

**PENGEMBANGAN E-MODUL SUHU DAN KALOR
DENGAN PENDEKATAN STEM UNTUK
MEMFASILITASI KETERAMPILAN BERPIKIR
KRITIS PESERTA DIDIK KELAS XI SMA/MA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Nawanda De Gupita
19104050002

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1682/Un.02/DT/PP.00.9/06/2023

Tugas Akhir dengan judul : Pengembangan E-Modul Suhu Dan Kalor Dengan Pendekatan Stem Untuk Memfasilitasi Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI SMA/MA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NAWANDA DE GUPITA
Nomor Induk Mahasiswa : 19104050002
Telah diujikan pada : Jumat, 23 Juni 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Puspo Rohmi, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 64ba02ec6e15



Penguji I
Ika Kartika, S.Pd., M.Pd.Si.
SIGNED

Valid ID: 64b97da71dde



Penguji II
Ari Cahya Mawardi, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 64ba061e00741



Yogyakarta, 23 Juni 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 64ba1ff0caas1

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-STUINSK-B-05-C/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp : 1 Bendel Skripsi

Kepada:

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nawanda De Gupita
NIM : 19104050002
Judul Skripsi : Pengembangan E-Modul Suhu dan Kalor dengan Pendekatan
STEM untuk Memfasilitasi Keterampilan Berpikir Kritis
Peserta Didik Kelas XI SMA/MA

sudah dapat diajukan kepada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Fisika.

Dengan ini, kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 5 Juni 2023

Pembimbing

Puspita Rohmi, M.Pd.

NIP. 19910303 201903 2020

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nawanda De Gupita
NIM : 19104050002
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana yang berjudul "*Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan STEM untuk Memfasilitasi Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI SMA/MA*" merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika dalam penulisan ilmiah. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi dengan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi dan digunakan sebagaimana seharusnya.

Wassalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Yogyakarta, 5 Juni 2023



Nawanda De Gupita

NIM. 19104050002

PERSEMBAHAN

Dengan penuh syukur atas segala limpahan rahmat dan karunia yang diberikan Allah SWT,

saya persembahkan skripsi ini kepada:

Diri saya sendiri, Nawanda De Gupita.

Kedua orang tua saya, kakak saya, dan segenap keluarga besar.

Seluruh rekan Pendidikan Fisika dan Prodi

Pendidikan Fisika

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Yogyakarta.

Sahabat dan Teman-teman.

Dan semua orang yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan skripsi ini.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui”.

(QS. Al-Baqarah:216)



Be a useful person for others

(Nawanda De Gupita)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan E-modul dengan Pendekatan STEM untuk Memfasilitasi Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI SMA/MA” sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Pendidikan Fisika. Shalawat dan salam selalu turunkan kepada Nabi Muhammad SAW yang membawa umatnya dari zaman jahiliyyah ke zaman penuh penerangan seperti saat ini. Penulis menyadari banyak kesulitan dan hambatan yang penulis lalui selama proses pengerjaan hingga penyelesaian skripsi ini, namun berkat pertolongan Allah SWT melalui tangan-tangan makhluk-Nya penulis dapat melewati kesulitan tersebut. Tanpa mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Kristantohari dan Ibu Sunarwati serta kakakku yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan, dan kasih sayang kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Drs. Nur Untoro, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan bimbingannya.

4. Ibu Puspo Rohmi, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Segenap Dosen Program Studi Pendidikan Fisika serta karyawan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Ibu Ika Kartika, M.Pd.Si dan Bapak Ari Cahya Mawardi, M.Pd. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam memperbaiki skripsi penulis.
7. Ibu Nira Wulandari, M.Pd. selaku ahli validasi instrumen yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan instrumen penulis.
8. Bapak Norma Sidik Risdianto, Ph.D., Bapak Himawan Putranta, M.Pd., dan Ibu Nira Nurwulandari, M.Pd., selaku ahli materi penilaian produk serta Bapak Ari Cahya Mawardi M.Pd., Ibu Iva Nandya Atika S.Pd., M.Ed., dan Bapak Himawan Putranta, M.Pd., selaku ahli media penilaian produk E-modul Fisika yang telah berkenan dalam menilai dan memberikan masukan terhadap E-modul Fisika.
9. Ibu Dra. Indrati selaku guru fisika yang sudah membantu dan memberikan semangat kepada peneliti untuk menyelesaikan tugas akhir.
10. Seluruh pihak MAN 1 Kulon Progo baik guru fisika, karyawan, dan peserta didik yang telah bersedia memberikan waktu serta membantu proses penyelesaian skripsi ini.

11. Sahabat-sahabat penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih sudah memberikan motivasi dan semangat untuk segera menyelesaikan skripsi.
12. Teman seperjuangan Pendidikan Fisika 2019 yang telah menemani penulis dalam penyusunan skripsi ini.
13. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulis hanya bisa mengucapkan banyak terima kasih dan berdoa semoga apa yang telah diberikan mendapatkan balasan yang indah dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan perlu mendapatkan masukan. Oleh karena itu, saran dan amsukan yang membangun sangat diharapkan guna memperbaiki skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pembaca. Aamiin.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 5 Juni 2023

Penulis

Nawanda De Gupita

**PENGEMBANGAN E-MODUL DENGAN PENDEKATAN STEM UNTUK
MEMFASILITASI KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA
DIDIK KELAS XI SMA/MA**

Nawanda De Gupita

19104050002

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menghasilkan e-modul yang telah dikembangkan dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis kelas XI pada materi suhu dan kalor (2) mengetahui kualitas e-modul yang telah dikembangkan dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI pada materi suhu dan kalor (3) mengetahui respon peserta didik terhadap e-modul yang telah dikembangkan dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI pada materi suhu dan kalor.

Penelitian ini menggunakan penelitian *Research and Development* (R&D). Prosedur pengembangan pada penelitian ini menggunakan model 4-D, yang meliputi 4 tahap yaitu (1) pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), dan penyebaran (*disseminate*). Penelitian ini dibatasi pada tahap pengembangan (*development*), yaitu uji coba luas. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu lembar validasi instrumen, lembar penilaian e-modul, dan lembar respon peserta didik. Sedangkan, penilaian kualitas e-modul dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI menggunakan skala Likert dengan 4 skala dan respon peserta didik menggunakan skala Guttman dalam bentuk *checklist*.

Hasil penelitian ini menghasilkan e-modul suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI SMA/MA. Kualitas e-modul berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media pada tahap pertama memiliki kriteria sangat baik (SB) dengan rerata skor 3,74 dan 3,37 serta penilaian guru fisika memiliki kategori sangat baik (SB) dengan rerata skor 3,78. Respon peserta didik pada uji terbatas memperoleh kategori setuju (S) dengan rerata skor 0,89. Kualitas e-modul berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media pada tahap kedua memiliki kriteria sangat baik (SB) dengan rerata skor 3,87 dan 3,67 serta penilaian guru fisika memiliki kategori sangat baik (SB) dengan rerata skor 3,97. Respon peserta didik pada uji luas memperoleh kategori setuju (S) dengan rerata skor 0,93.

Kata Kunci: E-modul, STEM, berpikir kritis, suhu dan kalor

**THE DEVELOPMENT OF E-MODULES USING A STEM APPROACH
TO FACILITATE CRITICAL THINKING SKILLS FOR STUDENTS IN
CLASS XI SMA/MA**

Nawanda De Gupita

19104050002

ABSTRACT

The purpose of this project is to (1) produce e-modules that have been developed using the STEM approach to facilitate critical thinking skills of class XI students on temperature and heat (2) determine the quality of e-modules that have been developed using the STEM approach to facilitate critical thinking skills class XI students on temperature and heat material (3) knowing student responses to e-modules that have been developed with the STEM approach to facilitate the critical thinking skills of class XI students on temperature and heat material.

This study uses Research and Development (R&D) research. The development procedure in this study uses a 4-D model which includes 4 stages, namely (1) define, design, develop, and disseminate. This research is limited to the development stage, namely extensive trials. The instruments used in this study were instrument validation sheets, e-module assessment sheets, and student response sheets. While the assessment of the quality of e-modules using the STEM approach to facilitate the critical thinking skills of class XI students uses a Likert scale with 4 scales and student responses use a Guttman scale in the form of a checklist.

The results of this study resulted in a temperature and heat e-module with a STEM approach to facilitate the critical thinking skills of class XI SMA/MA students. The quality of the e-module based on the assessment of material experts and media experts in the first stage has very good criteria (SB) with an average score of 3.74 and 3.37 and the physics teacher's assessment has a very good category (SB) with an average score of 3,78. Students' responses to limited tests were obtained in the agreed category (S) with an average score of 0.89. The quality of the e-module based on the assessment of material experts and media experts in the second stage has very good criteria (SB) with an average score of 3.87 and 3.67 and the physics teacher's assessment has a very good category (SB) with an average score of 3,97. Student responses to the broad test were obtained in the agree category (S) with an average score of 0.93.

Keywords: E-module, STEM, critical thinking, temperature and heat

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI.....	x
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	8
C. Batasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	9
G. Manfaat Penelitian.....	11
H. Keterbatasan Pengembangan.....	11
I. Definisi Istilah	12
1. E-modul.....	12
2. Pendekatan STEM.....	12
3. Keterampilan Berpikir Kritis.....	13
BAB II LANDASAN TEORI	14
A. Kajian Teori.....	14
1. Modul	14
2. Modul Elektronik (E-modul).....	15
3. <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM)	18
4. Keterampilan Berpikir Kritis.....	20
5. Suhu dan Kalor.....	22
B. Kajian Penelitian yang Relevan	36
C. Kerangka Berpikir	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
A. Model Pengembangan	41
B. Prosedur Pengembangan	41
1. Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>).....	43
2. Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	43
3. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	45

C.	Jenis Data dan Instrumen Pengumpulan Data.....	48
1.	Jenis Data	48
2.	Instrumen Pengumpulan Data	49
D.	Teknik Analisa Data.....	51
1.	Analisa Penilaian Kualitas Produk	51
2.	Analisa Data Respon Peserta Didik	53
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	56
A.	Hasil Penelitian	56
1.	Pengembangan Produk.....	56
2.	Kualitas Produk	67
B.	Pembahasan	83
1.	Pengembangan Produk.....	83
2.	Kualitas Produk	88
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	93
A.	Kesimpulan.....	93
B.	Keterbatasan Penelitian	93
C.	Saran.....	94
	DAFTAR PUSTAKA	95
	LAMPIRAN.....	100



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Aturan Pemberian Skor	51
Tabel 3. 2	Kriteria Penilaian Produk	52
Tabel 3. 3	Skor Respon Berdasarkan Skala Guttman	54
Tabel 3. 4	Kategori Respon Peserta Didik	54
Tabel 4. 1	Hasil Penilaian Kualitas E-Modul Fisika Tahap Pertama oleh Ahli Materi	67
Tabel 4. 2	Saran dan Masukan dari Penilai Ahli Materi	68
Tabel 4. 3	Hasil Penilaian Kualitas E-Modul Fisika Tahap Kedua oleh Ahli Materi	69
Tabel 4. 4	Hasil Penilaian Tahap Pertama Kualitas E-modul Fisika oleh Ahli Media.....	71
Tabel 4. 5	Saran dan Masukan dari Penilai Ahli Media.....	72
Tabel 4. 6	Hasil Penilaian Tahap Kedua Kualitas E-modul Fisika oleh Ahli Media.....	76
Tabel 4. 7	Hasil Penilaian Kualitas E-modul Fisika Tahap Pertama oleh Guru Fisika	78
Tabel 4. 8	Saran dan Masukan dari Guru Fisika	79
Tabel 4. 9	Hasil Penilaian Kualitas E-modul Fisika Tahap Kedua oleh Guru Fisika	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Prosedur Penelitian Pengembangan	42
Gambar 4. 1	Cover E-modul Fisika.....	59
Gambar 4. 2	Bagian Inti	60
Gambar 4. 3	Menu Pendahuluan	63
Gambar 4. 4	Fitur STEM dan Berpikir Kritis	64
Gambar 4. 5	Perbaikan Gambar pada E-Modul	69
Gambar 4. 6	Penambahan Video pada E-modul	70
Gambar 4. 7	Grafik Perbandingan Hasil Penilaian Ahli Materi Tahap Pertama dan Tahap Kedua.....	72
Gambar 4. 8	Perbaikan Cover E-modul	74
Gambar 4. 9	Penambahan Fitur STEM dan Berpikir Kritis	75
Gambar 4. 10	Grafik Perbandingan Hasil Penilaian Ahli Media Tahap Pertama dan Tahap Kedua.....	77
Gambar 4. 11	Perbaikan Spasi	79
Gambar 4. 12	Grafik Perbandingan Hasil Penilaian Ahli Media Tahap Pertama dan Tahap Kedua.....	79



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	99
Lampiran 1.1 Identitas Validator	99
Lampiran 1.2 Lembar Validasi Ahli Instrumen.....	100
Lampiran 1.3 Identitas Penilai	101
Lampiran 1.4 Lembar Penilaian Ahli Materi, Ahli Media, dan Guru Fisika ...	102
Lampiran 1.5 Identitas Respon Peserta Didik pada Uji Coba Terbatas Daftar Nama Peserta Didik Pada Uji Coba Terbatas	131
Lampiran 1.6 Identitas Respon Peserta Didik pada Uji Coba Luas Daftar Nama Peserta Didik Pada Uji Coba Luas	132
Lampiran 1.7 Lembar Respon Peserta Didik pada Uji Coba Terbatas.....	133
Lampiran 1.8 Lembar Respon Peserta Didik pada Uji Coba Luas.....	136
Lampiran 1.9 Hasil Analisa Data oleh Ahli Materi Tahap I.....	138
Lampiran 1.10 Hasil Analisa Data oleh Ahli Materi Tahap II	138
Lampiran 1.11 Hasil Analisa Data oleh Ahli Media Tahap I.....	139
Lampiran 1.12 Hasil Analisa Data oleh Ahli Media Tahap II.....	139
Lampiran 1.13 Hasil Analisa Data oleh Guru Fisika Tahap I	140
Lampiran 1.14 Hasil Analisa Data oleh Guru Fisika Tahap II.....	141
Lampiran 1.15 Hasil Respon Peserta Didik pada Uji Coba Terbatas.....	141
Lampiran 1.16 Hasil Respon Peserta Didik pada Uji Coba Luas.....	142
LAMPIRAN 2	143
Lampiran 2.1 Hasil Wawancara dengan Guru Fisika.....	143
Lampiran 2.2 Hasil Wawancara dengan Peserta Didik	144
Lampiran 2.3 Curriculum Vitae	145
DOKUMENTASI	146

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) di bidang pendidikan mendorong pengembangan media pembelajaran. Baru-baru ini, kehadiran banyak inovasi baru dalam lingkungan pembelajaran teknologi informasi telah meningkat. Karena itu, sistem pembelajaran telah ditingkatkan. Salah satunya dengan mencocokkan media pembelajaran dan bahan ajar di kelas dengan konten yang harus diajarkan. Aksesibilitas bahan ajar yang sesuai untuk digunakan oleh peserta didik memainkan peran yang sangat signifikan dalam proses pendidikan secara keseluruhan. Bahan ajar harus menarik, mutakhir bentuk, isi dan gaya belajarnya agar peserta didik tertarik untuk mempelajari bahan ajar tersebut. Bentuk bahan ajar yang menarik bagi peserta didik adalah modul (Wulansari, Kantun dan Suharso, 2018).

Selain kemampuan mengembangkan bahan ajar yang menarik, guru kini dituntut untuk menguasai pembelajaran berbasis STEM (Widana, et al., 2018). STEM dalam Bahasa Indonesia adalah singkatan dari sains, teknologi, teknik, dan matematika. STEM adalah sebuah pendekatan yang digambarkan oleh Bozkurt, Ucar, dan Idin (2019) sebagai pengintegrasian teori dan praktik dengan empat disiplin ilmu serta pengalaman langsung terhadap alam. Pedagogi sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) menekankan pada penggabungan keempat bidang studi yang berbeda ini menjadi satu upaya

pendidikan. Peserta didik tidak hanya mampu memahami gagasan fisika dan matematika, tetapi juga proses dan prinsip teknis, serta kemampuan mencipta melalui metode berbasis proses, berkat integrasi keempat bidang studi ini.

Pemanfaatan bahan ajar memungkinkan diterapkannya metode STEM dalam proses pembelajaran. Rusyati, Permansari, dan Ardianto (2019) menyatakan bahwa integrasi STEM dan topik kontekstual ke dalam kehidupan sehari-hari belum dibahas dalam literatur akademik saat ini. Buku teks adalah bentuk bahan ajar pendidikan yang paling umum. Kurikulum 2013 yang dikeluarkan oleh pemerintah dan swasta tidak memasukkan integrasi STEM (Yuaninta & Kurnia, 2019). Pengembangan materi pendidikan bertema STEM dilakukan dengan topik suhu dan kalor karena topik suhu dan kalor memiliki banyak konsep, sehingga dapat membuat setiap peserta didik berpikir dan merasakan berbeda satu sama lain dalam memahami konsep yang berkaitan dengan mata pelajaran fisika lainnya.

Penelitian terkait pengembangan materi pendidikan berbasis STEM, khususnya penelitian Sugianto (2018) menunjukkan bahwa modul sains berbasis proyek yang menggabungkan STEM pada materi tekanan dikatakan memiliki efek sebesar 87,7%, dianggap sangat valid, dan menerima umpan balik peserta didik yang sangat positif. Penelitian Nessa (2017) menunjukkan bahwa buku teks peserta didik pada materi jarak dan tiga dimensi yang didasarkan pada pemecahan masalah teknologi, sains, teknik, dan matematika (STEM) adalah metode yang berharga dan praktis bagi peserta didik. Dalam penelitiannya, Pangesti (2017) menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis STEM

dapat digunakan, dan pemanfaatannya dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami topik. Perbedaan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan penelitian sebelumnya yaitu peneliti mengembangkan bahan ajar fisika dengan pendekatan STEM pada pokok bahasan suhu dan kalor.

Salah satu keterampilan berpikir yang dibutuhkan peserta didik adalah keterampilan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis penting bagi peserta didik pada semua tingkatan untuk mencapai hasil belajar yang optimal (Purwanto & Hasanah, 2014). Menurut Sudarti (2015), keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan pemrosesan mental yang memberikan seseorang kemampuan untuk menilai atau mengeksplorasi fakta, asumsi, dan penalaran yang ada di balik pendapat orang lain. Selain itu, menurut Adnyana (2012), keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan penalaran tingkat tinggi yang dapat diandalkan dan dipertimbangkan dalam proses pengambilan keputusan. Hal tersebut dinyatakan dalam artikel. Keterampilan berpikir kritis peserta didik perlu ditingkatkan karena keterampilan tersebut berdampak pada kemampuan peserta didik untuk menemukan solusi atas tantangan umum. Selain itu, keterampilan berpikir kritis sangat penting untuk mempersiapkan lulusan agar mampu bersaing di pasar kerja. Hal ini terutama terjadi ketika mempertimbangkan masalah sulit yang mulai dirasakan oleh Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) menjelang akhir tahun 2015 (Winantyo, 2008). Untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada mata pelajaran fisika, diperlukan proses pembelajaran yang memaksimalkan

eksplorasi konseptual, pemecahan masalah, dan pemecahan masalah peserta didik. Hal ini sesuai dengan temuan Hartono (2006) bahwa peserta didik dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mereka dan didorong untuk berpikir analitis melalui sekolah yang menekankan pada pemikiran kritis. Oleh karena itu, memiliki kemampuan berpikir kritis dapat memberikan anak keterampilan untuk melihat sesuatu dari sudut pandang yang berbeda.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di MAN 1 Kulon Progo, bahan ajar yang digunakan selalu tercetak dan tidak berubah sehingga pembelajaran selalu monoton. Buku cetak yang dipinjamkan ke sekolah sangat terbatas, satu buku untuk dua peserta didik. Hal ini membuat peserta didik kurang optimal dalam belajar. Permasalahan lainnya adalah waktu dan kondisi pelaksanaan kegiatan pembelajaran di MAN 1 Kulon Progo terbatas, sehingga penguasaan fisika peserta didik sangat terbatas. Buku teks Fisika semester gasal kelas XI memiliki 5 materi utama: dinamika rotasi dan kesetimbangan zat padat, sifat elastisitas bahan, fluida dinamik, fluida statik, suhu dan kalor. Topik fisika pertama dan kedua dapat tercakup sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), sedangkan topik fisika ketiga dan keempat dapat tercakup sesuai RPP dalam waktu yang relatif singkat. Pada materi kelima yaitu suhu dan kalor tidak diselesaikan karena waktu pembelajarannya digunakan untuk persiapan ujian dan lomba sekolah. Bahkan pada tahun 2022-2023, materi suhu dan kalor hanya diberikan tugas saja, dan peserta didik bertanggung jawab untuk mempelajarinya sendiri. Karena tidak adanya bahan ajar interaktif yang memfasilitasi belajar mandiri, hal ini pasti akan

menyulitkan peserta didik. Sehingga pembelajaran menjadi kurang optimal. Lebih lanjut, hasil observasi menunjukkan bahwa di sekolah-sekolah tersebut peserta didik diperbolehkan menggunakan *smartphone* dalam kegiatan pembelajaran untuk memanfaatkan teknologi dan mengikuti berita. Peserta didik juga dapat menggunakan perangkat Wi-Fi sekolah secara gratis untuk belajar.

Selain peserta didik, guru juga harus bisa memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran di sekolah (Effendi & Wahidy, 2019). Salah satu media bahan ajar yang efektif, memanfaatkan teknologi dan mengutamakan kemandirian peserta didik adalah modul elektronik (Fausih & Danang, 2015). Modul elektronik disajikan dalam bentuk elektronik tanpa batasan waktu dan tempat serta memungkinkan peserta didik dengan mudah mempelajari materi kapanpun dan dimanapun. Modul elektronik dirancang agar pengguna dapat belajar secara mandiri dan kemudian mereka dapat menikmati proses pembelajaran karena mudah diakses. Modul elektronik (e-modul) dapat mengirimkan materi interaktif selama proses pembelajaran. E-modul adalah buku teks yang menggabungkan teknologi cetak dan teknologi komputer. Modul elektronik dapat menarik perhatian peserta didik karena desainnya yang sangat *eye catching*. Selain penyajian isi yang ringkas dan mudah dipahami, juga dilengkapi dengan komponen lain berupa gambar, petunjuk, tabel, dan ilustrasi yang memudahkan pembaca untuk memahami. Oleh karena itu, peneliti berinisiatif untuk mengembangkan modul elektronik.

Penggunaan e-modul dalam kegiatan pembelajaran tidak hanya terkait dengan kegiatan guru saja, tetapi juga membutuhkan partisipasi aktif peserta didik. Modul elektronik adalah modul berbasis teknologi informasi dan komunikasi interaktif yang mendukung penugasan, dapat memuat atau menampilkan musik, grafik, video, dan animasi, serta dapat dilengkapi dengan ujian atau kuis (Suarsana, 2013). Modul elektronik yang ditawarkan akan berpusat pada topik yang diteliti dan dilengkapi sinopsis untuk memudahkan pemahaman. Penggunaan modul elektronik juga membuat proses pembelajaran menjadi mandiri dan efektif. Dalam modul elektronik, penyebaran isi materi tidak terbatas pada teks, tetapi juga mencakup video instruksional (audiovisual). Dengan video pembelajaran e-modul, minat peserta didik terhadap e-modul meningkat (Aftiani, Khairinal, & Suratno, 2020). Selain itu, modul elektronik dapat diakses kapanpun dan dimanapun.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Maziyah (2022) yang berjudul “Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan STEM untuk Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Trigonometri” menunjukkan bahwasanya kriteria ketuntasan yang valid telah dicapai oleh materi trigonometri untuk e-modul matematika yang dikembangkan dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis peserta didik. Berdasarkan evaluasi ahli materi, nilai prosentase optimal sebesar 93,33 % menunjukkan bahwa e-modul memenuhi kriteria materi “sangat baik” atau “valid”. Berdasarkan penilaian ahli media diperoleh persentase ideal sebesar 93,93% yang menunjukkan bahwa kualitas media e-

modul memenuhi kriteria “sangat baik” yaitu valid. Selain itu, penelitian Handayani (2022) yang berjudul “Pengembangan e-modul Fisika Terintegrasi STEM untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Gelombang Bunyi dan Cahaya” menunjukkan bahwasanya Dengan persentase validasi sebesar 98% untuk ahli materi, 87,70% untuk ahli media, dan 97,5% untuk ahli IT, maka sudah dikategorikan sangat layak. Respon peserta didik dan guru terhadap daya tarik e-modul Fisika cukup baik, dengan guru memberikan respon sebesar 89,33%, uji coba kelompok kecil memberikan respon sebesar 90%, dan uji coba lapangan memberikan respon sebesar 88%. Oleh karena itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa e-modul fisika STEM terintegrasi yang mengembangkan kemampuan berpikir kritis pada gelombang bunyi dan cahaya sangat cocok digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran. Dari hasil tersebut, dapat dikembangkan sebuah modul elektronik untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, peneliti berkeinginan untuk mengembangkan bahan ajar berupa modul elektronik suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi berpikir kritis bagi peserta didik kelas XI SMA/MA dengan tujuan menghasilkan modul elektronik, mengetahui kualitas bahan ajar tersebut dan respon peserta didik terhadap modul.

B. Identifikasi Masalah

1. Peserta didik tidak mendapatkan waktu yang cukup untuk mempelajari suhu dan kalor karena berada di akhir semester dan ditugaskan untuk mempelajarinya sendiri.
2. Peserta didik tidak dapat belajar dengan maksimal karena kurangnya bahan ajar yang memadai.
3. Belum ada bahan ajar fisika inovatif yang menggunakan teknologi untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri bagi peserta didik.
4. Belum adanya bahan ajar mandiri yang menggunakan pendekatan STEM untuk memfasilitasi berpikir kritis.

C. Batasan Masalah

Peneliti membatasi permasalahan berdasarkan identifikasi masalah di atas sebagai berikut:

1. Ruang lingkup penelitian adalah mengembangkan bahan ajar e-modul dengan pendekatan STEM yaitu *Science* sebagai konsep dan proses, *Technology* sebagai penerapan dan rekayasa sains, *Engineering* sebagai rekayasa sains, dan *Mathematics* sebagai alat.
2. Penelitian modul elektronik ini berfokus pada materi suhu dan kalor.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini, berdasarkan identifikasi masalah di atas sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan e-modul suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi berpikir kritis peserta didik kelas XI?

2. Bagaimana kualitas e-modul suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi berpikir kritis peserta didik kelas XI?
3. Bagaimana respon peserta didik terhadap e-modul suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis kelas XI?

E. Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan e-modul suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI.
2. Mengetahui kualitas e-modul suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI yang telah dikembangkan.
3. Mengetahui respon peserta didik terhadap e-modul suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI yang telah dikembangkan.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Penelitian ini berfokus pada pengembangan produk berupa modul elektronik yang memiliki perincian sebagai berikut:

1. Pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA/MA melalui penggunaan modul elektronik berbasis STEM pada suhu dan kalor.
2. Isi modul elektronik didasarkan pada kompetensi dasar kurikulum yang berlaku dan indikator pencapaian kompetensi.
3. Pembuatan modul elektronik menggunakan aplikasi *software Canva, Microsoft PowerPoint, Ispring Suite, dan Website 2 APK Builder*.
4. Modul elektronik yang dikembangkan memiliki struktur sebagai berikut:

- a. Sampul modul yang memuat judul modul elektronik memuat informasi dan foto yang terkait dengan isi modul elektronik fisika yang menggunakan pendekatan berbasis STEM.
- b. Menu pada modul elektronik yang terdiri atas petunjuk, pendahuluan, kegiatan belajar, evaluasi, glosarium, daftar pustaka, profil, dan menu keluar.
- c. Petunjuk penggunaan modul, yang meliputi perintah dan tombol navigasi, dirancang untuk melibatkan peserta didik dalam belajar dengan modul fisika yang dikembangkan.
- d. Pendahuluan yang memuat tentang kata pengantar, KD dan IPK, peta konsep, deskripsi singkat materi, dan motivasi.
- e. Diawali dengan suhu dan pemuaian, kalor, dan perpindahan kalor, materi suhu dan kalor memuat tiga kegiatan pembelajaran terkait STEM serta keterampilan berpikir kritis pada tiap kegiatan belajar.
- f. Evaluasi yang mencakup pertanyaan dari semua tugas pembelajaran dan kunci jawaban dari pertanyaan penilaian.
- g. Glosarium yang berisi pengertian dari istilah-istilah sulit yang ditemukan pada uraian materi.
- h. Daftar pustaka berisi daftar referensi beserta daftar gambar dan daftar video yang penulis gunakan dalam menyusun e-modul.
- i. Profil penulis, yang memuat identitas penulis dan pembimbing skripsi.

G. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diantaranya:

1. Bagi peserta didik, agar dapat membantu dalam mengeksplorasi materi suhu dan kalor dengan pendekatan STEM, yang dapat dijadikan sebagai sumber belajar mandiri tanpa atau dengan guru serta menumbuhkan pemikiran kritis untuk membantu peserta didik belajar memfasilitasi dan memperluas keterampilannya.
2. Bagi guru, dapat dijadikan acuan dalam bahan ajar untuk menjelaskan materi suhu dan kalor dengan pendekatan STEM dan memudahkan berpikir kritis peserta didik.
3. Bagi sekolah, meningkatkan referensi sekolah terhadap sumber belajar berupa bahan ajar di sekolah seperti e-modul belajar fisika dengan pendekatan STEM untuk menumbuhkan berpikir kritis.
4. Bagi peneliti, memberikan pemahaman yang lebih kepada peneliti tentang mata pelajaran STEM dan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika, memberikan pengalaman dalam merancang dan memproduksi bahan ajar dalam bentuk e-modul dengan baik dan benar, serta memberikan sarana untuk mempersiapkan diri menjadi guru.

H. Keterbatasan Pengembangan

Metode pengembangan 4-D (Four D) yang merupakan model pengembangan perangkat pembelajaran digunakan dalam penelitian ini. S. Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. mengembangkan model ini pada tahun 1974. Model pengembangan 4-D adalah *Define, Design, Develop,*

Disseminate. Peneliti membatasi penelitian ini pada tahap *develop* pada tahap uji coba luas karena peneliti hanya bertujuan untuk mengetahui kualitas e-modul yang dikembangkan dan respon peserta didik terhadap e-modul. Produk yang dibuat pada penelitian ini berupa aplikasi e-modul, namun hanya dapat diakses melalui sistem android. Pembatasan materi hanya pada KD 3.5 dan KD 4.5 untuk memfokuskan penelitian pengembangan tersebut.

I. Definisi Istilah

1. E-modul

E-modul adalah bahan belajar mandiri dalam bentuk digital, yang tujuannya untuk mengimplementasikan keterampilan belajar yang diperoleh dan dapat dibuat lebih interaktif oleh peserta didik dengan bantuan aplikasi (Widyaningrum, 2021). Modul yang dikembangkan dalam penelitian ini dituangkan dalam bentuk aplikasi e-modul pada materi suhu dan kalor dengan pendekatan STEM guna menumbuhkan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik kelas XI.

2. Pendekatan STEM

STEM adalah spesifikasi bidang ilmu pengetahuan tingkat sekolah di mana guru mengajar sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pendekatan terpadu, dan setiap mata pelajaran tidak dipecah tetapi digabungkan menjadi satu kesatuan (Simamarta, et al, 2020). Penggunaan metode STEM pada e-modul berkaitan dengan suhu dan kalor.

3. Keterampilan Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah keterampilan memproses pikiran yang dapat digunakan untuk menganalisis atau memeriksa bukti, asumsi, dan logika di balik gagasan orang lain (Sudarti, 2015). Penelitian ini menggunakan indikator berpikir kritis menurut Ennis (1996) yaitu *focus* (*fokus*), *reason* (*alasan*), *interference* (*kesimpulan*), *situation* (*keadaan*), dan *clarity* (*kejelasan*) untuk mengajarkan peserta didik bagaimana memecahkan masalah yang berhubungan dengan berpikir kritis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penelitian ini menghasilkan e-modul suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis peserta didik. E-modul ini dikembangkan dengan menggunakan model pengembangan 4-D Thiagarajan, yang terdiri dari empat tahap: (1) *define*, (2) *design*, (3) *development*, dan (4) *disseminate*.
2. Para ahli materi menilai kualitas e-modul suhu dan kalor dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi keterampilan berpikir peserta didik dengan skor rata-rata 3,87 kriteria sangat baik. Ahli media menilai dengan skor rata-rata 3,67 kriteria sangat baik. Guru fisika menilai dengan skor rata-rata 3,97 kriteria sangat baik. Selain itu, peserta didik memberikan tanggapan dengan skor penilaian kategori setuju dengan skor rata-rata 0,93.

B. Keterbatasan Penelitian

Dalam mengembangkan modul elektronik suhu dan kalor, peneliti membatasi penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Isi materi pada e-modul masih perlu pengembangan lebih lanjut.
2. Uji efektivitas menggunakan e-modul belum dilakukan.

C. Saran

1. Saran untuk Peserta Didik

Diharapkan peserta didik dapat menggunakan modul elektornik yang telah dikembangkan sebagai acuan pada saat pembelajaran mandiri dan terbimbing. Modul elektronik fisika ini diharapkan dapat memfasilitasi keterampilan berpikir kritis peserta didik untuk mengambil konsep fisika dengan pendekatan STEM.

2. Saran untuk Guru

Dengan adanya modul elektronik suhu dan kalor dengan pendekatan STEM yang melatih keterampilan berpikir kritis, diharapkan dapat berfungsi sebagai contoh variasi bahan ajar di ruang kelas.

3. Saran Pengembangan E-modul Fisika

Diharapkan para peneliti selanjutnya dapat mengembangkan modul elektronik fisika yang dilengkapi dengan kisi-kisi pada setiap soal untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kritis dan memperhatikan aspek STEM.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, N. S. (2014). Pengembangan E-modul pada Materi:Melakukan Instalasi Sistem Operasi Jaringan Berbasis GUI dan Text untuk Siswa Kelas X Teknik Komputer dan Jaringan SMK Negeri Singaraja. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika*, 3.
- Adyana, G. P. (2012). Keterampilan Berpikir Kritis Engineering, and Mathematics) Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 201-209.
- Afrizon, R., Ratnawulan, & Fauzi, A. (2012). Peningkatan Perilaku Berkarakter dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX MTsN Model Padang pada Mata Pelajaran IPA-Fisika Menggunakan Model Problem Based Instruction. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 1.
- Aftiani, R. Y., Khairinal, & Suratno. (2020). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN E-BOOK BERBASIS FLIP PDF PROFESSIOANL UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN BELAJAR DAN MINAT BELAJAR SISWA PADA MATA PELAJARAN EKONOMI SISWA KELAS X IIS 1 SMA NEGERI 2 KOTA SUNGAI PENUH. *JURNAL MANAJEMEN PENDIDIKAN DAN ILMU SOSIAL*, 1.
- Anam, C. (2020). Deskripsi Kemampuan Berfikir Kritis Siswa . *Proceeding International Conference on Islamic* , 35-39.
- Bao, L. (2009). Learning and Scientific Reasoning. 323.
- Bozkurt, A., Ucar, H., & Idin, S. (2019). The Current State of The Art in STEM Research: A Systematic Review Study. *Cypriot Journal of Educational Science*, 374-383.
- Depdiknas. (2008). *Penulisan Modul*. Jakarta: Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan.
- Dikdasmen, D. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan e-Modul Pembelajaran*. Jakarta: Ditjen Pendidikan Dasar Menengah.
- Effendi, D., & Wahidy, A. (2019). PEMANFAATAN TEKNOLOGI DALAM PROSES PEMBELAJARAN MENUJU PEMBELAJARAN ABAD 21. *SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN*.

- Fachrani, R. (2018). *Kajian Konsep Fisika untuk kelas XI SMA dan MA Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu Alam*. Solo: PT Tiga Serangkai Mandiri.
- Fani, Z., & Kusuma, D. (2020). Pengembangan Modul Berbasis STEM Untuk Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi* 6.
- Fausih, M., & Danang, T. (2015). Pengembangan Media E-Modul Mata Pelajaran Produktif Pokok Bahasan “Instalasi Jaringan Lan (Local Area Network)” Untuk Siswa Kelas XI Jurusan Teknik Komputer Jaringan Di Smk Negeri 1 Labang Bangkalan Madura. *Jurnal Unesa*, 1-9.
- Firdaus, I. (2021). VALIDITAS MODUL INTERAKTIF BERBASIS ANDROID PADA SISWA KELAS VII SMP NEGERI 2 SUNGAYANG. *IAIN BATUSANGKAR*.
- Giancoli, D. C. (2014). *Fisika: Prinsip dan Aplikasi Edisi Ketujuh Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Handayani, E. S. (2022). PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA TERINTEGRASI STEM UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PADA MATERI GELOMBANG BUNYI DAN CAHAYA. *Raden Intan*.
- Handika, T. (2018). <http://trihandika.staff.gunadarma.ac.id/>. Retrieved 11 19, 2022, from <http://trihandika.staff.gunadarma.ac.id/>
- Majid, A. (2013). *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Mamu, H. D. (2006). PROFIL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN METAKOGNISI.
- Maziyah, K. N., & Hidayati, F. H. (2022). Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan STEM untuk Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Trigonometri. *Jurnal Tadris Matematika*, 241-256. doi:<http://dx.doi.org/10.21274/jtm.2022.5.2.241-256>
- More, T. (2014). *Implementation and Integration of Engineering in K-12 STEM education*. Purdue University Press,.
- Mulyatiningsih, E. (2018). *Riset Terapan Bidang Pendidikan Dan Teknik*.
- Mulyatiningsih, E. (2018). *Riset Terapan Bidang Pendidikan Dan Teknik*. Bandung: Alfabeta.

- N, E. (2013). Probing Student's critical thinking by presenting ill defined physics program. *Revista Mexicana de Fisica, Sociedad Mexicana de Fisica A. C.*, 59, 1.
- Naflah, Y. N. (2014). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 4.
- Nessa, W., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C. (2017). Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Problem Based Learning di Kelas X. *Jurnal Elemen*, 1-14.
- Nikita, P. M., Leksmono, A. D., & Hatjianto, A. (2018). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7.
- Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianto. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Engineering, and Mathematics) Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA*, 55-58.
- Parno, Putri, A. A., & Putri, A. A. (2023). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA BERBASIS PBL TERINTEGRASI STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PADA MATERI GERAK LURUS. *Penelitian Multidisiplin Ilmu*, 1.
- Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi Dalam Pembelajaran Sains . *Seminar Nasional Pendidikan Sains*, 23-34.
- Philips, C. (2004). The California Critical Thinking Instrumen for Benchmarking, Program Assessment, and Directing Curricular Change. *American Journal of Pharmaceutical Education*.
- Purwanto,J., & Hasanah, B.U. (2014). Eektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Tipe Pictorial Riddle dengan Konten Integrasi-Interkoneksi pada Materi Suhu dan Kalor terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Kaunia*, 117-127.
- Rahmatina, C. A., Jannah, M., & Annisa, F. (2020). Jurnal Phi Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Science , Technology , Engineering , and Mathematics. 27-34.
- Rani, O. (2019). Bahan Ajar Berbasis Science, Technology, Engineering, Mathematics (Stem)cuntuk Mendukung Pembelajaran IPA Terpadu. *Journal of Science Education and Teaching*, 2, 1.

- Rusyati, R., Permanasari, A., & Ardianto, D. (2019). Rekonstruksi Bahan Ajar Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Teknologi Siswa pada Konsep Kemagnetan. *Journal of Science Education and Practice*, 10-22.
- Sakti, I., Nirwana, & Defianti, A. (2022). IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN BERBASIS STEM PADA MATA. *Jurnal Kumparan Fisika*, 52, 131-140. doi:https://ejournal.unib.ac.id/index.php/kumparan_fisika
- Salampessy, S., & Muri, Y. (2019). Analisis Kebutuhan E-Modul Berbasis PBL Berpendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif. *Prosiding Sendika*, 5, 1.
- Septian, A. (2016). Penerapan Asesmen Kinerja dalam Pendekatan STEM (Sains, Teknologi, Engineering, Matematika) untuk mengungkap Keterampilan Proses Sains, Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek Isu – isu Kontemporer Sains, Lingkungan, dan Inovasi Pembelajarannya. *Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Simamarta, J., SImanihuruk, L., Ramadhani, R., Safitri, M., Wahyuni, D., & Iskandar, A. (2020). Pembelajaran STEM Berbasis HOTS dan Penerapannya. Yayasan Kita Menulis.
- Sudarti, P. D. (2015). Engineering, and Mathematics) Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Jurnal Fisika Indonesia*, 44-48.
- Sugianto, D., & Hasyi, M. (2018). Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM pada Materi Tekanan. *Natural Science Education Research*, 28-39.
- Suwarma, I. R. (2015). “Balloon Powered Car” sebagai Media Pembelajaran IPA Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). *Prosiding Simposium Nasional dan Pembelajaran Sains (SNIPS 2015)*.
- Thiagarajan, S., Semmel, D., & Semmel, M. (1974). Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children. A Source Book Bloomington, Center Innovation in Teaching the Handicapped. *Indiana*.
- Ulandari, F. S. (2018). Pengembangan Modul Berbasis Saintifik Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Gerak Harmonis di SMAN Balung. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7, 1.
- Widoyoko, E. P. (2012). In *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

- Widoyoko, E. P. (2013). Penulisan Modul. In D. T. Kependidikan, *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian* (p. 106). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Widyaningrum, P. (2021). PENGEMBANGAN E-MODUL DENGAN FLIPBOOK MAKERKD 3.6 MENGANALISIS PERILAKU KONSUMEN DALAM BISNIS RITELKELAS XI BDP DI SMK NEGERI 2 TUBAN. *Jurnal Pendidikan Tata Niaga (JPTN)*, 9.
- Winantyo, Saputra, R. D., Fitriani, S., Morena, R., Kosotali, A., Saichu, G., Gandara, D. (2008). *MASYARAKAT EKONOMI ASEAN (MEA) 2015*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Winarti, F. A. (2013). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Fenomena untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Siswa Sekolah Dasar. *Kaunia*, 27-33.
- Wulansari, E. W., Kantun, S., & Suharso, P. (2018). PENGEMBANGAN E-MODUL PEBELAJARAN EKONOMO MATERI PASAR MODAL UNTUK SISWA KELAS XI IPS MAN 1 JEMBER TAHUN AJARAN 2016/2017. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 1-7.
- Yuaninta, Y., & Kurnia, F. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Materi Kelistrikan Untuk Sekolah Dasar. *Profesi Pendidikan Dasar*, 199-210.
- Yulicahyani, T., Prihandono, T., & Lesmono, A. D. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Fisika Materi Suhu Dan Pemuaiian Berbasis Potensi Lokal 'KerajinanLogam Sayangan' Untuk Siswa SMP Kalibaru Banyuwangi. 112-119.