

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS MASALAH TERINTEGRASI
STEM BERBANTUAN LMS (*LEARNING MANAGEMENT SYSTEM*)
UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF**

(Tesis)

Oleh

**MEISITA SARI
NPM 1923022021**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS MASALAH TERINTEGRASI
STEM BERBANTUAN LMS (*LEARNING MANAGEMENT SYSTEM*)
UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF**

Oleh

MEISITA SARI

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN**

Pada

**Jurusan Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**



ABSTRAK

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS MASALAH TERINTEGRASI STEM BERBANTUAN LMS (*LEARNING MANAGEMENT SYSTEM*) UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF

Oleh

MEISITA SARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis masalah terintegrasi STEM berbantuan LMS (*Learning Management System*) yang valid, praktis, dan efektif untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Penelitian ini menggunakan metode R&D dengan desain pengembangan model *four D* yang terdiri dari empat tahapan, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul valid, praktis, dan efektif. Pada uji kevalidan dinyatakan sangat layak dengan persentase kelayakan isi sebesar 89% dan konstruk 88%. Analisis angket keterbacaan diperoleh hasil persentase 80% dengan kategori keterbacaan baik, analisis keterlaksanaan diperoleh rata-rata persentase sebesar 79,07% hal ini mengindikasikan bahwa e-modul yang dikembangkan praktis. Keefektifan dilihat dari peningkatan *n-gain* sebesar 0,54 dengan kategori sedang dan hasil *independent paired t-test* diperoleh nilai signifikansi $< 0,05$ bahwa e-modul yang telah dikembangkan efektif untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa.

Kata Kunci: E-modul, LMS, STEM, Keterampilan Berpikir Kreatif

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF PROBLEM BASED E-MODUL INTEGRATED STEM ASSISTED LEARNING MANAGEMENT SYSTEM TO TRAIN CREATIVE THINKING SKILLS

By

MEISITA SARI

This study aims to develop a valid, practical, and effective STEM (Learning Management System) integrated problem based e-module to train students creative thinking skills. This study uses the R&D method with a four D model development design consisting of four stages, namely define, design, develop, and disseminate. The results showed that the e-module is valid, practical, and effective. In the validity test, it was declared very feasible with the percentage of content eligibility of 89% and constructs of 88%. The analysis of the readability questionnaire obtained a percentage of 80% with a good readability category, the implementation analysis obtained an average percentage of 79.07%, this indicates that the e-module developed is practical. The effectiveness can be seen from the increase in n-gain of 0.54 in the medium category and the results of the independent paired t-test obtained a significance value of <0.05 that the e-module that has been developed is effective for training students creative thinking skills.

Keywords: E-module, LMS, STEM, Creative Thinking Skills

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS MASALAH TERINTEGRASI STEM BERBANTUAN LMS (LEARNING MANAGEMENT SYSTEM) UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

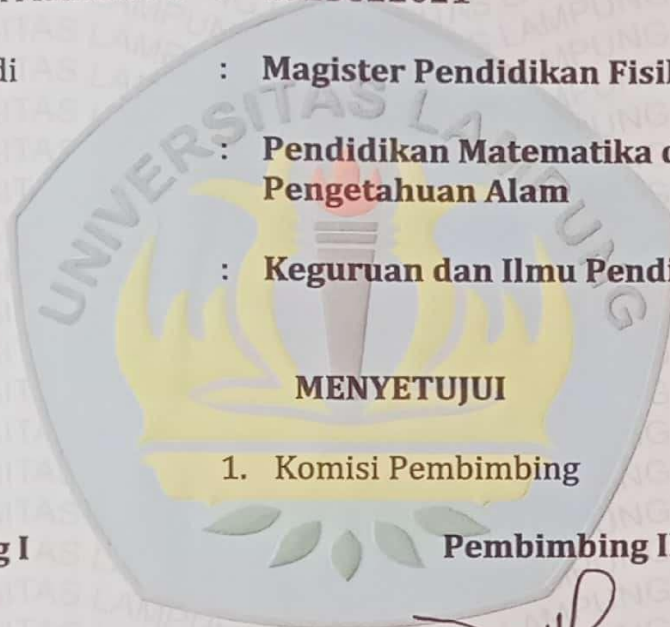
Nama Mahasiswa : **Meisita Sari**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1923022021**

Program Studi : **Magister Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



Pembimbing I

Dr. I Wayan Distrik, M.Si
NIP 19631215 199102 1 001

Pembimbing II

Dr. Viyanti, M.Pd.
NIP 19800330 200501 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP. 19600301 198503 1 003

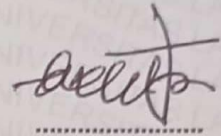
**Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Fisika**

Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP. 19650616 199102 2 001

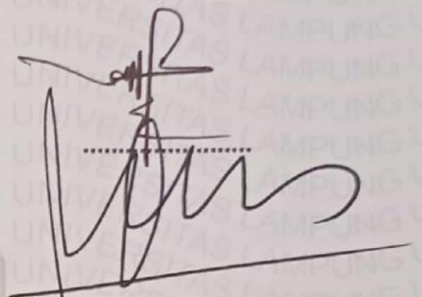
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

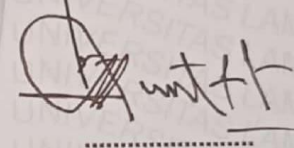
Ketua : **Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Viyanti, M.Pd.**



Penguji Anggota : **Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.**



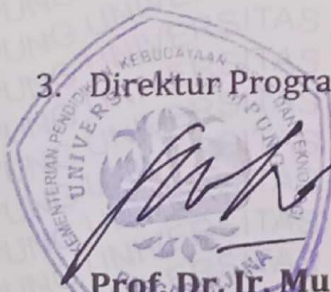
Dr. Kartini Herlina, M.Si.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP. 19651230 199111 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP. 19640326 198902 1 001

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : **14 April 2023**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Meisita Sari
NPM : 1923022021
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika
Alamat : Dusun 4, RT/RW: 012/007, Dam 12 Desa
Sidomulyo, Punggur, Lampung Tengah

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Pender Lampung, 13 September 2022



Meisita Sari
1923022021

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap penulis adalah Meisita Sari dilahirkan di Punggur 31 Mei 1994, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sularno dan Ibu Robaniah yang telah mendidik serta memberikan cinta dan kasih sayang sepenuh hati sejak kecil hingga saat ini.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK-SD-SMP Gula Putih Mataram pada tahun 1999-2001-2007. Pada tahun 2009 melanjutkan pendidikan di SMA Muhammadiyah 1 Purbolinggo. Pada tahun 2012 penulis diterima di Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah di Institut Agama Islam Negeri Lampung dan dinyatakan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan studinya di Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

MOTTO

إِنَّمَا أَمْرُهُ إِذَا أَرَادَ شَيْئًا أَنْ يَقُولَ لَهُ كُنْ فَيَكُونُ

Sesungguhnya urusan-Nya menciptakan segala sesuatu sangatlah mudah bagi-Nya. Apabila Dia menghendaki untuk menciptakan sesuatu,

Dia hanya berkata kepadanya,

“Jadilah!” Maka dengan serta-merta jadilah sesuatu yang dikehendaki-Nya itu.

(QS. Yasin:82)

“Janganlah engkau mengucapkan perkataan yang engkau sendiri tak suka mendengarnya jika orang lain mengucapkan kepadamu.”

(Ali Bin Abi Tholib)

“Jika berdoa mendatangkan harapan

Maka berusaha akan mendatangkan jalan

Maka kulakukan keduanya ditambah dengan yakin-NYA yang kuat.”

“Meisita Sari”

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah *subhanahu wa ta'ala* yang selalu melimpahkan rahmat dan ridho-Nya, shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad *solallahu 'alaihi wa salam*. Penulis mempersembahkan karya sederhana ini sebagai tanda bukti yang tulus dan mendalam kepada:

1. Kedua orangtua tercinta, Bapak Sularno dan Ibu Robaniah yang telah membesarkan dengan penuh cinta dan kasih sayang, yang selalu berdoa dalam setiap nafasnya.
2. Adik tersayang, Khowashiyah Syafitri yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, dan semangat untuk segera menyelesaikan studi.
3. Para pendidik yang telah mengajarkan berbagai ilmu.
4. Keluarga besar magister pendidikan fisika 2019.
5. Almamater tercinta.

SANWACANA

Puji syukur atas rahmat dan kasih sayang Allah *subhanahu wa ta'ala* sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan lancar.

Tesis yang berjudul “Pengembangan E-modul Berbasis Masalah Terintegrasi STEM Berbantuan LMS (*Learning Management System*) Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M. Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika sekaligus Penguji II atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membimbing, memotivasi, memberikan saran, dan kritik dalam proses penyusunan tesis ini.
6. Bapak Dr. Doni Andra, M. Sc., selaku pembimbing I atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membimbing, memotivasi, memberikan saran, dan kritik dalam proses penyusunan tesis ini.
7. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku pembimbing I atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membimbing, memotivasi, memberikan saran, dan kritik dalam proses penyusunan tesis ini.

8. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku pembimbing II atas kesediaan memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan kritik dalam memperbaiki penulisan tesis ini.
9. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku penguji I atas kesediaan memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan kritik dalam memperbaiki penulisan tesis ini.
10. Bapak Dodi Setiawan, M.Pd., selaku kepala sekolah SMA Muhammadiyah 1 Purbolingo atas izin, bantuan, kerjasama, dan motivasinya.
11. Ibu Latif A., S.Pd., selaku guru pendidikan fisika di SMA Muhammadiyah 1 Purbolingo yang menjadi mitra selama penelitian berlangsung.
12. Teman-teman magister pendidikan fisika 2019.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Bandar Lampung, 13 September 2022
Penulis,

Meisita Sari

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>E-Modul</i>	6
2.2 LMS (<i>Learning Management System</i>).....	7
2.3 STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)	9
2.4 PBL dalam <i>E-Modul</i>	13
2.5 Keterampilan Berpikir Kreatif	19
2.6 Teori Belajar yang Mendukung Pengembangan Produk	21
2.7 Penelitian Relevan.....	26
2.8 Kerangka Pemikiran.....	27
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	31
3.2 Prosedur Pengembangan	31

3.3 Teknik Pengambilan Data	37
3.4 Teknik Analisis Data.....	38
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	45
4.2 Pembahasan.....	70
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	92

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Model PBL	14
2. Tahap Kegiatan Pembelajaran PBL-STEM	16
3. Rubrik Keterampilan Berpikir Kreatif	19
4. Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif.....	20
5. Penelitian Relevan.....	25
6. Keterbaruan Penelitian.....	26
7. Skor Penilaian	39
8. Tafsiran Skor Persentase	40
9. Klasifikasi Koefisien Reliabilitas.....	41
10. Konversi Skor Penilaian Pernyataan.....	42
11. Kriteria Interpretasi g.....	43
12. Interpretasi d	44
13. Identifikasi Masalah dan Kebutuhan Bahan Ajar	46
14. Rekapitulasi Analisis Kebutuhan Guru.....	46
15. Rekapitulasi Analisis Kebutuhan Siswa	48
16. Rancangan Awal <i>E-Modul</i>	55
17. Hasil Uji Validasi Ahli.....	60
18. Persentase Skor Rata-rata Uji Validasi Isi dan Konstruk.....	61
19. Hasil Rekomendasi Perbaikan oleh Para Ahli	62
20. Hasil Uji Validitas Soal.....	63
21. Hasil Uji Keterbacaan	64

22. Hasil Uji Keterlaksanaan	65
23. Hasil Uji Respon Siswa.....	65
24. Hasil Uji Normalitas <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	66
25. Hasil Rata-Rata g Keterampilan Berpikir Kreatif.....	67
26. Hasil Uji <i>Paired Sample T-test</i>	67
27. Rekapitulasi Ketercapaian Keterampilan Berpikir Kreatif	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Desain Penelitian <i>One Group Pretest Posttest</i>	35
2. Bagian Model 4D	36
3. Tampilan Glosarium <i>E-Modul</i>	52
4. Tampilan Daftar Isi <i>E-Modul</i>	53
5. Tampilan Lembar Kerja <i>E-Modul</i>	54
6. Tampilan <i>Cover E-Modul</i>	57
7. Tampilan Depan Masing-masing Kegiatan Belajar	58
8. Pemaparan Materi yang Disertai Gambar	58
9. Aktivitas <i>E-Modul</i> yang dilengkapi Video	59
10. Tampilan Evaluasi.....	60
11. Hasil Kerja Siswa Menjawab Pertanyaan Getaran Harmonis.....	78
12. <i>Canva Web</i>	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Cara Membuat <i>E-Modul</i>	93
2. Rekapitulasi Hasil Analisis Kebutuhan Guru dan Siswa.....	97
3. Instrumen Uji Validasi Isi.....	102
4. Instrumen Uji Validasi Konstruk	124
5. Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Isi.....	128
6. Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Konstruk.....	129
7. Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan	130
8. Rekapitulasi Hasil Uji Keterlaksanaan	131
9. Rekapitulasi Hasil Uji Respon Siswa	132
10. Hasil Uji Reliabilitas Soal.....	133
11. Hasil Uji Normalitas	134
12. Hasil Uji <i>Paired T-test</i>	135
13. Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kreatif.....	136
14. Silabus.....	137
15. RPP.....	139
16. <i>E-Modul</i>	146

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi abad 21 telah memasuki berbagai bidang termasuk pendidikan, termasuk guru, siswa, dosen, dan mahasiswa dituntut memiliki keterampilan belajar mengajar (Bele dan Made, 2018). Terdapat lima keterampilan yang harus dilatihkan dan dikembangkan pada abad 21 yaitu keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi, keterampilan kolaboratif keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif (Emda, 2017). Berpikir kreatif diartikan sebagai keterampilan siswa menggunakan imajinasinya untuk menghasilkan ide atau gagasan, mengajukan pertanyaan, mengajukan hipotesis, bereksperimen menggunakan alternatif lain, dan kemampuan siswa untuk mengevaluasi (Kampylis dan Berki, 2014). Selain itu berpikir kreatif juga kemampuan untuk menemukan banyak kemungkinan jawaban terhadap masalah (Purwaningrum, 2016). Siswa yang memiliki tingkat berpikir kreatif tinggi memiliki motivasi sehingga semangat dalam belajar (Kalsum *et al.*, 2021). Semangat belajar diperlukan dalam belajar, termasuk saat belajar fisika.

Salah satu materi fisika yang sulit dipahami konsepnya oleh siswa adalah getaran harmonis. Hasil rekapitulasi analisis kebutuhan siswa SMA di Lampung adalah 92,5% dari 40 siswa mengalami kesulitan memahami materi yang konsepnya abstrak sehingga kurang tepat dalam menyelesaikan masalah. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami dan menemukan ide dari masalah yang diberikan (Hariawan, 2014). Kesulitan siswa diantaranya kurang mengaitkan konsep dengan masalah yang disajikan dan sulit dalam mengidentifikasi parameter yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah

(Adolphus *et al.*, 2013). Selain itu juga diperoleh hasil rekapitulasi analisis kebutuhan guru sebanyak 75% dari 16 guru menyatakan pernah mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa dan disinyalir memiliki keterampilan berpikir kreatif yang masih rendah hal ini dikarenakan siswa kurang aktif dalam mengutarakan ide-ide. Selain itu kurang mampunya siswa dalam menyelesaikan soal fenomena fisika dan selalu terpaku pada penyelesaian dengan rumus (Putri *et al.*, 2019). Salah satu model pembelajaran yang diharapkan mampu mengatasi permasalahan tersebut yaitu model pembelajaran *problem based learning* (Imaroh *et al.*, 2020).

Problem based learning atau pembelajaran berbasis masalah memiliki 4 karakteristik sebagai berikut: keterlibatan antar siswa dalam merencanakan langkah-langkah penyelesaian masalah, investigasi dalam menggali informasi yang dibutuhkan, kinerja menyajikan temuan-temuan, dan melakukan refleksi atas masalah yang dibahas (Sunaryo, 2014). Aktivitas siswa dalam pembelajaran berbasis masalah didorong rasa ingin tahu dan pemahaman konsep (Cahyani *et al.*, 2019). Sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Wulandari, 2021) dan kemampuan berpikir kreatif siswa (Elizabeth dan Sigahitong, 2018).

Selain model pembelajaran, dibutuhkan pendekatan pembelajaran yang menunjang proses belajar, salah satunya pendekatan STEM. Pembelajaran, STEM sangat populer karena dibutuhkan dalam mengasah kemampuan kognitif, manipulatif, mendesain, memanfaatkan teknologi, dan pengaplikasian pengetahuan (Ariani *et al.*, 2019). Model PBL berpendekatan STEM untuk menumbuhkan kreativitas siswa melalui proses pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Winarni *et al.*, 2016), selain itu mampu menuntun siswa menyelesaikan masalah yang diberikan secara berkelompok, sehingga siswa dapat bekerja sama dan dapat melakukan pengelolaan pola diskusi yang cocok dengan keadaan kelompok masing-masing (Farwati *et al.*, 2017).

Dalam menyampaikan materi fisika berbasis masalah terintegrasi STEM diperlukan sumber belajar yang tepat. Salah satu sumber belajar terintegrasi STEM yang cocok adalah *E-Modul* (Sari *et al.*, 2021). Hasil rekapitulasi analisis kebutuhan guru dan siswa terhadap penggunaan media pembelajaran menunjukkan bahwa: (1) 87,5% guru memanfaatkan buku cetak dari sekolah, (2) 87,5% siswa membutuhkan *E-Modul* yang dilengkapi dengan gambar dan video yang terintegrasi STEM, dan (3) 100% siswa memiliki *smartphone*. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi yang dimiliki siswa sudah memadai untuk belajar. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan mendesain *E-Modul* yang menarik, dan praktis. *E-Modul* merupakan bahan ajar non cetak yang dapat digunakan dalam pembelajaran (Haspen *et al.*, 2021) sehingga siswa dapat belajar secara aktif dan mandiri (Puspitasari *et al.*, 2020). *E-Modul* dapat menyisipkan gambar maupun video, sehingga dapat membantu siswa dalam memahami materi ajar karena terdapat petunjuk belajar dan pemahaman konsep (Romayanti *et al.*, 2020). Pemahaman konsep yang baik menandakan kemampuan berpikir kreatif yang bagus (Suparmi, 2019), sehingga dapat melatih keterampilan berpikir kreatif (Kusumaningtyas dan Supaman, 2020).

Situasi dan kondisi belajar saat pasca pandemi Covid-19 ini sudah bersahabat dengan bantuan LMS (*Learning Management System*), salah satunya menggunakan *google classroom*. Mengandalkan inovasi teknologi berupa *google classroom* dapat digunakan pada laptop maupun seluler. Penerapan LMS berupa *google classroom* dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar dan meningkatkan hasil belajar siswa (Destyana dan Surjanti, 2021). Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya bahwa terdapat kontribusi positif antara hasil belajar dengan berpikir kreatif (Manurung *et al.*, 2020). Beberapa penelitian mengenai *E-Modul* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif sudah pernah dilakukan, diantaranya *E-Modul* berbasis realistik dapat meningkatkan berpikir kreatif menggunakan aplikasi *kvisoft flipbook maker pro* (Istikomah *et al.*, 2020), *E-Modul* dengan *software*

flip PDF Professional dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif (Wahyuliani *et al.*, 2022) dan *E-Modul* berbasis PjBL dapat mengembangkan berpikir kreatif siswa (Sriwindari *et al.*, 2022). Namun belum ada penelitian tentang *E-Modul* menggunakan aplikasi *canva* untuk melatih keterampilan berpikir kreatif. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian dengan menghasilkan produk akhir berupa *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM berbantuan LMS untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM yang valid untuk melatih keterampilan berpikir kreatif?
2. Bagaimana *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM yang praktis untuk melatih keterampilan berpikir kreatif?
3. Bagaimana *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM yang efektif untuk melatih keterampilan berpikir kreatif?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan:

1. Kevalidan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.
2. Kepraktisan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.
3. Keefektifan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.

1.4 Manfaat Penelitian

Pengembangan ini memiliki beberapa manfaat antara lain:

1. Perbaikan kualitas kegiatan belajar mengajar fisika menggunakan e-modul berbasis masalah terintegrasi STEM, diharapkan dapat menjadi alternatif cara mengajar guru untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.
2. Hasil pembelajaran dengan menggunakan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi sekolah dan lembaga pendidikan dalam upaya perbaikan proses pembelajaran.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan sebagai data awal dalam penelitian dengan menggunakan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM pada konsep lainnya.

1.5 Ruang Lingkup

Batasan ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut:

1. *E-Modul* yang dikembangkan menggunakan bantuan *Canva Web*.
2. *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM yang dimaksud dalam penelitian ada pada kompetensi dasar 3.11 Menganalisis hubungan antara gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari serta 4.11 Melakukan percobaan getaran harmonis pada ayunan sederhana dan/atau getaran pegas berikut presentasi hasil percobaan serta makna fisisnya.
3. Indikator kemampuan berpikir kreatif siswa yang diukur pada ranah kognitif meliputi indikator berpikir lancar (*fluency*), berpikir luwes (*flexibility*), berpikir orisinal (*originality*), dan berpikir merinci (*elaboration*).
4. Kevalidan *E-Modul* dinyatakan dengan presentase rata-rata validasi isi dan validasi konstruk dengan rentang 61% - 100%.
5. Kepraktisan *E-Modul* yang dimaksud dalam penelitian ini kemudahan pemakaian produk oleh guru dan siswa sebagai pengguna dengan rentang 61% - 100%.
6. Keefektifan *E-Modul* dilihat dari penguasaan materi yang diajarkan dengan rentang 61% - 100%.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *E-Modul*

E-Modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya secara elektronik (Priyanthi *et al.*, 2017). *E-Modul* dapat diakses melalui laptop ataupun *smartphone*, yang dirancang dalam bentuk digital dan sistematis dapat mendukung siswa agar dapat belajar dan memecahkan masalah secara mandiri (Handhika *et al.*, 2017). *E-Modul* dijadikan salah satu alternatif media yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan dalam proses pembelajaran (Widestra dan Putri, 2019), maka dari itu pengembangan modul pembelajaran ditujukan untuk belajar mandiri siswa (Perdana, 2017) sehingga adanya modul dapat membantu siswa dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Dengan demikian *E-Modul* dapat diartikan sebagai bahan ajar elektronik yang didalamnya terdapat materi pelajaran dan dapat diakses secara *online* melalui laptop ataupun gawai.

E-Modul dinilai bersifat inovatif karena dapat menampilkan bahan ajar yang lengkap, menarik, interaktif, dan mengemban fungsi kognitif yang bagus (Oktavia *et al.*, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Suarsana dan Mahayukti (2013) menemukan bahwa *E-Modul* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada siswa dan mendapatkan respon positif dari siswa. Menurut Elice (2012) *E-Modul* dapat menjadi salah satu bentuk bahan ajar yang dikembangkan karena memiliki lima karakteristik utama yang menjadi kelebihanannya, yaitu:

a. *Self Instructional*, yaitu siswa mampu membelajarkan diri sendiri tidak

tergantung pada orang lain.

- b. *Self Contained*, yaitu seluruh materi pembelajaran dari suatu kompetensi terdapat dalam satu modul secara utuh.
- c. *Stand Alone* atau berdiri sendiri, yaitu modul tidak tergantung pada bahan ajar lain dan tidak dipergunakan bersama-sama dengan bahan ajar lain.
- d. *Adaptive*, yaitu memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi, fleksibel dipergunakan diberbagai tempat dan dapat digunakan dalam kurun waktu tertentu.
- e. *User Friendly*, yaitu bersahabat dengan pemakainya.

E-Modul ini merupakan bahan ajar yang bersifat mandiri sehingga perlu dikemas sedemikian rupa supaya melalui *E-Modul* ini, siswa dapat belajar secara mandiri. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Istikomah *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan *E-Modul* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kamalasari dan Sukestiyarno (2019) penggunaan *E-Modul* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa, sehingga dapat disimpulkan penggunaan *E-Modul* juga dapat melatih kemampuan berpikir kreatif.

Beberapa uraian di atas memunculkan ide penelitian bagaimana menjadikan *E-Modul* sebagai inovasi sumber belajar dan penelitian ini bertujuan untuk menguraikan lebih dalam terkait pengembangan *E-Modul* didasarkan dari referensi buku, maupun hasil penelitian jurnal-jurnal mengenai pengembangan *E-Modul*. *E-Modul* yang dikembangkan berisi teks, gambar, video, latihan soal yang melatih kemampuan berpikir kreatif siswa, serta masalah yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM.

2.2 LMS (*Learning Management System*)

Google classroom merupakan salah satu LMS (*Learning Management System*) berbentuk web yang menawarkan pembelajaran sama seperti di dalam kelas secara gratis dan mudah digunakan seperti media sosial seperti *facebook* (Putri *et al.*, 2014). Penggunaan *google classroom* dapat menjadikan pembelajaran lebih efektif, terlebih lagi guru dan siswa bisa

setiap saat berinteraksi melalui kelas *online google classroom*. Siswa nantinya dapat membaca, berdiskusi, menyimak, dan mengirim tugas dari jarak jauh (Riyanto *et al.*, 2020). Menurut Abid dan Iqbal (2018) *google classroom* merupakan aplikasi tak berbayar, sehingga dianggap sangat cocok untuk digunakan dinegara-negara berkembang, atau secara khusus dapat digunakan oleh sekolah-sekolah yang memiliki keterbatasan biaya dalam pengembangan penggunaan ICT dalam proses pembelajarannya.

Memanfaatkan *google classroom* sebagai proses pembelajaran dapat membuat siswa sebagai partisipan mampu mengarsipkan tugas dan menghubungkannya dengan penyimpanan *google drive*. Fleksibilitas waktu dan tempat juga membuat *google classroom* menjadi proses pembelajaran yang disukai. Selain menjadikan siswa lebih mandiri juga membuat diskusi layaknya kelas tatap muka tetap dapat terjalin. Kehadiran *google classroom* sebagai salah satu media pembelajaran diminati dan membuat pengalaman baru siswa dalam kelas Pengelolaan Konten Digital (Hapsari dan Pamungkas, 2019). Beberapa fitur yang dimiliki oleh *google classroom* seperti: *courses*, forum diskusi, tugas, anggota kelas, dan nilai (Pathoni, 2014).

Menurut Iftakhar (2016) terdapat beberapa kelebihan dari *google classroom*, diantaranya:

- a) Mudah digunakan: Desain google kelas sengaja menyederhanakan antarmuka instruksional dan opsi yang digunakan untuk tugas pengiriman dan pelacakan; komunikasi dengan keseluruhan atau iindividu juga disederhanakan melalui pemberitahuan pengumuman dan email.
- b) Menghemat waktu: Ruang kelas google dirancang untuk menghemat waktu. Mengintegrasikan penggunaan aplikasi google lainnya, termasuk dokumen, *slide*, dan *spreadsheet*, proses pemberian dokumen, penilaian, penilaian formatif, dan umpan balik disederhanakan.
- c) Berbasis *cloud*: *google classroom* menghadirkan teknologi yang lebih profesional dan otentik untuk digunakan dalam lingkungan belajar karena aplikasi google mewakili sebagian besar alat komunikasi perusahaan

- berbasis *cloud* yang digunakan di seluruh angkatan kerja profesional.
- d) Fleksibel: Aplikasi ini mudah diakses dan dapat digunakan oleh guru dan siswa di lingkungan belajar tatap muka dan lingkungan *online* sepenuhnya. Hal ini memungkinkan para guru untuk mengeksplorasi dan memengaruhi metode pembelajaran yang lebih mudah dan mengatur pengumpulan tugas.
 - e) Gratis: Google kelas sendiri sudah dapat digunakan oleh siapapun untuk membuka kelas di google kelas asalkan memiliki akun gmail dan bersifat gratis. Selain itu dapat mengakses semua aplikasi lainnya, seperti *drive*, *documents*, *spreadsheets*, *slides*, dll.
 - f) Ramah seluler: *Google classroom* dirancang agar responsif. Mudah digunakan pada perangkat *mobile* manapun. Akses *mobile* ke materi pembelajaran yang menarik dan mudah untuk berinteraksi sangat penting dalam lingkungan belajar terhubung *website*.

Walaupun *google classroom* memiliki keunggulan, tetapi masih terdapat beberapa kelemahan yakni: aplikasi harus terkoneksi dengan internet, penggunaan aplikasi belum menyediakan fitur *video conference* dan tidak tersedianya kolom pencarian (Simanihuruk *et al.*, 2019). Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dalam penelitian ini *google classroom* digunakan sebagai bantuan dalam memudahkan peneliti menyampaikan pembelajaran, diawali dengan pandemi Covid-19 yang mana kegiatan pembelajaran dilaksanakan dengan sistem belajar *online*. Penggunaan *google classroom* dapat meningkatkan minat belajar siswa sehingga pembelajaran menggunakan *E-Modul* menjadi lebih efektif dan efisien.

2.3 STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam E-Modul

Pendidikan abad ke-21 menuntut siswa memiliki keterampilan, pengetahuan, dan kemampuan untuk menguasai bidang teknologi, media, dan informasi. Oleh karena itu pendidik dituntut mampu menghadirkan pendekatan yang tepat dalam membelajarkan materi. Pendekatan STEM merupakan salah satu pendekatan modern yang mengintegrasikan banyak aspek untuk memberikan

siswa kemampuan memecahkan masalah yang timbul dalam kehidupan di abad 21. Adanya STEM, siswa dituntut untuk berpikir kritis dan kreatif, sistematis dan logis sehingga mereka dapat bersaing di abad 21 dan dapat menghadapi tantangan global (Anggraini dan Huzaifah, 2017). Selain itu pendekatan STEM sangat menguntungkan bagi siswa dikarenakan dalam penerapannya STEM mengintegrasikan sains, teknologi teknik, dan berbagai ilmu lainnya melalui pembelajaran berbantuan proyek yang akan menjadikan siswa mampu memecahkan masalah secara autentik dan kolaboratif (Sandall *et al.*, 2018). Keterkaitan antara sains dan teknologi maupun ilmu lain tidak dapat dipisahkan dalam pembelajaran sains, hal ini karena STEM merupakan disiplin ilmu yang berkaitan satu sama lain (Dorph *et al.*, 2018). Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan beberapa bidang ilmu yang terdiri dari sains, teknologi, teknik, dan matematika yang diterapkan dengan memberikan pengalaman kepada siswa untuk memecahkan masalah.

Sejalan dengan itu Morrison (2006) menyebutkan beberapa manfaat pendidikan STEM, diantaranya adalah membuat siswa menjadi pemecah masalah, penemu, inovator, mandiri, pemikir yang logis, menguasai teknologi dan mampu menghubungkan pendidikan STEM dengan dunia kerja. Selain itu Bybee (2013) menjelaskan bahwa kemampuan STEM mengacu pada:

1. Pengetahuan, sikap dan keterampilan seorang individu untuk mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan dalam kehidupan nyata, menjelaskan suatu yang alamiah dan terancang, serta menggambarkan kesimpulan berdasarkan fakta mengenai isu-isu STEM.
2. Pemahaman seorang individu mengenai karakteristik disiplin ilmu STEM sebagai bentuk dari pengetahuan, penemuan, dan desain.
3. Kepekaan seorang individu tentang bagaimana STEM membentuk intelektual dan budaya lingkungan.
4. Keinginan seorang individu untuk terikat dalam isu STEM dan ide-ide sebagai seorang warga negara yang peduli, konstruktif, dan reflektif.

Pendidikan STEM menunjukkan kepada siswa bagaimana konsep, prinsip, teknik sains, teknologi, teknik, dan matematika digunakan secara terintegrasi untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang bermanfaat bagi kehidupan manusia (Mulyani, 2019). Tiga pendekatan untuk pengajaran pendidikan STEM saat ini sedang dipraktikkan adalah:

1. Pendekatan Silo

Pendekatan silo merupakan pendidikan STEM mengacu pada instruksi yang terisolasi dalam setiap mata pelajaran. Setiap individu didorong untuk mempelajari konten.

2. Pendekatan Tertanam

Pendekatan tertanam STEM dapat secara luas didefinisikan sebagai pendekatan untuk pendidikan, dimana pengetahuan diperoleh melalui penekanan pada situasi dunia nyata dan teknik pemecahan masalah dalam konteks sosial, budaya, dan fungsional.

3. Pendekatan Terpadu

Pendekatan terpadu untuk STEM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan masing-masing bidang STEM dan menjadikan satu subjek pada pengajaran (Roberts dan Cantu, 2012).

Pendekatan STEM yang akan diintegrasikan pada penelitian ini adalah pendekatan terpadu. Pendekatan terpadu membangun siswa untuk memiliki pengalaman belajar yang lebih bermakna. Pendekatan terpadu STEM menghubungkan empat konten bidang STEM dalam pengetahuan dan keterampilan sehingga siswa dapat memahami konsep dengan baik.

Salah satu aspek untuk menunjang keberhasilan penerapan STEM dalam proses pembelajaran adalah perlu adanya motivasi belajar dari siswa (Skinner *et al.*, 2017), menurut Bottia *et al.*, (2018) selain motivasi, minat siswa terhadap pembelajaran berbantuan STEM juga menjadi aspek penting yang mempengaruhi keberhasilan belajar siswa. Menurut Abdurrahman *et al* (2019) dalam hasil penelitiannya berpendapat bahwa untuk mengoptimalkan hasil belajar siswa yang berorientasi STEM dapat diawali dengan

meningkatkan minat dan motivasi siswa terhadap pembelajaran STEM dengan memberikan suatu pengalaman melalui kegiatan sains, sehingga siswa mampu mendefinisikan dan mengembangkan konsep secara mandiri. Pengalaman tersebut menjadikan siswa termotivasi karena menganggap dirinya mampu mengeksplorasi potensi yang mereka miliki.

Sebuah literatur membuktikan bahwa pembelajaran terintegrasi STEM memiliki potensi untuk meningkatkan pengetahuan konseptual dalam pembelajaran (Honey *et al.*, 2014), relevan dengan pernyataan tersebut Kennedy & Odell (2014) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa pembelajaran berbantuan STEM melibatkan siswa pada kegiatan penyelidikan ilmiah sebelum menjawab rumusan masalah yang dibuatnya sehingga menuntun siswa untuk memiliki keterampilan proses sains. Berdasarkan pemaparan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran yang terintegrasi STEM dapat meningkatkan hasil belajar siswa berupa pemahaman konseptual dan meningkatkan keterampilan penyelidikan ilmiah dalam memecahkan masalah, namun keberhasilan suatu pembelajaran tidak hanya bergantung pada pendekatan yang digunakan tetapi juga bergantung pada bahan ajar yang digunakan.

Penggunaan STEM sedang menjadi *trend* dalam dunia pendidikan saat ini, harapannya dengan menggunakan STEM sebagai pendekatan dalam pembelajaran siswa mampu menyelesaikan berbagai permasalahan pada abad 21. Agar dapat membelajarkan STEM, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pendekatan STEM yang efektif di sekolah menengah.

Adapun untuk kemudahan yang diperoleh dengan menerapkan STEM, berikut beberapa kelebihan penerapan STEM pada pembelajaran (Beatty, 2011):

- a. Menumbuhkan pemahaman tentang hubungan antara prinsip, konsep, dan keterampilan domain didisiplin tertentu.
- b. Membangkitkan rasa ingin tahu siswa, memicu imajinasi kritis, dan berpikir kritis.
- c. Membantu siswa untuk memahami dan mengalami proses penyelidikan

- ilmiah.
- d. Mendorong kolaborasi pemecahan masalah dan saling ketergantungan dalam kerja kelompok.
 - e. Memperluas pengetahuan siswa diantaranya pengetahuan matematika dan ilmiah.
 - f. Membangun pengetahuan aktif dan ingatan melalui pembelajaran mandiri.
 - g. Meningkatkan minat siswa, partisipasi, dan meningkatkan kehadiran.
 - h. Mengembangkan kemampuan siswa untuk pengetahuan.

2.4 PBL dalam E-Modul

Dalam kehidupan selalu identik dengan menghadapi masalah. Penerapan pembelajaran di sekolah pun ada model pembelajaran yang berdasarkan masalah. Model ini dinamakan model berdasarkan masalah atau sering disebut dengan *problem based learning* disingkat dengan PBL.

PBL dapat diartikan sebagai suatu model pembelajaran yang melibatkan siswa untuk menyelesaikan suatu masalah melalui tahap-tahap metode ilmiah sehingga siswa dapat mempelajari pengetahuan yang berhubungan dengan masalah tersebut sekaligus memiliki keterampilan untuk menyelesaikan masalah (Dongoran *et al.*, 2019). Menurut Hmelo dan Barrows (2006) mengatakan bahwa masalah yang dimunculkan dalam pembelajaran PBL tidak memiliki jawaban yang tunggal, artinya para siswa harus terlibat dalam eksplorasi dengan beberapa jalur solusi, dimana keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah inilah yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir sebagai langkah memecahkan permasalahan yang dibahas serta dapat mengambil simpulan berdasarkan pemahaman mereka. Sedangkan menurut Adelia *et al.*, (2019) PBL merupakan model pembelajaran yang konstruktivitas karena siswa aktif menggali informasi saat berkelompok. Siswa akan menjadi semakin mengerti karena mereka menggali, mencerna, dan mengolah informasi dalam kelompok.

Berdasarkan beberapa pengertian yang diuraikan disimpulkan bahwa, PBL

merupakan model pembelajaran yang di dalamnya memunculkan masalah yang terjadi dalam kehidupan nyata sebagai pembelajaran untuk siswa, agar dapat memecahkan masalah sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikirnya.

PBL membantu siswa untuk melihat bahwa pembelajaran dan masalah kehidupan terjadi dalam satu konteks yang memungkinkan berbagai solusi yang ada dan memungkinkan (Savin, 2003). PBL digunakan dalam beragam mata pelajaran dan disiplin ilmu di seluruh dunia karena PBL dilihat sebagai sarana pendidikan siswa untuk belajar dengan kompleksitas. Pada penelitian ini model PBL digunakan pada mata pelajaran fisika materi getaran harmonis. Masalah yang disajikan yaitu fenomena yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari pada materi getaran harmonis seperti bandul dan pegas.

Menurut Riyanto (2014) setiap model pembelajaran memiliki ciri-ciri yang membedakan dengan model pembelajaran lainnya, dalam model PBL terdapat beberapa ciri-ciri yaitu: 1) ide pokok dibalik PBL adalah titik awal pembelajaran sebaiknya sebuah masalah; 2) sifat model PBL berpusat pada siswa dan menentukan pembelajaran mandiri (*self directed learning*); 3) pada awalnya model tersebut ditunjukkan untuk kelompok kecil. Sedangkan Rusmono (2012) menyatakan bahwa dalam model PBL terdapat ciri-ciri antara lain: 1) permasalahan menjadi starting poin dalam belajar, 2) permasalahan yang diangkat adalah permasalahan yang ada didunia nyata yang tidak terstruktur, 3) permasalahan membutuhkan prespektif ganda, 4) permasalahan menantang pengetahuan yang dimiliki siswa, 5) pemanfaatan sumber pengetahuan yang beragam, penggunaannya, dan evaluasi sumber informasi merupakan proses yang esensial dalam PBL, 6) belajar adalah kolaboratif, komunikasi dan kooperatif, 7) pengembangan keterampilan dan pemecahan masalah sama pentingnya dengan penguasaan isi pengetahuan untuk mencari solusi dari sebuah permasalahan, 8) sintesis dan integrasi dari sebuah proses belajar, 9) PBL melibatkan evaluasi dari *review* pengalaman siswa dan proses belajar.

Tiga ciri utama model pembelajaran PBL menurut Sanjaya (2010) adalah: 1) PBL merupakan rangkaian aktivitas pembelajaran, artinya dalam implementasi PBL ada sejumlah kegiatan yang harus dilakukan siswa. PBL tidak mengharapkan siswa hanya sekedar mendengarkan, mencatat, kemudian menghafal materi pelajaran, akan tetapi melalui PBL siswa aktif berpikir, komunikasi, mencari dan mengolah data dan akhirnya menyimpulkan, 2) Aktivitas pembelajaran ditunjukkan untuk menyelesaikan masalah PBL menetapkan masalah sebagai kata kunci dalam pembelajaran, artinya tanpa masalah tidak mungkin ada proses pembelajaran, 3) pemecahan masalah dilakukan dengan menggunakan pendekatan berpikir secara ilmiah.

Dari pendapat di atas dapat dikatakan bahwa PBL bercirikan: 1) Berkaitan dengan masalah dalam kehidupan nyata; 2) Mengutamakan belajar mandiri; 3) Berpusat pada siswa; 4) Bersifat ilmiah; 5) Dilakukan secara berkelompok.

PBL sebagai model pembelajaran memiliki beberapa tujuan pembelajaran yang diperoleh siswa setelah mengikuti proses pembelajaran. Tujuan model PBL dijelaskan oleh Arends (2012) untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir, kemampuan menyelesaikan masalah, dan keterampilan intelektualnya serta menjadi pelajar yang mandiri dan otonom. Adapun beberapa sintaks model PBL sebagai berikut:

Tabel 1. Sintaks Model PBL

Sintaks	Perilaku Guru
Memberikan orientasi tentang permasalahannya kepada siswa	Guru membahas tujuan pelajaran, mendiskripsikan berbagai kebutuhan logistik penting, dan memotivasi siswa untuk terlibat dalam kegiatan mengatasi masalah.
Mengorganisasikan siswa untuk meneliti	Guru membantu siswa untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya.
Membantu investigasi/penyelidikan mandiri dan kelompok	Guru mendorong siswa untuk mendapatkan informasi yang tepat, melaksanakan eksperimen, mencari penjelasan, dan solusi.

Sintaks	Perilaku Guru
Mengembangkan dan mempresentasikan hasil kerja	Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan hasil-hasil yang tepat, seperti laporan, rekam video dan model-model yang membantu mereka untuk menyampaikan kepada orang lain hasil yang mereka dapatkan untuk menyelesaikan masalah tersebut.
Menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah	Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi terhadap investigasinya dalam proses-proses yang mereka gunakan.

Sumber: Arends, 2012

Berdasarkan Tabel 1. terlihat bahwa pada tahap orientasi siswa pada masalah, peran guru menyampaikan masalah yang akan dipecahkan secara individu maupun kelompok. Masalah bisa ditemukan sendiri oleh siswa melalui video, bahan bacaan atau lembar kegiatan, lalu peran siswa yang bisa dilakukan adalah mengamati dan memahami masalah yang disampaikan guru atau yang diperoleh dari bahan bacaan yang disarankan.

Pada tahap mengorganisasikan siswa untuk meneliti, peran guru memastikan setiap anggota memahami tugas masing-masing dengan cara berdiskusi dan membagi tugas untuk mencari data/alat/bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah. Pada tahap membimbing investigasi/penyelidikan individu maupun kelompok, dimana siswa melakukan penyelidikan untuk bahan diskusi kelompok, peran guru disini adalah memantau keterlibatan siswa dalam mengumpulkan data selama penyelidikan.

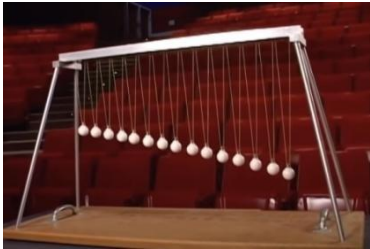
Pada tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya, peran siswa adalah mendiskusikan masalah tersebut untuk mendapatkan solusi dan hasilnya dipresentasikan dalam bentuk karya makalah/*prototype* sederhana, peran guru disini adalah memantau diskusi dan membimbing pembuatan laporan sehingga karya tiap kelompok siap untuk dipresentasikan. Sedangkan pada tahap akhir menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, dimana siswa melakukan presentasi kelompok dan kelompok yang lain memberikan apresiasi. Dilanjutkan dengan merangkum/membuat kesimpulan

sesuai masukan yang diperoleh dari kelompok lain. Peran guru disini adalah membimbing presentasi dan memberi penghargaan serta saran, lalu kegiatan akhir guru beserta siswa menyimpulkan materi bersama-sama.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran yang ada dalam PBL antara siswa dan guru mempunyai peran masing-masing, saling mengisi satu sama lain, sehingga terjadi hubungan timbal balik yang baik saat pembelajaran berlangsung. Diharapkan adanya PBL ini dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir, keterampilan menyelesaikan masalah, dan keterampilan intelektualnya untuk mempelajari berbagai situasi pembelajaran yang disimulasikan sehingga siswa akan menjadi pelajar yang mandiri. Adapun kegiatan yang akan dikembangkan dalam penelitian ini yaitu guru membagi siswa ke dalam beberapa kelompok untuk mengerjakan beberapa persoalan, kemudian guru meminta siswa untuk merumuskan strategi solusi dan menyajikan hasil karya siswa. Berikut tahap kegiatan pembelajaran PBL:

Tabel 2. Tahap Kegiatan Pembelajaran PBL-STEM

Tahap	Tahapan Kegiatan PBL-STEM	Keterampilan Berpikir Kreatif
Tahap 1 Orientasi siswa kepada masalah. Teori belajar: 1. <i>Problem based learning theory</i> 2. <i>Multimedia cognitive theory</i> 3. <i>Cognitive information processing theory</i>	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran menjelaskan logistik yang dibutuhkan, mengajukan fenomena atau demonstrasi atau cerita untuk memunculkan masalah, memotivasi siswa untuk terlibat dalam penyelesaian masalah yang dipilihnya. a) Orientasi 1. Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran 2. Memeriksa ketidakhadiran siswa 3. Menyiapkan kondisi siswa dalam mengawali kegiatan pembelajaran	Tingkat keterampilan berpikir kreatif (TKBK): 1. <i>Fluency</i> 2. <i>Flexibility</i> 3. <i>Originality</i> 4. <i>Elaboration</i>

Tahap	Tahapan Kegiatan PBL-STEM	Keterampilan Berpikir Kreatif
	<p>b) Motivasi melalui animasi Memotivasi siswa dengan cara menunjukkan getaran harmonis lewat video animasi. Merumuskan masalah apa yang terjadi bila tali bandul dibuat dengan panjang yang berbeda. (STEM: science)</p> 	
<p>Tahap 2 Mengorganisasi siswa untuk belajar. Teori belajar: 1. <i>Problem based learning theory</i> 2. <i>Multimedia cognitive theory</i> 3. <i>Cognitive information processing theory</i></p>	<p>Menumbuhkan motivasi dan minat terhadap sains.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut dan membentuk kelompok belajar. 2. Guru membimbing siswa untuk menentukan faktor yang mempengaruhi getaran harmonis pada bandul yang ditunjukkan oleh guru melalui video animasi. Siswa mengidentifikasi hubungan massa bandul dengan periode dan frekuensi pada bandul. (STEM: science, mathematics). 	<p>Tingkat keterampilan berpikir kreatif (TKBK):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Fluency</i> 2. <i>Flexibility</i> 3. <i>Originality</i> 4. <i>Elaboration</i>
<p>Tahap 3 Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok. Teori belajar: 1. <i>Problem based learning theory</i> 2. <i>Multimedia cognitive theory</i></p>	<p>Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan penyelesaian masalah.</p>	<p>Tingkat keterampilan berpikir kreatif (TKBK):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Fluency</i> 2. <i>Flexibility</i> 3. <i>Originality</i> 4. <i>Elaboration</i>

Tahap	Tahapan Kegiatan PBL-STEM	Keterampilan Berpikir Kreatif
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok. Teori belajar: 3. <i>Cognitive information processing theory</i> 4. <i>Technology Enchahed Learning</i>	1. Siswa melakukan eksperimen, dimana siswa merancang alat percobaan bandul sederhana (STEM: science, technology,engineering)	
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya Teori belajar: 1. <i>Problem based learning theory</i> 2. <i>Multimedia cognitive theory</i> 3. <i>Cognitive information processing theory</i>	Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya mereka untuk menyampaikan ke siswa lain terhadap hasil yang didapatkan. 1. Siswa mempresentasikan hasil kerjanya.	Tingkat keterampilan berpikir kreatif (TKBK): 1. <i>Fluency</i> 2. <i>Flexibility</i> 3. <i>Originality</i> 4. <i>Elaboration</i>

2.5 Keterampilan Berpikir Kreatif

Keterampilan bisa diartikan sebagai kemampuan yang dimiliki seseorang untuk menyelesaikan suatu permasalahan secara efektif dan efisien. Menurut Turkmen (2015) kreativitas dapat dilihat dari cara berpikir yang fleksibel, lancar, unik, dan tidak biasa dalam situasi yang berbeda. Penelitian yang telah dilakukan oleh Beghetto dan Kaufman (2014) mengungkapkan bahwa lingkungan belajar memainkan peranan penting dalam pengembangan potensi berpikir kreatif siswa, yang memungkinkan siswa dapat fleksibel, mandiri, dan mendapat pengalaman belajar yang terarah. Menurut Kampylis dan Berki (2014) berpikir kreatif didefinisikan sebagai kemampuan siswa menggunakan imajinasinya untuk menghasilkan 19dea tau gagasan, mengajukan pertanyaan, mengajukan hipotesis, bereksperimen menggunakan 19dea tau1919e lain, dan

kemampuan siswa untuk mengevaluasi diri sendiri atau teman sejawatnya dari proses ataupun produk yang dihasilkan pada pembelajaran.

Keterampilan berpikir kreatif akan melatih kepada siswa bagaimana caranya untuk menemukan solusi yang berbeda ketika menghadapi suatu masalah. Menurut Erdem & Adiguzel (2019) pada penelitiannya menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara perspektif guru pada tingkat kreatifitas siswa berdasarkan jenis kelamin, level kelas, dan tingkat pendidikan. Penelitian yang telah dilakukan oleh Canel (2015) dengan mengumpulkan data pada tahun ajaran 2012-2014 bahwa keterampilan kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), dan penguraian (*elaboration*) telah berkembang dengan baik. Keterampilan berpikir kreatif merupakan keterampilan kognitif yang digunakan untuk memunculkan ide atau gagasan baru sebagai pengembangan dari ide atau gagasan yang sudah ada sebelumnya. Keterampilan berpikir kreatif juga merupakan keterampilan yang digunakan siswa untuk memecahkan masalah dari berbagai sudut pandang. Rubrik keterampilan berpikir kreatif digunakan untuk memudahkan penilaian berpikir kreatif dalam berbagai bidang. Adapun penskoran keterampilan berpikir kreatif yang ditunjukkan pada Tabel 3 (Diawati *et al.*, 2018).

Tabel 3. Skor Keterampilan Berpikir Kreatif

Kategori	Skor maks.
Siswa merumuskan masalah yang relevan	3
Siswa merumuskan masalah yang bervariasi	3
Siswa merumuskan ide yang relevan dengan tujuan proyek	3
Siswa merumuskan gugusan yang relevan tentang pentingnya proyek	3
Siswa merinci daftar alat dan bahan dengan jumlah yang memadai, relevan, dan unik	3
Siswa menulis ide-ide yang relevan	3
Siswa menjelaskan prosedur alat, konsepnya benar, dan relevan	3
Siswa menggambar desain alat	3
Siswa menjelaskan fungsi masing-masing komponen alat secara rinci	3
Siswa menjelaskan prinsip kerja masing-masing komponen alat secara rinci	3
Siswa mendeskripsikan proses kerja alat pada desain secara rinci	3

Sumber: Diawati *et al.*, 2018

Terdapat empat kriteria indikator keterampilan berpikir kreatif menurut (Liliawati, 2011) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Aspek Keterampilan Berpikir Kreatif

Aspek	Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif
<i>Fluency</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menjawab dengan sejumlah jawaban b. Lancar mengungkapkan gagasan-gagasannya c. Dapat dengan cepat melihat kesalahan dan kelemahan dari suatu objek atau situasi
<i>Flexibility</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita, atau masalah b. Menyelesaikan masalah dengan bermacam cara c. Menggolongkan hal-hal menurut kategori yang berbeda
<i>Originality</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Dapat menyelesaikan dengan baik setelah membaca atau mendapat gagasan baru
<i>Elaboration</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mencari arti yang lebih mendalam terhadap jawaban atau pemecahan masalah dengan langkah terperinci b. Mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain c. Mencoba/menguji detail untuk melihat arah yang ditempuh

Sumber: Liliawati, 2011

Berdasarkan rubrik dan indikator keterampilan berpikir kreatif yang dipaparkan, maka peneliti akan mengukur 4 indikator keterampilanberpikir kreatif yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*.

2.6 Teori Belajar yang Mendukung Pengembangan Produk

Teori belajar menjelaskan bagaimana siswa menyerap, memroses, dan mempertahankan pengetahuannya selama belajar. Teori belajar dan model pembelajaran yang mendasari dalam penelitian pengembangan ini antara lain:

a. Teori Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning Theory*)

Teori pembelajaran berbasis masalah menjadi teori dasar dalam pengembangan *E-Modul* ini. Teori pembelajaran ini menjadi dasar pengembangan *E-Modul* terutama pada tahapan orientasi siswa ketika akan memulai pembelajaran, dimana pada *E-Modul* bagian orientasi masalah diletakkan pada kegiatan permulaan *science activity* sebelum siswa masuk lebih jauh mempelajari materi konsep getaran harmonis.

Keterlibatan siswa dalam suatu pemecahan masalah juga banyak diterapkan dalam pembelajaran dan merupakan inti dari sistem yang konsepsi pembelajaran sebagai proses terpadu pada pengembangan kognitif, metakognitif, dan pribadi (Newman, 2005). Secara tradisional, para peneliti telah merekomendasikan bahwa teman sebaya dikelompokkan heterogen dengan daripada homogen; pengelompokan teman sebaya yang heterogen (Brophy, 2004). Kelompok kecil yang terbentuk merupakan kelompok dari individu yang heterogen, sehingga setiap siswa bertanggung jawab atas proses pembelajaran terhadap fungsinya sebagai anggota kelompok (Newman, 2005).

b. *Technology Enhancing Learning Theory*

Technology Enhancing Learning (TEL) adalah istilah yang digunakan untuk merujuk manfaat mengaplikasikan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam pembelajaran. Perkembangan TIK telah mengubah cara atau perilaku individu dalam berkomunikasi, bersosialisasi, memperoleh hiburan, belanja, bahkan belajar (Abdullah & Ward, 2016). TEL menggambarkan peran teknologi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran.

TEL dapat dirujuk pada semua bentuk *e-learning* yang digunakan pada pembelajaran di kelas dengan memanfaatkan teknologi diantaranya adalah platform media sosial yang melibatkan siswa dalam memperoleh informasi atau pengetahuan secara kolektif pada proses pembelajaran (Shen & Ho, 2020), papan tulis interaktif yang digunakan sebagai alat belajar (Šumak & Šorgo, 2016), serta LMS (*Learning Management System*) yang bisa diakses dengan menggunakan *smarthpone* atau *laptop* telah berhasil meningkatkan kualitas pendidikan. TEL juga telah mengubah mekanisme pembelajaran konvensional menjadi pembelajaran yang dianggap inovatif dan modern (Wakefield *et al.*, 2018).

Teori *Technology Enhancing Learning* (TEL) menjadi teori dasar pengembangan produk ini. Karena untuk dapat menggunakan produk ini siswa harus mengakses alamat *website* serta terkoneksi dengan internet dan menggunakan perangkat lunak laptop/PC, android/iphone yang mereka punya, kemudian penggunaan teknologi 3D digunakan pada bagian kegiatan belajar tepatnya pada tahapan *science activity, technology and engineering* tepatnya pada langkah pembelajaran dari tahapan orientasi siswa pada masalah, menyusun representasi, menuliskan *hypothesis* dan melakukan percobaan serta menarik kesimpulan, dimana siswa menganalisis konsep getaran harmonis melalui video dan animasi untuk memberikan kesan menarik. Sehingga pembelajaran ini pemanfaatan TIK dalam pembelajaran seperti kegiatan belajar *e-learning* yang menggunakan platform sosial media, LMS, papan tulis interaktif, video *online*, dan media digital lainnya.

c. *Cognitive Information Processing Theory*

Teori *cognitive information processing* menjadi teori dasar pengembangan produk ini karena pada proses pembelajaran menggunakan produk berupa *E-Modul* ini yang diterima siswa dari luar (animasi/gambar) akan tersimpan dalam memori melalui tahap pertama yaitu pengkodean informasi (*encoding*), kemudian informasi disimpan menjadi sebuah memori (*storage*), lalu yang terakhir informasi yang sudah disimpan dapat diambil atau diakses untuk beberapa kebutuhan atau pengetahuan (*retrieval*). Teori pemrosesan mendefinisikan memori manusia adalah sebagai jenis pemrosesan informasi yang memiliki tiga proses yaitu penyandian (*encoding*), penyimpanan (*storage*), dan pengambilan (*retrieval*) (Nevid, 2021).

d. Teori Kognitif Multimedia Pembelajaran

Teori multimedia pembelajaran menjadi teori dasar pengembangan produk ini untuk menciptakan pembelajaran yang memberikan visualisasi pada konsep abstrak dalam bentuk animasi, simulasi, dan virtual lab. Pada implementasinya animasi, simulasi, dan virtual lab dapat memfasilitasi

pembelajaran, membangun pengetahuan, dan mengembangkan keterampilan berpikir kreatif. Berdasarkan urgensi yang telah dipaparkan, maka teori belajar multimedia pembelajaran digunakan oleh peneliti sebagai acuan untuk mengembangkan produk berupa bahan ajar berupa *E-Modul* berbantuan LMS.

Multimedia menyajikan materi pembelajaran sebagai dua jenis informasi, yaitu informasi verbal dan bergambar atau visual. Tiga asumsi dasar yang melandasi interaksi antara multimedia dan proses kognitif dalam pembelajaran menurut (Mayer, 2009) antara lain:

- 1) Asumsi dua saluran, dalam pemrosesan informasi manusia memiliki dua saluran yang terpisah untuk mendapatkan informasi secara verbal dan visual. Kedua saluran tersebut memiliki tugas dan kemampuan yang berbeda.
- 2) Kapasitas yang terbatas, terdapat keterbatasan kapasitas informasi yang sudah tersedia dalam saluran verbal dan visual. Masing-masing saluran memiliki kapasitas dalam memproses informasi yang diperolehnya.
- 3) Proses aktif, pembelajaran menumbuhkan proses kognitif dalam saluran visual dan verbal. Penggunaan kedua saluran dalam pembelajaran akan mengarahkan pada proses aktif dan mengolah informasi yang masuk pada kedua saluran tersebut.

Menggunakan animasi 2D dan 3D dalam pembelajaran merupakan salah satu implementasi multimedia dalam pembelajaran. Menurut Korakakis *et al.*, (2009) multimedia interaktif 3D yang disertai dengan animasi dapat meningkatkan minat belajar siswa serta membuat tampilan materi pembelajaran lebih menarik. Animasi dalam tampilan visual memuat lima fungsi penting dalam pembelajaran yaitu sebagai pemicu perhatian siswa, alat panduan prosedural, representasi visual yang dapat bergerak, perangkat yang mampu membantu siswa dalam mengatai objek yang tidak dapat diamati secara langsung, dan sebagai analogi visual yang membantu proses penalaran siswa untuk memahami konsep-konsep yang abstrak

(Park dan Hopkins, 1992). Menurut Meltzer (2002) dalam penelitiannya menemukan masalah bahwa sering terjadinya kesalahan interpretasi dan ketidakpahaman siswa pada materi.

E-Modul yang dikembangkan disebut sebagai multimedia karena dilengkapi dengan media pembelajaran, seperti teks, video maupun gambar. *E-modul* dibuat secara terpadu dan sinergis untuk mencapai tujuan pembelajaran, dimana pengguna dapat mengontrol dan berinteraksi secara dinamis.

e. Online Collaborative Learning Theory

Pembelajaran berbasis *online* menjadi aktivitas yang harus dibiasakan sebagai bentuk inovasi dalam dunia pendidikan untuk memenuhi tuntutan pendidikan abad-21 dimana teknologi informasi dan komunikasi berperan penting, selain itu keadaan pandemi yang melanda hampir diseluruh belahan dunia memaksa kegiatan pembelajaran dilakukan dari rumah. Menurut Harasim (2012) *online collaborative learning* atau pembelajaran kolaboratif *online* merupakan teori yang berfokus pada pembelajaran yang difasilitasi internet pada lingkungan belajar yang diyakini dapat menumbuhkan keterampilan kolaborasi dan membangun pengetahuan.

Terdapat tiga konstruksi pengetahuan yang diperoleh dari pembelajaran dengan *online collaborative learning* yaitu:

- 1) Menghasilkan ide, pada fase *brain storming* pemikiran yang berbeda dari siswa dikumpulkan,
- 2) Pengorganisasian gagasan, pada fase ini ide atau gagasan dibandingkan, dianalisis melalui diskusi dan kegiatan argumentasi,
- 3) Konvergensi intelektual, fase dimana terjadinya sintesis intelektual biasanya melalui kegiatan penugasan, *essay*, atau karya.

Hal tersebut sangat relevan dengan apa yang akan dikembangkan dan diukur oleh peneliti. Pengembangan modul digital atau *E-Modul* cocok

digunakan pada pembelajaran *online*, sedangkan tiga konstruksi pengetahuan yang diperoleh dari pembelajaran *online* sesuai dengan karakteristik berpikir kreatif yang sangat berkaitan dengan ide atau gagasan siswa untuk memecahkan masalah.

2.7 Penelitian Relevan

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penelitian Relevan

No	Judul Penelitian	Jurnal	Peneliti
1.	Pengembangan <i>E-Modul</i> Fisika Berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA	Prosiding Seminar Nasional Quantum	Sri Mayanty, I Made Astra, dan Cecep E. Rustana
2.	Penerapan <i>E-Module Berbasis Problem-Based Learning</i> untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Mengurangi Miskonsepsi pada Materi Ekologi Siswa Kelas X MIPA 3 SMA Negeri 6 Surakarta	Jurnal Pendidikan Biologi	Nuning Hidayatun, PuguhKaryanto, Umi Fatmawati, Mujiyati.
3	Analisis Kebutuhan <i>E-Modul</i> Berpendakatan RME untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik	Prosiding Sendika: Vol 5, No 1, 2019	Syarif Rijaludin Achmad, Suparman.

Sumber: Sri, Nuning, dan Syarif

Beberapa penelitian relevan akan menambah masukan yang menunjang penelitian pengembangan ini. Keterbaruan dengan penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Keterbaruan Penelitian

Penulis	Sri Mayanty, I Made Astra, dan Cecep E. Rustana	Meisita Sari, Doni Andra, dan I Wayan Distrik
Judul/Jurnal	Pengembangan <i>E-Modul</i> Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA	Pengembangan <i>E-Modul</i> berbasis masalah terintegrasi STEM berbantuan LMS untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.
Tahapan dan Metode	Tahap pengembangan model ADDIE: 1. <i>Analyze</i> 2. <i>Design</i> 3. <i>Development</i> 4. <i>Implement</i> 5. <i>Evaluate</i>	Tahap pengembangan model 4D: 1. <i>Define</i> 2. <i>Design</i> 3. <i>Development</i> 4. <i>Disseminate</i>
Model dan Pendekatan Pembelajaran	Model PBL	Model PBL dan pendekatan STEM.
Kebaruan Penelitian	-	Kebaruan produk yang dikembangkan dari penelitian ini berupa <i>E-Modul</i> berbasis masalah terintegrasi STEM berbantuan LMS untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.

Sumber: Hasil Penelitian 2021

2.8 Kerangka Pemikiran

Pembelajaran fisika di SMA sebagian besar masih berpusat pada guru, hal ini dibenarkan oleh fakta-fakta pada penelitian pendahuluan yang menyatakan bahwa pada saat pembelajaran fisika, siswa cenderung kurang tertarik dan kurang aktif. Kurang aktifnya siswa pada saat pembelajaran fisika bisa saja disebabkan oleh bahan ajar atau media yang kurang memotivasi siswa. Konsep fisika yang bersifat abstrak tidak cukup jika hanya dipaparkan dalam sumber atau media belajar yang sifatnya hanya gambar yang tercetak pada buku. Kajian fisika akan lebih mudah disampaikan dan dipelajari jika disajikan dalam bentuk *link*. Selain mampu menarik perhatian siswa untuk belajar, visualisasi yang dinamis berupa video diprediksi lebih mudah dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Bahan ajar saat ini sudah banyak yang dikemas secara praktis seperti *E-Modul*, *e-book*, *e-LKPD*, dan lain-lain. Bahan ajar berbasis elektronik diyakini menjadi salah satu solusi pembelajaran yang praktis dan menarik untuk guru dan siswa. Bahan ajar elektronik tidak hanya menyajikan teks biasa tetapi juga dapat langsung terhubung dengan gambar, video, *link* internet, dan lain sebagainya. Hal tersebut menjadikan bahan ajar elektronik menyampaikan informasi dengan cara yang lebih beragam dan menarik. Penggunaan bahan ajar elektronik memerlukan suatu media yang mendukung pembelajaran berupa *smarthpone*.

Pada era revolusi industri dan mengacu pada tuntutan pendidikan abad-21 bahwa pendidikan harus menghasilkan lulusan yang menguasai beberapa keterampilan diantaranya keterampilan berpikir kritis, menyelesaikan masalah, komunikasi dan kolaborasi, kreatif dan inovatif, serta literasi informasi, media, dan teknologi. Sebagai salah satu upaya untuk memenuhi tuntutan abad-21 maka guru memerlukan bahan ajar yang mampu mendukung keterampilan-keterampilan abad 21, salah satunya adalah bahan ajar elektronik dengan jenis *E-Modul* berbantuan LMS (*Learning Management System*). Adanya teknologi LMS memudahkan para guru dalam menjelaskan materi dengan konsep abstrak yang sulit dapat dipahami. Teknologi LMS dapat membantu siswa dalam mempercepat penguasaan pengetahuannya dari suatu informasi yang diperoleh. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diprediksi jika siswa diajarkan dengan bahan ajar *E-Modul* berbantuan LMS dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dalam memecahkan masalah.

Keterampilan berpikir kreatif dalam memecahkan masalah perlu diselaraskan dengan pendekatan yang digunakan dalam proses pembelajaran. Ilmu fisika tidak hanya terdiri dari konsep sains dan matematis saja, melainkan terdapat teknik dan teknologi yang perlu dikuasai oleh siswa. Guru dihimbau untuk memberikan pendekatan yang mampu meningkatkan pemahaman siswa melalui pemecahan masalah secara kritis dan kreatif dengan mencakup empat

komponen seperti sains, teknologi, *engineering*, dan matematika. Pendekatan yang menunjang empat aspek tersebut adalah pendekatan STEM. Penerapan STEM yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, matematika dan dalam pembelajarannya diimplementasikan dengan model pembelajaran berbasis masalah dimana siswa mengamati, merancang, dan melakukan penyelidikan untuk memecahkan masalah secara autentik dan kolaboratif. Pembelajaran berbasis masalah dapat melatih keterampilan berpikir kreatif karena didukung oleh suasana pembelajaran yang mendorong siswa untuk mengemukakan gagasan-gagasan dan membuat siswa terlibat aktif dalam pembelajaran.

Pemahaman konsep ini diharapkan dapat memunculkan ide baru sebagai pengembangan dari ide atau gagasan yang sudah ada sebelumnya atau yang disebut sebagai keterampilan berpikir kreatif. Keterampilan berpikir kreatif juga merupakan keterampilan yang digunakan siswa untuk memecahkan masalah dari berbagai sudut pandang. Berdasarkan pemikiran-pemikiran tersebut, maka peneliti akan mengembangkan produk berupa bahan ajar dalam bentuk *E-Modul* berbantuan LMS dengan tujuan untuk melihat kevalidan, kepraktisan dan keefektifannya dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa yang terdiri dari empat aspek, yaitu *fluency* (berpikir lancar), *flexibility* (berpikir luwes), *originality* (berpikir secara orisinal), dan *elaboration* (penguraian). Secara skematis kerangka pemikiran dalam penelitian ini ditunjukkan oleh bagan berikut ini:

1. Materi getaran harmonis umumnya diajarkan dengan metode ceramah, sehingga keterampilan berpikir kreatif siswa belum terlatih.
2. Bahan ajar yang digunakan hanya memuat materi dan latihan soal sehingga siswa belum terbiasa menyelesaikan suatu masalah dengan tahap-tahap yang meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.
3. Bahan ajar belum didukung oleh multimedia, sehingga siswa kesulitan memahami dan menafsirkan konsep materi getaran harmonis yang dianggap abstrak oleh siswa.
4. Belum adanya multimedia berupa video, gambar, serta animasi yang memudahkan siswa dalam berimajinasi untuk membayangkan konsep getaran harmonis yang abstrak.
5. Bahan ajar belum memuat konten STEM, sehingga keterampilan berpikir kreatif siswa dalam menyelesaikan masalah dengan mengintegrasikan aktivitas STEM belum terlatih.
6. Belum tersedianya *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM yang dapat melatih keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

1. Berpikir kreatif merupakan salah satu keterampilan abad 21 yang dibutuhkan siswa (Rante & Sudarto, 2013).
2. *E-Modul* merupakan salah satu bahan ajar yang dapat melatih keterampilan berpikir kreatif siswa dalam menyelesaikan suatu masalah (Kusumaningtyas & Supaman, 2020).
3. Penerapan LMS berupa *google classroom* dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, dan meningkatkan hasil belajar siswa (Destynana dan Surjanti, 2021)
4. Penggunaan LMS memudahkan guru dan siswa dalam pembelajaran jarak jauh (Anugerah dan Kusuma, 2021).
5. Mengintegrasikan kegiatan STEM dalam pembelajaran dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, keterampilan berpikir kreatif peserta didik (Juniaty, 2016).
6. Penerapan *E-Modul* yang didesain dengan tahap-tahap *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Kusumaningtyas & Supaman, 2020)

Dibutuhkan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM berbantuan LMS untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa.

Mengembangkan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM berbantuan LMS untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa.

Aktifitas *E-Modul*

- | | |
|-------------|------------------------------------------------|
| Aktifitas 1 | Mengorientasikan masalah |
| Aktifitas 2 | Mengarahkan siswa untuk membentuk kelompok |
| Aktifitas 3 | Membimbing siswa untuk melakukan penyelidikan |
| Aktifitas 4 | Menganalisis dan menyajikan hasil penyelidikan |
| Aktifitas 5 | Mengevaluasi proses pemecahan masalah |

Science

Technology

Engineering

Mathematics

Fluency

Flexibility

Originality

Elaboration

E-Modul berbasis PBL-STEM diduga dapat melatih keterampilan berpikir kreatif

III. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini mengembangkan bahan ajar berupa *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa SMA kelas X. Metode yang digunakan pada penelitian pengembangan ini adalah *research and development* (R&D). Desain pengembangan dilaksanakan mengacu pada model pengembangan 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1976), terdiri dari empat tahapan yaitu *define*, *design*, *development*, dan *disseminate*.

3.2 Prosedur pengembangan

Langkah-langkah pengembangan yang digunakan adalah 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1976), terdiri dari (1) *define*, (2) *design*, (3) *develop*, (4) *disseminate*. Model tahapan pengembangan ini dipilih karena langkah-langkahnya sesuai dengan rancangan penelitian untuk menghasilkan bahan ajar berupa *E-Modul* yang bermanfaat dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Secara ringkas langkah-langkah penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. *Define* (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian adalah tahap untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran yaitu dengan melakukan observasi awal mengenai kondisi sekolah. Dalam menetapkan kebutuhan pembelajaran, hal yang diperhatikan adalah kesesuaian kebutuhan pembelajaran dan permasalahan di lapangan sehingga dalam hal ini dibutuhkan pengembangan media pembelajaran. Pada tahap ini terdiri dari 6 langkah yaitu:

a. Analisis awal

Analisis awal bertujuan untuk menemukan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran Fisika di SMA yang berada di provinsi Lampung. Dalam hal ini, pengkajian meliputi permasalahan yang ada di lapangan sehingga dibutuhkan solusi yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi.

b. Analisis siswa

Analisis siswa ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik siswa. Dalam hal ini sangat diperlukan untuk mengetahui kekurangan-kekurangan yang dialami siswa dalam belajar.

c. Analisis tugas

Analisis tugas yaitu kumpulan prosedur untuk menentukan isi dalam satuan pembelajaran dengan merinci isi materi ajar yang dimasukkan ke dalam konten produk media pembelajaran yang dikembangkan. Materi tersebut disesuaikan dengan Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD). Materi yang dikembangkan adalah getaran harmonis.

d. Analisis konsep

Analisis konsep bertujuan untuk menjabarkan fakta serta mengidentifikasi konsep yang terkait dengan materi pokok. Konsep disusun secara sistematis kemudian dicantumkan ke media pembelajaran.

e. Spesifikasi tujuan pembelajaran

Spesifikasi tujuan pembelajaran yaitu proses konversi hasil analisis tugas dan konsep, yaitu perumusan tujuan pembelajaran berdasarkan SK dan KD yang tercantum dalam kurikulum yang berlaku yaitu kurikulum 2013.

f. Penyusunan instrumen penelitian

Langkah ini menghubungkan antara tahap *define* dengan tahap *design*. Instrumen penelitian antara lain: instrumen respon siswa terhadap *E-Modul*, instrumen uji keterbacaan *E-Modul*, instrumen keterlaksanaan *E-Modul*, instrumen untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif, instrumen validasi untuk dosen ahli dan guru fisika SMA.

2. *Design* (Perancangan)

Tahap perancangan bertujuan untuk merancang perangkat pembelajaran sesuai dengan hasil spesifikasi tujuan pembelajaran pada tahap *define*. Proses pemilihan format, media penyampaian bahan pembelajaran dan proses pembuatan produk menjadi dasar utama tahap ini. Tahap perancangan dalam penelitian ini difokuskan pada perancangan desain awal produk berupa *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM dengan materi yang telah ditentukan pada tahapan sebelumnya. Desain awal media yang menarik dengan isi materi yang mudah dipahami sehingga siswa tertarik menggunakan media tersebut. Produk awal media pembelajaran pada tahap ini disesuaikan dengan saran dan masukan dari dosen pembimbing yang dikembangkan.

3. *Develop* (Pengembangan)

Tahap pengembangan produk ini dilakukan pembuatan bahan ajar berupa *E-Modul* berbantuan LMS terintegrasi STEM dengan format sebagai berikut:

Kerangka *E-Modul*

Halaman Sampul

Halaman Francis

Kata Pengantar

Daftar Isi

Peta Konsep

Glosarium

1. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

B. Prasarat

C. Petunjuk Penggunaan *E-Modul*

D. Tujuan Akhir

E. Kompetensi

II. PEMBELAJARAN

A. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1

- a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran
 - b. Uraian Materi
 - c. Rangkuman
 - d. Aktivitas Siswa
 - e. Latihan Soal
2. Kegiatan Belajar 2
- a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran
 - b. Uraian Materi
 - c. Rangkuman
 - d. Aktivitas Siswa
 - e. Latihan Soal
3. Kegiatan Belajar 3
- a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran
 - b. Uraian Materi
 - c. Rangkuman
 - d. Aktivitas Siswa
 - e. Latihan Soal

III. EVALUASI

A. Tes Tertulis

IV. PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

Setelah mengembangkan *E-Modul* dengan format di atas, kemudian merevisi *E-Modul* berdasarkan komentar, saran, penilaian dosen ahli, dan guru fisika SMA. Berikut langkah-langkah pengembangan *E-Modul*:

a) Validasi ahli/praktisi

merupakan teknik menilai kelayakan rancangan produk. Pada tahap ini, dilakukan evaluasi oleh dosen ahli dan guru fisika di sekolah. Penilaian, komentar, dan saran yang diberikan digunakan untuk memperbaiki materi dan rancangan awal media pembelajaran yang telah disusun agar lebih tepat, efektif, dan memiliki kualitas. Adapun kriteria validator yaitu minimal lulus pendidikan S2, memiliki pengalaman mengajar lebih dari 1 tahun, dan ahli dalam memvalidasi produk.

b) Revisi 1

Dilakukan setelah selesai proses validasi. Hasil dari validasi adalah skor penilaian, komentar, dan saran validator untuk memperbaiki kekurangan pada rancangan awal *E-Modul*. *E-Modul* tersebut diperbaiki sehingga produk yang layak untuk diuji cobakan secara terbatas.

c) Uji Lapangan

Setelah dilakukan validasi, kemudian dilakukan uji coba lapangan terbatas untuk mengetahui hasil penerapan *E-Modul* dalam pembelajaran di kelas, meliputi pengukuran keterampilan berpikir kreatif. Pada penerapannya peneliti menggunakan desain *one group pretest posttest design*. Menurut Jack dan Wallen (2009) desain ini hanya menggunakan satu kelas sebagai kelas eksperimen, kemudian variabel terikatnya diukur pada satu kelompok dengan diberikan *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah perlakuan seperti ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini.

O	X	O
<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>

Gambar 1. Desain Penelitian *One Group Pretest Posttest*

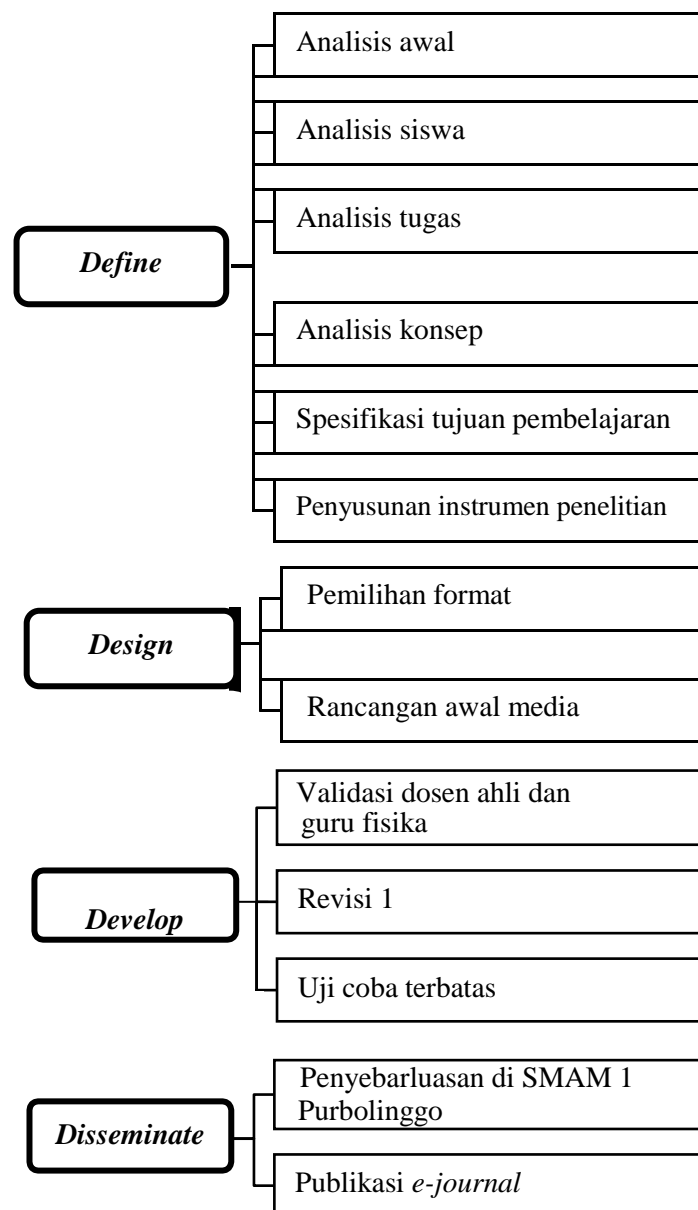
Sumber: Jack dan Wallen, 2009

Berikut langkah-langkah uji coba:

- a) Memberikan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal keterampilan berpikir kreatif siswa terhadap materi sebelum dilakukan perlakuan.
- b) Melaksanakan proses pembelajaran dengan menggunakan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM.
- c) Memberikan *posttest* setelah selesai pemberian materi. Tujuannya yaitu untuk mengetahui kemampuan akhir keterampilan berpikir kreatif siswa setelah pembelajaran menggunakan *E-Modul*.
- d) Meminta siswa mengisi angket respon terhadap *E-Modul* untuk mengetahui tanggapan dan mendapatkan komentar dan saran mereka terhadap kualitas *E-Modul*.
- e) Setelah mendapat semua data yang diperlukan selanjutnya menganalisis data sehingga diperoleh produk akhir.

4. Disseminate (Penyebaran)

Setelah uji coba terbatas, tahap selanjutnya adalah tahap penyebaran. Tujuan dari tahap ini adalah menyebarluaskan *E-Modul*. Pada penelitian ini hanya dilakukan diseminasi terbatas, yaitu dengan menyebarluaskan produk akhir *E-Modul* secara terbatas kepada guru fisika di SMA Muhammadiyah 1 Purbolinggo. Di samping itu, hasil penelitian ini dimuat dalam publikasi jurnal IJSME. Bagan model 4D ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagian Model 4D

Sumber: Fauzi dan Hasan, 2020

3.3 Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan berdasarkan jenis instrumen penelitian yang terdiri dari:

1. Data Analisis Kebutuhan

Teknik pengumpulan data pada tahap analisis kebutuhan dilakukan dengan memberikan angket kebutuhan siswa dan guru mengenai bahan ajar yang terdapat di sekolah, ketertarikan siswa terhadap bahan ajar yang disediakan di sekolah, dan penggunaan *smartphone* pada saat kegiatan pembelajaran di kelas. Angket analisis kebutuhan tersebut telah direspon oleh 40 siswa SMA dan 16 guru fisika di Provinsi Lampung.

2. Data Validitas Produk

Data validitas produk bahan ajar berupa *E-Modul* yang dilakukan pada tahap uji coba produk awal diperoleh melalui uji validasi isi dan validasi konstruk dengan menggunakan angket kepada satu dosen FKIP Fisika Unila dan dua praktisi ahli yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dikembangkan.

3. Data Kepraktisan Produk

Teknik pengumpulan data kepraktisan produk terdiri atas lembar observasi keterlaksanaan bahan ajar dan lembar respon siswa melalui kuesioner terhadap bahan ajar yang dikembangkan.

4. Data Keefektifan Produk

Data keefektifan produk digunakan untuk mengetahui penggunaan bahan ajar yang dikembangkan terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa. Pengambilan data diperoleh melalui tes keterampilan berpikir kreatif berupa soal. Tes yang digunakan terdiri atas *pretest* dan *posttest* materi getaran harmonis kelas X semester ganjil. *Pretest* dilakukan pada saat sebelum memulai pembelajaran, sedangkan *posttest* dilakukan setelah pembelajaran selesai. Bentuk tes yang digunakan adalah uraian. Tes keterampilan berpikir kreatif sebelum digunakan akan diuji validitas dan reliabilitasnya. Selain tes, keefektifan produk juga dilihat melalui lembar

observasi ketercapaian keterampilan berpikir kreatif dan respon siswa setelah mempelajari *E-Modul* yang telah dikembangkan.

3.4 Teknik Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan pada tiga tahap studi, yaitu tahap pendahuluan, tahap pengembangan, dan uji coba lapangan.

1) Tahap Pendahuluan

Analisis data berupa fakta-fakta tentang implementasi pembelajaran yang dilaksanakan pada saat ini dideskripsikan dalam bentuk persentase, lalu dianalisis dan interpretasikan secara kuantitatif, sehingga analisis yang digunakan dalam tahap ini disebut analisis deskriptif kuantitatif.

2) Tahap pengembangan

Teknik analisis data pada tahap pengembangan berupa analisis data validasi rancangan produk dan validitas reliabilitas instrumen.

a. Analisis Data Validasi Rancangan Produk

Teknik analisis data validasi rancangan produk yang dikembangkan menggunakan lembar kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar yang dikembangkan. Tahap ini dilakukan dengan cara mengklasifikasi data. Validasi kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dilihat dari hasil lembar validitas yang diisi oleh para ahli. Kegiatan dalam teknik analisis data validasi kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Mengklasifikasi data
- 2) Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari tiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden.
- 3) Memberi skor jawaban validator.

Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala *likert* seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Skor Penilaian

No	Pilihan	Skor
1	Sangat baik	4
2	Baik	3
3	Cukup baik	2
4	Kurang baik	1

Sumber: Sugiyono, 2016

4) Mengolah jumlah skor jawaban validator

Pengolahan jumlah skor jawaban angket sebagai berikut:

a) Skor untuk pernyataan sangat baik

Skor = 4 x jumlah responden yang menjawab

b) Skor untuk pernyataan baik

Skor = 3 x jumlah responden yang menjawab

c) Skor untuk pernyataan cukup baik

Skor = 2 x jumlah responden yang menjawab

d) Skor untuk pernyataan kurang baik

Skor = 1 x jumlah responden yang menjawab

5) Menghitung persentase jawaban angket menurut Sudjana (2005)

pada tiap *item* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%X_{in} = \frac{\sum S}{S_{maks}} \times 100\%$$

Keterangan:

$\%X_{in}$ = persentase jawaban lembar validasi *E-Modul*

$\sum S$ = jumlah skor jawaban

S_{maks} = skor maksimum

6) Menghitung rata-rata persentase lembar validasi untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dengan rumus sebagai berikut:

$$\%X_t = \frac{\sum \%X_{in}}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

$\%X_t$ = rata-rata persentase jawaban lembar validasi *E-Modul*

$\sum \%X_{in}$ = jumlah persentase jawaban lembar validasi *E-Modul*

n = jumlah pernyataan validasi

- 7) Menafsirkan persentase jawaban lembar validasi secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2016) seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Tafsiran Skor Persentase

Persentase	Pilihan
80,1%-100%	Sangat tinggi
60,1%-80%	Tinggi
40,1%-60%	Sedang
20,1%-40%	Rendah
0,0%-20%	Sangat rendah

Sumber: Arikunto, 2016

b. Analisis Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji coba instrumen dilakukan untuk mengetahui dan mengukur apakah instrumen yang digunakan telah memenuhi syarat dan layak digunakan sebagai pengumpul data. Instrumen yang diuji coba adalah instrumen untuk menilai keterampilan berpikir kreatif. Instrumen yang baik harus memenuhi dua syarat penting yaitu valid dan reliabel (Arikunto, 2016).

1) Uji Validitas

Validitas suatu instrumen menunjukkan tingkat kevalidan suatu instrumen. Suatu instrumen dikatakan valid apabila instrumen tersebut dapat mengukur apa yang akan diukur. Artinya instrumen tersebut dapat menginterpretasikan data dari variabel yang dikaji secara tepat. Uji validitas dilakukan pada 12 *item* soal uraian yang diberikan kepada 10 responden dan dianalisis menggunakan program SPSS 17. Setelah data dianalisis, maka akan terlihat nilai *scale corrected item-total correlation*, valid atau tidaknya soal yang telah dianalisis disesuaikan dengan r_{tabel} yang diperoleh dengan ketentuan jumlah responden. Jika $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$ dengan probabilitas 0,05 maka soal tersebut valid, dan jika $r_{\text{hitung}} < r_{\text{tabel}}$ dengan probabilitas 0,05 maka soal tersebut tidak valid.

2) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kekonsistenan instrumen penelitian yang digunakan sebagai alat pengumpul data. Sebuah instrumen disebut reliabel jika instrumen

mampu memberikan hasil yang dapat dipercaya atau konsisten. Instrumen tes yang telah diuji reliabilitasnya adalah instrumen tes keterampilan berpikir kreatif. Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach*. Analisis reliabilitas produk dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS17 yang kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan derajat reliabilitas alat evaluasi menurut Arikunto (2016) yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Klasifikasi Koefisien Reliabilitas

Pilihan	Skor
$0,80 \leq r_{11} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 \leq r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$r_{11} \leq 0,40$	Sangat rendah

Sumber: Arikunto, 2016

Berdasarkan Tabel 9 peneliti memberi batasan bahwa instrumen tes yang dikembangkan terkategori reliabel jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 0,50 dengan kategori reliabilitas sedang.

3) Tahap Uji Coba Lapangan

Pada tahap uji lapangan beberapa pendekatan analisis yang digunakan yaitu:

a. Uji Coba Kelompok Kecil

Dilakukan untuk mengetahui kepraktisan produk yang dikembangkan dengan melakukan pengambilan data dengan teknik observasi dan data *pretest-posttest* sehingga dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Kepraktisan bahan ajar ditentukan oleh keterlaksanaan bahan ajar dan respon siswa terhadap bahan ajar yang digunakan. Untuk analisis keterlaksanaan bahan ajar, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut ini:

- 1) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat untuk setiap aspek pengamatan, kemudian menghitung persentase ketercapaian dengan rumus:

$$\text{skor penilai} = \frac{\text{jumlah skor pada instrumen}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

- 2) Memvisualkan data untuk memberikan informasi berupa data temuan dengan menggunakan analisis data non statistik yaitu analisis yang dilakukan dengan cara membaca tabel, grafik, atau angka yang tersedia
- 3) Menafsirkan persentase skor hasil pengamatan secara keseluruhan menggunakan tafsiran berdasarkan Arikunto (2016) pada Tabel 10.

Tabel 10. Konversi Skor Penilaian Pernyataan Nilai Kualitas

Keterlaksanaan

Persentase	Kriteria
80,1%-100%	Sangat tinggi
60,1%-80%	Tinggi
40,1%-60%	Sedang
20,1%-40%	Rendah
0,0%-20%	Sangat rendah

Sumber: Arikunto, 2016

b. Uji Coba Kelompok Luas

Dilakukan untuk mengetahui keefektifan produk yang dikembangkan. Analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, desain penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* dengan membandingkan hasil pembelajaran pada kondisi sebelum dengan sesudah menggunakan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan uji statistik yang terdiri dari:

1) Analisis deskriptif

Pada tahap ini menghitung besar *n-gain* (*g*) untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran. Besar *g* dapat dihitung dengan rumus:

$$g = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{skor maksimal} - \text{nilai pretest}}$$

Kriteria interpretasi *g* yang dikemukakan oleh Meltzer (2002) seperti Tabel 11.

Tabel 11. Kriteria Interpretasi g

Pilihan	Nilai g
$g > 0,7$	High- g
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Medium- g
$g \leq 0,3$	Low- g

Sumber: Meltzer, 2002

2) Analisis interferensial

Pada tahap ini akan menggunakan uji *paired sample t-test*. Uji *paired sample t-test* digunakan untuk mengetahui peningkatan rata-rata keterampilan berpikir kreatif sebelum dan sesudah diterapkan pembelajaran menggunakan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM. Hipotesis penelitian yang digunakan yaitu:

H_0 : Tidak terdapat peningkatan rata-rata yang signifikan penggunaan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa.

H_1 : Terdapat peningkatan rata-rata yang signifikan penggunaan *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa.

Pengambilan keputusan berdasarkan pada kriteria pengujian yang digunakan yaitu nilai *Sig. (2-tailed)* $< \alpha$, H_0 ditolak dan *Sig. (2-tailed)* $\geq (\alpha : 0.05)$ H_0 diterima.

Setelah mengetahui adanya peningkatan, dilakukan perhitungan *effect size* (d) untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penerapan *E-Modul* yang dikembangkan terhadap keterampilan berpikir kreatif dengan formulasi sebagai berikut (Cohen, 1988):

$$d = \frac{(M_{post} - M_{pre})}{\sqrt{\frac{(SD_{post})^2 + (SD_{pre})^2}{2}}}$$

Keterangan:

 d = *effect size*M = *mean*

SD = standar deviasi

Kriteria interpretasi besar d dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Interpretasi Besar d

d	Keterangan
$0 < d < 0,3$	Efek kecil
$0,3 < d < 0,5$	Efek sedang
$0,5 < d$	Efek besar

Sumber: Cohen, 1988

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan di atas, telah didapatkan produk pengembangan dengan temuan:

1. Valid, ditunjukkan oleh persentase rata-rata validasi isi sebesar 89% dan validasi konstruk sebesar 88%.
2. Praktis, ditunjukkan oleh skor rerata keterbacaan sebesar 80%, keterlaksanaan *E-Modul* dalam setiap kegiatan pembelajaran sebesar 79,07%, dan respon positif siswa terhadap *E-Modul* sebesar 77,75%.
3. Efektif, ditunjukkan oleh nilai *n-gain* sebesar 0,54 dalam kategori sedang dan hasil uji *effect size* sebesar 0,43 kategori sedang.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil akhir penelitian ini, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM materi getaran harmonis dapat digunakan sebagai salah satu media belajar.
2. *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM perlu dikembangkan pada materi fisika lainnya seperti fluida, optik fisis, kelistrikan, termodinamika, dan lainnya pada penelitian selanjutnya.
3. *E-Modul* berbasis masalah terintegrasi STEM dapat dijadikan alternatif bagi guru untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F., & Ward, R. (2016). Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*, 56(March 2016), 238–256. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.036>
- Abdurrahman, Ariyani, F., Maulina, H., & Nurulsari, N. (2019). Design and validation of inquiry-based STEM learning strategy as a powerful alternative solution to facilitate gifted students facing 21st century challenging. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(1), 33–56. <https://doi.org/10.17478/jegys.513308>
- Abid Azhar, K., & Iqbal, N. (2018). Effectiveness of Google Classroom: Teachers' Perceptions. *Prizren Social Science Journal*, 2(2), 52–66.
- Adelia, I., Farid, M., Mayub, A., & Nirwana, N. (2019). Peningkatan Hasil Belajar Fisika Melalui Model Problem Based Learning (PBL) Pada Peserta Didik SMAIT Iqro Bengkulu. *Journal on Education*, 1(4), 789–798.
- Adolphus, T., Alamina, J, dan Aderonmu, T. (2013). *The Effects of Collaborative Learning on Problem Solving Abilities among Senior Secondary School Physics Students in Simple Harmonic Motion*. 4(25), 95–101.
- Aliq Fiya Kamalasari, Y.L Sukestiyarno, A. N. C. (2019). Modul Daring Berbasis Creative Problem Solving untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Prosiding Seminar ...*, 910–913. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpsca/article/download/246/207>
- Anggraini, F. I., & Huzaifah, S. (2017). Implementasi STEM dalam pembelajaran IPA di Sekolah Menengah Pertama. *Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya*, 1998, 722–731.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach*. McGraw-Hill Companies.
- Ariani, L., Sudarmin, Nurhayati, S. (2019). Analisis Berpikir Kreatif Pada Penerapan Problem Based Learning Berpendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2307–2317.
- Arifin, M. (2020). Learning Management System (LMS) Berbasis Android Era Revolusi Industri 4 . 0 Penunjang Creative Thinking Skill Mathematics Siswa Learning Management System (Lms) Based on Android in the Industrial Revolution Era 4 . 0 Supporting. *ASNA: Jurnal Kependidikan Islam Dan Keagamaan*, 2(2), 12–27. <https://maarifnajateng.or.id/ejournal/index.php/asna/article/view/44>
- Arikunto, S. (2016). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (edisi revisi)*.
- Beatty, A. (2011). Successful STEM Education. In *Successful STEM Education*. <https://doi.org/10.17226/13230>
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, 25(1), 53–69. <https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247>
- Bele, F., & Made, D. (2018). Inovasi pembelajaran elektronik dan tantangan guru abad 21. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 2(1), 10–18.
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., & Moller, S. (2018). Boosting the

- numbers of STEM majors? The role of high schools with a STEM program. *Science Education*, 102(1), 85–107. <https://doi.org/10.1002/sce.21318>
- Brophy, J. (2004). *Motivating students to learn*. Routledge.
- Budiarti, S., Nuswowati, M., & Cahyono, E. (2016). KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS Info Artikel. *Journal of Innovative Science Education*, 5(2), 144–151. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press. NSTA press.
- Cahyani, C. D., Suyitno, A., Pujiastuti, E. (2019). Document 48. *The Third Reich*, 5, 220–222. <https://doi.org/10.4324/9781315121154-62>
- Cahyani, A. E. M., Mayasari, T., & Sasono, M. (2020). Efektivitas E-Modul Project Based Learning Berintegrasi STEM Terhadap Kreativitas Siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i1.1774>
- Canel, A. N. (2015). A Program Based on the Guilford Model that Enhances Creativity and Creative Psychological Counseling. *Sanitas Magisterium*, 1(2). <https://doi.org/10.12738/sm/2015.2.007>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences, 2nd edn.* Á/L. Erlbaum Press, Hillsdale, NJ, USA.
- Destyana, V. A., & Surjanti, J. (2021). Efektivitas Penggunaan Google Classroom dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Mata Pelajaran Ekonomi. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 1000–1009. <https://edukatif.org/index.php/edukatif/index>
- Diawati, C., Liliasari, Setiabudi, A., & Buchari. (2018). Using Project-Based Learning to Design, Build, and Test Student-Made Photometer by Measuring the Unknown Concentration of Colored Substances. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 468–475. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00254>
- Dongoran, S., Said, H. B., Defitriani, E. (2019). Perbedaan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Yang Memperoleh Model Pembelajaran Creative Problem Solving (CPS) Dan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Di Kelas VII SMP Negeri 14 Kota Jambi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Dorph, R., Bathgate, M. E., Schunn, C. D., & Cannady, M. A. (2018). When I grow up: the relationship of science learning activation to STEM career preferences. *International Journal of Science Education*, 40(9), 1034–1057. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1360532>
- Elice, D. (2012). Pengembangan Desain Bahan Ajar Keterampilan Aritmatika Menggunakan Media Sempoa Untuk Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Tesis, Program Pascasarjana Megister Teknologi Pendidikan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung*.
- Elizabeth, A., & Sigahitong, M. M. (2018). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 6(2), 66. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v6i2.1044>
- Emda, A. (2017). Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Kimia Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Ketrampilan Kerja Ilmiah. *Lantanida Journal*, 2(2), 218. <https://doi.org/10.22373/lj.v2i2.1409>

- Erdem, A. R., & Adiguzel, D. C. (2019). The opinions of primary school teachers on their creative thinking skills. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2019(80), 25–38. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.80.2>
- Fadriati, F., & Muchlis, L. S. (2021). ... Penggunaan Learning Management System Dengan Pendekatan Problem Solving Dalam Pembelajaran Online Di Masa Covid 19. *PROCEEDING IAIN Batusangkar*, 93–102. <http://ojs.iainbatusangkar.ac.id/ojs/index.php/proceedings/article/view/2911>
- Farwati, R., Permanasari, A., Firman, H., & Suhery, T. (2017). Integrasi problem based learning dalam STEM education berorientasi pada aktualisasi literasi lingkungan dan kreativitas. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 198–206.
- Hamdi, H., Asrizal, & Kamus, Z. (2013). Pembuatan Multimedia Interaktif Menggunakan Moodle pada Kompetensi Mengamati Gejala Alam dan Keteraturannya untuk Pembelajaran Siswa SMA Kelas XI Semester 1. *Pillar Of Physic Education*, 1(April), 55–62.
- Handhika, J., Prastyaningrum, I., & Pratama, R. (2017). Pengembangan media pembelajaran e-modul berbasis smartphone pada materi hukum biot savart. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika III*, 117–121.
- Hapsari, S. A., & Pamungkas, H. (2019). Pemanfaatan Google Classroom Sebagai Media Pembelajaran Online Di Universitas Dian Nuswantoro. *WACANA: Jurnal Ilmiah Ilmu Komunikasi*, 18(2), 225–233. <https://doi.org/10.32509/wacana.v18i2.924>
- Harasim, L. (2012). *Learning Theory and Online Technologies*. RoutledgeFalmer. Taylor & Francis Group, New York. Accesat de pe site: <https://www...>
- Hariawan, Kamaluddin, U. W. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran Creative Problem Solving Terhadap Kemampuan Memecahkan Masalah Fisika Pada Siswa Kelas Xi Sma Negeri 4 Palu. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 1(2), 48. <https://doi.org/10.22487/j25805924.2013.v1.i2.2395>
- Haspen, C. D. T., Syafriani, S., & Ramli, R. (2021). Validitas E-Modul Fisika SMA Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 5(1), 95–101. <https://doi.org/10.24036/jep/vol5-iss1/548>
- Hmelo-Silver, C. E., & Barrows, H. S. (2006). Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 5–22. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1004>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). STEM Integration in K-12 Education. In *STEM Integration in K-12 Education*. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Iftakhar, S. (2016). Google Classroom: What Works and How? *Journal of Education and Social Sciences*, 3, 12–18. https://www.jesoc.com/wp-content/uploads/2016/03/KC3_35.pdf
- Imaroh, Rahma Dhiyaul, Sudarti, dan Handayanti, R. D. (2020). Jurnal Pendidikan MIPA Pancasakti. *E-Journal Ups*, 4(januari 2020), 1–11.
- Istikomah, Purwoko, R. Y., & Nugraheni, P. (2020). Pengembangan E-Modul Matematika Berbasis Realistik Untuk Meningkatkan Kemampuan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 7(2), 63–71. <https://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/mtk/article/view/490>

- Jack R, F., & Wallen, N. E. (2009). *How To Design And Evaluate Research in Education*.
- Kalsum, U., M, M., & Putri Awalia, W. (2021). Kelayakan Lkpd Fisika Berbasis Problem Solving Dalam Mengukur Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Fluida Statis. *PHYDAGOGIC Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 3(2), 61–70. <https://doi.org/10.31605/phy.v3i2.1178>
- Kampylis, P., & Berki, E. (2014). *INTERNATIONAL ACADEMY OF EDUCATION INTERNATIONAL BUREAU OF EDUCATION Nurturing creative thinking BIE Educational Practices Series 25.qxd:BIE Educational Practices Se*.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students In STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246–258.
- Korakakis, G., Pavlatou, E. A., Palyvos, J. A., & Spyrellis, N. (2009). 3D visualization types in multimedia applications for science learning: A case study for 8th grade students in Greece. *Computers and Education*, 52(2), 390–401. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.09.011>
- Kusumaningtyas, S. A., & Supaman. (2020). E-module Design Based Mathematics PBL Learning Model to Enhance Creative Thinking Skills. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(3), 3518–3523.
- Lepper, M. R., Keavney, M., & Drake, M. (1996). Intrinsic motivation and extrinsic rewards: A commentary on Cameron and Pierce’s meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66(1), 5–32. <https://doi.org/10.3102/00346543066001005>
- Liliawati, M. W. (2011). Pembekalan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Sma Melalui Pembelajaran Fisika Berbasis Masalah. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(2), 93. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v16i2.227>
- Malina, I., Yuliani, H., & Syar, N. I. (2021). Analisis Kebutuhan E-Modul Fisika sebagai Bahan Ajar Berbasis PBL di MA Muslimat NU. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 3(1), 70–80. <https://doi.org/10.31540/sjpif.v3i1.1240>
- Manurung, A. S., Halim, A., & Rosyid, A. (2020). Pengaruh Kemampuan Berpikir Kreatif untuk meningkatkan Hasil Belajar Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(4), 1274–1290. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i4.544>
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D., & Kaniawati, I. (2016). Exploration of student’s creativity by integrating STEM knowledge into creative products. *AIP Conference Proceedings*, 1708(February 2016). <https://doi.org/10.1063/1.4941191>
- Mayer, R. E. (2009). Multimedia learning. *Cambridge University Press*, 41, 85–139. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(02\)80005-6](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(02)80005-6)
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Morrison, J. S. (2006). Attributes of STEM Education: The Students, The Academy, The Classroom. *TIES STEM Education Monograph Series*, 47(7–8), 309–314. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9793365>

- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi. *Seminar Nasional Pascasarjana 2019*, 453–460.
- Nevid, J. S. (2021). *Essentials of psychology: Concepts and applications*. Cengage Learning.
- Newman, M. J. (2005). Problem Based Learning: An introduction and overview of the key features of the approach. *Journal of Veterinary Medical Education*, 32(1), 12–20. <https://doi.org/10.3138/jvme.32.1.12>
- Nurhasanah, S., & Sobandi, A. (2016). Minat Belajar Sebagai Determinan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 1(1), 128. <https://doi.org/10.17509/jpm.v1i1.3264>
- Oktavia, B., Zainul, R., & Putra, A. (2018). Pengenalan Dan Pengembangan E-Modul Bagi Guru- Guru. *Jurnal Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang*, 1–9.
- Pane, N., Syahputra, E., & Mulyono, M. (2018). Improving the Ability of Creative Thinking Mathematically and Self-Confidence Student through Application Model Eliciting Activities (MEAs) Review from Student Gender. *American Journal of Educational Research*, 6(4), 319–323. <https://doi.org/10.12691/education-6-4-4>
- Park, O.-C., & Hopkins, R. (1992). Instructional conditions for using dynamic visual displays: A review. *Instructional Science*, 21(6), 427–449.
- Pathoni, T. A. dan H. (2014). Penerapan Media E-Learning Berbasis Schoology Untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Materi Usaha dan Energi Di Kelas XI SMA N 10 Kota Jambi. 8(July), 1–17.
- Perdana, F. A. (2017). Keterampilan Proses Sains Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Motivasi Belajar Siswa Sma / Ma Kelas X Pada Materi Dinamika Gerak. 6(3), 61–76.
- Petrov, P. D., & Atanasova, T. V. (2020). The Effect of augmented reality on students' learning performance in stem education. *Information (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/INFO11040209>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2007). *An Introduction to Educational Design Research*.
- Priyanthi, Kadek Aris, Ketut, Agustini, Santyadiputra, G. S. (2017). Pengembangan E-Modul Berbantuan Simulasi Berorientasi Pemecahan Masalah Pada Mata Pelajaran Komunikasi Data (Studi Kasus : Siswa Kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Singaraja). *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, 6(1), 40. <https://doi.org/10.23887/karmapati.v6i1.9267>
- Purwaningrum, J. P. (2016). Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Melalui Discovery Learning Berbasis Scientific Approach. *Refleksi Edukatika*, 6(2), 145–157. <https://doi.org/10.24176/re.v6i2.613>
- Puspitasari, R., Hamdani, D., & Risdianto, E. (2020). Pengembangan E-Modul Berbasis Hots Berbantuan Flipbook Marker Sebagai Bahan Ajar Alternatif Siswa Sma. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(3), 247–254. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.3.247-254>
- Putri, Ni Wyn. Mei Ananda Jampel, Nyoman, Suartama, I. K. (2014). Pengembangan E-Learning Berbasis Schoology Pada Mata Pelajaran Ipa Kelas VIII Di SMP Negeri 1 Seririt. *Journal Edutech Universitas Pendidikan Ganesha*, 2(1), 1–11.

- <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEU/article/view/3796>
- Putri, C. S., Sesunan, F., & Wahyudi, I. (2019). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Creative Problem Solving Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Dalam Pemecahan Masalah Fisika Pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 149–155.
- Riyanto, H. Y. (2014). *Paradigma Baru pembelajaran: Sebagai referensi bagi pendidik dalam Implementasi Pembelajaran yang Efektif dan berkualitas*. Prenada Media.
- Riyanto, J., Agustian, B., Ardiyansyah, M., Haerudin, H., & Yaser Arafat, M. (2020). Sosialisasi dan Implementasi Google Classroom Sebagai Media Penunjang Pembelajaran pada SMK Darul Muin. *JAMAICA: Jurnal Abdi Masyarakat Program Studi Teknik Informatika Universitas Pamulang*, 1(1), 42–46.
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum. *PATT 26 Conference: Technology Education in the 21st Century*, 111–118.
<https://www.ep.liu.se/ecp/article.asp?issue=073&volume=&article=013%0A>
<https://www.ep.liu.se/ecp/073/013/ecp12073013.pdf>
- Romayanti, C., Sundaryono, A., & Handayani, D. (2020). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis Kemampuan Berpikir Kreatif Dengan Menggunakan Kvisoft Flipbook Maker. *Alotrop*, 4(1), 51–58.
<https://doi.org/10.33369/atp.v4i1.13709>
- Rusmono. (2012). *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based learning Itu Perlu Untuk Meningkatkan Profesionalitas Guru* (1st ed.). Ghalia Indonesia.
- Sa'diah, Septian, D., & Kurniawan, G. E. (2019). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Problem Solving Untuk Meningkatkan High Order Thinking Skill Pada Materi Fluida Statis Kelas XI MAN 2 Kuningan. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 2(1), 30–36.
- Sandall, B. K., Sandall, D. L., & Walton, A. L. J. (2018). Educators' Perceptions of Integrated STEM: A Phenomenological Study. *Journal of STEM Teacher Education*, 53(1). <https://doi.org/10.30707/jste53.1sandall>
- Sanjaya, W. (2010). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*, cet. VII, Jakarta: Prenada Media Group.
- Sari, S., Suyatna, A., & Viyanti. (2021). Need assesment and design of e-modules to stimulate HOTS on dynamic fluid materials with the STEM approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012003>
- Savin-Baden, M. (2003). Facilitating Problem-Based Learning: Illuminating Perspectives. *SRHE and Open University Press Imprint General Editor: Heather Eggins*, 297–319. <https://doi.org/10.1002/9781119173243.ch13>
- Setiawan, T. H., & Aden. (2020). Efektifitas Penerapan Blended Learning Dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Akademik Mahasiswa Melalui Jejaring Schoology Di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif (JPMI)*, 3(5), 493–506. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v3i5.493-506>
- Shen, C. wen, & Ho, J. tsung. (2020). Technology-enhanced learning in higher education: A bibliometric analysis with latent semantic approach. *Computers in Human Behavior*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106177>
- Simanihuruk, L., Simarmata, J., Sudirman, A., Hasibuan, M. S., Safitri, M.,

- Sulaiman, O. K., Ramadhani, R., & Sahir, S. H. (2019). *E-learning: Implementasi, strategi dan inovasinya*. Yayasan Kita Menulis.
- Skinner, E., Saxton, E., Currie, C., & Shusterman, G. (2017). A motivational account of the undergraduate experience in science: brief measures of students' self-system appraisals, engagement in coursework, and identity as a scientist. *International Journal of Science Education*, 39(17), 2433–2459. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1387946>
- Sriwindari, W., Asih, T., & Noor, R. (2022). *PENGEMBANGAN E- MODUL BERBASIS PJBL (PROJECT BASED LEARNING) MATERI DAUR ULANG LIMBAH*. 12–20.
- Suarsana, I. M., & Mahayukti, G. A. (2013). Pengembangan E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 2(3), 193. <https://doi.org/10.23887/janapati.v2i3.9800>
- Sudjana, N. (2005). Metode statistika. *Bandung: Tarsito*, 168.
- Šumak, B., & Šorgo, A. (2016). The acceptance and use of interactive whiteboards among teachers: Differences in UTAUT determinants between pre- and post-adopters. *Computers in Human Behavior*, 64, 602–620. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.037>
- Sunaryo, Y. (2014). *Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Matematik Siswa SMA Di Kota Tasikmalaya*. 1(September), 41–51.
- Suparmi, N. W. (2019). Hasil Belajar Pemahaman Konsep Dan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Pembelajaran Inkuiri Bebas Dan Inkuiri Terbimbing. *Journal of Education Technology*, 2(4), 192. <https://doi.org/10.23887/jet.v2i4.16548>
- Thiagarajan. (1976). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. *Journal of School Psychology*, 14(1), 75. [https://doi.org/10.1016/0022-4405\(76\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0022-4405(76)90066-2)
- Turkmen, H. (2015). Creative Thinking Skills Analyzes of Vocational High School Students. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, February, 2146–7463. www.ijonte.org
- Uğraş, M. (2018). The Effects of STEM Activities on STEM Attitudes, Scientific Creativity and Motivation Beliefs of the Students and Their Views on STEM Education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5). <https://doi.org/10.15345/iojes.2018.05.012>
- Wahyuliani, D., Danial, M., & Sanusi, W. (2022). Pengembangan E-Modul pada Materi Koloid untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Chemistry Education Review (CER)*, 5(2), 207–215.
- Wakefield, J., Frawley, J. K., Tyler, J., & Dyson, L. E. (2018). The impact of an iPad-supported annotation and sharing technology on university students' learning. *Computers and Education*, 122, 243–259. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.013>
- Widestra, R. A., & Putri, Y. H. (2019). Meta-Analisis Implementasi Landasan Ilmu Pendidikan Dalam Pengembangan LKS Berbasis Pendekatan Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 5(2), 123–130.
- Winarni, J., Zubaidah, S., & H, S. K. (2016). STEM: apa, mengapa, dan bagaimana. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana*

UM (Vol. 1, pp. 976–984).

- Woro Sumarni, Dinar Setiya Rumpaka, Sri Wardani¹, S. S. S. (2022). Effectiveness of Brain-based Teaching Strategy on Students' Achievement and Score Levels in Heat Energy. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(1), 20–29. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v3i1.45>
- Wulandari, S. & N. (2021). Studi Literatur Penggunaan Pbl Berbasis Video Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 9(1), 7. <https://doi.org/10.24252/jpf.v9i1.13818>
- Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R. O., & Nunamaker, J. F. (2006). Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information and Management*, 43(1), 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.im.2005.01.004>