

**PENGEMBANGAN *E-MODULE* BERBANTUAN *AUGMENTED REALITY*
TERINTEGRASI STEM UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF SISWA**

(TESIS)

Oleh

**RENY WIDYANTI
1923022018**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *E-MODULE* BERBANTUAN *AUGMENTED REALITY* TERINTEGRASI STEM UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA

Oleh
Reny Widyanti

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM yang valid, praktis, dan efektif untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Penelitian ini menggunakan metode R&D dengan desain pengembangan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu *analyze*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. Instrumen pengumpulan data yang digunakan meliputi angket analisis kebutuhan, angket uji validitas, angket uji keterlaksanaan, instrumen soal yang sudah diuji kevalidannya, lembar observasi ketercapaian keterampilan berpikir kreatif, dan respon siswa terhadap keefektifan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *e-module* hasil pengembangan valid, praktis, dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Pada uji kevalidan yang telah dilakukan, *e-module* hasil pengembangan dinyatakan layak dengan kriteria sangat tinggi. Persentase kelayakan isi sebesar 89,17% dan konstruk sebesar 88,37%. Analisis angket keterbacaan diperoleh hasil persentase sebesar 89,17% dengan kategori keterbacaan sangat baik, analisis keterlaksanaan diperoleh rata-rata persentase sebesar 84,44% hal ini mengindikasikan bahwa *e-module* yang dikembangkan praktis. Keefektifan dilihat dari adanya peningkatan nilai *N-gain* sebesar 0,66 dengan kategori sedang, uji statistik *Independent Paired T test* diperoleh nilai signifikansi $<0,05$ dan analisis hasil respon siswa disimpulkan bahwa lebih dari 50% kelompok siswa memberikan respon positif bahwa *e-module* yang telah dikembangkan efektif untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa.

Kata Kunci: *Augmented Reality*, *E-module*, Keterampilan Berpikir Kreatif, STEM.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF E-MODULE ASSIST BY AUGMENTED REALITY INTEGRATED STEM TO TRAIN STUDENTS' CREATIVE THINKING SKILLS

**By
Reny Widyanti**

This study aims to develop an e-module assisted by augmented reality integrated STEM that is valid, practical, and effective in training student's creative thinking skills. This research uses the R&D method with the ADDIE model development design consisting of five stages, namely analyze, design, development, implementation, and evaluation. The data collection instruments used include a needs analysis questionnaire, validity test questionnaire, implementation test questionnaire, instrument questions that have been tested for validity, observation sheet for the achievement of creative thinking skills, and student responses to the effectiveness of e-module assisted augmented reality integrated with STEM. The results showed that the e-module developed was valid, practical, and effectively used in the learning process to train student's creative thinking skills. In the validity test that has been carried out, the developed e-module is declared feasible with very high criteria. The percentage of content feasibility is 89.17% and construct is 88.37%. The readability questionnaire analysis obtained a percentage result of 89.17% with a very good readability category, the implementation analysis obtained an average percentage of 84.44%. This indicates that the e-module developed is practical. The effectiveness can be seen from the increase in the N-gain value of 0.66 in the medium category, the Independent Paired T test obtained a significance value of <0.05 and the analysis of students responses concluded that more than 50% of the students group gave a positive response that the e-module which has been developed effectively to training students' creative thinking skills.

Keywords: Augmented Reality, Creative Thinking Skills, E-module, STEM

**PENGEMBANGAN *E-MODULE* BERBANTUAN *AUGMENTED REALITY*
TERINTEGRASI STEM UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF SISWA**

Oleh
Reny Widyanti
1923022018

TESIS

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

Pada

**Program Studi Magister Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN *E-MODULE*
BERBANTUAN *AUGMENTED REALITY*
TERINTEGRASI STEM UNTUK
MELATIHKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF SISWA**

Nama Mahasiswa : ***Reny Widlyanti***

Nomor Pokok Mahasiswa : 1923022018

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam

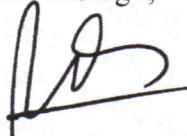
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



MENYETUJUI

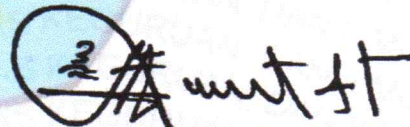
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,



Dr. Abdurrahman, M.Si.
NIP. 19681210 199303 1 002

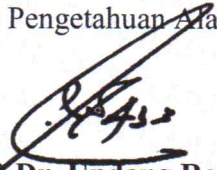
Pembimbing II,



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

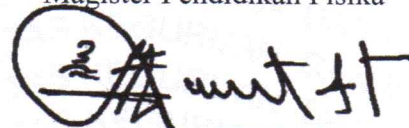
2. Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan
Ilmu Pengetahuan Alam



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

Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Fisika

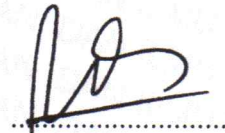


Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP. 19650616 199102 2 001

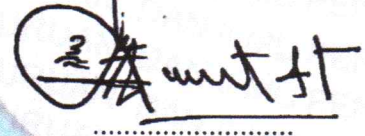
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

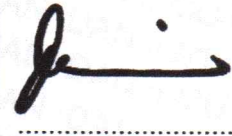
Ketua : **Dr. Abdurrahman, M.Si.**



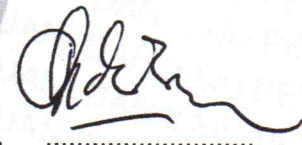
Sekretaris : **Dr. Kartini Herlina, M.Si.**



Penguji Anggota : **1. Dr. Doni Andra, .Sc.**



2. Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd.
NIP 19620804 198905 1 001

Tanggal Ujian Tesis : 29 Juli 2021

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Reny Widyanti
NPM : 1923022018
Fakultas/ Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika
Alamat : Gedungsari RT/RW: 002/003 Kecamatan Anak Ratu
Aji Lampung Tengah

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu 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.

Bandarlampung, 29 Juli 2021



Reny Widyanti

NPM. 1923022018

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Gedungsari pada tanggal 02 Juni 1997, sebagai anak pertama dari Bapak Mulyadi dan Ibu Titin Anafi. Penulis mengawali pendidikan formal di SD Negeri 01 Gedungsari Kecamatan Anak Ratu Aji Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2003, kemudian melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 1 Anak Ratu Aji pada tahun 2009, dan pada tahun 2012 melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 2 Kotabumi. Pada tahun 2015 penulis diterima di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung dan dinyatakan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan studinya di Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

MOTTO

“Barangsiapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri”

(QS. Al-Ankabut : 6)

“Barangsiapa yang enggan merasakan pahitnya belajar walau sebentar, maka Ia akan merasakan hinanya kebodohan sepanjang hidupnya”

(Imam Syafi'i)

“Bersungguh-sungguhlah dalam berusaha dan berdoa sebab hal istimewa tidak mampu didapatkan dengan cara berleha-leha”

(Reny Widlyanti)

PERSEMBAHAN

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

1. Orang tua tercinta, Bapak Mulyadi dan Ibu Titin Anafi yang telah membesarkanku sepenuh hati, yang tiada henti berdoa dalam setiap sujudnya. Manusia tanpa batas kasih sayang, terimakasih atas cinta, kasih sayang, semangat, do'a, dorongan, nasihat, materi, serta pengorbanan demi keberhasilan masa depanku.
2. Adikku tersayang, Rega Dwi Permana yang selalu memberikan semangat, doa, dan dukungan untuk menggapai cita-cita.
3. Para pendidik yang telah mengajarkanku berbagai macam ilmu pengetahuan;
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-module* Berbantuan *Augmented Reality* Terintegrasi STEM Untuk Melatihkan Keterampilan Siswa” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T., 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 sebagai pembimbing II, atas segala kesabaran, dan waktu yang telah diberikan untuk membimbing, memberikan ilmu, memotivasi, memberikan saran dan kritiknya dalam proses penyusunan tesis ini;
6. Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku pembimbing I atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membimbing, kesabaran, motivasi, saran dan kritiknya dalam proses penyusunan tesis ini;
7. Bapak Dr. Doni Andra, M.Sc., selaku Pembahas, atas kesediaan memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan kritik dalam memperbaiki penulisan tesis ini.

8. Bapak Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd., selaku dosen perwakilan Program Studi Magister Pendidikan Fisika, atas kesediaan memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan kritik dalam memperbaiki penulisan tesis ini.
9. Bapak dan ibu dosen Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
10. Bapak Dr. Yulizar, MM., selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Gadingrejo atas izin, bantuan, dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
11. Ibu Yusmuniarti Tampubolon, S.Pd., selaku guru pendidikan fisika di SMA Negeri 1 Gadingrejo yang menjadi mitra selama penelitian berlangsung, terimakasih atas izin, bantuan, kerjasama, dan motivasinya.
12. Peserta didik kelas XII MIA-6 SMA Negeri 1 Gadingrejo, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
13. Teman-teman magister pendidikan fisika 2019.
14. Sahabat-sahabatku Ayu Puji Lestari, Ani Latifatun Naj'iyah, Irani Diansyah, Sestika Sari, Ayu Novita, Haza Kurnia Dinantika, dan Rika Dwi Kurniati yang selalu memberikan motivasi, saran, dan kontribusinya selama proses penyusunan tesis ini.
15. Sahabat berjuang menyelesaikan tesis, Putri Mardiana Sari, Retno Widiyanto, Siti Mardiyah Rahayu, Siti Nurhasanah, Haza Kurnia Dinantika yang selalu menemaniku, memberikan saran, dan motivasi selama proses penyusunan tesis.
16. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Bandarlampung, 29 Juli 2021

Penulis,

Reny Widyanti

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER LUAR	i
ABSTRAK	ii
COVER DALAM	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
SURAT PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Spesifikasi Produk.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>E-module</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i>	7
2.2 <i>STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)</i>	10
2.3 Keterampilan Berpikir Kreatif	14
2.4 Teori Belajar.....	18
2.5 Hasil Penelitian Yang Relevan	28
2.6 Kerangka Pemikiran.....	29
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	33
3.2 Metode Penelitian	33
3.3 Prosedur Pengembangan.....	33
3.4 Teknik Pengambilan Data	38

3.5	Teknik Analisis Data	39
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian.....	47
4.1.1	Tahap Analisis (<i>Analyze</i>)	47
4.1.2	Tahap Desain (<i>Design</i>).....	52
4.1.3	Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	57
4.1.4	Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>)	65
4.1.5	Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	80
4.2	Pembahasan	81
4.2.1	Kevalidan <i>E-module</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i> Terintegrasi STEM.....	81
4.2.2	Kepraktisan <i>E-module</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i> Terintegrasi STEM.....	83
4.2.3	Keefektifan <i>E-module</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i> Terintegrasi STEM.....	86
V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	96
5.2	Saran	97

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1.	Respon Kebutuhan Guru Terhadap <i>E-module</i>	106
2.	Respon Kebutuhan Siswa Terhadap <i>E-module</i>	110
3.	Cara Membuat <i>E-module</i>	115
4.	Instrumen Uji Validasi Isi	119
5.	Instrumen Uji Validasi Konstruk	123
6.	Instrumen Uji Keterbacaan	126
7.	Instrumen Uji Keterlaksanaan Penggunaan <i>E-module</i>	128
8.	Instrumen Uji Respon Siswa.....	131
9.	Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Isi	133
10.	Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Konstruk	134
11.	Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan	135
12.	Rekapitulasi Hasil Uji Keterlaksanaan.....	136
13.	Rekapitulasi Hasil Uji Respon Siswa.....	137
14.	Hasil Uji Reliabilitas	138
15.	Hasil Uji Normalitas	141
16.	Hasil Uji <i>Paired T-test</i>	142
17.	Rekapitulasi Ketercapaian Keterampilan Berpikir Kreatif	143
18.	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	144

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Definisi Literasi STEM	11
2. Rubrik Keterampilan Berpikir Kreatif	15
3. Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif.....	16
4. Indikator Dan Tindakan Keterampilan Berpikir Kreatif.....	17
5. Tahap Pemrosesan Memori.....	22
6. Penelitian yang Relevan.....	28
7. Skor Penilaian	40
8. Tafsiran Skor (Persentase) Lembar Validitas	41
9. Klasifikasi Koefisien Reliabilitas	43
10. Konversi Skor Penilaian Pernyataan Nilai Kualitas Keterlaksanaan.....	44
11. Kriteria Interpretasi <i>N-gain</i>	45
12. Kriteria Keterampilan Berpikir Kreatif.....	46
13. Identifikasi Masalah dan Kebutuhan Bahan Ajar	48
14. Rekapitulasi Analisis Kebutuhan Guru.....	48
15. Rekapitulasi Analisis Kebutuhan Siswa	50
16. Rancangan Awal <i>E-module</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i> Terintegrasi STEM	55
17. Hasil Uji Validasi Ahli.....	60
18. Persentase Perolehan Skor Rata-rata Uji Validasi Isi Dan Konstruk Dari Masing-masing Validator	61
19. Hasil Rekomendasi Perbaikan Oleh Para Ahli.....	62
20. Hasil Uji Validitas Soal.....	63
21. Hasil Uji Keterbacaan	65
22. Hasil Uji Respon Siswa.....	67
23. Hasil Uji Normalitas <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	68
24. Data Rerata <i>N-gain</i> Keterampilan Berpikir Kreatif	69
25. Hasil Uji <i>Paired Sample T-test</i>	69
26. Ketercapaian Keterampilan Berpikir Kreatif	70
27. Hasil Kerja Siswa Menggunakan <i>E-module</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i> Terintegrasi STEM	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tiga Proses Dasar Pemrosesan Memori	22
2. Skema Teori Kognitif Multimedia Pembelajaran	24
3. Kerangka Pemikiran.....	32
4. Desain Penelitian <i>One-Group-Pretest-Posttest</i>	36
5. Diagram Alir Pengembangan <i>E-module</i>	37
6. Tampilan <i>E-module</i> Melalui <i>Smartphone</i>	53
7. Tampilan <i>E-module</i> Melalui <i>PC</i>	54
8. Tampilan <i>Cover E-module</i>	57
9. Tampilan Depan Masing-masing Kegiatan Belajar	58
10. Pemaparan Materi dan Penyajian Fenomena	58
11. Lembar Kerja Siswa Yang Dilengkapi Animasi <i>Augmented Reality</i> Dan Aktivitas STEM	59
12. Diagram Kevalidan <i>E-module</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i> Terintegrasi STEM	61
13. Hasil Uji Keterlaksanaan.....	66

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi dan kolaborasi merupakan empat aspek penting yang harus dimiliki siswa dalam proses pembelajaran di sekolah maupun dalam kehidupan sehari-hari. Pendidikan abad-21 berorientasi pada keterampilan siswa untuk siap menghadapi tantangan, salah satunya adalah keterampilan berpikir kreatif yang sangat dibutuhkan dalam proses pemecahan masalah. Mengembangkan keterampilan berpikir kreatif dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu membuat masalah, mengeksplorasi penyelesaian masalah dengan cara baru dan unik yang belum pernah ada sebelumnya, berimajinasi, dan sintesis masalah (Sternberg, 1998). Keterampilan berpikir kreatif setiap siswa berbeda dikarenakan setiap siswa memiliki pengetahuan dan pengalaman yang berbeda dalam memecahkan masalah dalam proses pembelajaran.

Keterampilan berpikir kreatif dapat distimulus dengan menciptakan proses pembelajaran yang meningkatkan motivasi dan minat belajar pada siswa, yaitu dengan menghadirkan bahan ajar menarik untuk dijadikan sebagai sumber literasi, salah satunya adalah *e-module* yang dapat memberikan informasi digital berbentuk teks, gambar, dan video yang dapat disajikan dalam bentuk tiga dimensi atau 3D (Raihan *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil analisis pendahuluan dengan menggunakan angket yang ditujukan pada 28 siswa dari 12 SMA yang tersebar di beberapa kabupaten di Provinsi Lampung yaitu SMA Al-Kautsar, SMAN 1 Gedong Tataan, SMA Al-Azhar 3 Bandarlampung, SMAN 2 Kotabumi, SMAN 10 Bandarlampung, MAN 1

Pringsewu, SMA Hangtuh Kotabumi, SMAN 2 Bandar Lampung, SMAN 3 Metro, SMAN 1 Gadingrejo, SMAN 1 Natar, dan SMKN 2 Terbanggi Besar mengungkapkan bahwa pembelajaran fisika di sekolah kurang memotivasi dan membangkitkan minat belajar. Oleh karena itu siswa mengharapkan pembelajaran fisika yang menarik dengan menghadirkan media atau bahan ajar yang inovatif dikarenakan 97% siswa mengatakan bahwa bahan ajar fisika selama ini hanya memuat materi dan latihan soal dan belum memuat konten-konten yang dapat melatih keterampilan berpikir kreatif.

Penelitian pendahuluan ini juga ditujukan kepada forum MGMP Fisika Kabupaten Lampung Utara, sebanyak 14 guru fisika merespon angket tersebut dan memberikan informasi bahwa 92% guru belum menyediakan bahan ajar yang dapat memotivasi siswa dan menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Kemudian dari analisis pendahuluan juga diperoleh informasi bahwa guru fisika sudah menggunakan berbagai macam sumber belajar diantaranya 93% menggunakan buku paket, 64% menggunakan LKPD, 79% menggunakan internet, dan hanya 36% guru fisika yang menggunakan *e-module*. Berdasarkan hasil analisis yang ditujukan kepada siswa dan guru secara umum dapat dikatakan bahwa media dan bahan ajar yang digunakan guru dan siswa kurang inovatif dan terintegrasi dengan teknologi. Fakta lain mengungkapkan bahwa sebagian besar siswa kesulitan memahami materi yang konsepnya bersifat abstrak, sehingga 80% guru dan siswa membutuhkan bahan ajar yang menarik, praktis, dan memotivasi minat belajar yang dilengkapi dengan gambar virtual 3 dimensi seperti animasi gambar bergerak (*augmented reality*).

Hasil penelitian pendahuluan yang ditujukan kepada siswa mengungkapkan bahwa materi medan magnet merupakan materi yang abstrak dan sulit dipahami. Berbagai kesulitan yang dihadapi oleh siswa menimbulkan masalah dalam pencapaian kompetensi pembelajaran, oleh karena itu guru harus menyediakan suplemen berupa bahan ajar yang dapat menumbuhkan ketertarikan belajar siswa serta dapat memudahkan siswa untuk menguasai

konsep. Materi fisika dengan konsep abstrak seperti kelistrikan, kemagnetan dan fisika modern merupakan materi fisika yang sulit divisualisasikan, sehingga menyebabkan siswa kesulitan dalam mempelajari konsep-konsep fisika yang abstrak. Hal ini menanamkan pemikiran pada siswa bahwa belajar fisika adalah hal yang sulit dan membosankan. Sebagai upaya untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep fisika, khususnya pada konsep yang bersifat abstrak, maka dibutuhkan bantuan teknologi informasi dalam dunia pendidikan yang dapat diaplikasikan dalam bentuk *software*. Salah satu bahan ajar yang diduga dapat membantu dan memfasilitasi siswa dalam mempelajari konsep abstrak fisika adalah teknologi *augmented reality* (Ismail *et al.*, 2019). *Augmented reality* merupakan aplikasi penggabungan dunia nyata dengan dunia maya dalam bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi yang diproyeksikan dalam sebuah lingkungan nyata dalam waktu yang bersamaan.

Pembelajaran fisika tidak cukup hanya sekedar memahami konsep sains, tetapi perlu juga kemampuan dalam analisis matematik, sehingga diperlukan suatu pendekatan yang dapat mengkombinasikan keduanya. STEM merupakan suatu pendekatan yang mengkolaborasikan unsur *science, technology, engineering, and mathematics* dalam memecahkan suatu konsep atau persoalan dalam kehidupan sehari-hari, hal ini relevan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Sulistiyowati *et al.*, (2018) pendekatan STEM dapat mendukung keterampilan berpikir kreatif dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Teknologi *augmented reality* yang terintegrasi STEM dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan dan pengetahuan yang menyajikan materi pembelajaran dalam format 3D sehingga pembelajaran lebih efektif (Restivo *et al.*, 2014). Berdasarkan pernyataan-pernyataan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEM merupakan salah satu pendekatan yang mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu yaitu *science, technology, engineering, and mathematics* yang diintegrasikan dalam kehidupan sehari-hari sehingga diduga dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep fisika

melalui pengalamannya ketika memecahkan masalah. Meskipun banyak penelitian dan pengembangan yang telah mengkaji keefektifan penggunaan *e-module* untuk melatih keterampilan berpikir kreatif, namun masih sedikit penelitian yang mengembangkan tentang *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM yang memuat komponen untuk melatih keterampilan berpikir kreatif khususnya pada pelajaran fisika. Pandemi *covid-19* memaksa sistem pembelajaran beralih dari pembelajaran tatap muka menjadi pembelajaran daring. Hal ini menuntut guru atau tenaga pendidik untuk memiliki bahan ajar yang dapat diakses oleh siswa secara *online*. Selain itu, bahan ajar yang digunakan juga harus diupayakan agar memudahkan siswa dalam memahami materi dan konsep secara mandiri. Materi fisika terdiri dari beberapa konsep yang sifatnya abstrak sehingga butuh suatu media atau bantuan teknologi yang dapat menjadikan bahan ajar semakin efektif digunakan pada saat pembelajaran daring ini. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian dengan menghasilkan produk berupa *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM yang diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

- a) Bagaimanakah *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM yang valid untuk melatih keterampilan berpikir kreatif?
- b) Bagaimanakah kepraktisan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa?
- c) Bagaimanakah keefektifan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a) Mendeskripsikan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM yang valid untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.
- b) Mendeskripsikan kepraktisan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.
- c) Mendeskripsikan efektivitas *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagi peneliti, dapat memberikan pengetahuan, wawasan, pengalaman, dan bekal yang sangat berharga terutama dalam pengembangan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM.
- b) Bagi pendidik, dapat memberikan informasi mengenai pengembangan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM yang dapat dijadikan sebagai salah satu bahan belajar yang inovatif .
- c) Bagi siswa, dapat memberikan pengalaman belajar baru yang diharapkan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari anggapan yang berbeda terhadap masalah yang akan dibahas, maka peneliti membatasi ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

- a) Pengembangan merupakan proses menerjemahkan spesifikasi desain ke dalam suatu wujud fisik tertentu. Pengembangan dalam penelitian ini adalah pengembangan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.
- b) *E-module* yang akan dikembangkan oleh peneliti merupakan bahan ajar berupa modul digital berbentuk *softcopy* yang telah dibuat dengan

program *canva*.

- c) Keterampilan berpikir kreatif yang akan peneliti kaji mencakup beberapa indikator yaitu *fluency* (berpikir lancar), *flexibility* (berpikir luwes), *originality* (berpikir secara orisinal), dan *elaboration* (penguraian).
- d) Materi yang diajarkan pada penelitian ini adalah materi medan magnet yang terdapat pada KD 3.3 dan 4.3 Fisika SMA kelas XII, kurikulum 2013 semester ganjil.

1.6 Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan adalah sebagai berikut:

- a) *E-module* yang akan dikembangkan berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM bertujuan untuk melatih keterampilan berpikir kreatif
- b) *E-module* memuat sains, teknologi, teknik, dan matematika yang terintegrasi pada topik pembahasannya.
- c) *E-module* berbantuan teknologi *augmented reality* dilengkapi dengan gambar, video dan audio serta lembar kerja terintegrasi STEM yang dapat melatih keterampilan berpikir kreatif siswa .
- d) Berdasarkan aktivitas yang telah dikembangkan, *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM termasuk ke dalam bahan ajar yang berpusat pada siswa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *E-module Berbantuan Augmented Reality*

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mengubah segala aspek tatanan kehidupan, salah satunya adalah proses pembelajaran. Saat ini proses pembelajaran sudah banyak melibatkan teknologi, sehingga perlu adanya inovasi bahan ajar yang terintegrasi pada teknologi. Salah satu contoh bahan ajar yang terintegrasi pada teknologi adalah *e-module*. *E-module* merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis dan dapat dilengkapi dengan konten pembelajaran berupa teks, gambar, animasi serta video yang bisa diakses melalui perangkat komputer atau *smartphone* secara *online*, sehingga siswa dapat mempelajari materi secara mandiri dan lebih aktif. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai implementasi *e-module* berbasis masalah diperoleh hasil bahwa *e-module* tersebut dapat melatih keterampilan proses sains siswa.

E-module merupakan bagian penting dari *e-learning*, dimana penggunaan *e-module* dalam *e-learning* membuat proses pembelajaran dapat dilakukan secara terus menerus, selain itu *e-learning* merupakan salah satu solusi pembelajaran yang memanfaatkan kegiatan jejaring sosial, sehingga guru dapat dengan mudah menyimpan rekam jejak interaksi siswa dalam pembelajaran kolaboratif (Nindy, 2017). Penelitian lain yang dilakukan oleh Irwansyah, *et al* (2017) mengkaji tentang perbandingan penggunaan bahan ajar berupa modul cetak dengan *e-module*, hasil penelitian mengungkapkan bahwa penggunaan modul cetak belum mampu mencukupi kebutuhan siswa,

dikarenakan modul cetak memuat materi pembelajaran yang cenderung informatif dan kurang menarik dikarenakan tidak mendukung adanya tampilan suara, animasi, gambar, dan video yang mampu menjelaskan konsep pada materi yang disampaikan. Pada era teknologi seperti saat ini, siswa cenderung lebih tertarik pada bahan ajar yang memanfaatkan media lain seperti komputer/laptop dan *smartphone* dibandingkan dengan modul cetak.

Salah satu faktor utama yang menentukan terjadinya kecepatan transformasi pengetahuan kepada siswa adalah penggunaan teknologi informasi dalam proses pembelajaran, sehingga dilakukan suatu penelitian dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dengan mengembangkan modul berbasis elektronik atau yang dikenal dengan *e-module* (Darmaji *et al.*, 2019). Program *flipbook* merupakan salah satu aplikasi yang digunakan sebagai media pembelajaran yang dapat menunjang proses pembelajaran dikarenakan di dalamnya memuat video, animasi bergerak, dan audio sehingga membuat pembelajaran lebih menarik, interaktif, dan tidak monoton (Fonda, 2018). Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, maka dapat dikatakan bahwa *e-module* merupakan bahan ajar yang memiliki banyak kelebihan jika digunakan dalam proses pembelajaran, hal ini dikarenakan konten pembelajaran *e-module* dikemas dengan sistematis, praktis dan komunikatif sehingga siswa lebih tertarik belajar menggunakan *e-module*. Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ambiyar *et al* (2019) bahan ajar yang dikembangkan dengan menggunakan teknologi dan informasi dapat mesntimulus cara berpikir siswa yang lebih efektif.

Beberapa penelitian tersebut mengatakan bahwa penggunaan *e-module* efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa, namun masih sangat jarang penelitian yang mengungkapkan penggunaan *e-module* efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa dengan menampilkan konten yang multirepresentatif, oleh karena itu penulis memprediksi bahwa adanya produk berupa *e-module* dapat menumbuhkan minat membaca

siswa, dan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. *E-module* yang dikembangkan oleh peneliti merupakan *e-module* multirepresentatif yang dapat menampilkan konten secara statis (penjelasan dalam bentuk teks biasa) dan dinamis (dilengkapi dengan animasi 3D yang disebut dengan *augmented reality*).

Pembelajaran fisika terdiri dari konsep konkret dan konsep abstrak. Konsep yang bersifat abstrak tidak dapat divisualisasikan tanpa menggunakan suatu media. Adanya teknologi *augmented reality* memudahkan para guru dalam menjelaskan konsep yang bersifat abstrak yang tidak dapat dilihat secara kasat mata. Penelitian yang telah dilakukan oleh El Sayed., Zayed., & Sharawy (2011) menunjukkan bahwa teknologi *augmented reality* dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan dan pengetahuannya dari suatu informasi yang diperolehnya melalui visualisasi 3D.

Perkembangan TIK memungkinkan terciptanya berbagai multimedia dalam pembelajaran yang dapat memfasilitasi dan membangkitkan motivasi siswa dalam mempelajari konsep fisika. Penelitian lain juga telah berusaha menerapkan teknologi *augmented reality* dalam bentuk buku (K.H & Tsay, 2016). Gambar yang disajikan pada buku dalam bentuk virtual 2D akan divisualisasikan menjadi objek virtual 3D sesuai dengan kenyataan yang sebenarnya menggunakan bantuan aplikasi *Scan QR*, sehingga siswa dapat lebih mudah dalam menganalisis pengetahuan pada informasi yang diperoleh. Beberapa penelitian yang telah dilakukan tentang teknologi *augmented reality* mengindikasikan adanya potensi kontribusi dan efek pada proses pembelajaran. Beberapa studi lain yang mendukung penelitian tentang teknologi *augmented reality* menunjukkan bahwa penerapan *augmented reality* dalam belajar dapat memiliki dampak positif dalam belajar seperti meningkatkan pemahaman konsep siswa setelah menerapkan virtual lab dengan teknologi *augmented reality* pada subjek teori kinetik gas (Chao, J. *et al.*, 2015).

Teknologi *augmented reality* yang diimplementasikan dalam media pembelajaran dapat mempermudah dalam mempelajari konsep-konsep abstrak (Wu *et al.*, 2013), selain itu Clark, A., Dünser & Grasset (2011) memvisualisasikan konten gambar yang ada pada buku dengan media 3D sehingga tampak seperti benda-benda nyata memiliki potensi dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep abstrak atau fenomena yang tidak terlihat. Berdasarkan kajian studi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *augmented reality* merupakan suatu teknologi yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran di sekolah, yaitu dengan memvisualisasikan gambar yang biasa disajikan dalam buku secara 3D menggunakan *smartphone* dengan bantuan aplikasi *scan QR* yang telah dimodifikasi sedemikian rupa. Hal tersebut menjadikan pembelajaran menjadi lebih menarik dan memotivasi siswa dalam mengkaji suatu objek pembelajaran yang bersifat abstrak, sehingga siswa menjadi lebih mudah dalam memahami konsep, lebih aktif dalam proses pembelajaran, dan meningkatkan berpikir kreatif siswa.

2.2 *STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)*

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. Salah satu pendekatan pembelajaran yang tepat untuk menyampaikan informasi berupa konsep dan pengetahuan dalam bidang teknologi adalah pendekatan STEM. Menurut Abdurrahman *et al.*, (2019) STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang terintegrasi dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* yang dikaitkan dalam materi pembelajaran dan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan dapat meningkatkan ketertarikan dan prestasi belajar siswa dalam bidang sains dan matematika (Stohlmann *et al.*, 2012). Selain itu menurut Sandall *et al.*, (2018) pendekatan STEM sangat menguntungkan bagi siswa dikarenakan dalam penerapannya STEM mengintegrasikan sains, teknologi,

teknik, matematika dan berbagai bidang ilmu lainnya melalui pembelajaran berbantuan proyek yang akan menjadikan siswa mampu memecahkan masalah secara autentik dan kolaboratif. Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, maka 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 secara autentik.

Pembelajaran yang terintegrasi STEM dapat dikatakan berhasil apabila setiap aspek pada STEM terdapat pada proses pembelajaran untuk masing-masing subjek. Upaya meningkatkan keterampilan memecahkan masalah yang didukung dengan keterampilan ilmiah sangat membutuhkan adanya literasi STEM. Literasi STEM menerapkan tentang bagaimana kemampuan yang harus dimiliki pada setiap individu dalam menghadapi persaingan kerja di dunia. Berikut empat komponen yang saling berkaitan pada literasi STEM yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Definisi Literasi STEM

Aspek STEM	Keterangan
(1)	(2)
<i>Science</i>	Literasi ilmiah: kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami fenomena alam di dunia, dan kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan.
<i>Technology</i>	Literasi teknologi: kemampuan untuk menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana perkembangan teknologi baru, serta kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru dapat mempengaruhi individu, masyarakat, bangsa, dan dunia.
<i>Engineering</i>	Literasi desain: kemampuan untuk memahami bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses rekayasa atau desain menggunakan pembelajaran berbantuan masalah yang diintegrasikan dari beberapa bidang ilmu (interdisipliner).

(1)	(2)
<i>Mathematics</i>	Literasi matematika: kemampuan dalam menganalisis, mengkomunikasikan ide dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan solusi matematis dalam penerapannya di berbagai situasi.

Salah satu aspek penting 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. Penelitian yang telah dilakukan oleh Abdurrahman *et al.*, (2019) mengungkapkan 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.

Terdapat tiga macam pendekatan STEM yaitu pendekatan Silo STEM, pendekatan STEM tertanam (*embedded*), dan pendekatan STEM terintegrasi. Pada penelitian ini peneliti akan menggunakan pendekatan STEM terintegrasi pada bahan ajar *e-module* berbantuan *augmented reality*. Penelitian yang telah dilakukan mengungkapkan bahwa teknologi *augmented reality* yang terintegrasi STEM dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan dan pengetahuan yang menyajikan materi pembelajaran dalam format 3D sehingga pembelajaran lebih efektif dan dapat meningkatkan pemahaman siswa akan teknologi (Restivo *et al.*, 2014). Beberapa penelitian lain telah menunjukkan bahwa *augmented reality* memiliki potensi yang baik dalam bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) termasuk dalam kemampuan spasial, keterampilan praktis, pemahaman konseptual, dan pembelajaran inkuiri ilmiah (Bujak *et al.*, 2013; Dunleavy *et al.*, 2009; Imam Faisi, 2016; K.H & Tsay C.C., 2016). Penelitian terbaru mengungkapkan alasan mengapa popularitas *augmented reality* meningkat yaitu dikarenakan *augmented reality* mampu menyampaikan pengetahuan yang mengandung unsur-unsur virtual menjadi objek yang tampak nyata sehingga dapat dilihat, didengar, dan dirasakan. Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa *augmented reality* sangat cocok untuk kegiatan simulasi, khususnya pada pembelajaran yang terintegrasi STEM.

Pembelajaran menggunakan *augmented reality* memfasilitasi beberapa keuntungan diantaranya penggunaan teknologi pada kegiatan pemecahan masalah, eksperimen, dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi, berpikir kritis, dan berpikir kreatif (Petrov & Atanasova, 2020). Beberapa penelitian tersebut mengungkap *augmented reality* diintegrasikan dengan pendekatan STEM yang dapat meningkatkan berbagai macam kemampuan, maka pada kesempatan ini peneliti mengembangkan produk bahan ajar berupa *e-module* terintegrasi STEM, dimana berdasarkan beberapa kajian studi pendekatan STEM diyakini dapat meningkatkan motivasi dan minat siswa melalui kegiatan penyelidikan ilmiah yang

menuntun siswa untuk memecahkan masalah dan dapat melatih keterampilan berpikir kreatif.

2.3 Keterampilan Berpikir Kreatif

Keterampilan bisa diartikan sebagai kemampuan yang dimiliki seseorang untuk menyelesaikan suatu permasalahan secara efektif dan efisien. Menurut Hakan (2019) kreativitas dapat dilihat dari cara berpikir yang fleksibel, lancar, unik dan tidak biasa dalam situasi yang berbeda. Penelitian yang telah dilakukan oleh Beghetto & 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 Kamylyis & Berki (2014) berpikir kreatif didefinisikan sebagai kemampuan siswa menggunakan imajinasinya untuk menghasilkan ide atau gagasan, mengajukan pertanyaan, mengajukan hipotesis, bereksperimen menggunakan alternatif 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 kreativitas 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. Menurut Shively *et al* (2018) rubrik keterampilan berpikir kreatif memuat aturan penilaian yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rubrik Keterampilan Berpikir Kreatif

Aspek	<i>Novice</i> (Pemula)	<i>Developing</i> (Mengembangkan)	<i>Expert</i> (Ahli)
(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Fluency</i>	Siswa mengungkapkan satu ide	Siswa mengungkapkan beberapa ide	Siswa mengungkapkan banyak ide
<i>Flexibility</i>	Siswa mengungkapkan satu jenis ide	Siswa mengungkapkan beberapa jenis ide	Siswa mengungkapkan banyak jenis ide
<i>Originality</i>	Siswa mengembangkan sebuah ide umum yang banyak dilakukan oleh siswa lain, atau mereplikasi ide yang sudah ada	Siswa mengembangkan ide menarik dari ide yang diungkapkan oleh siswa lain dan menambahkan sedikit ide yang sudah ada sebelumnya	Siswa mengembangkan ide atau gagasan yang unik
<i>Elaboration</i>	Siswa menambahkan sedikit uraian untuk meningkatkan gagasan mereka	Siswa menambahkan beberapa uraian untuk meningkatkan gagasan mereka	Siswa menambahkan banyak uraian untuk meningkatkan gagasan mereka
<i>Usefulness</i>	Siswa mengajukan ide atau gagasannya yang memenuhi kondisi tertentu	Siswa mengajukan ide atau gagasannya sesuai dengan kebutuhan penggunaannya	Siswa mengajukan ide atau gagasannya dan dapat memberikan nilai dan pengaruh yang signifikan pada penggunaannya

(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Specific creativity strategy</i>	Siswa memilih secara acak strategi berpikir kreatif dan menerapkannya, kemudian strategi yang dipilih tidak mampu meningkatkan ide-ide mereka	Siswa memilih dan menerapkan strategi berpikir kreatif untuk mengembangkan ide-ide mereka. Siswa dapat menjelaskan bagaimana strategi yang digunakan dapat mendukung kreativitas mereka.	Siswa memilih strategi berpikir kreatif untuk mengembangkan ide-ide mereka dengan penuh kehati-hatian. Siswa dapat menjelaskan bagaimana strategi yang digunakan dapat mendukung kreativitas mereka.

Terdapat empat indikator keterampilan berpikir kreatif menurut Runco, (2014), Torrance & Goff (1989) yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif

Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif (1)	Keterangan (2)
<i>Fluency (Kelancaran)</i>	Kemampuan untuk menghasilkan banyak ide atau gagasan dan mengasosiasi. Kemampuan ini diukur dengan melihat seberapa banyak siswa memberikan ide terhadap masalah yang diberikan dan menuangkan gagasannya dalam bentuk kalimat.
<i>Flexibility (Keluwes)</i>	Kemampuan untuk menggunakan pendekatan yang berbeda dan menghasilkan ide yang berbeda pada masalah yang sama. Kemampuan ini diukur dari bagaimana siswa dapat memberikan ide atau gagasan dari berbagai perspektif melalui pengetahuan awal yang dimiliki, sehingga siswa mampu memberikan ide ketika dihadapkan pada berbagai macam permasalahan dengan konsep yang sama.

(1)	(2)
Originality (Keaslian)	Kemampuan siswa dalam mengungkapkan gagasan-gagasan dari pemikirannya sendiri, tidak umum, dan bahkan langka. Kemampuan ini diukur dari seberapa uniknya ide atau gagasan yang disampaikan oleh siswa dalam memecahkan masalah.
Elaboration (Penguraian)	Kemampuan siswa untuk menyampaikan ide atau gagasannya secara rinci. Kemampuan ini diukur dari seberapa rincinya siswa menguraikan gagasannya dengan bahasanya sendiri.

Menurut (Williams, 1979) indikator berpikir kreatif terdiri dari empat komponen yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* yang dijabarkan seperti Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Indikator dan Tindakan Keterampilan Berpikir Kreatif

Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif	Tindakan
(1)	(2)
Berpikir lancar (<i>fluency</i>)	1. Mengajukan banyak pertanyaan.
1. Mencetuskan banyak gagasan, jawaban, penyelesaian masalah atau jawaban.	2. Menjawab dengan sejumlah jawaban jika ada pertanyaan.
2. Memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal.	3. Mempunyai banyak gagasan mengenai suatu masalah.
3. Mampu berpikir lebih dari satu jawaban.	4. Lancar mengungkapkan gagasan-gagasan.
Berpikir luwes (<i>flexibility</i>)	1. Memberikan aneka ragam penggunaan yang tak lazim terhadap suatu objek.
1. Menghasilkan gagasan, jawaban, atau pertanyaan yang bervariasi.	2. Memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita atau masalah.
2. Dapat melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda.	3. Menerapkan suatu konsep atau asas dengan cara yang berbeda.
3. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda.	4.
4. Mampu mengubah cara pendekatan atau pemikiran.	

(1)	(2)
Berpikir orisinal (<i>originality</i>) Mampu mengungkapkan ide atau gagasan yang baru dan unik.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memikirkan masalah-masalah atau hal yang tidak terpikirkan oleh orang lain. 2. Memilih cara berpikir yang berbeda daripada yang lain.
Berpikir elaboratif (<i>elaboration</i>) <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk. 2. Menambah atau merinci detail-detail dari suatu objek, gagasan atau situasi sehingga menjadi lebih menarik. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencari arti yang lebih mendalam terhadap jawaban atau pemecahan masalah dengan melakukan langkah-langkah yang lebih terperinci. 2. Mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain.

Berdasarkan rubrik dan indikator keterampilan berpikir kreatif yang dipaparkan di atas, maka peneliti mengembangkan *e-module* untuk mengukur empat indikator keterampilan berpikir kreatif menurut Runco, (2014), Torrance & Goff (1989), dan Williams (1979) yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*, dimana *fluency* adalah kemampuan yang dapat diukur dari banyaknya ide atau gagasan yang diberikan siswa, *flexibility* adalah kemampuan yang dapat diukur dari bagaimana siswa dapat memberikan ide atau gagasan dari berbagai perspektif melalui pengetahuan awal yang dimilikinya, *originality* adalah kemampuan yang dapat diukur dari seberapa uniknya ide atau gagasan yang disampaikan siswa pada saat proses pemecahan masalah, dan *elaboration* adalah kemampuan yang dapat diukur dari seberapa rincinya siswa menguraikan gagasannya dengan bahasanya sendiri.

2.4 Teori Belajar

2.4.1 *Dual Coding Theory*

Menurut Nachiappan (2013) teori *dual coding* memiliki potensi untuk mengajukan pemrosesan informasi melalui visual dan verbal yang keduanya digunakan untuk mengorganisasikan informasi yang diterima melalui proses kognitif untuk dijadikan sebagai pengetahuan

yang dapat disimpan dan digunakan sebagai tujuan penyelesaian masalah. Ia juga menjelaskan, sistem verbal merupakan hal yang dominan dalam pemrosesan dan pengumpulan informasi secara linguistik seperti kalimat, bacaan dan sebagainya, sedangkan sistem visual menekankan pada pemrosesan dan pengumpulan informasi dalam bentuk gambar. Animasi dan gambar yang digunakan dalam proses penyampaian pembelajaran mampu memberikan kesan menarik, meningkatkan motivasi, memberi gambaran secara dinamis dan menjadi ilustrasi penghubung antara sistem dan prosedur secara lebih jelas. Teori *dual coding* dapat mengurangi tahap pemahaman yang abstrak dan menjadi penghubung pada pencapaian tujuan pembelajaran yang lebih baik. Sehubungan dengan produk yang telah dikembangkan, di dalamnya terdapat gambar, video, dan animasi sebagai media untuk memberikan informasi kepada siswa dan memudahkan siswa dalam memahami konsep materi medan magnet yang abstrak, sehingga dapat disimpulkan bahwa teori belajar *dual coding* sangat mendukung peneliti dalam proses mengembangkan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM.

2.4.2 *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), teknologi video online (Nagy, 2018), serta LMS (*Learning Management System*) yang diakses dengan menggunakan *smartphone* 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). Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat dikatakan bahwa TEL merupakan suatu teori pembelajaran yang merujuk pada pemanfaatan TIK dalam pembelajaran seperti kegiatan belajar *e-learning* yang menggunakan platform sosial media, LMS, papan tulis interaktif, video *online*, dan media digital lainnya. Peneliti mengimplementasikan produk hasil pengembangan pada saat pandemi *covid-19* sehingga pembelajaran dilaksanakan secara daring. Oleh karena itu, peneliti menggunakan teori belajar *technology enhancing learning* sebagai acuan untuk melaksanakan pembelajaran secara *online* dengan mengembangkan *e-module* sebagai bahan ajar yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran *e-learning*.

2.4.3 Social Learning Theory (SLT)

Social learning theory (SLT) merupakan perantara antara teori belajar behavioristik dan teori belajar kognitif dimana dalam pelaksanaannya melibatkan perhatian, ingatan, dan motivasi. Elemen sosial dalam pembelajaran dapat menjadikan siswa mudah dalam memperoleh informasi dari perilaku yang dilakukan oleh orang lain. Menurut Bandura (1965) terdapat tiga prinsip utama untuk memperoleh pembelajaran dari satu orang ke orang yang lainnya yaitu melalui observasi, imitasi dan pemodelan. Berdasarkan tiga prinsip utama tersebut maka ditegaskan bahwa pembelajaran tidak selalu mengarah pada perubahan tingkah laku tetapi juga dapat dilakukan dengan kegiatan observasi atau pemodelan dari orang lain (Nabavi, 2016).

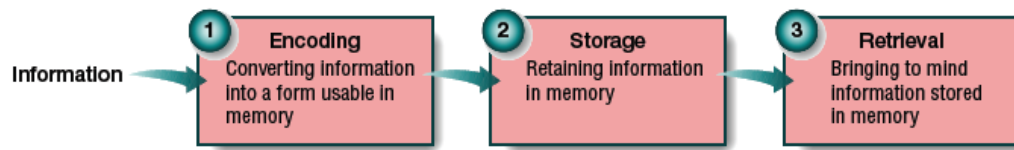
Bandura menyebut bahwa pembelajaran dengan kegiatan observasi sangat efektif untuk memusatkan perhatian, retensi dan motivasi siswa. Siswa akan belajar dengan meniru perilaku yang dilakukan oleh orang lain. Terdapat tiga model utama dalam pembelajaran observatif, yaitu:

- 1) Model langsung: melibatkan individu secara langsung untuk menunjukkan atau memerankan sebuah tingkah laku.
- 2) Model pembelajaran verbal: melibatkan deskripsi dan penjelasan sebuah perilaku.
- 3) Model simbolik: melibatkan karakter nyata atau fiksi yang ditampilkan dalam buku, film, televisi, ataupun media *online*.

Produk yang dikembangkan di dalamnya terdapat kolom diskusi yang mengharuskan siswa membentuk kelompok untuk menyelesaikan persoalan yang disajikan dalam *e-module*, sehingga peneliti mengkaji teori *social learning* sebagai literatur pendukung dan acuan dalam menerapkan produk hasil pengembangan pada sistem pembelajaran berkelompok.

2.4.4 *Cognitive Information Processing Theory*

Psikolog mendefinisikan memori manusia adalah sebagai jenis pemrosesan informasi yang memiliki tiga proses dasar yaitu penyandian (*encoding*), penyimpanan (*storage*), dan pengambilan (*retrieval*) (Nevid, 2018). Informasi yang diterima dari luar akan tersimpan dalam memori manusia melalui tahap pertama yaitu pengkodean informasi (*encoding*), kemudian informasi disimpan menjadi sebuah memori (*storage*), lalu yang terakhir informasi yang sudah disimpan dapat diambil atau di akses untuk beberapa kebutuhan atau pengetahuan (*retrieval*). Berikut merupakan skema pemrosesan informasi yang dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Tiga Proses Dasar Pemrosesan Memori

Manusia menyandikan informasi melalui beberapa cara yang berbeda yaitu melalui akustik (pengkodean dengan suara), visual (pengkodean dengan gambar), dan semantik (pengkodean dengan arti kata atau makna). Berikut penjelasan prinsip kerja memori melalui tiga proses dasar (*encoding, storage, and retrieval*) yang dikelompokkan dalam memori sensori, memori jangka pendek, dan memori jangka panjang, yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tahap Pemrosesan Memori

Tahap Memori	Proses Memori		
	<i>Encoding</i>	<i>Storage</i>	<i>Retrieval</i>
(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Sensory Memory</i> (memori sensori)	Ikon , dan bunyi	Sangat singkat, memori disimpan hanya sekitar 2-3 detik	Tidak ada pengambilan atau akses informasi. Informasi akan hilang dan akan ditransfer ke dalam ingatan jangka pendek.
<i>Short-term memory</i> (memori jangka pendek)	Akustik dan visual, tetapi lebih dominan akustik	Memori disimpan sekitar 30 detik, akan tetapi jika terus dilatih bisa menjadi ingatan jangka Panjang	Tidak ada pengambilan atau akses informasi. Informasi akan ditransfer ke dalam ingatan jangka Panjang.

(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Long-term memory</i> (memori jangka Panjang)	Akustik, visual, dan semantik tetapi lebih dominan semantik	Informasi tersimpan dalam jangka panjang	Informasi diakses dengan aktivitas semantik yang dominan.

Berdasarkan tabel di atas dapat dikatakan bahwa informasi yang dapat disimpan dalam ingatan jangka panjang adalah informasi yang dikodekan melalui akustik, visual dan semantik namun semantik lebih dominan untuk bisa diingat dalam ingatan jangka panjang.

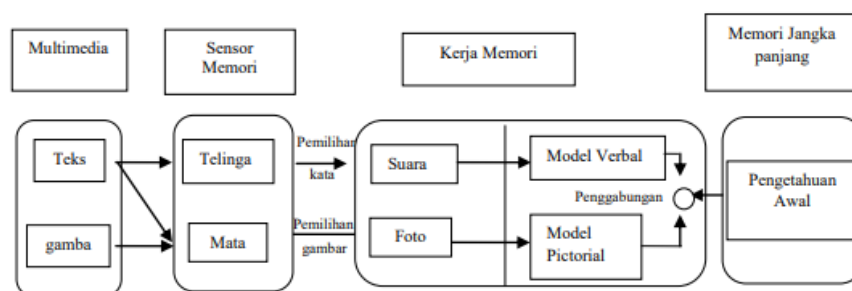
Berdasarkan urgensi yang telah dipaparkan, maka teori *cognitive information processing* digunakan peneliti sebagai acuan untuk menyajikan materi secara visual berupa gambar, video, dan animasi agar informasi yang disampaikan dalam produk yang dikembangkan dapat tersimpan dalam ingatan jangka panjang.

2.4.5 Teori Kognitif Multimedia Pembelajaran

Menurut Rias & Zaman (2011) kemajuan teknologi yang sangat pesat memungkinkan guru untuk mengintegrasikan multimedia ke dalam proses pembelajaran. 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:

- a) 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.
- b) Kapasitas yang terbatas, terdapat keterbatasan kapasitas informasi yang sudah tersedia dalam saluran verbal dan visual. Masing-masing saluran memiliki kapasitas yang terbatas dalam memproses informasi yang diperolehnya.

- c) 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.



Gambar 2. Skema Teori Kognitif Multimedia Pembelajaran

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 mengatasi objek yang tidak dapat diamati secara langsung, dan sebagai analogi visual yang membantu proses penalaran siswa untuk memahami konsep-konsep yang abstrak (O. C. Park & Hopkins, 1992). Menurut Meltzer & Christensen (2009) dalam penelitiannya menemukan masalah bahwa sering terjadinya kesalahan interpretasi dan ketidakpahaman siswa pada materi.

Berdasarkan penemuan masalah tersebut maka dibutuhkan 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 yang menggunakan teknologi *augmented reality*.

2.4.6 *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 masing-masing secara daring atau *online*. 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:

- a) Menghasilkan ide, pada fase *brainstorming* pemikiran yang berbeda dari siswa dikumpulkan,
- b) Pengorganisasian gagasan, pada fase ini ide atau gagasan dibandingkan, dianalisis melalui diskusi dan kegiatan argumentasi,
- c) Konvergensi intelektual, fase dimana terjadinya sintesis intelektual biasanya melalui kegiatan penugasan, *essay*, atau karya.

Hal tersebut sangat relevan dengan apa yang dikembangkan dan diukur oleh peneliti. Pengembangan modul digital atau *e-module* 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.

2.4.7 Teori *Motivation Learning*

Motivasi merupakan bagian penting dari psikologi yang mempengaruhi perilaku seseorang untuk meluangkan waktunya menyelesaikan tugasnya (Bakar, 2014). Guru adalah faktor kunci dalam memotivasi siswa untuk terlibat dalam kegiatan pembelajaran (Wood, 2019). Selain itu menurut Filgona *et al.*, (2020) motivasi merupakan komponen penting dalam kegiatan pengajaran dan pembelajaran. Motivasi merupakan sikap alami secara intrinsik dan ekstrinsik yang mendorong siswa untuk mengubah perilakunya dalam proses pembelajaran. Siswa yang memiliki motivasi belajar yang tinggi dapat dilihat dari perilakunya saat proses pembelajaran, seperti siswa yang tekun mengerjakan tugas, tidak putus asa saat menghadapi kesulitan, dan tidak bosan dalam mengerjakan tugas. Sehingga siswa yang memiliki motivasi belajar yang tinggi diharapkan dapat mencapai kompetensi produktivitas yang tinggi. Hal tersebut mengartikan bahwa semakin tinggi motivasi belajar siswa maka semakin tinggi pula ketercapaian produktivitasnya (Hamdu & Agustina, 2011).

Motivasi siswa menurut Gopalan *et al.*, (2016) sangat dibutuhkan untuk meningkatkan prestasi akademik. Faktor-faktor yang mempengaruhi motivasi belajar siswa secara intrinsik adalah adanya sebuah tantangan, rasa ingin tahu, kontrol, dan fantasi. Motivasi intrinsik mempengaruhi siswa untuk dapat berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran (Gopalan *et al.*, 2017). Motivasi intrinsik menurut Da Silva *et al.*, (2017) dalam penelitiannya yang meliputi unsur-unsur keingintahuan, fantasi, dan kontrol meningkat dengan adanya keterlibatan penggunaan teknologi *augmented reality*,

sehingga hal tersebut relevan dengan produk yang dikembangkan oleh peneliti. Tampilan video *augmented reality* berpotensi sangat menarik perhatian siswa, sehingga dapat memotivasi siswa untuk belajar dan menjadikan pembelajaran tidak membosankan.

2.4.8 Teori Pembelajaran Bermakna Ausubel

Penerapan teori belajar bermakna Saputra (2016) dapat menjadikan daya serap siswa lebih baik. Hal ini disebabkan karena teori Ausubel memotivasi pembelajaran yang bermakna bukan pembelajaran cepat. Pembelajaran Ausubel memotivasi siswa untuk menjelaskan atau menyajikan fakta-fakta, ide atau gagasan, sehingga dengan begitu siswa akan lebih mudah memahami dan tidak mudah lupa akan suatu materi pembelajaran. Tiga keunggulan belajar bermakna menurut Burhanuddin *et al* (1996), yaitu: a) informasi yang dipelajari secara bermakna lebih lama diingat, b) informasi baru yang telah dikaitkan dengan konsep-konsep relevan sebelumnya dapat meningkatkan konsep yang telah dikuasai sebelumnya sehingga memudahkan proses belajar mengajar berikutnya untuk memberi pelajaran yang mirip, c) informasi yang pernah dilupakan setelah pernah dikuasai sebelumnya masih meninggalkan memori pada ingatan sehingga memudahkan proses belajar mengajar untuk materi pembelajaran yang mirip.

Syarat agar belajar menjadi bermakna menurut Ausubel, yaitu: a) belajar menerima yang bermakna hanya akan terjadi apabila siswa memiliki strategi belajar bermakna, b) tugas-tugas belajar yang diberikan kepada siswa harus sesuai dengan pengetahuan yang telah dimiliki siswa, c) tugas-tugas belajar yang diberikan harus sesuai dengan tahap perkembangan intelektual siswa. Pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar yang dikembangkan dengan teori pembelajaran bermakna secara efektif dapat meningkatkan keterampilan, sikap, dan pengetahuan siswa (Amineh & Davatgari,

2015). Berdasarkan urgensi yang telah dipaparkan, maka teori pembelajaran bermakna Ausubel dijadikan sebagai acuan peneliti dalam mengembangkan produk yang di dalamnya harus memuat komponen yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan, sikap, dan pengetahuan siswa secara efektif.

2.5 Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan pengembangan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM dan pembaharuan atau inovasi dari penelitian yang akan dilaksanakan yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penelitian yang Relevan dan Kebaharuannya

Nomor Penelitian yang Relevan	Hasil Penelitian	Persamaan Penelitian	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Penggunaan <i>e-modul</i> berbasis pemecahan masalah dapat meningkatkan hasil pembelajaran dan mampu melatih literasi sains siswa (Muzijah et al., 2020)	Menggunakan bahan ajar <i>e-module</i>	<i>E-module</i> yang dikembangkan berbantuan <i>augmented reality</i> untuk melatih adalah keterampilan berpikir kreatif yang dilengkapi dengan lembar kerja siswa terintegrasi STEM.
2	Penerapan <i>augmented reality</i> dalam belajar dapat meningkatkan pemahaman konsep melalui kegiatan virtual lab (Chao, J. et al., 2015)	Menerapkan <i>augmented reality</i>	Penerapan <i>augmented reality</i> yang diintegrasikan dalam bahan ajar berupa <i>e-module</i> terintegrasi STEM

(1)	(2)	(3)	(4)
3	<i>E-module</i> berbasis <i>project based learning</i> mampu melatih keterampilan berpikir kreatif dan meningkatkan hasil belajar siswa (Cahyani et al., 2020).	Menggunakan <i>e-module</i> untuk melatih keterampilan berpikir kreatif dengan menyelesaikan suatu proyek	Pembelajaran menggunakan <i>e-module</i> terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif dengan menyelesaikan masalah.
Kebaruan Penelitian	Produk yang dikembangkan dari penelitian berupa <i>e-module</i> berbantuan <i>augmented reality</i> yang di dalamnya memuat lembar kerja terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif.		

2.6 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 dua dimensi yang tercetak pada buku. Kajian fisika akan lebih mudah dipahami jika objek disajikan dalam bentuk tiga dimensi. Selain mampu menarik perhatian siswa untuk belajar, visualisasi yang dinamis berupa video dari animasi tiga dimensi diprediksi akan lebih mudah dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Bahan ajar saat ini sudah banyak yang dikemas secara praktis seperti *e-module*, *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

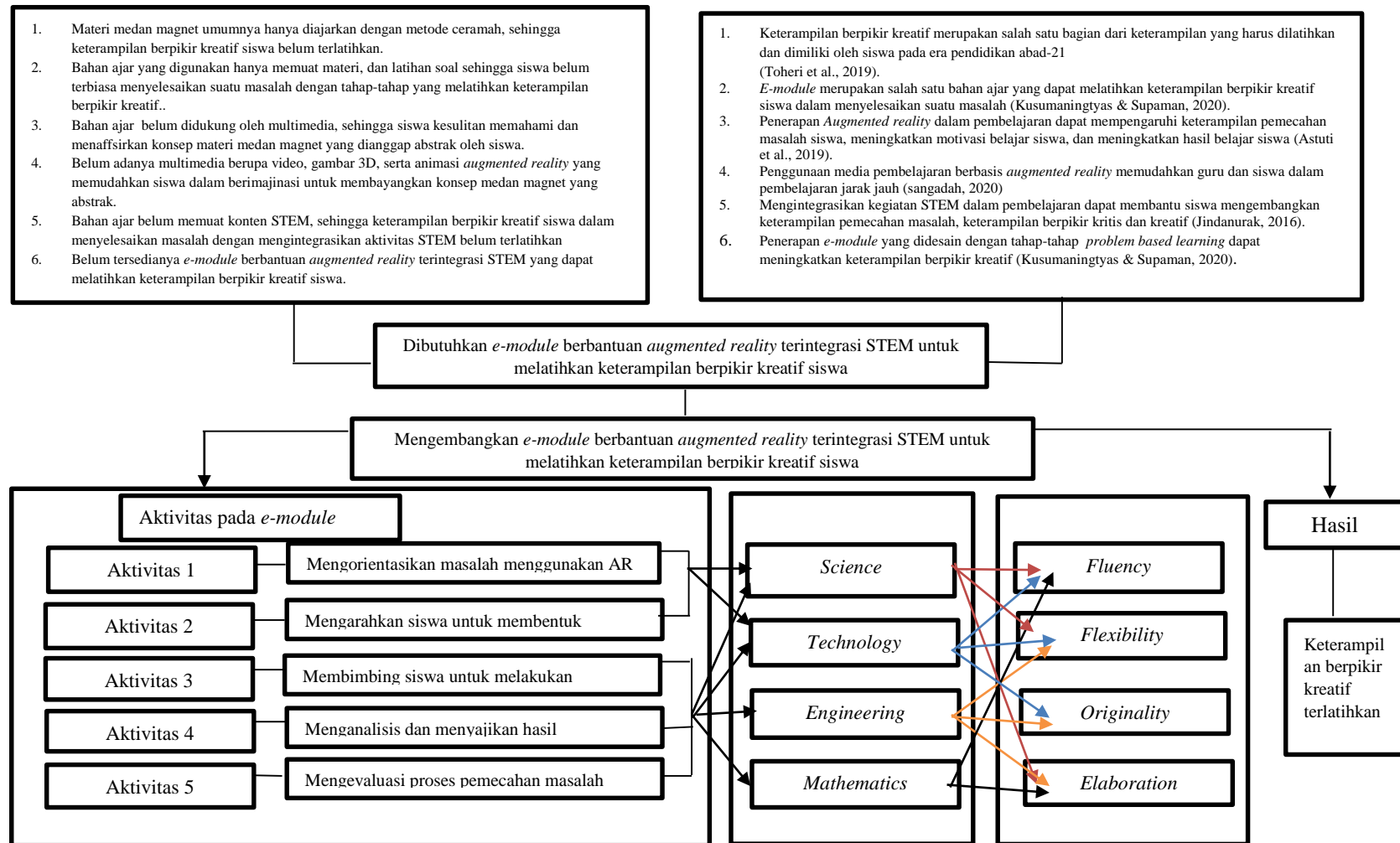
menyampaikan informasi dengan cara yang lebih beragam dan menarik. Penggunaan bahan ajar elektronik memerlukan suatu media yang mendukung pembelajaran berupa *PC* atau *smartphone*.

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-ketrampilan abad 21, salah satunya adalah bahan ajar elektronik dengan jenis *e-module* berbantuan teknologi *augmented reality*. Adanya teknologi *augmented reality* memudahkan para guru dalam menjelaskan materi dengan konsep abstrak yang sulit dapat diamati atau abstrak. Teknologi *augmented reality* dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan dan pengetahuannya dari suatu informasi yang diperolehnya melalui visualisasi 3D. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diprediksi jika siswa diajarkan dengan bahan ajar *e-module* berbantuan *augmented reality* 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 dihibau 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-ide atau gagasan 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-module* berbantuan *augmented reality* dengan tujuan untuk melihat kevalidan, kepraktisan dan keefektifannya dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa yang terdiri dari empat aspek keterampilan, yaitu *fluency* (berpikir lancar), *flexibility* (berpikir luwes), *originality* (berpikir secara orisinal), and *elaboration* (penguraian). Secara skematis kerangka pemikiran dalam penelitian ini ditunjukkan oleh bagan berikut ini.



Gambar 3. Kerangka Pemikiran

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di SMAN 1 Gadingrejo. Penelitian ini dilaksanakan pada kelas XII semester ganjil tahun pelajaran 2020/2021.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini mengembangkan bahan ajar berupa *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa SMA kelas XII. Metode yang digunakan pada penelitian pengembangan ini adalah *research and development* (R&D). Desain pengembangan dilaksanakan mengacu pada model pengembangan instruksional ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu *analyze*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation* (Branch, 2009).

3.3 Prosedur Pengembangan

Langkah-langkah pengembangan *e-module* berpedoman pada model pengembangan instruksional ADDIE yang dikembangkan oleh Branch (2009) yang terdiri dari lima langkah, yaitu (1) *Analyze*, (2) *design*, (3) *development*, (4) *implementation*, dan (5) *evaluation*. Model tahapan pengembangan ini dipilih karena langkah-langkahnya sesuai dengan rancangan penelitian untuk menghasilkan perangkat bahan ajar berupa *e-module* yang bermanfaat dalam melatih keterampilan berpikir kreatif

siswa. Secara ringkas langkah-langkah penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

3.3.1 Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis merupakan suatu proses studi pendahuluan untuk melakukan *need assesment* (analisis kebutuhan) dan *task analysis* (analisis tugas) dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan dan masalah apa yang dihadapi guru dan siswa. Data yang dihasilkan berupa identifikasi kesenjangan, identifikasi kebutuhan, dan analisis kebutuhan siswa terhadap bahan ajar untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Data studi pendahuluan ini dikumpulkan menggunakan angket yang direspon oleh 28 siswa SMA di Provinsi Lampung dan 14 guru fisika di Kabupaten Lampung Utara. Hasil analisis angket tersebut digunakan sebagai dasar untuk mendesain bahan ajar yang akan dikembangkan.

3.3.2 Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain mencakup dua kegiatan diantaranya:

- a) menentukan indikator keterampilan berpikir kreatif, menentukan KD dari materi yang akan dikembangkan dalam bahan ajar berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM dan menyusun RPP yang sesuai dengan keterlaksanaan pembelajaran, dan
- b) menentukan sistematika penyajian materi melalui rancangan *story board*. Pada tahap ini peneliti juga membuat instrumen validitas *e-module*, instrumen kemenarikan dan keterbacaan *e-module*, instrumen untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif.

3.3.3 Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pengembangan produk, telah dilakukan pembuatan bahan ajar berupa *e-module* yang terdiri dari tiga bagian, yaitu

pendahuluan, isi dan penutup. Pada bagian pendahuluan terdiri dari KI/KD, indikator pencapaian, dan tujuan pembelajaran. Sedangkan pada bagian isi terdiri dari konten materi pembelajaran dan lembar kerja siswa yang terintegrasi pada aktivitas STEM. Pada bagian penutup terdiri dari soal evaluasi dan daftar pustaka. *E-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM yang dikembangkan berisi materi tentang medan magnet. Selanjutnya dilakukan validasi terhadap *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM. Tujuan validasi ini untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan dan diimplementasikan pada pembelajaran. Validasi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi validasi konstruk dan validasi isi.

a) Validasi Konstruk

Validasi konstruk dilakukan dengan meminta kesediaan dari para ahli sesuai dengan kriteria yaitu lulusan minimal S2 dan memiliki pengalaman mengajar lebih dari 1 tahun. Komponen yang divalidasi oleh ahli konstruk adalah kualitas teknis berupa bahasa, tampilan, isi dan interaktivitas. Jika hasil validasi konstruk belum memenuhi standar kevalidan, maka produk direvisi hingga produk memenuhi kriteria valid.

b) Validasi Isi

Validasi isi dilakukan dengan meminta kesediaan dari para ahli seperti kriteria ahli pada validasi konstruk. Komponen yang divalidasi adalah kualitas pembelajaran dan komponen kualitas materi. Jika hasil validasi isi belum memenuhi standar kevalidan, maka produk direvisi hingga produk memenuhi kriteria valid.

c) Respon terhadap *E-module* Berbantuan *Augmented Reality* Terintegrasi STEM

Setelah produk diuji dari segi konstruk dan isi kemudian dibutuhkan respon dari pendidik fisika, dan siswa terhadap

kualitas kemenarikan dan keterbacaan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM.

3.3.4 Tahap Implementasi (*Implementation*)

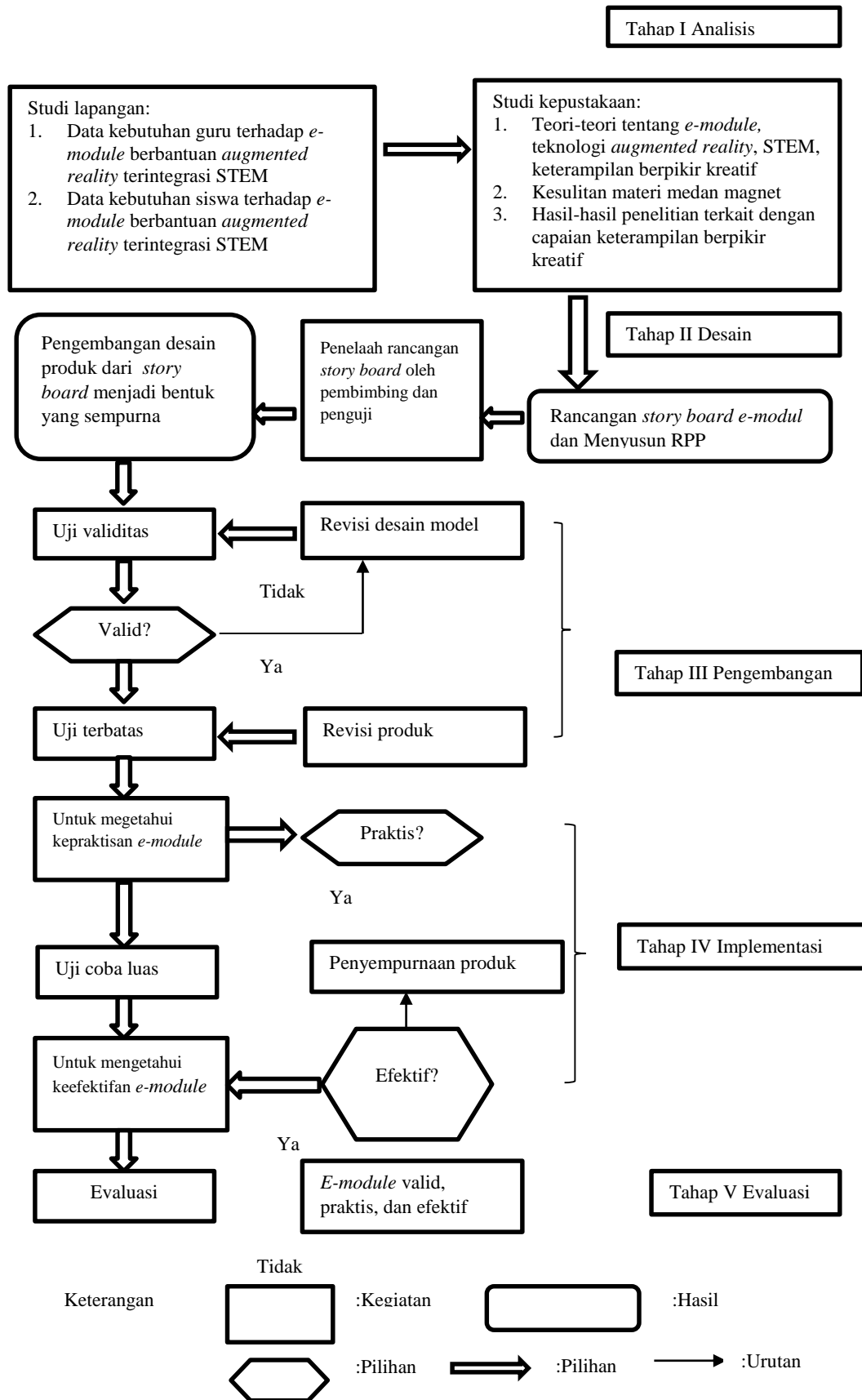
Pada tahap implementasi ini peneliti menguji cobakan produk yang telah dikembangkan dan yang telah selesai divalidasi oleh ahli dengan tujuan mengetahui keefektifan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM pada materi medan magnet. Pada implementasinya peneliti menggunakan desain *one-group-pretest-posttest design*. Menurut Jack R & Wallen (2009) pada 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 4 di bawah ini.

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

Gambar 4. Desain Penelitian *One-Group-Pretest-Posttest*

3.3.5 Tahap Evaluasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi dilakukan setelah tahap analisis, desain, pengembangan dan implementasi. Hasil evaluasi digunakan sebagai umpan balik untuk memperbaiki produk yang diperoleh dari evaluasi internal. Kegiatan yang dilakukan pada tahap evaluasi ini adalah analisis masalah, perbaikan desain, validasi dari ahli konstruk dan isi, respon dari guru dan siswa. Tahap evaluasi ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keterampilan berpikir kreatif terhadap kompetensi yang diajarkan. Tahapan pengembangan *e-module* ini tertuang dalam diagram alir yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Pengembangan E-module

3.4 Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan berdasarkan jenis instrumen penelitian yang terdiri atas:

3.4.1 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 28 siswa kelas XII dari 12 SMA di Provinsi Lampung, dan 14 guru fisika di Kabupaten Lampung Utara yang dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.4.2 Data Validitas Produk

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

3.4.3 Data Kepraktisan Produk

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

3.4.4 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 medan magnet kelas XII semester ganjil. *Pretest* dilakukan pada saat sebelum memulai pembelajaran, sedangkan *posttest* dilakukan setelah pembelajaran selesai. Bentuk tes yang digunakan adalah pilihan jamak beralasan. 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 membaca dan mempelajari *e-module* yang telah dikembangkan.

3.5 Teknik Analisis Data

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

3.5.1 Tahap Studi Pendahuluan

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

3.5.2 Tahap Pengembangan

Teknik analisis data pada tahap pengembangan berupa analisis data validasi rancangan produk dan analisis data uji coba terbatas.

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 mengkode atau 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) Memberi kode atau klasifikasi data,
- 2) melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap 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 (1)	Pilihan Jawaban (2)	Skor (3)
1	Sangat Baik	4
2	Baik	3
3	Cukup Baik	2
4	Kurang Baik	1

- 4) Mengolah jumlah skor jawaban validator

Pengolahan jumlah skor (ΣS) jawaban angket adalah 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 setiap *item* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

$\% X_{in}$ = persentase jawaban lembar validasi bahan ajar

ΣS = 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:

$$\% \bar{X}_t = \frac{\Sigma \% X_{in}}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

$\% \bar{X}_t$ = rata-rata persentase jawaban lembar validasi bahan ajar

$\Sigma \% X_{in}$ = jumlah persentase jawaban lembar validasi bahan ajar

n = jumlah pernyataan validasi

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

Tabel 8. Tafsiran Skor (Persentase) Lembar Validitas

Persentase (1)	Kriteria (2)
80,1 % - 100%	Sangat tinggi
60,1 % - 80%	Tinggi
40,1% - 60%	Sedang
20,1% - 40%	Rendah
0,0% - 20%	Sangat rendah

b) Teknik 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 30 *item* soal pilihan jamak beralasan yang diberikan kepada 30 responden dan dianalisis menggunakan program SPSS 22. 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 hitung $>$ r tabel dengan probabilitas 0,05 maka soal tersebut valid, dan jika r hitung $<$ r 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 tersebut 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 SPSS 21* yang kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan derajat reliabilitas alat evaluasi menurut (Arikunto, 2016) yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Klasifikasi Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas	Interpretasi
(1)	(2)
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Dengan reliabilitas sangat tinggi
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Dengan reliabilitas tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Dengan reliabilitas sedang
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Dengan reliabilitas rendah
$r_{11} \leq 0,20$	Dengan reliabilitas sangat rendah

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.

3.5.3 Tahap Uji Coba Lapangan

Pada tahap uji lapangan beberapa pendekatan analisis yang digunakan yaitu:

a) Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil dilakukan untuk mengetahui kepraktisan produk yang dikembangkan. 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-tabel, grafik-grafik, atau angka-angka yang tersedia,
- 3) menafsirkan persentase skor hasil pengamatan secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran berdasarkan Arikunto (2016) pada Tabel 10.

Tabel 10. Konversi Skor Penilaian Pernyataan Nilai Kualitas Keterlaksanaan

Skor (1)	Kriteria (2)
81%-100%	Sangat Baik
61%-80%	Baik
41%-60%	Cukup Baik
21%-40%	Kurang Baik
0%-20%	Tidak Baik

b) Uji Coba Kelompok Luas

Uji coba kelompok luas dilakukan untuk mengetahui keefektifan produk yang dikembangkan. Analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif, desain penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* dengan membandingkan hasil pembelajaran pada kondisi sebelum dengan sesudah menggunakan bahan ajar *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM. Analisis hasil keterampilan berpikir kreatif dilakukan dengan dua analisis sebagai berikut:

- 1) Analisis deskriptif yaitu menghitung rata-rata *pretest*, *posttest*, dan *N-gain*. Rata-rata *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kreatif dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Skor total} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Jumlah total}} \times 25$$

N-gain dapat dihitung dengan rumus:

$$N - gain = \frac{\text{Nilai posttest} - \text{Nilai pretest}}{\text{Skor maksimal} - \text{nilai pretest}}$$

Kriteria interpretasi *N-gain* yang dikemukakan oleh Meltzer (2005) seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Kriteria Interpretasi *N-gain*

Rata-rata Gain Ternormalisasi	Kriteria Interpretasi
(1)	(2)
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

- 2) Analisis interferensial yang akan digunakan yaitu 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 bahan ajar *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM.
- 3) Analisis ketercapaian keterampilan berpikir kreatif dengan menggunakan lembar observasi. Analisis data diperoleh dari rata-rata persentase skor setiap indikator keterampilan berpikir kreatif yang diamati pada tiap kelompok. Persentase skor yang diperoleh peserta didik dapat dihitung dengan:

$$\%KBK = \frac{\text{Nilai KBK yang diperoleh}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100\%$$

Adapun kriteria keterampilan proses sains dapat dilihat pada Tabel 12 yang diadopsi dari Putri, dkk. (2014).

Tabel 12. Kriteria Keterampilan Berpikir Kreatif

Persentase (%)	Kategori
(1)	(2)
86 – 100	Sangat Baik
76 – 85	Baik
66 – 75	Cukup
56 – 65	Kurang
≤ 55	Sangat Kurang

- 4) Analisis respon siswa terhadap keefektifan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM dengan menggunakan kuesioner kepada 10 siswa melalui *google form*. Respon siswa terhadap keefektifan produk yang dikembangkan dianalisis secara kualitatif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

- a) Kevalidan, bahwa *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM hasil pengembangan dinyatakan layak secara isi dan kontruk. Kevalidan *e-module* dideskripsikan dengan beberapa alasan yaitu dari segi isi, kedalaman materi yang disajikan dengan bantuan *augmented reality* dalam proses pembelajaran fisika khususnya pada materi-materi yang abstrak seperti medan magnet dapat memudahkan pemahaman siswa yang berpengaruh pada keterampilan berpikir kreatif. Selanjutnya kevalidan dari segi konstruk, *e-module* yang telah dikembangkan memuat beberapa konten yang menjadikan pembelajaran sangat interaktif dan menarik bagi siswa diantaranya terdapat kolom-kolom diskusi yang melatih berpikir kreatif siswa, selain itu juga terdapat gambar, video, animasi, dan warna yang bervariasi berhasil menarik perhatian siswa sehingga siswa tidak mudah bosan dalam belajar.
- b) Kepraktisan, bahwa *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM masuk dalam kategori praktis yang ditunjukkan oleh skor rerata keterbacaan, keterlaksanaan *e-module* dalam setiap kegiatan pembelajaran, dan respon positif siswa terhadap kepraktisan dan kemudahan penggunaan *e-module*
- c) Keefektifan, ditunjukkan oleh nilai *N-gain* yang mengindikasikan adanya peningkatan hasil belajar siswa menggunakan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan

berpikir kreatif dalam kategori sedang. Kemudian juga terdapat perbedaan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* secara signifikan dengan signifikansi $<0,05$. Selain itu lebih dari 50% siswa memberikan respon positif bahwa *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM mampu melatih keterampilan berpikir kreatif siswa.

5.2 Saran

Hasil penelitian pengembangan *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa maka diajukan beberapa saran dari peneliti sebagai berikut :

a) Kepada Pendidik

E-module berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM diharapkan dapat menstimulus keterampilan berpikir kreatif siswa sebagai bahan ajar elektronik dalam proses belajar mengajar daring selama pandemi *Covid-19* maupun kegiatan belajar luring seperti biasa.

b) Kepada Siswa

Melalui *e-module* berbantuan *augmented reality* terintegrasi STEM diharapkan siswa dapat melakukan seluruh kegiatan belajar dalam *e-module* agar keterampilan berpikir kreatif siswa dapat terlatih.

c) Kepada Peneliti Selanjutnya

Saran untuk peneliti selanjutnya diharapkan bisa melakukan implementasi untuk mengembangkan *e-module* berbantuan *platform* yang lebih interaktif dan tidak berbayar supaya tidak membebani pengguna *e-module* ketika diterapkan.

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(4): 238–256.
- Abdurrahman, Ariyani, F., Achmad, A., & Nurulsari, N. 2019. Designing an Inquiry-based STEM Learning strategy as a Powerful Alternative Solution to Enhance Students' 21st-century Skills: A Preliminary Research. *Journal of Physics: Conference Series*. 3(1): 11-16.
- 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.
- Ambiyar, Yondri, S., Irfan, D., Putri, M. U., Zaus, M. A., & Islami, S. 2019. Evaluation of packet tracer application effectiveness in Computer Design Networking subject. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 9(1): 54–59.
- Amineh, R. ., & Davatgari, H. 2015. Review of Constructivism and Social Constructivism. *Journal of Social Sciences, Literature and Languages*. 1(1): 9–16.
- Arikunto, S. 2016. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan* (Edisi kedua). Bumi Aksara, Jakarta.
- Astuti, F. N., Suranto, S., & Masykuri, M. 2019. Augmented Reality for teaching science: Students' problem solving skill, motivation, and learning outcomes. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. 5(2): 305–312.
- Bakar, R. 2014. The Effect of Learning Motivation on Student'S Productive Competencies in Vocational High School, West Sumatra. *International Journal of Asian Social Science*, 4(6): 2226–5139.

- Bakri, F., Sumardani, D., & Mulyati, D. 2019. Integrating augmented reality into worksheets: Unveil learning to support higher-order thinking skills. *AIP Conference Proceedings*. 6(11):211-220.
- Bandura, A. 1965. Influence of models' reinforcement contingencies on the acquisition of imitative responses. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1(6): 589–595.
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. 2014. Classroom Contexts for Creativity. *European Journal of High Ability*. 25(1): 53–69.
- 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.
- Branch, R. M. 2009. *Instructional Design In Instructional Design*. Springer, Jakarta.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. 2013. A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers and Education*. 68(2): 536–544.
- Burhanuddin, Wahyuni, N., & Esa. 1996. Teori Belajar dan Pembelajaran. In Ar-Ruzz Media, Yogyakarta.
- 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): 15-20.
- Canel, A. N. 2015. A Program Based on the Guilford Model that Enhances Creativity and Creative Psychological Counseling. *Sanitas Magisterium*. 1(2):356-366.
- Chao, J., J. L. C., Crystal J, D, A., & A.P, E. 2015. Sensor-Augmented Reality Virtual Labs Using Physical Interactions with Science Simulations to Promote Understanding of Gas Behavior. *J Sci Educ Technol*. 25(1): 1–19.
- Clark, A., Dünser, A., & Grasset, R. 2011. An interactive augmented reality coloring book. *Paper Presented at the 10th IEEE International Symposium Onmixed and Augmented Reality (ISMAR)*. 2(6):259–260.
- Da Silva, I. C. S., Klein, G., & Brandão, D. M. 2017. Segmented and detailed visualization of anatomical structures based on augmented reality for health education and knowledge discovery. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*. 2(3): 469–478.
- Darmaji, Astalini, Kurniawan, D. A., Parasdila, H., Iridianti, Susbiyanto, Kuswanto,

- & Ikhlas, M. 2019. E-Module based problem solving in basic physics practicum for science process skills. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*. 15(15): 4–17.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. 2013. Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers and Education*. 68(2): 586–596.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. 2009. Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*. 18(1): 7–22.
- El Sayed, N. A., M., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. 2011. ARSC: augmented reality student card – an augmented reality solution for the education field. *Computers & Education*. 56(4): 1045–1061.
- Erdem, A. R., & Adiguzel, D. C. 2019. The Opinion of Primary School Teachers on Their Creative Thinking Skills. *Eurasian Journal of Educational Research*. 80(2): 25–38.
- Filgona, J., Sakiyo, J., Gwany, D. M., & Okoronka, A. U. 2020. Motivation in Learning. *Asian Journal of Education and Social Studies*. 9(3):16–37.
- Fonda, A., & Sumargiyani, S. 2018. the Developing Math Electronic Module With Scientific Approach Using Kvisoft Flipbook Maker Pro for Xi Grade of Senior High School Students. *Infinity Journal*. 7(2): 109-129.
- Gopalan, V., Aida, J., Bakar, A., Zulkifli, A. N., Alwi, A., & Mat, R. C. 2017. A review of the motivation theories in learning The design guidelines of mobile augmented reality for tourism in. *AIP Conference Proceedings*. 101(10): 20043–20044.
- Gopalan, V., Zulkifli, A. N., & Bakar, J. A. A. 2016. A study of students' motivation using the augmented reality science textbook. *AIP Conference Proceedings*. 25(6):1761-1766.
- Hakan Türkmen. 2019. *Creative Thinking Skills Analyzes of Vocational High School*. 9(2):139-144.
- Hamdu, G., & Agustina, L. 2011. Pengaruh Motivasi Belajar Siswa Terhadap Pesta Belajar Ipa Di Sekolah Dasar. 12(1): 90–96.
- Harasim, L. 2012. Learning theory and online technologies. In *Learning Theory and Online Technologies*. 10(2):94-99.

- Honey, M. A., Pearson, G., & Schweingruber, H. 2014. STEM Integration In K-12 Education: Status, Prospects, And An Agenda For Research. In *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. 9(3):12-19.
- Imam Faisi, M. 2016. Developing the 21 St-Century Social Studies Skills Through Technology Integration. *Turkish Online Journal of Distance Education*. 2(1): 16–30.
- Irwansyah, F. S., Lubab, I., Farida, I., & Ramdhani, M. A. 2017. Designing Interactive Electronic Module in Chemistry Lessons. *Journal of Physics: Conference Series*. 895(1): 231-245.
- Iskandar, I., Sastradika, D., Jumadi, Pujianto, & Defrianti, D. 2020. Development of creative thinking skills through STEM-based instruction in senior high school student. *Journal of Physics: Conference Series*. 1567(4): 118-221.
- Ismail, A., Festiana, I., Hartini, T. I., Yusal, Y., & Malik, A. 2019. Enhancing students' conceptual understanding of electricity using learning media-based augmented reality. *Journal of Physics: Conference Series*. 1157(3): 128-134.
- Jack R, F., & Wallen, N. E. 2009. *How To Design And Evaluate Research in Education*.
- K.H, C., & Tsay C.C. 2016. The Interaction of Child-Parent Shared Reading with an Augmented Reality (AR) Picture Book and Parents' Conception of AR Learning. *British Journal of Educational Technology*. 47(1): 1–10.
- Kampylis, P., & Berki, E. 2014. International Academy Of Education International Bureau Of Education *Nurturing creative thinking BIE Educational Practices Series*. 25(1): 29-44.
- 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.
- 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.
- Margot, K. C., & Kettler, T. 2019. Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM*

- Education*. 6(1): 114-156.
- 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(2): 115-120.
- Mayer, R. E. 2009. *Multimedia Learning* (2nd Ed.). *Cambridge University Press*.
- Meltzer, D. E. 2005. Relation between students' problem-solving performance and representational format. *American Journal of Physics*. 73(5): 463–478.
- Meltzer, D. E., & Christensen, W. M. 2009. Students' Reasoning Regarding Entropy and the Second Law of Thermodynamics in an Upper-Level Thermal Physics Course. *Previous research on learning of thermal physics : Physics*. 23(5): 1-12.
- Muthmainna. 2014. Pengaruh Penggunaan Modul Multimedia. 14(9): 30–38.
- Muzijah, R., Wati, M., & Mahtari, S. 2020. Pengembangan E-modul Menggunakan Aplikasi Exe-Learning untuk Melatih Literasi Sains. 4(2): 89–98.
- Nabavi, R. T. 2016. Theories of Developmental Psychology: Bandura's Social Learning Theory & Social Cognitive Learning Theory. *Research Gate*. 24(1): 1–24.
- Nachiappan, S. 2013. Peranan Teori Dual Coding dan Proses Kognisi dalam Pedagogi Hermeneutik. *Jurnal Pendidikan Bitara*. 6(2): 23-30.
- Nagy, J. T. 2018. Evaluation of online video usage and learning satisfaction: An extension of the technology acceptance model. *International Review of Research in Open and Distance Learning*. 38(2): 6-11.
- Nevid, J. (2018). *Essentials of Psychology. Concepts and Applications*.
- Nindy Apsari, A. 2017. Development of E-Book Using Kvisoft Flipbook Maker To Train Science Process Skill for Senior High School Students in Curriculum 2013. *Inovasi Pendidikan Fisika*. 6(3): 285–291.
- Park, O. C., & Hopkins, R. 1992. Instructional conditions for using dynamic visual displays: a review. *Instructional Science*. 21(6): 427–449.
- Petrov, P. D., & Atanasova, T. V. 2020. The Effect of augmented reality on students' learning performance in stem education. *Information Switzerland*. 11(4): 225-230.
- Raihan, S., Haryono, & Ahmadi, F. 2018. Development of Scientific Learning E-

- Book Using 3D Pageflip Professional Program. *Innovative Journal Of Curriculum and Educational Technology*. 7(1): 7–14.
- Restivo, T., Chouzal, F., Rodrigues, J., Menezes, P., & Lopes, J. B. 2014 Augmented reality to improve STEM motivation. *IEEE Global Engineering Education Conference*. 45(4). 803–806.
- Rias, R. M., & Zaman, H. B. 2011. Designing multimedia learning application with learning theories: A case study on a computer science subject with 2-D and 3-D animated versions. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 12(2): 1–32.
- Runco, M. A. 2014. Creativity: Theories and Themes: Research, Development, and Practice. In *Creativity: Theories and Themes: Research, Development, and Practice*. 12(2): 25-32.
- 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): 12-21.
- Sangadah, Khotimatus. 2020. Augmented Reality in Education. *Orphanet Journal of Rare Diseases*. 21(1): 1–9.
- Saputra, H. 2016. Peningkatan Daya Serap Siswa dalam Pembelajaran Matematika dengan Penerapan Teori Belajar Bermakna David Ausubel. *Jurnal Penelitian Pendidikan MIPA*, 1(1): 21–26.
- 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(1): 19-31.
- Shively, K., Stith, K. M., & Rubenstein, L. D. V. 2018. Measuring What Matters: Assessing Creativity, Critical Thinking, and the Design Process. *Gifted Child Today*. 41(3): 149–158.
- 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.
- Sternberg, R. J. 1998. Principles of teaching for successful intelligence. *Educational Psychologist*. 33(3): 65–72.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. 2012. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education*

- Research*. 2(1): 28–34.
- Sudjana, N. 2005. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Sulistiyowati, S., Abdurrahman, A., & Jalmo, T. 2018. The Effect of STEM-Based Worksheet on Students' Science Literacy. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*. 26(2): 33-40.
- 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(3): 602–620.
- Toheri, Winarso, W., & Haqq, A. A. 2019. Three parts of 21 century skills: Creative, Critical, and Communication Mathematics through Academic-constructive Controversy. *Universal Journal of Educational Research*. 7(11): 2314–2329.
- Torrance, E. P., & Goff, K. 1989. A Quiet Revolution. *The Journal of Creative Behavior*. 21(3): 209-228.
- 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): 44-53.
- 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.
- Widiyatmoko, A. 2018. The Effectiveness of Simulation in Science Learning on Conceptual Understanding: A Literature Review. *Journal of International Development and Cooperation*. 24(12): 35–43.
- Williams, F. E. 1979. Assessing creativity across williams "Cube" model. *Gifted Child Quarterly*. 23(4). 748–756.
- Wood, R. 2019. Students' motivation to engage with science learning activities through the lens of self-determination theory: Results from a single-case school-based study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 15(7): 20-29.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. 2013. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Education*. 62(5): 41–49.