Integrated Physics E-Module to Improve 21st Century Knowledge and Skills of Class XI High School Students. Thesis. Master of Physics Education. Faculty of Natural Sciences. Universitas Negeri Padang.**

The 4.0 industrial revolution requires human resources to be able to compete in the 21st century. Human resources must have 21st century skills including critical thinking skills, creativity, collaboration and communication. The 2013 curriculum is the government's effort in education to welcome the 4.0 revolution. 21st century learning requires teachers to direct their students to be creative in managing everyday problems. One of the current learning approaches that really supports the achievement of 21st century skills is STEM-based learning. The reality is that at school the teacher's efforts are still not optimal in student achievement according to the demands of adab 21 and the curriculum. The solution is to develop an integrated STEM physics e-module. The research objective was to determine the quality of the STEM integrated physics e-module in the aspects of validity, practicality, and effectiveness to improve students' 21st century knowledge and skills.

This type of research is research and development using the Plomp development model which consists of preliminary research, prototype phase, and assessment phase. Research trials at SMAN 9 Padang. The instruments used to collect data in this study were validation sheets, practicality sheets, final test questions and 21st century skills assessment sheets. The results of the data at the analysis stage, validity and practicality were analyzed using descriptive percentages. In testing the effectiveness of data on aspects of knowledge and skills of the 21st century students use the analysis of the t test and Man Whitney test.

Based on the data analysis that has been done, it can be stated that there are four research results. First, the results of preliminary research are that the e-modules used in schools are not in accordance with student characteristics, the STEM component in textbooks is low, and there is a need for improvement efforts to improve students' 21st century skills. Second, the STEM integrated physics e-module is valid with an aiken value of 0.86. Third, the STEM integrated physics e-module is practical according to teachers and students with scores of 94.12 and 89.12 with very good criteria. Fourth, the STEM integrated physics e-module is effective for increasing the knowledge and skills of the 21st century class XI high school students. Based on the results of this study, it can be concluded that the STEM integrated physics e-module to improve 21st century knowledge and skills of class XI high school students meets the generic quality criteria in the aspects of validity, practicality and effectiveness.

**Kata Kunci:** Physics E-Module, STEM, Knowledge, Keterampilan 21st Century Skills

## ABSTRAK

**Naurah Nazifah. 2022. Pengembangan E-Modul Fisika Teintegrasinya STEM untuk Meningkatkan Pengetahuan dan Keterampilan Abad ke-21 Siswa Kelas XI SMA. Tesis. Program Studi Magister Pendidikan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Padang.**

Revolusi industri 4.0 menuntut sumber daya manusia mampu bersaing pada abad 21. Sumber daya manusia harus memiliki keterampilan abad ke-21 meliputi keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi dan komunikasi. Kurikulum 2013 merupakan salah satu upaya pemerintah dalam pendidikan menyambut revolusi 4.0. Pembelajaran abad-21 menuntut guru untuk mengarahkan siswanya agar berkreasi mengelola permasalahan sehari-hari. Salah satu pendekatan pembelajaran saat ini yang sangat mendukung tercapainya keterampilan abad 21 adalah pembelajaran berbasis STEM. Kenyataan yang ditemukan di lapangan upaya guru masih belum optimal dalam pencapaian aspek siswa sesuai tuntutan abad 21 dan tuntutan kurikulum. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan e-modul fisika terintegrasi STEM. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kualitas dari e-modul fisika terintegrasi STEM dalam aspek validitas, praktikalitas, dan efektivitas untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan abad ke-21 siswa.

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan dengan menggunakan model pengembangan Plomp yang terdiri dari penelitian awal, prototipe atau pengembangan, dan assesment. Uji coba dilakukan di SMAN 9 Padang. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah lembar validasi, lembar praktikalitas, soal tes akhir dan lembar penilaian keterampilan abad ke-21. Data yang diperoleh pada tahap analisis, validitas dan praktikalitas dianalisis menggunakan deskriptif persentase. Pada uji efektivitas data aspek pengetahuan dan keterampilan abad 21 siswa menggunakan analisis uji t dan uji man whitney.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat dinyatakan empat hasil penelitian. Pertama, hasil penelitian awal adalah e-modul yang digunakan di sekolah belum sesuai dengan karakteristik siswa, komponen STEM dalam buku teks rendah, dan perlu adanya upaya peningkatan untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa. Kedua, e-modul fisika terintegrasi STEM adalah valid dengan nilai aiken 0,86. Ketiga, e-modul fisika terintegrasi STEM adalah praktis menurut guru dan siswa dengan nilai 94,12 dan 89,12 dengan kriteria baik sekali. Keempat, e-modul fisika terintegrasi STEM adalah efektif untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan abad ke-21 siswa kelas XI SMA. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan e-modul fisika terintegrasi STEM untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan abad ke-21 siswa kelas XI SMA memenuhi kriteria kualitas generic dalam aspek validitas, praktikalitas dan efektifitas.

**Kata Kunci:** E-Modul Fisika, STEM, Pengetahuan, Keterampilan Abad ke-21

## PERSETUJUAN AKHIR TESIS

---

Nama Mahasiswa : Naurah Nazifah

NIM : 20175006

Nama

Tanda Tangan

Tanggal



Dr. Asrizal, M.Si  
Pembimbing

31 - 10 - 2023

Dekan FMIPA  
Universitas Negeri Padang



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




Ketua Program Studi



Dr. Asrizal, M.Si  
NIP. 19660603 199203 1 001

**PERSETUJUAN KOMISI  
UJIAN TESIS MAGISTER PENDIDIKAN**

---

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

Mahasiswa:

Nama : Naurah Nazifah

NIM : 20175006

Tanggal Ujian : 31 Oktober 2022

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis saya yang berjudul:

### **PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA TERINTEGRASI STEM UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN ABAD KE-21 SISWA KELAS XI SMA**

Tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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 di kemudian 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, 31 Oktober 2022

Penulis,



Handwritten signature of Naurah Nazifah.

Naurah Nazifah  
NIM. 20175006

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur diucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Judul dari tesis ini yaitu “Pengembangan E-Modul Fisika Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Abad ke-21 Siswa Kelas XI SMA”. Shalawat beriring salam diucapkan kepada Nabi Muhammad SAW. Penyusunan tesis ini terlibat dalam penelitian dosen fisika bapak Dr. Asrizal, M.Si. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar pendidikan pada program studi Magister Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Penyusunan dan penyelesaian tesis ini banyak mendapat bimbingan, motivasi, masukan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Dengan alasan ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Asrizal, M.Si sebagai dosen pembimbing, dan ketua program studi Magister Pendidikan Fisika yang telah memberikan motivasi serta membimbing penulis dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan hasil penelitian dan dosen yang telah melibatkan penulis dalam penelitian ini.
2. Ibu Prof. Dr. Festiyed, M.S sebagai dosen penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam menulis tesis.
3. Bapak Dr. Ramli, M.Pd sebagai dosen penguji dan dosen validator yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam membuat e-modul Fisika terintegrasi STEM.
4. Ibu Dr. Desnita, M.Si sebagai dosen validator dan dosen pembimbing penulis dalam mengampu tugas sebagai asisten dosen.
5. Ibu Dr. Emillanur, M.Pd. sebagai tenaga ahli yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran serta memberikan saran dan masukan dalam memvalidasi e-modul Fisika terintegrasi STEM.
6. Bapak dan ibu Dosen program studi Magister Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang yang telah

membekali penulis selama mengikuti perkuliahan sampai akhir penulisan tesis ini.

7. Staf Tata Usaha program studi Magister Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
8. Ibu Yuni Era, S.Pd, M.Si. dan Bapak Hasril S.Pd sebagai kepala sekolah dan guru mata pelajaran fisika SMA N 9 Padang yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian.
9. Siswa-siswi kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 4 di SMA N 9 Padang tahun ajaran 2021/2022.
10. Orang tua dan saudara perempuan yang telah memberikan dukungan, motivasi, semangat dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis.
11. Teman-teman program studi Magister Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang Angkatan 2020 yang telah memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.

Semoga segala bimbingan, bantuan, dan perhatian yang telah diberikan dapat menjadi amal shaleh kepada semuanya serta mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis mengharapkan saran dan kritik untuk menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Padang, 1 November 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	9
C. Pembatasan Masalah.....	9
D. Perumusan Masalah.....	10
E. Tujuan Penelitian.....	11
F. Manfaat Penelitian.....	11
G. Spesifikasi Produk yang Diharapkan.....	12
H. Keterbaruan dan Orisinalitas Penelitian.....	13
I. Defenisi Operasional.....	14
BAB II LANDASAN TEORI.....	15
A. Modul Elektronik.....	15
B. STEM.....	19
C. Keterampilan Abad ke-21.....	23
D. Penelitian yang Relevan.....	32
E. Kriteria Ginerik dari Produk.....	36

F. Kerangka Konseptual.....	38
G. Hipotesis Penelitian .....	41
BAB III METODE PENELITIAN.....	42
A. Jenis Penelitian .....	42
B. Model Pengembangan .....	42
C. Prosedur Pengembangan .....	42
D. Rancangan Penelitian.....	52
E. Instrumen Penelitian .....	53
F. Teknik Analisis Data .....	59
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	65
A. Hasil Penelitian.....	65
1. Hasil Fase Penelitian Awal.....	65
2. Hasil Fase Pengembangan.....	81
3. Hasil Fase Evaluasi.....	92
B. Pembahasan .....	65
C. Keterbatasan Penelitian .....	120
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN.....	121
A. Kesimpulan .....	121
B. Saran .....	122
C. Implikasi.....	122
DAFTAR PUSTAKA.....	124

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Indikator Kemampuan Kolaborasi .....	30
Tabel 2. Fase, Kegiatan dan Instrumen Penelitian.....	44
Tabel 3. Rancangan Penelitian Posttest-Only Control Design.....	52
Tabel 4. Kategori Validasi Produk.....	56
Tabel 5. Kriteria Praktikalitas Produk.....	57
Tabel 6. Analisis Permasalahan Pembelajaran dalam Penggunaan Bahan Ajar ...	66
Tabel 7. Hasil Validitas E-Modul Fisika.....	88
Tabel 8. Hasil Analisis perbedaan aspek pengetahuan Siswa.....	94
Tabel 9. Hasil Analisis Perbedaan Keterampilan Berfikir krtitis Siswa .....	98
Tabel 10. Hasil Analisis Perbedaan Kreativitas Siswa .....	101
Tabel 11. Hasil Analisis Perbedaan kemampuan komunikasi Siswa.....	105

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Integrasi <i>Science, Technology, Engineering and Matchematic</i> .....	20
Gambar 2. Kerangka Konseptual .....	40
Gambar 3. Tahapan Desain Pendidikan Sistematis Model Plomp.....	43
Gambar 4. Alur Evaluasi Formativ Tesmer .....	47
Gambar 5. Prosedur Pengembangan .....	51
Gambar 6. Analisis Hasil Belajar Siswa Kelas XI di SMAN 9 Padang .....	67
Gambar 7. Hasil Analisis Minat Belajar Siswa.....	69
Gambar 8. Hasil Analisis Sikap Ssswa .....	70
Gambar 9. Hasil Analisis Motivasi Belajar Siswa .....	71
Gambar 10. Hasil Analisis Gaya Belajar Siswa.....	72
Gambar 11. Hasil Analisis Karakteristik Siswa.....	73
Gambar 12. Hasil Analisis Materi Buku Teks Fisika Terintegrasi STEM .....	74
Gambar 13. Hasil Analisis Indikator Berpikir Kritis .....	77
Gambar 14. Hasil Analisis Indikator Kreativitas .....	78
Gambar 15. Hasil Analisis Indikator Kemampuan Berkomunikasi.....	79
Gambar 16. Hasil Analisis Tujuan Pembelajaran .....	80
Gambar 17. Hasil Analisis Kegiatan Pembelajaran .....	35
Gambar 18. Validitas Komponen Substansi Materi.....	84
Gambar 19. Validitas Komponen Komunikasi Visual.....	85
Gambar 20. Validitas Komponen Desain Pembelajaran.....	86
Gambar 21. VALiditas Komponen Pemanfaatan Perangkat Lunak .....	87
Gambar 22. Validitas Komponen Indikator Penilaian STEM .....	88
Gambar 23. Hasil Praktikalitas Respon Siswa Kelompok Kecil .....	91
Gambar 24. Hasil Praktikalitas Respon Siswa.....	93
Gambar 25. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis .....	97
Gambar 26. Indikator Kreativitas.....	101
Gambar 27. Indikator Keterampilan Berkomunikasi.....	104

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Melakukan Penelitian dari Dinas Provinsi .....	134
Lampiran 2. Analisis Angket Tanggapan Guru .....	135
Lampiran 3. Analisis Karakteristik Siswa .....	141
Lampiran 4. Analisis Penerapan STEM dalam Buku Teks .....	149
Lampiran 5. Analisis Penilaian Keterampilan Abad ke-21 Siswa .....	151
Lampiran 6. Analisis Kegiatan Pembelajaran .....	153
Lampiran 7. Analisis Tujuan Pembelajaran.....	156
Lampiran 8. Desain E-Modul Fisika Terintegrasi STEM.....	157
Lampiran 9. Lembar Validasi Instrumen Validitas Produk .....	164
Lampiran 10. Analisis Lembar Validasi Instrumen Validitas Produk .....	167
Lampiran 11. Instrumen Validitas Produk .....	170
Lampiran 12. Analisis Instrumen Validitas Produk.....	176
Lampiran 13. Analisis Evaluasi Satu-Satu .....	190
Lampiran 14. Analisis Evaluasi Kelompok Kecil .....	192
Lampiran 15. Instrumen Praktikalitas Produk .....	195
Lampiran 16. Analisis Instrumen Praktikalitas Produk .....	200
Lampiran 17. Hasil Belajar Siswa Kelas XI MIPA SMAN 9 Padang .....	206
Lampiran 18. Analisis Pengetahuan Awal Siswa Kelas XI MIPA SMAN 9 Padang .....	208
Lampiran 19. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran.....	210
Lampiran 20. Kisi-Kisi Soal Uji Coba Pretest.....	222
Lampiran 21. Soal uji Coba Posttest .....	227
Lampiran 22. Analisis Soal Uji Coba Test .....	238
Lampiran 23. Soal Posttest.....	239
Lampiran 24. Analisis Penilaian Pengetahuan .....	248
Lampiran 25. Instrumen Keterampilan Abad ke-21 .....	253
Lampiran 26. Rubrik Penialain Keterampilan Abad ke-21 Siswa .....	255
Lampiran 27. Nilai Keterampialn Siswa .....	259
Lampiran 28. Analisis Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.....	262

Lampiran 29. Analisis Penilaian Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa .....	267
Lampiran 30. Analisis Penilaian Keterampilan Komunikasi Siswa .....	272
Lampiran 31. Surat Keterangan telah Melakukan Penelitian.....	279
Lampiran 32. Tabel Referensi .....	280
Lampiran 33. Dokumentasi .....	284

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Revolusi industri 4.0 menuntut manusia untuk memiliki keterampilan abad ke-21. Pada abad 21 perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu pesat, tak ada batasan ruang lagi untuk kita saling berkomunikasi. Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berimbas pada tantangan dan persaingan global yang dihadapi oleh setiap negara. Di Indonesia perlu terciptanya sumber daya manusia yang berkualitas untuk mampu bersaing dengan masyarakat luas. Dengan dasar ini, peningkatan keterampilan abad ke-21 mampu mempersiapkan sumber daya manusia untuk berkompetensi pada era globalisasi.

Keterampilan abad ke-21 jawaban dari tantangan revolusi industri 4.0 dalam bidang pendidikan. Menurut *National Education Association* tercapainya kesuksesan dalam persaingan global dapat diukur melalui kemampuan siswa dalam kecakapan sebagai kreator, komunikator, pemikir kritis, dan kolaborator (Trisdiono & Widayaiswara, 2013). Pernyataan tersebut sesuai dengan tuntutan abad 21 khususnya dalam bidang pendidikan dimana sistem pembelajaran harus mengarah kepada pencapaian tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran pada setiap jenjang pendidikan sekurang-kurangnya memiliki tujuan yakni adanya perubahan tingkah laku, meningkatnya ilmu pengetahuan dan bertambahnya kemampuan berpikir kritis siswa.

Keterampilan abad ke-21 yang dimaksud adalah setiap orang menguasai keterampilan 4C. Hal ini dipertegas oleh *Partnership for 21st Century Skills* (P21:

2011) dalam *Framework for 21st Century Learning* mengidentifikasi keterampilan keterampilan 4C yang dimaksud adalah keterampilan *Communication, Collaboration, Critical thinking and Creativity skill*. Komunikasi berarti bahwa kemampuan berkomunikasi harus dimiliki oleh setiap orang. Kolaborasi berarti bahwa setiap orang harus memiliki keterampilan berkolaborasi. Berpikir kritis berarti bahwa setiap orang di abad ke-21 dituntut untuk memiliki keterampilan berpikir kritis. Berpikir kreatif berarti bahwa setiap orang harus memiliki kreativitas. Keempat keterampilan tersebut harus dimiliki setiap orang untuk menghadapi dunia pada abad ke-21.

Keterampilan 4C ini merupakan kemampuan sesungguhnya ingin dituju dalam bidang pendidikan khususnya pada kurikulum 2013. Dalam kurikulum 2013 siswa dituntut untuk terlibat secara aktif. Siswa harus memiliki kemampuan dalam mencari tahu dari berbagai sumber, merumuskan permasalahan, berpikir analitis dan bekerja sama serta berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah. Hal tersebut memberikan tantangan kepada para guru untuk mampu mengembangkan aspek siswa dalam aspek pengetahuan, keterampilan, sikap dan nilai unggul.

Pembelajaran abad-21 menuntut guru untuk mengarahkan siswanya agar berkreasi mengelola permasalahan sehari-hari. Salah satu pendekatan pembelajaran saat ini yang sangat mendukung tercapainya keterampilan abad 21 adalah pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*). STEM dikembangkan dengan mengangkat isu keseharian ke dalam pembelajaran, dampaknya pembelajaran lebih bermakna karena siswa lebih tertarik dan merasakan manfaat dari belajar fisika dalam keseharian secara nyata. Dengan



pendekatan STEM diharapkan peserta didik dapat lebih mudah memahami konsep yang akan disampaikan dan dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari serta dapat menggali potensi yang ada dalam dirinya.

Pembelajaran berbasis STEM merupakan pendekatan baru dalam perkembangan dunia pendidikan yang mengintegrasikan lebih dari satu disiplin ilmu yang menjadikan generasi yang kreatif dan inovatif dimasa mendatang. STEM terdiri dari 4 disiplin ilmu yaitu sains mengkaji tentang dunia alam, teknologi mengkaji produk yang dibuat untuk memenuhi keinginan atau kebutuhan manusia, engineering/ Rekayasa yaitu proses desain yang digunakan untuk memecahkan masalah dan Matematika mengkaji bahasa dari bentuk, angka, dan jumlah. Pembelajaran berbasis STEM juga untuk membuat siswa memiliki keseimbangan antara *hard skill* dan *soft skill*. Dalam pembelajaran berbasis STEM siswa dapat mengembangkan kemampuan kognitif. Kemampuan kognitif tersebut merupakan kemampuan abad ke-21 meliputi kemampuan beradaptasi, komunikasi yang kompleks dan pemecahan masalah. Dengan demikian pembelajaran terintegrasi STEM akan membawa dampak yang baik dalam pembelajaran, termasuk dalam pembelajaran fisika.

Pembelajaran fisika dalam kurikulum 2013 berperan dalam melatih siswa agar mampu menguasai ilmu pengetahuan, konsep serta prinsip fisika, mempunyai kecakapan ilmiah dan mempunyai keterampilan proses sains. Pada pembelajaran fisika perlu ditanamkan betul konsep dasar fisika hingga pengembangan keterampilan sains serta kemampuan berpikir siswa. Fisika merupakan ilmu pengetahuan alam yang mempelajari unsur-unsur dasar pembentuk alam semesta,

gaya-gaya yang bekerja didalamnya, dan akibat-akibatnya. Dalam hal ini pembelajaran fisika berbasis STEM dikaitkan dengan teknologi, teknik, dan matematika dalam pemecahan masalah sesuai kehidupan sehari-hari.

Untuk menunjang keberhasilan interdisiplin STEM dalam pembelajaran fisika perlu adanya bahan ajar yang efektif. Bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran disesuaikan dengan kondisi dan strategi yang digunakan oleh guru. Bahan ajar yang dapat menunjang siswa dalam belajar mandiri yaitu modul. Dalam modul adanya kontrol terhadap hasil belajar melalui penggunaan standar kompetensi yang harus dicapai oleh siswa. Artinya, siswa menjadi lebih bertanggung jawab atas segala tindakannya. Oleh karena itu, modul fisika berbasis STEM ini sangat di butuhkan dalam proses pembelajaran untuk melihat keberhasilan siswa baik dalam aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap.

Kenyataan di lapangan memperlihatkan beberapa kondisi yang belum sesuai dengan harapan. Penelitian awal menghasilkan informasi mengenai permasalahan dan kebutuhan dalam pembelajaran Hal ini dibuktikan dari hasil analisis permasalahan pembelajaran, analisis materi, analisis hasil belajar aspek pengetahuan, analisis integrasi STEM dan Analisis penilaian keterampilan abad ke-21 siswa dalam pembelajaran fisika.

Analisis pertama analisis permasalahan pembelajaran, analisis permasalahan pembelajaran diperoleh dari angket tanggapan guru. Angket tanggapan guru diisi oleh dua orang guru fisika SMAN 9 Padang. Ada tiga komponen yang dalam angket tanggapan guru yaitu: penggunaan bahan ajar,

penilaian keterampilan abad ke-21 dan integrasi STEM dalam pembelajaran fisika. Angket tanggapan guru dapat dilihat pada Lampiran 1.

Pertama, hasil angket tanggapan guru mengenai penggunaan bahan ajar dalam proses pembelajaran fisika. Indikator yang ditanyakan kepada guru mengenai penggunaan bahan ajar dalam proses pembelajaran, jenis bahan ajar yang digunakan, pengembangan bahan ajar, dan bahan ajar menarik minat siswa serta bahan ajar sesuai dengan tuntutan kurikulum. Dari hasil analisis penggunaan bahan ajar di sekolah guru memperoleh nilai rata-rata 52,08 dalam kategori rendah (Lampiran 2). Dari hasil ini diperoleh guru sudah menggunakan bahan ajar berupa modul elektronik dalam proses pembelajaran pada masa pandemi covid-19, namun modul yang digunakan belum sesuai dengan karakteristik siswa di sekolah. Dengan demikian perlu adanya upaya pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik siswa.

Hasil angket tanggapan guru mengenai penilaian kinerja siswa. Indikator yang ditanyakan mengenai penggunaan modul fisika sudah membangun keterampilan abad ke-21 siswa diantaranya keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi dan kolaborasi. Dari hasil analisis angket tanggapan guru mengenai aspek keterampilan diperoleh nilai rata-rata 65,63 dalam kategori cukup (Lampiran 2). Berdasarkan hal ini guru sudah melakukan penilaian keterampilan abad ke-21 siswa, namun keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran belum terlaksana dengan optimal sesuai tuntutan kurikulum.

Analisis kedua adalah analisis karakteristik siswa. Karakteristik siswa meliputi minat belajar, sikap siswa, motivasi belajar, dan gaya belajar terhadap

pembelajaran fisika. Dari hasil analisis didapatkan bahwa nilai rata-rata minat dan motivasi siswa lebih rendah dibandingkan indikator lain. Rendahnya motivasi belajar siswa dilihat kaitannya dari perolehan nilai ujian tengah semester 2 siswa kelas XI SMA dengan rata-rata 57,60 dalam kategori rendah (Lampiran 3). Dengan demikian, perlu adanya upaya untuk meningkatkan minat dan motivasi siswa, sehingga mampu menunjang peningkatan aspek pengetahuan siswa.

Analisis ketiga adalah analisis materi. Analisis materi untuk mengetahui integrasi STEM pada materi pembelajaran yang terdapat pada buku teks fisika yang digunakan di sekolah. Buku teks fisika yang dianalisis adalah buku teks fisika pegangan siswa kelas XI baik semester 1 dan semester 2. Dari tiga buah buku teks fisika yang dianalisis diperoleh nilai rata-rata 58,50 berada pada kategori rendah (Lampiran 4). STEM memuat konsep Fisika yang diterapkan dalam teknologi, diaplikasikan dalam kehidupan, dan dirumuskan dalam bentuk persamaan secara matematis serta memuat kegiatan virtual. Dengan demikian perlu adanya integrasi STEM dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan dan mempersiapkan siswa dengan kualitas yang sesuai dengan tuntutan keterampilan abad ke-21.

Analisis keempat analisis penilaian kinerja siswa. Analisis penilaian kinerja dilakukan untuk melihat kondisi awal keterampilan abad 21 siswa yang dilihat pada kondisi ini yaitu: berpikir kritis. Berpikir kreatif dan keterampilan berkomunikasi. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa keterampilan abad 21 siswa masih berada pada kategori rendah. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis dari keterampilan abad 21 didapatkan nilai rata-rata 52,25 (Lampiran 5). Hal ini sejalan

dengan pendapat Daryanto (2017) yang menyatakan bahwa memasuki abad 21 keadaan sumber daya manusia di Indonesia tidak kompetitif. Dapat disimpulkan bahwa pada saat sekarang ini keterampilan abad 21 siswa masih berada pada kategori kurang dan perlu ditingkatkan

Berdasarkan kenyataan yang dipaparkan maka perlu dicarikan solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah mengembangkan modul elektronik terintegrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa kelas XI SMA. Hal ini didukung dengan beberapa keunggulan dari solusi yang dilakukan. Pertama, modul elektronik merupakan salah satu sumber belajar yang paling mudah untuk digunakan karena dapat dipelajari dimana saja dan kapan saja, lebih menarik, interaktif, dan dapat meningkatkan hasil belajar. E-Modul dapat disajikan animasi, audio, navigasi yang membuat pengguna lebih interaktif dalam belajar. Keuntungan menggunakan e-modul antara lain dapat terhubung dengan internet dan langsung menyajikan video.

Kedua, penggunaan modul dapat dikolaborasikan dengan model, metode dan pendekatan dalam pembelajaran, salah satunya pendekatan STEM. Melalui pendekatan STEM diharapkan peserta didik memiliki keterampilan belajar dan berinovasi, yang meliputi berpikir kritis, kreatif, inovatif, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi. Berdasarkan penelitian terdahulu (Ulfa, 2021; Elfa, 2022; Inayah, 2022) penggunaan modul fisika terintegrasi STEM meningkatkan hasil belajar siswa dalam aspek pengetahuan dan keterampilan abad ke-21. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-modul fisika terintegrasi STEM dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Ketiga, e-modul dapat meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa. Keterampilan abad ke-21 merupakan keterampilan yang dituju dalam pendidikan sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013. Keterampilan abad ke-21 dibutuhkan siswa dalam dalam kehidupan di era globalisasi seperti saat sekarang ini. Pentingnya penguasaan terhadap keterampilan abad 21 dikarenakan pada masa ini siswa dituntut untuk dapat mengembangkan *hard skill* dan *soft skill* untuk mampu bersaing dengan masyarakat luas. Hal ini sejalan dengan Permendikbud Nomor 20 Tahun 2016 yang menyatakan bahwa Standar Kompetensi Lulusan (SKL) dalam kurikulum 2013 pada jenjang SD, SMP dan SMA pada dimensi keterampilan harus memiliki keterampilan berpikir dan bertindak yang meliputi: keterampilan berpikir kreatif, produktif, keterampilan berpikir kritis, mandiri, kolaboratif dan komunikatif. Sehingga melalui pendidikan diyakini dapat menumbuhkan serta meningkatkan keterampilan abad ke-21 di dalam diri siswa.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penulis tertarik untuk mengembangkan e-modul fisika terintegrasi pendidikan STEM untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa kelas XI SMA. Pengembangan e-modul terintegrasi STEM dilakukan sebagai upaya meningkatkan kualitas pendidikan dalam pembelajaran fisika. Pengembangan e-modul fisika mengintegrasikan STEM diharapkan memberi dampak pada peningkatan keterampilan abad ke-21 siswa meliputi keterampilan berpikir kritis, kreativitas dan kemampuan komunikasi.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dapat diidentifikasi masalah dari penelitian. Masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bahan ajar berupa modul yang digunakan guru belum mampu meningkatkan motivasi dan minat siswa.
2. Penerapan STEM dalam buku teks fisika kelas XI masih rendah.
3. Tuntutan keterampilan abad ke-21 siswa mencakup keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaborasi dan komunikasi masih rendah dan belum terlaksana dengan optimal sesuai tuntutan kurikulum.
4. Hasil belajar siswa dari nilai UTS pada aspek pengetahuan masih rendah.

## **C. Pembatasan Masalah**

Agar peneliti lebih terarah, maka peneliti membatasi masalah. Sebagai pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aspek keterampilan yang ditingkatkan dalam e-modul fisika adalah keterampilan berpikir kritis. Indikator berpikir kritis yang dapat digunakan yaitu: mengajukan pertanyaan, mencari cara, menjawab pertanyaan dan mencari alasan, mencari solusi alternatif
2. Aspek keterampilan yang ditingkatkan dalam e-modul fisika adalah, keterampilan berfikir kreatif. Indikator berpikir kreatif yang digunakan terdiri dari empat indikator, yaitu: mengajukan banyak pertanyaan, memikirkan macam-macam cara, menjawab dengan banyak jawaban dan memberikan bermacam-macam penafsiran atau alasan.

3. Aspek keterampilan yang ditingkatkan dalam e-modul fisika adalah keterampilan berkomunikasi. Indikator keterampilan komunikasi secara tulisan mencakup menyimpulkan informasi, menggunakan kalimat yang benar dan efektif, penggunaan huruf kapital dan menggunakan tanda baca yang tepat
4. Penilaian yang digunakan pada hasil belajar siswa diperoleh dari lembar tes pengetahuan dan lembar penilaian keterampilan.

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

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini. Rumusan masalah pada penelitian ini terbagi atas dua yaitu rumusan secara umum dan rumusan secara khusus. Kedua rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

##### **1. Rumusan Masalah Secara Umum**

Rumusan masalah secara umum pada penelitian ini yaitu “Bagaimana mengembangkan e-modul fisika terintegrasi STEM dengan kriteria kualitas generic yang tinggi dalam aspek validitas, praktikalitas dan efektivitas?”

##### **2. Rumusan Masalah Secara Khusus**

- a. Bagaimana hasil penelitian awal untuk mengembangkan e-modul fisika terintegrasi pendidikan STEM?
- b. Bagaimana validitas dari e-modul fisika terintegrasi STEM?
- c. Bagaimana praktikalitas dari penggunaan e-modul fisika terintegrasi STEM?
- d. Bagaimana efektivitas dari penggunaan e-modul fisika terintegrasi STEM untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan abad ke-21 siswa kelas XI SMA?



### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian yang telah dilakukan ini memiliki tujuan yang diinginkan. Tujuan penelitian ini terbagi atas dua yaitu tujuan secara umum dan tujuan secara khusus. Tujuan penelitian ini yaitu:

#### 1. Tujuan Penelitian Secara Umum

Secara umum tujuan penelitian adalah untuk mengembangkan modul fisika mengintegrasikan STEM yang memenuhi kriteria kualitas generik tinggi dalam aspek validitas, praktikalitas dan efektivitas.

#### 2. Tujuan Penelitian Secara Khusus

- a. Mendeskripsikan hasil penelitian awal untuk mengembangkan e-modul fisika terintegrasi STEM
- b. Menentukan validitas produk e-modul fisika terintegrasi STEM.
- c. Menentukan praktikalitas dari penggunaan e-modul fisika terintegrasi STEM.
- d. Menentukan efektivitas penggunaan e-modul fisika terintegrasi STEM untuk meningkatkan pendidikan abad ke-21 siswa.

### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi peneliti, peneliti lain, guru, siswa dan sekolah. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, sebagai pengalaman dan bekal bagi peneliti dalam mengajar Fisika dimasa yang akan datang dan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi kependidikan.
2. Bagi peneliti lain, sebagai sumber ide atau gagasan dan referensi untuk penelitian lebih lanjut.

3. Bagi guru, sebagai salah satu alternatif bahan ajar yang dapat diterapkan dalam pembelajaran sehingga dapat meningkatkan potensi siswa.
4. Bagi siswa, sebagai sumber belajar yang menarik yang dapat meningkatkan pemahaman siswa.

### **G. Spesifikasi Produk**

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah e-modul fisika terintegrasi pendidikan STEM untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa kelas XI SMA. Adapun spesifikasi produknya adalah sebagai berikut:

1. E-Modul yang dikembangkan mengacu pada Kurikulum 2013.
2. E-Modul yang dikembangkan pada materi kelas XI SMA semester 2 yaitu materi pokok gelombang bunyi dan cahaya dan materi alat-alat optik.
3. Modul yang dikembangkan mengacu pada Andi Prastowo tentang panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif. Secara umum modul harus memuat: pendahuluan (judul, uraian materi, rangkuman, lembar kerja dan evaluasi), kegiatan belajar dan penutup.
4. E-Modul yang dikembangkan terintegrasi STEM.
5. E-Modul yang dikembangkan berisikan komponen keterampilan abad 21 yang terdiri dari keterampilan berpikir kritis, keterampilan berfikir kreatif dan keterampilan berkomunikasi.
6. Dalam pengembangannya, e-modul fisika akan dikembangkan menggunakan aplikasi *Flip PDF Professional*.

## **H. Keterbaruan dan Orisinalitas Penelitian**

### **1. Keterbaruan Penelitian**

Kebaharuan merupakan temuan baru yang berbeda dengan temuan sebelumnya dan memberi manfaat kepada masyarakat dan dunia akademik.

Adapun keterbaruan penelitian ini adalah:

- a. Modul fisika yang dikembangkan sudah diaplikasikan dalam bentuk elektronik dan dapat diakses siswa dimapun dan kapanpun.
- b. Modul fisika yang dikembangkan menintegrasikan STEM dengan melibatkan informasi dan teknologi yang sesuai dengan kehidupan saat ini.
- c. Modul elektronik menggabungkan teknologi virtual laboratorium Phet.
- d. Latihan soal dalam modul eletronik dibuat interaktif, sehingga siswa mendapatkan umpan balik setelah menjawab soal.
- e. Keterampilan yang diukur dalam modul elektronik disesuaikan dengan tuntutan era rovolusi industri 4.0.

### **2. Orisinalitas Penelitan**

Orisinalitas penelitian merupakan keaslian produk dan temuan yang dihasilkan. Adapun orisinalitas dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Modul elektronik Fisika terintegrasi STEM yang dikembangkan merupakan asli karya sendiri.
- b. Modul elektronik Fisika terintegrasi STEM memuat gambar, video dan animasi yang didukung dengan sumber sebagai bahan originalitas.
- c. Penulisan gagasan, rumusan dan hasil analisis dari penelitian ini ditulis tanpa bantuan pihak lain kecuali pembimbing.

- d. Dalam penulisan hasil penelitian ini, tidak terdapat karya orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan dengan nama pengarang serta dicantumkan dalam daftar Pustaka.

## **I. Defenisi Operasional**

Definisi istilah variabel-variabel yang ada pada penelitian sebagai berikut:

1. Modul Elektronik (e-modul) adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik menggunakan alat bantu TIK yang mencakup isi materi, metode, evaluasi dan dapat digunakan secara mandiri.
2. STEM adalah singkatan dari *Science, Technology, Engineering and Mathematic*. Pendidikan STEM merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang dapat menghapus pembelajaran tradisional yang memisahkan empat disiplin, STEM mengintegrasikan empat disiplin ilmu, dan mengaplikasikannya ke dunia nyata sehingga menjadi pembelajaran yang relevan untuk siswa
3. Keterampilan abad 21 merupakan keterampilan yang terbentuk dari pemahaman pengetahuan yang harus dikuasai oleh setiap orang untuk bertahan dan berkompetisi dalam menghadapi tantangan, permasalahan kehidupan dalam era digitalisasi pada abad 21.
4. Validitas adalah tingkat kebenaran secara pengetahuan atau dapat dikatakan juga sebagai tingkat kesesuaian komponen yang terhubung secara konsisten.
5. Praktikalitas adalah tingkatan menarik dan dapat digunakan dari pengguna dan orang yang ahli.
6. Efektivitas adalah tingkatan keberhasilan yang didapat dari perlakuan yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.