



**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DIGITAL IPA  
BERPENDEKATAN STEM UNTUK MENINGKATKAN  
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS  
DAN LITERASI IT SISWA**

**TESIS**

**diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Magister Pendidikan**

**Oleh  
Qurrota A'yun  
0402516061**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA  
PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
TAHUN 2019**

## PENGESAHAN UJIAN TESIS

Tesis dengan judul “Pengembangan Bahan Ajar Digital IPA Berpendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi IT Siswa” karya,

nama : Qurrota A’yun

NIM : 0402516061

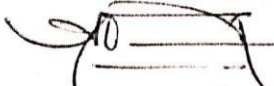
Program Studi : Pendidikan IPA

telah dipertahankan dalam sidang panitia ujian tesis Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang pada hari Senin, tanggal 18 November 2019.

Semarang, 30 November 2019

### Panitia Ujian

Ketua,



Dr. Eko Handoyo, M.Si.  
NIP 196406081988031001

Sekretaris,



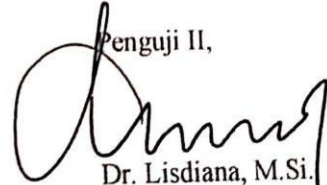
Dr. Sigit Saptono, M.Pd.  
NIP 196411141991021002

Penguji I,



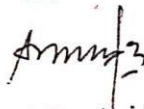
Dr. Sunyoto Eko Nugroho, M.Si.  
NIP 196501071989011001

Penguji II,



Dr. Lisdiana, M.Si.  
NIP 195911191986032001

Penguji III,



Prof. Dr. Ani Rusilowati, M.Pd.  
NIP 196012191985032002

## **MOTO DAN PERSEMBAHAN**

### **Moto**

“Bekerja keras dan bersikap baiklah. Hal luar biasa akan terjadi.”  
“Perbanyaklah waktu berkualitas.”

### **Persembahan**

Almamater Universitas Negeri Semarang

## ABSTRAK

Ayun, Qurrota. 2019. *Pengembangan Bahan Ajar Digital IPA Berpendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi IT Siswa*. Tesis. Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam. Program Pascasarjana. Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I Prof. Dr. Ani Rusilowati, M.Pd., Pembimbing II Dr. Lisdiana, M.Si.

**Kata kunci :** Bahan ajar digital, Pendekatan STEM, Keterampilan Berpikir Kritis, Literasi IT

Salah satu kecakapan hidup abad ke-21 ini yang perlu dikembangkan dalam proses pendidikan adalah keterampilan berpikir kritis. Pentingnya keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran IPA ini dilatarbelakangi oleh hasil tes PISA tahun 2015. Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan untuk berpikir rasional dan reflektif yang berfokus pada keyakinan dan keputusan yang akan dilakukan. Pada penelitian ini, indikator keterampilan berpikir kritis yang diukur adalah memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, memberikan penjelasan lanjut, dan menyimpulkan. Salah satu pendekatan pembelajaran yang potensial untuk membantu siswa agar terlibat aktif dalam kegiatan belajar dan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis ialah dengan pendekatan STEM. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM dengan karakteristik tertentu, menentukan kevalidan, kepraktisan dan keefektifan produk terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian ini menggunakan rancangan pengembangan dari Sugiyono. Subjek uji coba penelitian ini adalah siswa kelas VIII B SMPN 26 Semarang tahun ajaran 2019/2020. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini meliputi analisis data deskriptif terkait kevalidan dan kepraktisan produk, sedangkan untuk mengetahui keefektifan produk digunakan uji N-gain ternormalisasi dan uji t dua sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) karakteristik bahan ajar digital memuat semua komponen pendekatan STEM yang meliputi aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika secara berimbang, (2) bahan ajar digital yang dikembangkan memenuhi kriteria valid dari segi materi, media, dan bahasa, (3) bahan ajar digital yang dikembangkan efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, dan (4) kepraktisan penggunaan bahan ajar digital dinilai sangat baik oleh siswa dan guru.

## ABSTRACT

Ayun, Qurrota. 2019. *Development of STEM Approached-Digital Book for Improving Students' Critical Thinking Skills and IT Literacy*. Thesis. Natural Sciences Education Study Program. Graduate Program. Universitas Negeri Semarang. Supervisor I Prof. Dr. Ani Rusilowati, M.Pd., Supervisor II Dr. Lisdiana, M.Si.

**Keywords :** *Digital books, STEM, Critical thinking, IT literacy*

One of the 21st century life skills that needs to be developed in the education process is critical thinking skills. The importance of being trained in critical thinking skills in learning science is motivated by the results of the 2015 PISA test. Critical thinking is 'the correct way of assessing statements' and 'reasonable reflective thinking focused on deciding what to believe or do'. In this study, indicators of critical thinking skills measured are providing simple explanations, building basic skills, providing further explanations, and concluding. One potential learning approach to help students become actively involved in learning activities and be able to improve critical thinking skills is the STEM approach. The purpose of this research is to develop a STEM approach digital book with certain characteristics, determine its validity, its practicality, and its effectiveness of the product towards improving students' critical thinking skills. This study uses a development plan from Sugiyono. The subjects of this research are the 8th graders of SMPN 26 Semarang, academic year 2019/2020. The sample as an experimental class (the product is applied in the learning process) is VIII B class, and the control class (used ordinary textbooks) is VIII D class. Data analysis techniques used in this study include descriptive data analysis related to the validity and practicality of the product, while to find out the effectiveness of the product used a normalized N-gain test and a two-sample t-test. Results show that (1) the characteristics of the digital book contained all components of the STEM approach which included aspects of science, technology, engineering, and mathematics (2) the developed digital book has valid criteria regarding to the material, media and language aspects (3) digital book developed effectively to improve students' critical thinking skills, and (4) the practicality of using digital book is considered very good by students and teachers).

## **PRAKATA**

Segala puji dan syukur kehadiran Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat-Nya. Berkat karunia-Nya, peneliti dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Bahan Ajar Digital IPA Berpendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi IT Siswa.” Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan IPA Program Pascasarjana Universitas Negeri Semarang.

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih peneliti sampaikan pertama kali kepada para pembimbing: Prof. Dr. Ani Rusilowati, M.Pd. (Pembimbing I) dan Dr. Lisdiana, M.Si. (Pembimbing II), Dr. Sigit Saptono, M.Pd (Ketua Penguji), dan Dr. Sunyoto Eko Nughroho, M.Si (Dosen Penguji).

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan juga kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penyelesaian studi, diantaranya:

1. Direksi Program Pascasarjana Unnes, yang telah memberikan kesempatan serta arahan selama pendidikan, penelitian, dan penulisan tesis ini.
2. Ketua Program Studi dan Sekretaris Program Studi Pendidikan IPA Program Pascasarjana Unnes yang telah memberikan kesempatan dan arahan dalam penulisan tesis ini.
3. Bapak dan Ibu dosen Program Pascasarjana Unnes, yang telah banyak memberikan bimbingan dan ilmu kepada peneliti selama menempuh pendidikan.
4. Ibu Anni Anny Winarsih, M.Pd., Kepala Sekolah SMP N 26 Semarang yang telah mengizinkan penulis melaksanakan penelitian;
5. Drs. Djarot, guru IPA SMP N 26 Semarang yang telah memberi kesempatan penulis untuk melaksanakan penelitian;
6. Siswa-siswi kelas VIII B SMP N 26 Semarang tahun ajaran 2018/2019 atas kesediaannya menjadi subjek penelitian,
7. Bapak, Ibu, dan adik di desa tercinta yang tulus memberikan doa dan dukungan lahir batin;
8. Intan Permatasari yang telah memberi semangat dan energi, serta;
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini yang tidak dapat sebutkan satu-persatu.

Peneliti sadar bahwa dalam tesis ini mungkin masih terdapat kekurangan, baik isi maupun tulisan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat peneliti harapkan. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan merupakan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Semarang, November 2019

Qurrota A'yun

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUL .....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
PENGESAHAN UJIAN TESIS .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Cakupan Masalah .....	6
1.4 Rumusan Masalah .....	7
1.5 Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	8
1.7 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	8
1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan.....	9
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA TEORETIS, DAN KERANGKA BERPIKIR</b>	
2.1 Kajian Pustaka.....	10
2.2 Kerangka Teoretis .....	11
2.3 Kerangka Berpikir .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Desain Penelitian .....	30
3.2 Prosedur Penelitian .....	31
3.3 Sumber Data dan Subjek Penelitian .....	37
3.4 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data .....	37
3.5 Teknik Analisis Data.....	38
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian .....	47
4.2 Pembahasan .....	60
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Simpulan .....	79
5.2 Implikasi .....	79
5.3 Saran .....	80
DAFTAR PUSTAKA .....	81



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Definisi Literasi STEM .....	15
Tabel 2.2 Indikator Berpikir Kritis .....	21
Tabel 2.3 Aspek Literasi IT Menurut NDLA .....	26
Tabel 2.4 Literasi IT Menurut Learning.com .....	26
Tabel 3.1 KD dan Indikator .....	34
Tabel 3.2 Jenis data dan instrumen .....	40
Tabel 3.3 Hasil Analisis Validitas Soal .....	42
Tabel 3.4 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Soal .....	42
Tabel 3.5 Kriteria Keterbacaan pada Uji Tes Rumpang .....	43
Tabel 3.6 Kriteria Kevalidan .....	43
Tabel 3.7 Tingkatan Keterampilan Berpikir Kritis .....	44
Tabel 3.8 Kategori Nilai Gain <g> .....	44
Tabel 4.1 Tampilan Produk Sebelum dan Sesudah Revisi Tahap I .....	49
Tabel 4.2 Hasil Tes Rumpang (Uji Keterbacaan) .....	51
Tabel 4.3 Rekap Hasil Uji Coba Skala Kecil .....	51
Tabel 4.4 Hasil Revisi Tahap II .....	52
Tabel 4.5 Data Hasil Validitas Pakar .....	52
Tabel 4.6 Hasil Validasi Ahli Materi Aspek Pendahuluan .....	53
Tabel 4.7 Hasil Validasi Ahli Materi Aspek Isi .....	53
Tabel 4.8 Hasil Validasi Ahli Materi Aspek Pembelajaran .....	53
Tabel 4.9 Hasil Penilaian Ahli Materi Aspek Tugas atau Latihan .....	53
Tabel 4.10 Hasil Penilaian Ahli Media Aspek Tampilan .....	54
Tabel 4.11 Tabel Hasil Penilaian Ahli Media Aspek Penggunaan .....	54
Tabel 4.12 Hasil Penilaian Ahli dari Aspek Tugas atau Latihan .....	54
Tabel 4.13 Hasil Penilaian Ahli Bahasa .....	54
Tabel 4.14 Analisis Nilai Tes Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen ..	55
Tabel 4.15 Analisis Nilai Tes Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol .....	56
Tabel 4.16 Hasil Uji N-gain Keterampilan Berpikir Kritis .....	56
Tabel 4.17 Hasil Uji Normalitas .....	57
Tabel 4.18 Hasil Uji Perbedaan Rata-rata (uji-t) .....	57
Tabel 4.19 Rekapitulasi Hasil Observasi Literasi IT Siswa Kelas Eksperimen ...	58
Tabel 4.20 Rekapitulasi Hasil Observasi Literasi IT Siswa Kelas Kontrol .....	58
Tabel 4.21 Hasil Uji N-gain Literasi IT .....	59
Tabel 4.22 Respons Siswa Terhadap Bahan Ajar .....	59
Tabel 4.23 Respons Guru Terhadap Bahan Ajar .....	59
Tabel 4.24 Persentase Indikator Memberikan Penjelasan Sederhana Kelas Eksperimen .....	68
Tabel 4.25 Persentase Indikator Memberikan Penjelasan Sederhana Kelas Kontrol	68
Tabel 4.26 Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Indikator Membangun Keterampilan Dasar Kelas Eksperimen .....	69
Tabel 4.27 Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Indikator Membangun Keterampilan Dasar Kelas Kontrol .....	69
Tabel 4.28 Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Aspek Memberikan Penjelasan Lanjut Kelas Eksperimen .....	71
Tabel 4.29 Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Aspek Memberikan Penjelasan Lanjut Kelas Kontrol .....	71
Tabel 4.30 Rekap Data Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Indikator Menyimpulkan Kelas Eksperimen .....	72
Tabel 4.31 Rekap Data Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Indikator Menyimpulkan Kelas Kontrol .....	73

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pendekatan “Silo” STEM .....	17
Gambar 2.2 Pendekatan Tertanam “ <i>Embedded</i> ” STEM .....	18
Gambar 2.3 Pendekatan Terpadu “ <i>Integrated</i> ” STEM .....	18
Gambar 2.4 Kerangka Berpikir .....	29
Gambar 3.1 Langkah-langkah Penelitian .....	31
Gambar 3.2 Flowchart <i>Pengembangan Produk</i> .....	33
Gambar 3.3 Aspek unsur-unsur STEM Pertemuan ke-1 .....	35
Gambar 3.4 Aspek unsur-unsur STEM Pertemuan ke-2 .....	35
Gambar 3.5 Aspek unsur-unsur STEM Pertemuan ke-3 .....	35
Gambar 3.6 Aspek unsur-unsur STEM Pertemuan ke-4 .....	36
Gambar 3.7 Desain Penelitian .....	39
Gambar 4.1 Fitur Spesial Produk .....	47
Gambar 4.2 Contoh Fitur Ayo, Berpikir Kritis dan Ayo, Buka Dunia .....	47
Gambar 4.3 Contoh Fitur <i>Stunning Science</i> .....	48
Gambar 4.4 Contoh Fitur <i>Marvelous Math</i> .....	48
Gambar 4.5 Contoh Fitur <i>Advanced Technology</i> .....	48
Gambar 4.6 Contoh Fitur <i>Ayo, Ingat Ini</i> .....	48
Gambar 4.7 Contoh Fitur <i>Exciting Engineering</i> .....	48
Gambar 4.8 Grafik Nilai Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen.....	55
Gambar 4.9 Grafik Nilai Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Silabus .....	86
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran .....	90
3. Kisi-kisi Instrumen Studi Awal Penelitian .....	102
4. Instrumen dan Hasil Studi Awal Penelitian .....	105
5. Kisi-kisi Angket Validasi Pakar	
a. Kisi-kisi Angket Validasi Pakar Materi .....	116
b. Kisi-kisi Angket Validasi Pakar Media .....	116
c. Kisi-kisi Angket Validasi Pakar Bahasa .....	117
6. Hasil Validasi Pakar	
a. Hasil Validasi Pakar Materi .....	118
b. Hasil Validasi Pakar Media .....	122
c. Hasil Validasi Pakar Bahasa .....	123
7. Uji Coba Produk Skala Kecil	
a. Sampel Angket Hasil Uji Coba Produk Skala Kecil .....	124
b. Analisis Hasil Uji Coba Produk Skala Kecil .....	125
8. Angket Respon Guru dan Siswa	
a. Kisi-kisi Angket Respon Guru .....	126
b. Kisi-kisi Angket Respon Siswa .....	126
9. Hasil Angket Respon Guru dan Siswa	
a. Angket Respon Guru .....	129
b. Angket Respon Siswa .....	130
10. Uji Coba Soal Keterampilan Berpikir Kritis	
a. Kisi-kisi Soal Uji Coba Keterampilan Berpikir Kritis .....	131
b. Soal Uji Coba Keterampilan Berpikir Kritis .....	132
c. Rubrik dan Jawaban Soal Uji Coba .....	135
d. Perhitungan Validitas Soal Uji Coba .....	142
11. Penentuan Kelas Eksperimen dan Kontrol	
a. Uji Normalitas Penentuan Kelas Eksperimen dan Kontrol .....	144
b. Uji Homogenitas Penentuan Kelas Eksperimen dan Kontrol .....	146
12. Soal Keterampilan Berpikir Kritis	
a. Kisi-kisi Soal <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-test</i> .....	147
b. Soal <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-test</i> .....	148
c. Analisis Data <i>Pre-Test</i> per Butir Soal .....	151
d. Analisis Data <i>Post-Test</i> per Butir Soal .....	153
e. Analisis Uji N-Gain $\langle g \rangle$ Keterampilan Berpikir Kritis Siswa .....	155
f. Rekapitulasi Nilai <i>Pre-Test</i> , <i>Post-Test</i> , dan N-Gain .....	156
13. Uji Normalitas <i>Post-Test</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	157
14. Uji Hipotesis (Uji t) Keterampilan Berpikir Kritis .....	159
15. Literasi IT Siswa	
a. Analisis Literasi IT per Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol .....	160
b. Rekapitulasi N-Gain Literasi IT Siswa .....	164
16. Sampel Lembar Kerja Peserta Didik .....	165
17. SK Pembimbing .....	173
18. SK Izin Melakukan Penelitian .....	174
19. Dokumentasi Penelitian .....	175

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG MASALAH**

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan cabang ilmu pengetahuan yang berawal dari fenomena alam. IPA diartikan sebagai pengetahuan yang sistematis dan disusun dengan menghubungkan gejala-gejala alam yang bersifat kebendaan dan didasarkan pada hasil pengamatan dan induksi. IPA pada hakikatnya belajar dengan pendekatan yang meliputi empat unsur utama yang meliputi empat unsur, yaitu produk, proses, aplikasi dan sikap. Keempat unsur utama IPA ini seharusnya muncul dalam pembelajaran IPA. Pembelajaran IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi siswa untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Kemendikbud, 2017).

Studi pendahuluan yang berupa hasil wawancara dan observasi dengan guru SMP Negeri 26 Semarang, menunjukkan bahwa rata-rata siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi cahaya dan alat optik. Hal tersebut terlihat dari hasil nilai Ulangan Akhir Semester (UAS) II dari beberapa tahun sebelumnya yang tergolong cukup rendah. Materi cahaya dan alat optik berisikan topik yang memerlukan pemahaman dan analisis yang cukup tinggi, seperti pembentukan bayangan pada lensa dan cermin, kekuatan lensa, struktur anatomi mata manusia, mekanisme kerja alat optik, dan identifikasi pada berbagai jenis cacat mata. Kesulitan tersebut juga dipengaruhi oleh bahan ajar yang digunakan.

Bahan ajar yang digunakan oleh siswa masih berbentuk buku teks yang dicetak dalam ukuran 25 x 15 cm sebanyak 298 halaman. Jenis buku teks tersebut kurang didukung dengan adanya gambar dan video yang kekinian dan menarik, tidak ada *link* untuk mengakses website terkait, dan kurang menyajikan pertanyaan atau soal untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Menurut Liu, *et al.* (2015), salah satu kecakapan hidup abad ke-21 ini yang perlu dikembangkan dalam proses pendidikan adalah keterampilan berpikir kritis. Pentingnya dilatihkan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran IPA ini dilatarbelakangi oleh hasil tes PISA tahun 2015.

Di bidang sains (IPA), Indonesia menempati peringkat ke-62 dari 72 negara yang berpartisipasi (OECD, 2018). Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan siswa Indonesia terhadap pemahaman konsep IPA masih rendah. Sistem pengajaran IPA di Indonesia yang secara umum belum melatih kemampuan berpikir kritis ditengarai menjadi salah satu penyebabnya.

Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan seseorang dalam menganalisis, mensintesis, membuat konsep, menerapkan, dan/atau mengevaluasi informasi dari berbagai sumber. Kemampuan individu untuk berpikir kritis dapat meningkatkan kualitas pemikiran individu untuk menganalisis, menilai, dan merekonstruksi apa yang dipikirkannya untuk memecahkan masalah (Scriven & Paul, 2008). Keterampilan berpikir kritis merupakan hal penting yang harus dimiliki siswa dalam merangsang penalaran kognitif dan membangun pengetahuan (Adeyemi, 2012). Pengaruh berpikir kritis juga terlihat pada motivasi belajar siswa yang meningkat (Cholisoh, *et al.* 2010), sikap ilmiah siswa (Soh, *et al.* 2010) dan keterampilan proses sains siswa (Nugraha, *et al.* 2017).

Salah satu pendekatan pembelajaran yang potensial untuk membantu siswa agar terlibat aktif dalam kegiatan belajar dan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis ialah dengan pendekatan STEM (Mutakinanti, *et al.* 2018). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* atau yang biasa disebut dengan STEM, merupakan disiplin ilmu yang berkaitan satu sama lain (Bybee, 2010). Pendidikan STEM memainkan peran penting dalam pengembangan keterampilan abad ke-21. Pendekatan yang menyediakan integrasi disiplin ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika ini juga merupakan pendekatan inovatif dan pendukung individu untuk melek sains dan teknologi (Erdogan & Ciftci, 2017). Pendidikan dengan pendekatan STEM diharapkan dapat membangun pengetahuan konseptual siswa tentang sains dan matematika, serta tentang teknik dan teknologi (Hernandez, *et al.* 2011).

Pada umumnya, sekolah-sekolah yang menerapkan pendidikan STEM masih sangat berfokus di bidang sains dan matematika (Anderson, *et al.* 2010), dan mengabaikan peran penting teknik dan teknologi dalam mempersiapkan siswa untuk berpartisipasi dalam dunia yang semakin digital (English & King, 2015). Padahal,

pendidikan STEM dapat membantu siswa untuk mengeksplorasi matematika dan sains, maupun sains dan teknologi dengan cara yang lebih mandiri, sambil membantu mereka mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang dapat diterapkan pada semua aspek pekerjaan dan kehidupan akademik mereka (Becker & Park, 2011). Individu yang dididik dengan pendekatan STEM diharapkan memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi, menerapkan, dan mengintegrasikan konsep dari aspek sains, teknik, teknologi, dan matematika, untuk memahami permasalahan serta menemukan inovasi dalam memecahkannya (Balka, 2011).

Selain keterampilan berpikir kritis yang diperlukan di abad ke-21 ini, hal lain yang tidak dapat dihindari ialah pengaruh Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Semua aspek kehidupan manusia tidak dapat terlepas dari pengaruh TIK tersebut, mulai dari bidang ekonomi, komunikasi sosial, politik hingga pendidikan (Kong, 2014). Pengaplikasian teknologi ke dalam pendidikan dan pembelajaran merupakan salah satu bentuk inovasi yang bertujuan untuk mengimbangi dan mengikuti perkembangan zaman. Pertimbangan lain yang melatarbelakanginya ialah faktor peserta didik yang jauh berbeda karakteristiknya jika dibandingkan dengan sebelumnya. Mereka kurang lagi tertarik dengan proses pembelajaran yang berpusat pada guru, melainkan lebih tertarik dengan sesuatu hal yang baru dengan berorientasi pada proses penemuan dari mereka sendiri.

Di sisi lain, tidak semua orang merespons dengan baik keberadaan TIK tersebut. Bahkan, bagi sebagian pendidik masih menganggap TIK sebagai hal yang tidak memegang peranan penting dalam pendidikan. Hal ini tentu tidak sejalan dengan tugas pendidik yang harus menyesuaikan dirinya dengan perkembangan zaman. Meski dapat dipahami bahwa TIK tidak dapat menggeser fungsi vital pendidik dalam pembelajaran, namun kehadiran TIK seharusnya digunakan secara maksimal dalam mencapai tujuan pendidikan dan pembelajaran.

Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan dengan guru SMPN 26 Semarang, bahwa peserta didik sudah diberikan kesempatan untuk menggunakan perangkat teknologi untuk mengerjakan tugas sekolah. Namun, sesuai peraturan, siswa tidak diperbolehkan membawa telepon selular. Salah satu langkahnya adalah pihak sekolah adalah dengan menyediakan laboratorium komputer. Kemampuan

siswa dalam menggunakan teknologi digital serta pemahaman mengenai sumber informasi yang valid dan terpercaya menjadi salah satu penghambat dalam mengerjakan tugas. Dengan demikian, mereka perlu dikenalkan tentang pemanfaatan teknologi dan pencarian informasi untuk mengembangkan kompetensinya agar bisa mengikuti perkembangan dalam dunia pendidikan kedepan (Gut, 2011).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan bahan ajar digital berpendekatan STEM yang valid, efektif, dan praktis. Bahan ajar digital ini dapat dibuka secara *online* dan *offline* melalui ponsel ataupun komputer. Bahan ajar digital ini berisi konten yang bersumber dari materi kelas VIII, yaitu cahaya dan alat optik. Garis besar isi bab ini yang dijadikan sebagai materi dalam bahan ajar yakni sifat cahaya dan pembentukan bayangan pada alat optik, indra penglihatan manusia dan hewan, dan alat optik dalam kehidupan sehari-hari.

## **1.2 IDENTIFIKASI MASALAH**

Berdasarkan latar belakang, peneliti ingin mengidentifikasi beberapa masalah yaitu,

1. Bahan ajar yang digunakan masih konvensional, belum cukup interaktif, dan belum terintegrasi dengan teknologi.
2. Pembelajaran IPA yang digunakan cenderung masih satu arah dan didominasi oleh guru. Perlu adanya pendekatan pembelajaran yang dapat membangun siswa untuk berpikir kritis, agar lebih mendapatkan pemahaman konsep tentang sains dan matematika, serta tentang teknik dan teknologi.
3. Pembelajaran yang belum memanfaatkan peran IT.
4. Literasi IT peserta didik yang masih membutuhkan bimbingan. Mereka perlu dibimbing dalam menggunakan, mengolah, mengaplikasikannya.

## **1.3 CAKUPAN MASALAH**

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan diatas, maka cakupan masalah dalam penelitian ini yaitu,

1. Bahan ajar digital

Bahan ajar adalah bahan atau materi pelajaran yang disusun secara sistematis, yang digunakan guru dan siswa dalam proses pembelajaran (Pannen, 1995). Pada penelitian ini, bahan ajar digital dibuat dengan menggunakan *software* iSpring Free Suite 9. Konten yang terdapat di bahan ajar digital tersebut yaitu, materi (teks, gambar, dan video), pertanyaan untuk diskusi, pertanyaan untuk melatih berpikir kritis siswa, *link* (tautan) menuju artikel tertentu, dan juga soal latihan interaktif pada tiap pertemuan yang bisa diakses secara *online*.

2. Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM)

STEM merupakan singkatan dari sebuah pendekatan pembelajaran interdisiplin antara *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Pada penelitian ini, pendekatan STEM yang dipakai yaitu tipe *integrated*, dimana tiap disiplin ilmu saling berkait dan menunjang dengan disiplin ilmu lainnya.

3. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan untuk berpikir rasional dan reflektif yang berfokus pada keyakinan dan keputusan yang akan dilakukan (Ennis, 1993). Pada penelitian ini, indikator kemampuan berpikir kritis yang diteliti yaitu memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, memberikan penjelasan lanjut, dan menyimpulkan.

4. Literasi Informasi dan Teknologi (IT)

Literasi IT merupakan perpaduan antara literasi informasi dan literasi teknologi. Literasi informasi yakni kemampuan dapat mengidentifikasi, menemukan, mengevaluasi, dan menggunakan informasi tersebut secara efektif untuk mengatasi masalah yang dihadapi (NFIL, 2000). Literasi teknologi yaitu kemampuan untuk secara bertanggung jawab menggunakan teknologi yang tepat untuk berkomunikasi, mengakses, mengelola, mengintegrasikan, mengevaluasi, dan membuat informasi (SETDA, 2017). Literasi IT yang diukur ini terbatas hanya empat dari delapan kategori yang bersumber dari *The Northstar Digital Literacy Assessment*, yaitu keterampilan dasar menggunakan komputer, internet, email, dan Microsoft Office.



## 5. Cahaya dan Alat Optik

Cahaya dan Alat Optik merupakan salah satu materi IPA yang diajarkan di kelas VIII (Kemendikbud, 2017). Garis besar isi bab ini yang dijadikan sebagai materi dalam bahan ajar yaitu, sifat cahaya dan pembentukan bayangan pada alat optik, indra penglihatan manusia dan hewan, dan alat optik dalam kehidupan sehari-hari.

### **1.4 RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu,

1. Bagaimanakah karakteristik bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM pada materi Cahaya dan Alat Optik?
2. Bagaimanakah kevalidan bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM pada materi Cahaya dan Alat Optik?
3. Bagaimanakah keefektifan bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Cahaya dan Alat Optik?
4. Bagaimanakah keefektifan bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM untuk meningkatkan literasi IT siswa pada materi Cahaya dan Alat Optik?
5. Bagaimanakah kepraktisan bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM pada materi Cahaya dan Alat Optik?

### **1.5 TUJUAN PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan untuk,

1. Mendeskripsikan karakteristik bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM pada materi Cahaya dan Alat Optik.
2. Mendeskripsikan validitas bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM pada materi Cahaya dan Alat Optik.
3. Mendeskripsikan keefektifan bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM yang ditinjau dari peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

4. Mendeskripsikan keefektifan bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM yang ditinjau dari peningkatan literasi IT siswa.
5. Mendeskripsikan kepraktisan bahan ajar digital IPA berpendekatan STEM yang ditinjau dari respon siswa dan respon guru terhadap bahan ajar tersebut.

## **1.6 MANFAAT PENELITIAN**

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah :

### **1.6.1 Manfaat Teoretis**

Penelitian ini dapat menjadi sumber referensi mengenai bahan ajar IPA berpendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan literasi IT.

### **1.6.2 Manfaat Praktis**

Manfaat praktis dari penelitian ini antara lain,

1. Bagi guru, dapat memberi ide atau masukan tentang pendekatan pembelajaran yang efektif pada tema Cahaya dan Alat Optik
2. Bagi siswa, dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi IT.
3. Bagi sekolah, dapat menjadi diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya memperbaiki dan meningkatkan kualitas dalam kegiatan pembelajaran.

## **1.7 SPESIFIKASI PRODUK YANG DIKEMBANGKAN**

Spesifikasi produk yang dikembangkan ini adalah bahan ajar digital berpendekatan STEM. Bahan ajar digital ini dapat dibuka secara *online* dan *offline* melalui ponsel ataupun komputer. Bahan ajar digital ini berisi konten yang bersumber dari materi kelas VIII, yaitu Cahaya dan Alat Optik. Garis besar isi bab ini yang dijadikan sebagai materi dalam bahan ajar yaitu, sifat cahaya dan pembentukan bayangan pada alat optik, indra penglihatan manusia dan hewan, dan alat optik dalam kehidupan sehari-hari. Konten tersebut didukung dengan gambar, video, dan situs internet, pertanyaan untuk diskusi, dan tes untuk mengukur pemahaman di akhir materi. Tes dalam bahan ajar digital ini dapat dikerjakan langsung melalui ponsel dan komputer, serta dapat langsung diketahui jawaban dan pembahasannya, sehingga mereka dapat *me-review* sendiri untuk belajar di rumah.

## **1.8 ASUMSI DAN KETERBATASAN PENGEMBANG**

### **1.8.1 Asumsi dalam Pengembangan**

Asumsi dalam pengembangan merupakan landasan pijak untuk menentukan karakteristik produk yang dihasilkan dan pembenaran pemilihan model serta prosedur pengembangannya. Asumsi-asumsi pada penelitian ini adalah,

1. Bahan ajar digital pembelajaran yang baik, menarik, dan memiliki nilai yang berbeda dengan yang lain, dapat membantu proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan tujuan pembelajaran dapat tercapai.
2. Melalui bahan ajar digital yang dikembangkan, dapat membantu peserta didik untuk belajar suatu materi pembelajaran dengan sudut pandang dari empat aspek keilmuan, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika.
3. Melalui bahan ajar digital yang dikembangkan, dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi IT.

### **1.8.2 Batasan Pengembangan**

Bahan ajar digital yang dikembangkan ini belum tersedia secara online di playstore atau Apple Store, namun file (berformat apk) ini masih bisa dikirim lewat media sosial atau *bluetooth*. Ketersediaan file yang belum ada di internet karena proses pengunggahan memerlukan biaya yang tidak sedikit dan aturan yang tidak mudah, seperti harus membuat akun, dsb.

Bahan ajar ini juga terbatas pada materi Cahaya dan Alat Optik. Materi tersebut dipilih karena kompetensi dasar dan indikator materi di dalamnya dapat diterapkan dengan pendekatan STEM. Keterampilan berpikir kritis yang diukur terbatas hanya empat dari lima indikator, yaitu memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, memberikan penjelasan lanjut, dan menyimpulkan. Sementara itu, literasi IT yang diukur ini terbatas hanya empat dari delapan kategori literasi yang bersumber dari *The Northstar Digital Literacy Assessment*, yaitu keterampilan dasar menggunakan komputer, internet, email, dan Microsoft Office.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA TEORETIS DAN KERANGKA BERPIKIR**

#### **4.1 KAJIAN PUSTAKA**

Hakikat kajian pustaka adalah mengungkapkan, menegaskan, menyanggah, mengisi kekosongan, atau mengembangkan hasil penelitian terdahulu sehingga menghasilkan kebaruan penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil beberapa hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengembangan bahan ajar, pembelajaran dengan pendekatan STEM, keterampilan berpikir kritis, dan literasi IT.

Beberapa penelitian terkait pengembangan bahan ajar telah dilakukan oleh Ngabekti, *et al.* (2019), Sugianto, *et al.* (2018), Khasanah, *et al.* (2017), Rusilowati, *et al.* (2016), dan Taufiqy, *et al.* (2016). Mereka mengembangkan bahan ajar dalam bentuk cetak ataupun digital (melalui perangkat komputer atau alat elektronik lain). Melalui tahapan-tahapan penelitian dan pengembangan, produk yang dihasilkan rata-rata memiliki tingkat kelayakan dan keefektifan yang baik. Kelayakan dalam hal ini berarti layak untuk dipakai atau diterapkan dalam pembelajaran, setelah divalidasi oleh pakar, baik dari aspek materi, media, ataupun bahasa. Disamping itu, secara umum, respon siswa (sebagai subjek uji coba produk) dan respon guru (sebagai pemakai produk) termasuk kedalam kategori baik.

Beberapa penelitian terkait pendekatan STEM dalam pembelajaran telah dilakukan oleh Mutakinanti, *et al.* (2018), Muthi'ik, *et al.* (2018), Afriana, *et al.* (2016), Khaeroningtyas, *et al.* (2016), Karahan, *et al.* (2015) dan Rahmiza, *et al.* (2015). Mereka berpendapat bahwa motivasi, aktivitas dan partisipasi dalam belajar, literasi sains, dan keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat ditingkatkan melalui pembelajaran dengan pendekatan STEM. Selain itu, model atau metode pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pendekatan STEM antara lain PBL, PjBL, dan inkuiri.

Beberapa penelitian tentang keterampilan berpikir kritis telah dilakukan oleh Putra, *et al.* (2018), Malik, *et al.* (2017), Dewi, *et al.* (2017), Melida, *et al.* (2016), dan Kurniawati, *et al.* (2014). Diperoleh sebuah sintesis bahwa dalam melatih peserta didik untuk memiliki keterampilan berpikir kritis, perlu diterapkan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered*). Metode dan/atau model dalam pembelajaran aktif yang dimaksud yaitu dengan diterapkannya metode inkuiri (penyelidikan), *discovery* (penemuan), diskusi dengan rekan, pembelajaran berbasis masalah, dan model siklus belajar.

Penelitian terkait penggunaan teknologi dalam pembelajaran dan penelitian tentang literasi IT telah dilakukan oleh Hatlevik, *et al.* (2018), Siddiq, *et al.* (2017), Angreni (2017), Gunawan, *et al.* (2016), Belo, *et al.* (2016), dan Marty, *et al.* (2013). Diperoleh sebuah sintesis bahwa pembelajaran akan berlangsung lebih menarik apabila guru menyediakan media pembelajaran interaktif dibandingkan dengan buku teks biasa. Disamping itu, keterampilan berpikir kritis, keterampilan penyelidikan, penguasaan konsep, dan hasil belajar peserta didik dapat meningkat.

## **4.2 KERANGKA TEORETIS**

### **2.1.1 Bahan Ajar**

#### **2.1.1.1 Pengertian**

Bahan ajar adalah bahan atau materi pelajaran yang disusun secara sistematis, yang digunakan guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Bahan ajar itu sangat unik dan spesifik. Unik, artinya bahan ajar tersebut hanya dapat digunakan untuk audiens tertentu dalam suatu proses pembelajaran tertentu. Spesifik artinya isi bahan ajar tersebut dirancang sedemikian rupa hanya untuk mencapai tujuan tertentu dari audiens tertentu. Sistematisnya cara penyampaiannya pun disesuaikan dengan karakteristik mata pelajaran dan karakteristik siswa yang menggunakannya. Bahan ajar biasanya dilengkapi dengan pedoman siswa dan pedoman untuk guru. Pedoman-pedoman ini berguna untuk mempermudah siswa maupun guru menggunakan bahan ajar yang telah dikembangkan.

### **2.1.1.2 Unsur-Unsur Bahan Ajar**

Bahan ajar merupakan sebuah susunan atas bahan-bahan yang berhasil dikumpulkan dan berasal dari berbagai sumber belajar yang dibuat secara sistematis. Maka dari itu, bahan ajar mengandung beberapa unsur tertentu. Terdapat enam komponen yang berkaitan dengan unsur-unsur tersebut.

- 1) Petunjuk belajar, komponen ini meliputi petunjuk bagi pendidik maupun peserta didik. Didalamnya dijelaskan tentang bagaimana pendidik sebaiknya mengajarkan materi kepada peserta didik dan bagaimana pula peserta didik sebaiknya mempelajari materi yang ada dalam bahan ajar tersebut.
- 2) Kompetensi yang akan dicapai, dalam bahan ajar seharusnya dicantumkan standar kompetensi, kompetensi dasar, maupun indikator pencapaian hasil belajar yang harus dikuasai oleh peserta didik. Dengan demikian, jelaslah tujuan yang harus dicapai oleh peserta didik.
- 3) Informasi pendukung, merupakan berbagai informasi tambahan yang dapat melengkapi suatu bahan ajar. Diharapkan peserta didik akan semakin mudah menguasai pengetahuan yang akan mereka peroleh. Salin itu, pengetahuan yang diperoleh peserta didik akan semakin komprehensif.
- 4) Latihan-latihan, merupakan suatu bentuk tugas yang diberikan kepada peserta didik untuk melatih kemampuan mereka setelah mempelajari bahan ajar. Dengan demikian, kemampuan yang mereka pelajari akan semakin terasah dan dikuasai secara matang.
- 5) Petunjuk kerja atau lembar kerja, merupakan lembaran yang berisi sejumlah langkah prosedural cara pelaksanaan kegiatan tertentu yang dilakukan oleh peserta didik yang berkaitan dengan praktik ataupun yang lainnya.
- 6) Evaluasi, merupakan salah satu bagian dari proses penilaian. Sebab, dalam komponen evaluasi terdapat sejumlah pertanyaan yang ditujukan kepada peserta didik untuk mengukur seberapa jauh penguasaan kompetensi yang berhasil mereka kuasai setelah mengikuti proses pembelajaran.

### 2.1.1.3 Jenis-Jenis Bahan Ajar

Jenis bahan ajar dapat dikelompokkan ke dalam empat kelompok berdasarkan sifatnya, yaitu:

- 1) Bahan cetak, merupakan sejumlah bahan yang telah disiapkan dalam bentuk kertas untuk keperluan pembelajaran atau untuk menyampaikan sebuah informasi. Misalnya buku, modul, handout, lembar kerja siswa, brosur, foto atau gambar, dan lain-lain.
- 2) Bahan ajar yang berbasis teknologi, seperti kaset audio, siaran radio, slide, filmstrips, film, video cassette, siaran televisi, video interaktif, *Computer Based Tutorial* (CBT) dan multimedia;
- 3) Bahan ajar yang digunakan untuk praktik atau proyek, seperti kit sains, lembar observasi, lembar wawancara, dan lain-lain;
- 4) Bahan ajar yang dibutuhkan untuk keperluan interaksi manusia (terutama dalam pendidikan jarak jauh), misalnya telepon dan *video conferencing*.

### 2.1.1.4 Pengembangan Bahan Ajar

Bahan ajar dapat disusun sedemikian rupa menjadi lebih menarik agar siswa merasa lebih senang sehingga lebih mudah dalam mempelajari materi. Pengembangan bahan ajar didasarkan pada konsep desain pembelajaran yang berlandaskan pada suatu kompetensi atau untuk mencapai tujuan pembelajaran. Pengembangan bahan ajar hendaknya memperhatikan prinsip-prinsip pembelajaran, yaitu :

- 1) Mulai dari yang mudah untuk memahami yang sulit, dari yang konkret untuk memahami yang sulit.
- 2) Pengulangan akan memperkuat pemahaman.
- 3) Umpan balik positif akan memberikan penguatan terhadap pemahaman siswa.
- 4) Motivasi yang tinggi adalah salah satu faktor penentu keberhasilan belajar.
- 5) Mencapai tujuan ibarat naik tangga, setahap demi setahap, akhirnya akan mencapai ketinggian tertentu.

- 6) Mengetahui hasil yang telah dicapai akan mendorong siswa untuk terus mencapai tujuan.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan bahan ajar yang mampu membuat siswa untuk belajar mandiri dan memperoleh ketuntasan dalam proses pembelajaran sebagai berikut,

- 1) Memuat contoh-contoh dan ilustrasi yang menarik dalam rangka mendukung pemaparan materi pembelajaran.
- 2) Memberikan kemungkinan bagi siswa untuk memberikan umpan balik atau mengukur penguasaannya terhadap materi yang diberikan dengan memberikan soal-soal latihan, tugas, dan sejenisnya.
- 3) Kontekstual, yaitu materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan siswa.
- 4) Bahasa yang digunakan cukup sederhana karena siswa hanya berhadapan dengan bahan ajar ketika belajar secara mandiri (Widodo dan Jasmadi, 2008)

## **2.1.2 Pendekatan Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM)**

### **2.1.2.1 Latar Belakang Pendidikan STEM**

Istilah STEM dikenalkan oleh NSF (*National Science Foundation*) Amerika Serikat pada tahun 1990-an sebagai singkatan untuk “*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*” (NSB, 2010). Dalam konteks Indonesia, STEM merujuk kepada empat bidang ilmu pengetahuan, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. STEM merupakan suatu pendekatan pengajaran dan pembelajaran antara dua atau lebih dalam komponen STEM atau antara satu komponen STEM dengan disiplin ilmu lain (Becker & Park, 2011).

Pendidikan STEM telah diterapkan di sejumlah negara maju seperti Amerika Serikat, Jepang, Finlandia, Australia dan Singapura. Tujuan dari penerapan STEM di Amerika Serikat ialah untuk menjadikan keempat bidang ini tersebut menjadi pilihan karir utama bagi peserta didik (Han, *et al.* 2012). Keadaan ini terjadi karena negara tersebut mengalami krisis ilmuan di bidang STEM. Bentuk keseriusan pemerintah Amerika Serikat untuk mengatasi masalah tersebut antara lain dengan



mendirikan *STEM Education* dan memberikan bantuan biaya pendidikan pada calon mahasiswa yang memilih salah satu bidang STEM. Namun, beberapa tahun belakangan, STEM diterapkan pada berbagai bidang studi atau jurusan di berbagai jenjang pendidikan. STEM telah banyak diterapkan dalam pembelajaran. Keadaan ini ditunjukkan dari hasil penelitian yang mengungkap bahwa penerapan STEM dapat meningkatkan prestasi akademik dan non-akademik peserta didik (Lam, *et al.* 2008). Oleh sebab itu, penerapan STEM yang awalnya hanya bertujuan untuk meningkatkan minat peserta didik terhadap bidang STEM menjadi lebih luas, dalam hal ini setelah diterapkan dalam pembelajaran, ternyata STEM mampu meningkatkan penguasaan pengetahuan, mengaplikasikan pengetahuan untuk memecahkan masalah, serta mendorong peserta didik untuk mencipta sesuatu yang baru.

Pengintegrasian pendidikan STEM dalam pembelajaran dapat dijalankan pada semua tingkatan pendidikan, mulai dari sekolah dasar sampai universitas, karena aspek pelaksanaan STEM seperti kecerdasan, kreatifitas, dan kemampuan desain tidak tergantung kepada usia. Selain mengembangkan konten pengetahuan di bidang sains, teknologi, teknik dan matematika, pendidikan integrasi STEM juga berupaya untuk menumbuhkan keterampilan seperti penyelidikan ilmiah dan kemampuan memecahkan masalah. Pendidikan integrasi STEM berusaha untuk membangun masyarakat yang sadar pentingnya literasi STEM. Literasi STEM mengacu pada kemampuan individu untuk menerapkan pemahaman tentang bagaimana ketatnya persaingan bekerja di dunia nyata yang membutuhkan empat domain yang saling terkait.

Tabel 2.1 Definisi Literasi STEM

<b>Aspek</b>	<b>Arti</b>
Sains	Memberikan pengetahuan kepada peserta didik mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep yang berlaku di alam;
Teknologi	Keterampilan atau sebuah sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau mendesain serta menggunakan sebuah alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan;
Teknik	pengetahuan untuk mengoperasikan atau mendesain sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah;
Matematika	Ilmu yang menghubungkan antara besaran, angka dan ruang yang hanya membutuhkan argumen logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris.

### 2.1.2.2 Pentingnya Pendekatan STEM

Sebagai sebuah tren yang sedang digalakkan dalam dunia pendidikan, STEM menjadi suatu pendekatan dalam mengatasi permasalahan di dunia nyata dengan menuntun pola pikir peserta didik menjadi pemecah masalah, penemu, inovator, membangun kemandirian, berpikir logis, melek teknologi, dan mampu menghubungkan pendidikan STEM dengan dunia kerjanya.

Pembelajaran berbasis STEM akan membentuk karakter peserta didik yang mampu mengenali sebuah konsep atau pengetahuan (science) dan menerapkan pengetahuan tersebut dengan keterampilan (technology) yang dikuasainya untuk menciptakan atau merancang suatu cara (engineering) dengan analisa dan berdasarkan perhitungan data matematis (math) dalam rangka memperoleh solusi atas penyelesaian sebuah masalah sehingga pekerjaan manusia menjadi lebih mudah.

Secara umum, penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, manipulatif dan afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan (Kapila & Iskander, 2014). Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih siswa dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi. Dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, pendidikan STEM bertujuan mengembangkan peserta didik yang melek STEM yang mempunyai,

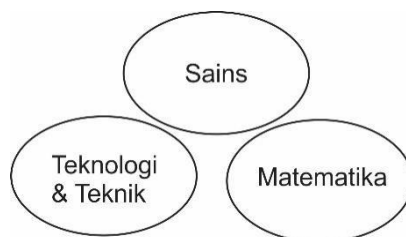
1. Pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu-isu terkait STEM;
2. Memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas manusia;
3. Kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural,
4. Mau terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumberdaya alam) sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, enjiniring dan matematika.

### 2.1.2.3 Menerapkan Pendidikan STEM

Salah satu karakteristik Pendidikan STEM adalah mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam memecahkan masalah nyata. Namun demikian, terdapat beragam cara digunakan dalam praktik untuk mengintegrasikan disiplin-disiplin STEM, pola dan derajat keterpaduannya bergantung pada banyak faktor. Terdapat tiga metode pendekatan pembelajaran dalam pendidikan STEM. Perbedaan antara masing-masing metode terletak pada tingkat konten STEM yang dapat diterapkan.

#### 1. Pendekatan silo (terpisah)

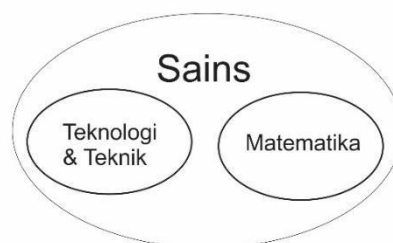
Pendekatan ini mengacu pada instruksi terisolasi, dimana masing-masing setiap mata pelajaran STEM diajarkan secara terpisah, sehingga memungkinkan siswa untuk mendapatkan pemahaman tentang isi dari masing-masing mata pelajaran lebih mendalam.



Gambar 2.2 Pendekatan “Silo” STEM

#### 2. Pendekatan tertanam (*embedded*)

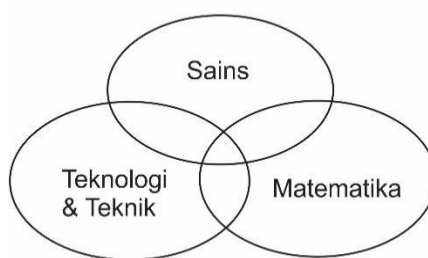
Pendekatan ini lebih menekankan untuk mempertahankan integritas materi pelajaran, bukan fokus pada interdisiplin mata pelajaran. Dalam arti lain ialah mengajarkan masing-masing disiplin STEM dengan lebih berfokus pada satu atau dua



Gambar 2.3 Pendekatan Tertanam “*Embedded*” STEM

### 3. Pendidikan STEM terpadu (*terintegrasi*)

Bertujuan untuk menghapus dinding pemisah antara masing-masing bidang STEM pada pendekatan silo dan pendekatan tertanam (*embedded*), dan untuk mengajar siswa sebagai salah satu subjek. Dengan kata lain, pendekatan ini melebur keempat aspek STEM dan mengajarkannya sebagai mata pelajaran terintegrasi, guru akan mengintegrasikan T, E, dan M ke dalam S.



Gambar 2.4 Pendekatan Terpadu “*Integrated*” STEM

Penerapan STEM dapat didukung dengan berbagai metode pembelajaran. STEM yang bersifat integratif memungkinkan berbagai metode pembelajaran dapat digunakan untuk mendukung penerapannya. Penelitian dari Afriana, *et al.* (2016), Nafiah & Suyanto (2014), dan Chan (2008), terkait penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) dan *Project Based Learning* (PjBL) dalam pendekatan STEM. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa PBL dapat memberi kesempatan pada siswa untuk menerapkan pengetahuan pada permasalahan sebagai bentuk pemecahan masalah. PBL juga mendorong siswa untuk menguasai pengetahuan yang diperlukan untuk memecahkan masalah tersebut. Pengetahuan ini dapat berupa informasi yang kemudian digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk memilih cara penyelesaian yang tepat untuk permasalahan tersebut melalui pemikiran yang logis, kritis, dan sistematis.

Tidak begitu berbeda dengan PBL, penerapan PjBL pun mampu menuntun peserta didik menyelesaikan masalah yang diberikan dan lebih menekankan pada produk yang dihasilkan. Produk yang dihasilkan dari penggunaan PjBL dalam pembelajaran sains dapat menjadi kontribusi siswa terhadap peningkatan kualitas kehidupan. Dalam pembuatan produk ini, siswa dapat memanfaatkan IPTEK sehingga dengan ini siswa secara tidak langsung memahami fungsi dan manfaat IPTEK. Penyelesaian masalah dan pembuatan produknya dapat dikerjakan secara

individu maupun kelompok. Pengerjaan secara berkelompok dapat mendorong peserta didik untuk bekerja sama namun tetap bertanggung jawab atas pekerjaannya secara mandiri. Selain itu, secara berkelompok siswa dapat melakukan pengolaan pembelajaran secara mandiri yang cocok dengan keadaan kelompok masing-masing. Pola pembelajaran seperti ini dapat diakomodasi oleh pembelajaran kooperatif (Filippatou & Kaldi, 2010).

#### **2.1.2.4 Fitur Pembelajaran Sains Berbasis Pendidikan STEM**

Implementasi pendidikan STEM menurut Bybee (2010), bahwa peserta didik pada jenjang pendidikan dasar perlu lebih didorong untuk mengkoneksikan sains dan teknik. Terlebih, pada jenjang pendidikan yang lebih tinggi perlu ditantang untuk melakukan tugas-tugas teknik sebagai komplemen dari pembelajaran sains melalui kegiatan-kegiatan proyek yang mengintegrasikan sains, teknik, teknologi, dan matematika. Pendidikan STEM menuntut pergeseran mode konvensional (berpusat pada guru) ke pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, yang mengandalkan keaktifan, *hands-on*, dan kolaborasi peserta didik. Pembelajaran sains berbasis STEM perlu dilaksanakan dalam unit-unit pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*), yang di dalamnya peserta didik ditantang secara kritis, kreatif, dan inovatif untuk memecahkan masalah nyata, yang melibatkan kegiatan kelompok (tim) secara kolaboratif. Pembelajaran sains berbasis STEM dalam kelas didesain untuk memberi peluang bagi peserta didik mengaplikasikan pengetahuan akademik dalam dunia nyata.

Sesuai dengan karakteristik implementasi pendidikan STEM, penilaian hasil belajar dalam konteks pembelajaran sains berbasis STEM perlu lebih menitikberatkan pada asesmen otentik, khususnya asesmen kinerja (*performance assessment*). Penilaian kinerja dengan menggunakan rubrik, perlu dilakukan oleh guru, teman, serta peserta didik sendiri terhadap kinerja peserta didik selama aktivitas belajar serta produk hasil kerja untuk mengungkap ketercapaian standar hasil pembelajaran.

Pembelajaran sains berbasis pendidikan STEM dapat diaplikasikan dengan pembelajaran berbasis inkuiri, argumentasi dan penalaran, dan pembelajaran digital. Agar penerapan STEM menjadi efektif, penting bahwa pendekatan pengajaran

diubah dari mode tradisional yang berpusat pada guru menjadi mode yang berpusat pada siswa untuk mendukung pembelajaran siswa (Kennedy & Odell, 2014). Dalam mengajarkan mode yang berpusat pada siswa, guru dapat menerapkan metode inkuiri. Metode inkuiri ini merupakan suatu metode berbasis penyelidikan yang mengembangkan kemampuan siswa untuk mengajukan pertanyaan, merancang penyelidikan, memecahkan masalah, menafsirkan data dan bukti, membentuk penjelasan dan argumen, dan mengomunikasikan temuan. Metode ini dapat diterapkan dalam semua disiplin ilmu STEM untuk memungkinkan siswa terlibat dalam kegiatan otentik dan bermakna yang terhubung dengan dunia nyata.

Masih terkait dengan metode inkuiri, mengajarkan STEM dengan metode argumentasi dan penalaran dapat menjadi sebuah metode yang membuat peserta didik bisa berpartisipasi dalam membahas bukti, mempertimbangkan pandangan alternatif, mengevaluasi klaim dan berdebat ide. Beberapa manfaat tersebut dapat dikatakan sebagai pengalaman pembelajaran sains yang otentik (Duschl & Grandy, 2008). Penelitian yang dilakukan dalam pendidikan sains menunjukkan bahwa melibatkan siswa dalam praktik argumentatif juga dapat mengarah pada peningkatan prestasi siswa (Asterhan & Schwarz, 2009). Dengan demikian, mendorong suasana kelas yang mendukung dimana siswa merasa percaya diri untuk mengekspresikan pandangan mereka tentang masalah ilmiah sangat penting untuk memungkinkan pembelajaran berbasis argumentasi terjadi. Sementara itu, metode pembelajaran digital dapat mendukung lingkungan belajar STEM yang konstruktivis, dimana peserta didik dengan mudah dapat mengakses, mengembangkan, dan berbagi pengetahuan yang relevan. Disini peran guru adalah bertindak sebagai fasilitator konstruksi pengetahuan (Kong, 2011).

Pengalaman belajar sains berbasis pendidikan STEM diharapkan sekaligus dapat mengembangkan pemahaman peserta didik terhadap konten sains, kemampuan inovasi dan pemecahan masalah, *soft skills* (antara lain komunikasi, kerjasama, dan kepemimpinan). Dampak lebih lanjut dari pembelajaran sains berbasis STEM adalah meningkatkannya minat dan motivasi peserta didik untuk melanjutkan studi dan berkarir dalam bidang profesi iptek, sebagaimana dibutuhkan negara saat ini dan di masa datang.

### **2.1.3 Keterampilan Berpikir Kritis**

#### **2.13.1 Pengertian**

Peneliti dan pakar pendidikan telah mengkonseptualisasikan keterampilan berpikir kritis sejak beberapa tahun yang lalu. Dewey (1933), dalam bukunya *How We Think* menjelaskan bahwa berpikir tanpa refleksi yang tepat bukanlah pemikiran kritis. Refleksi diri itu sangat penting untuk membuat keputusan yang lebih baik. Selain itu, dengan mengembangkan rasa ingin tahu, juga dapat membawa ke pemikiran yang lebih kritis. Norris (1985) mengartikan pemikiran kritis sebagai cara untuk memutuskan secara rasional apa yang harus dilakukan atau dipercayai. Sternberg (1986), mendefinisikan pemikiran kritis sebagai proses mental, strategi, dan representasi yang digunakan untuk memecahkan masalah, membuat keputusan, dan mempelajari konsep-konsep baru. Sementara itu, pendapat dari Ennis (1993), berpikir kritis merupakan suatu kemampuan untuk berpikir rasional dan reflektif yang berfokus pada keyakinan dan keputusan yang akan dilakukan.

Dari berbagai pendapat di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis adalah suatu kemampuan seseorang dalam menganalisis ide atau gagasan secara logis, reflektif, sistematis dan produktif untuk membantu membuat, mengevaluasi serta mengambil keputusan tentang apa yang diyakini atau akan dilakukan sehingga berhasil dalam memecahkan suatu masalah yang dihadapi.

#### **2.13.2 Pentingnya Berpikir Kritis**

Berpikir kritis merupakan salah satu dari empat keterampilan yang dibutuhkan dalam pembelajaran abad 21. Penelitian menunjukkan bahwa fokus pada pengembangan keterampilan berpikir kritis itu dianggap penting karena beberapa alasan, yaitu,

1. Seseorang dengan pemikiran kritis yang lebih baik itu lebih siap untuk tenaga kerja.
2. Keterampilan berpikir kritis itu dapat memprediksi keberhasilan akademik seseorang di perguruan tinggi.
3. Berpikir kritis telah diidentifikasi sebagai keterampilan penting bagi lulusan perguruan tinggi dan pengusaha.

4. Melatih siswa dalam keterampilan berpikir kritis dapat meningkatkan hasil akademik terkait dengan menulis dan berargumentasi.
5. Tingkat pemikiran kritis yang lebih baik, bisa dikaitkan dengan peningkatan kualitas hidup.

### 2.13.3 Indikator Berpikir Kritis

Ennis (1993) mengidentifikasi ada 12 indikator berpikir kritis yang dikelompokannya dalam lima kelompok besar, seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 2.2 Indikator Berpikir Kritis

No.	Kelompok	Indikator	Sub Indikator
1	Memberikan penjelasan secara sederhana	Memfokuskan pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi atau merumuskan pertanyaan</li> <li>• Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk mempertimbangkan kemungkinan jawaban</li> <li>• Menjaga kondisi berpikir</li> </ul>
		Menganalisis pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi kesimpulan</li> <li>• Mengidentifikasi kalimat-kalimat pertanyaan</li> <li>• Mengidentifikasi kalimat-kalimat bukan pertanyaan</li> <li>• Mengidentifikasi dan menangani suatu ketidaktepatan</li> <li>• Melihat struktur dari suatu argumen</li> <li>• Membuat ringkasan</li> </ul>
		Bertanya dan menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab pertanyaan</li> <li>• Memberikan penjelasan sederhana</li> <li>• Menyebutkan contoh</li> </ul>
2	Membangun keterampilan dasar	Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempertimbangkan keahlian</li> <li>• Mempertimbangkan kemenarikan konflik</li> <li>• Mempertimbangkan kesesuaian sumber</li> <li>• Mempertimbangkan penggunaan prosedur yang tepat</li> </ul>



No.	Kelompok	Indikator	Sub Indikator
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempertimbangkan risiko untuk reputasi</li> <li>• Kemampuan untuk memberikan alasan</li> </ul>
		Mengamati dan mempertimbangkan suatu laporan hasil observasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melibatkan sedikit dugaan</li> <li>• Menggunakan waktu yang singkat antara observasi dan laporan</li> <li>• Melaporkan hasil observasi</li> <li>• Merekam hasil observasi</li> <li>• Menggunakan bukti-bukti yang benar</li> <li>• Menggunakan akses yang baik</li> <li>• Menggunakan teknologi</li> <li>• Mempertanggungjawabkan hasil observasi</li> </ul>
3	Menyimpulkan	Mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siklus logika Euler</li> <li>• Mengkondisikan logika</li> <li>• Menyatakan tafsiran</li> </ul>
		Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengemukakan hal yang umum</li> <li>• Mengemukakan kesimpulan dan hipotesis</li> <li>• Mengemukakan hipotesis</li> <li>• Merancang eksperimen</li> <li>• Menarik kesimpulan sesuai fakta</li> <li>• Menarik kesimpulan dari hasil menyelidiki</li> </ul>
		Membuat dan menentukan nilai pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan latar belakang fakta-fakta</li> <li>• Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan akibat</li> <li>• Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan penerapan fakta</li> <li>• Membuat dan menentukan hasil pertimbangan</li> </ul>

No.	Kelompok	Indikator	Sub Indikator
4	Memberikan penjelasan lanjut	Mendefinisikan istilah dan pertimbangan definisi dalam tiga dimensi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat bentuk definisi</li> <li>• Strategi membuat definisi</li> <li>• Bertindak dengan memberikan penjelasan lanjut</li> <li>• Mengidentifikasi dan menangani ketidakbenaran yang disengaja</li> <li>• Membuat isi definisi</li> </ul>
		Mengidentifikasi asumsi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penjelasan bukan pernyataan</li> <li>• Mengonstruksi argumen</li> </ul>
5	Mengatur strategi dan taktik	Menentukan tindakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengungkap masalah</li> <li>• Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin</li> <li>• Merumuskan solusi alternatif</li> <li>• Menentukan tindakan sementara Mengulang kembali</li> <li>• Mengamati penerapannya</li> </ul>
		Berinteraksi dengan orang lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan argumen</li> <li>• Menggunakan strategi logika</li> <li>• Menggunakan strategi retorika</li> <li>• Menunjukkan posisi, orasi, atau tulisan</li> </ul>

Berdasarkan penjelasan indikator-indikator berpikir kritis diatas, aspek kemampuan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Keterampilan memberikan penjelasan yang sederhana, dengan indikator: merumuskan pertanyaan dan membatasi masalah.
2. Keterampilan memberikan penjelasan lanjut, dengan indikator: menguji data-data dan menganalisis berbagai pendapat dengan bias.
3. Keterampilan mengatur strategi dan taktik, dengan indikator: menghindari pertimbangan yang sangat emosional dan menghindari penyederhanaan berlebihan.

#### **2.13.4 Mengajarkan Berpikir Kritis**

Seperti keterampilan lain, pemikiran kritis harus diajarkan secara eksplisit (jelas). Pendidik atau guru tidak bisa lagi berasumsi bahwa memberikan masalah yang tidak jelas kepada siswa sudah cukup untuk mendukung pembelajaran. Seperti yang diungkapkan oleh Marin & Halpern (2011) dan Malamitsa, *et al.* (2009), agar siswa dapat menyimpulkan dengan benar, maka guru perlu memberikan penjelasan yang gamblang di akhir pembelajaran sebelum penarikan simpulan, sehingga mereka paham apa yang mereka dapatakan dan diperoleh suatu rumusan tentang konsep, prinsip atau prosedur.

Keterampilan berpikir kritis siswa dapat ditingkatkan melalui pembelajaran aktif, yaitu guru menggabungkan pembelajaran berbasis kelompok dengan tugas-tugas otentik dan laporan individu (Kim, *et al.* 2013), dan studi kasus (Popil, 2011). Model inkuiri juga dapat diterapkan. Dalam hal ini, guru mempersilakan peserta didik untuk berdiskusi dan mengarahkan mereka untuk mengambil kesimpulan, sehingga diperoleh suatu rumusan konsep, prinsip atau prosedur yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah kontekstual (Duran & Dökme, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Yuan, *et al.* (2008) dan Setyorini, *et al.* (2011) menemukan bahwa kemampuan membangun keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan dengan menerapkan pembelajaran yang berbasis masalah. Keterampilan berpikir kritis siswa dapat dilihat dari cara mereka menyelesaikan permasalahan. Siswa yang kritis cenderung lebih aktif dalam menyelesaikan masalah. Keaktifan mereka dalam bertanya untuk memperoleh informasi yang jelas, keseriusan dalam mengerjakan soal dalam memperoleh penyelesaian yang logis, keberanian menyatakan pendapat dan ide yang dimilikinya untuk mengkritisi penyelesaian yang menurutnya rasional, dan mampu menarik kesimpulan dari penyelesaian matematis yang ada.

#### **2.13.5 Menilai Keterampilan Berpikir Kritis**

Dalam menilai keterampilan berpikir kritis, Ku (2009) menyatakan bahwa bentuk soal pilihan ganda ataupun pertanyaan mirip survey, kemungkinan bukan cara yang paling efektif untuk mengukur pemikiran kritis. Dia berpendapat untuk tes yang lebih komprehensif, yaitu melibatkan pertanyaan pilihan ganda dan jawaban pendek.

Para peneliti umumnya setuju bahwa penilaian harus didasarkan pada simulasi yang memperkirakan masalah dunia nyata dan yang mencerminkan masalah, konteks, dan kinerja (Bonk & Smith, 1998; Halpern, 1998). Namun, banyak penilaian pemikiran kritis masih menggunakan format pilihan ganda. Sebagai contoh, tes Penilaian Kemahiran Akademik (CAAP).

## 2.1.4 Literasi Informasi dan Teknologi (IT)

### 2.1.4.1 Pengertian

Menurut *American Library Association* (ALA), literasi informasi adalah serangkaian kemampuan yang dibutuhkan seseorang untuk menyadari kapan informasi dibutuhkan mengevaluasi dan menggunakan informasi secara efektif. Sementara itu, pengertian literasi teknologi menurut SETDA (2017) yaitu kemampuan untuk secara bertanggung jawab menggunakan teknologi yang tepat untuk berkomunikasi, mengakses, mengelola, mengintegrasikan, mengevaluasi, dan membuat informasi. Dari kedua definisi tersebut, dapat ditarik sebuah arti tentang literasi IT yaitu kemampuan seseorang untuk menggunakan dan memanfaatkan teknologi dalam menemukan, membuat, mengevaluasi, mengkomunikasikan, dan memanfaatkannya secara bijak.

### 2.1.4.2 Komponen Literasi IT

Ada beberapa macam komponen literasi IT yang dipakai sebagai rujukan ketika seseorang ingin mengetahui pemahaman dirinya terhadap dunia TIK. Komponen literasi IT yang termasuk dalam literasi digital menurut *The Northstar Digital Literacy Assessment* ada tiga aspek. Aspek tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Aspek Literasi IT Menurut NDLA

Aspek	Sub aspek
Keterampilan komputer	Keterampilan dasar komputer, keterampilan dasar internet, penggunaan email, Windows 10, Mac OS X
Keterampilan software	Microsoft word, Microsoft excel, Microsoft powerpoint
Penggunaan teknologi dalam kehidupan sehari-hari	Media sosial, literasi informasi

Indikator dari literasi informasi yang dimaksud menurut UNESCO (2008), antara lain,

1. Menyadari kebutuhan informasi yang dibutuhkan
2. Menemukan dan mengevaluasi kualitas informasi yang didapatkan
3. Menyimpan dan menemukan kembali informasi
4. Membuat dan menggunakan informasi secara etis dan efektif
5. Mengaplikasikan informasi untuk mengkreasi dan mengkomunikasikan pengetahuan.

Menurut situs belajar kenamaan dunia, Learning.com, ada 12 aspek literasi IT. Aspek tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Literasi IT Menurut Learning.com

<b>Aspek</b>	<b>Contoh indikator</b>
1. <i>Computer Fundamentals</i>	Dapat membuka dan menyimpan file di lokasi yang berbeda
2. <i>Coding</i>	Memahami struktur utama yang digunakan dalam pemrograman dan pengkodean bahasa
3. <i>Keyboarding</i>	Mengetahui fungsi masing-masing tombol dan <i>shortcut</i> suatu perintah
4. <i>Elements of Online Safety &amp; Digital Citizenship</i>	Memahami informasi apa yang hanya boleh dibagikan dalam situasi tertentu tidak boleh dibagikan
5. <i>Computational Thinking</i>	Menggunakan pola, pemodelan, abstraksi, dan dekomposisi dalam desain algoritmik, implementasi, dan pengujian untuk mengembangkan solusi yang efisien dan efektif
6. <i>Multimedia</i>	Mengkomunikasikan ide secara visual dan grafik menggunakan alat digital yang sesuai
7. <i>Internet Usage and Online Communication</i>	Membuat pesan singkat, dengan pengantar yang jelas, isi dan kesimpulan
8. <i>Visual Mapping</i>	Menerjemahkan ide atau konsep menjadi gambar grafis atau digital untuk menyampaikan pemikiran, argumen, atau situasi
9. <i>Word Processing</i>	Membuat, mengedit, menyimpan, dan menyebarkan suatu dokumen
10. <i>Spreadsheets</i>	Menyajikan data dalam <i>spreadsheet</i> dan mengetahui fungsi dasar matematika
11. <i>Databases</i>	Menjelaskan perbedaan antara bidang, catatan, tabel, dan basis data

<b>Aspek</b>	<b>Contoh indikator</b>
<i>12.Presentations</i>	Membuat presentasi sederhana menggunakan praktik terbaik, bahasa yang efektif, dan grafik yang menarik

### **2.1.4.3 Manfaat dan Pentingnya Literasi IT**

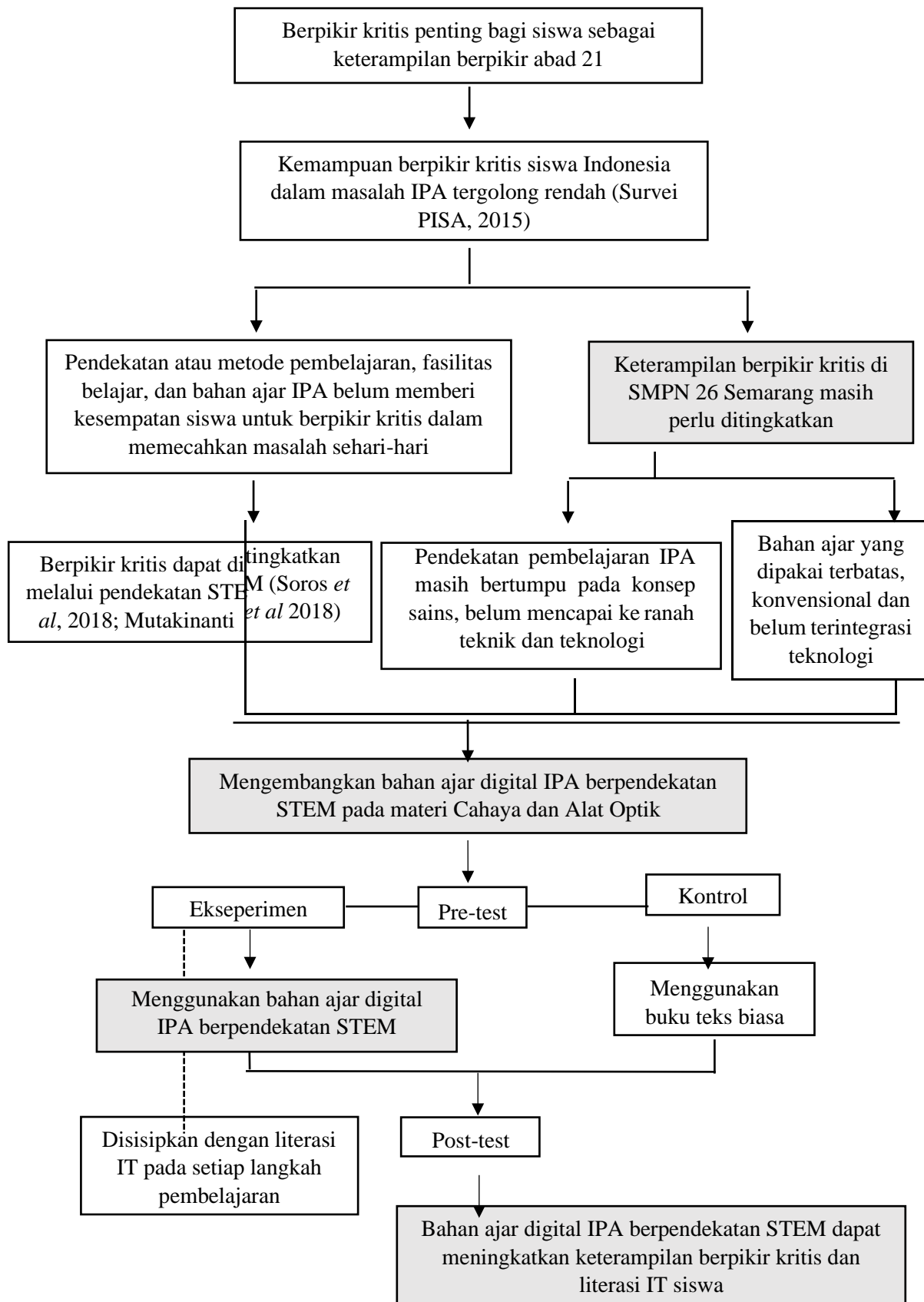
Kemampuan untuk secara efektif menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) tidak hanya memainkan peran penting dalam dunia kerja di abad 21 ini, tetapi juga semakin meningkat penting dalam kehidupan sehari-hari manusia (ETS, 2002; Fraillon, *et al.* 2013). Literasi IT tidak secara eksklusif terbatas pada melek teknologi, yakni pengetahuan tentang perangkat keras dan aplikasi perangkat lunak, serta memahami konsep teknologi (Kuhlemeier & Hemker, 2007), namun ada konsep literasi informasi, yaitu, kemampuan untuk menggunakan media digital dalam mengakses, membuat, mengelola, dan mengevaluasi secara kritis informasi dan menggunakannya secara efektif untuk seseorang tujuan sendiri (Fraillon, *et al.* 2013). Literasi informasi membutuhkan keterampilan kognitif tingkat tinggi seperti pemecahan masalah keterampilan dan pemikiran kritis (Erstad, 2010), misalnya, ketika internet digunakan untuk mencari informasi yang dapat dipercaya dan berguna (Brand-Gruwel, *et al.* 2009).

Literasi IT dapat mempersiapkan anak-anak dan remaja untuk memiliki keterampilan yang mereka butuhkan dalam lingkup teknologi secara aman dan tanggung jawab (Loveless, 2009). Seseorang yang ‘melek IT’ dapat menggunakan teknologi secara tepat untuk menemukan dan mengevaluasi informasi, terhubung dan berkolaborasi dengan yang lain, menghasilkan dan membagikan konten tanpa menambah dan mengurangi, serta menggunakan TIK sebagai alat untuk mencapai tujuan akademis, profesional (Grech, 2014).

## **4.3 KERANGKA BERPIKIR**

Kerangka berpikir ialah alur pikir yang logis dan dibuat dalam bentuk diagram yang bertujuan untuk menjelaskan secara garis besar pola substansi penelitian yang akan dilaksanakan. Penelitian ini dilaksanakan karena adanya kesenjangan antara harapan dan kenyataan, dengan mengambil judul yaitu “Pengembangan Bahan Ajar

Digital IPA Berpendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi IT Siswa.” Kerangka berpikir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data, simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah,

1. Bahan ajar digital IPA yang dikembangkan sebagai bahan ajar IPA kelas VII SMP berbentuk file html yang dapat dibuka dengan *browser*. Bahan ajar digital ini berisikan materi pembelajaran, soal-soal latihan, peta konsep, dan info tambahan yang membantu siswa untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi IT.
2. Bahan ajar digital IPA dinilai valid oleh pakar dalam bidang media, materi, dan bahasa, dengan persentase kevalidan sebesar 83%, 90%, dan 95%.
3. Bahan ajar digital IPA ini berpengaruh secara signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini dilihat dari uji hipotesis peningkatan N-Gain kedua kelas.
4. Bahan ajar digital IPA ini tidak berpengaruh secara signifikan dalam meningkatkan literasi IT siswa. Hal ini dilihat dari uji hipotesis literasi IT kedua kelas.
5. Bahan ajar digital IPA dinilai praktis untuk digunakan dalam pembelajaran. Hal ini berdasar respon dari siswa dalam uji keterbacaan dan respon guru setelah mengisi angket tentang bahan ajar ini.

#### **5.2 Implikasi**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dikemukakan implikasi secara teoretis dan praktis sebagai berikut,

1. Implikasi teoretis

Keefektifan dari bahan ajar digital ini dapat diukur dengan nilai dari tes keterampilan berpikir kritis dan literasi IT siswa.

## 2. Implikasi praktis

Bahan ajar digital ini dapat digunakan oleh guru sebagai tambahan referensi atau alternatif bahan ajar dalam pembelajaran IPA kelas VIII.

### **5.3 Saran**

Berdasarkan penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, saran yang dibutuhkan untuk penelitian kedepan agar produk yang dikembangkan lebih baik adalah sebagai berikut,

1. Bahan ajar perlu diberi konten atau fitur yang berisi panduan eksperimen tentang cahaya dan alat optik.
2. Gambar, ilustrasi, dan video sebaiknya diberikan porsi yang lebih dari dokumentasi pribadi.
3. Pembelajaran dengan media IT hendaknya selalu mengingatkan ke siswa agar memanfaatkannya dengan baik dan tidak menyalahgunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemi, S.B. 2012. Developing Critical Thinking Skills in Students: A Mandate for Higher Education in Nigeria. *European Journal of Educational Research*, 1 (2): 155-161.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. 2016. Penerapan *Project Based Learning* Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2 (2): 202-211.
- Anderson, J. O., Chiu, M. H., & Yore, L. D. 2010. First cycle of PISA (2000-2006) International Perspectives on Successes and Challenges: Research and Policy Directions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8 (3): 373-388.
- Andrews, S., A. Bufford, D. Banks, A. Curry, and M. Curry. 2014. STEM Modules: Developing Innovative Approaches to Enhance Student Learning. *Proceedings of the 2014 ASEE Gulf-Southwest Conference*, 1(1): 1-9.
- Angreni, S. 2017. Pengaruh Penggunaan Media Interaktif Disertai LKS Terhadap Hasil Belajar IPA Pada Kelas IX SMP. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 6 (1): 36–40. DOI: <http://dx.doi.org/10.24235/sc.educatia.v6i1.1293>
- Annisa, H. 2013. *Pilih Font Serif atau Sans Serif, ya?* Diakses di : <https://idseducation.com/articles/pilih-font-serif-atau-sans-serif-ya/>
- Asterhan, C. S. C., & Schwarz, B. B. 2009. Argumentation and Explanation in Conceptual Change : Indications From Protocol Analyses of Peer-to-Peer Dialog. *Cognitive Science* 33 (3): 374–400. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2009.01017.x>
- Asyhar, R. 2012. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi Jakarta.
- Balka, D. 2011. *Standards of Mathematical Practice and STEM*. Washington: School Science and Mathematics Association.
- Becker, K. & Park, K. 2011. Effects of Integrative Approaches Among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Preliminary Meta-Analysis. *Journal of STEM Education*, 12 (5&6): 23-37.
- Belo, N., Mckenney, S., Voogt, J., & Bradley, B. 2016. Computers in Human Behavior Teacher Knowledge for Using Technology to Foster Early Literacy : A literature review. *Computers in Human Behavior*, 60, 372–383. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.053>
- Brand-Gruwel, S., Wopereis, I., & Walraven, A. 2009. A Descriptive Model of Information Problem Solving While Using Internet. *Computers & Education*, 53(4), 1207-1217. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.06.004>
- Bybee, R. W. 2010. Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70 (1): 30-35.
- Chan, L.J. 2008. Technology Integration Applied to Project-Based Learning in Science. *Innovations in Education and Teaching International*, 45 (1): 55-65.
- Cholisoh, L., S. Fatimah, F., & Yuniasih. 2015. Critical Thinking Skills in Integrated Science Learning Viewed from Learning Motivation. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 11 (2): 134-141. DOI: <https://doi.org/10.15294/jpfi.v11i2.4241>
- Dewey, J. 1933. *How We Think: A Restatement of the Reflective Thinking to the Educative Process*. Boston: Heath.

- Dewi, N.P.S.R., Wibawa, I.M.C. & Devi, N.L.P.L. 2017. Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Proses dalam Pembelajaran Siklus Belajar 7E Berbasis Kearifan Lokal. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6 (1): 125-134.
- Duran, M. & Dökme, I. 2016. The Effect of the Inquiry-Based Learning Approach on Student's Critical-Thinking Skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(12): 2887-2908.
- English, L. D., & King, D. T. 2015. STEM Learning through Engineering Design: Fourth-Grade Students' Investigations in Aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1-18.
- Ennis, R. H. 1993. Critical Thinking Assessment. *Theory into Practice*, 32: 179-186.
- \_\_\_\_\_. 1985. *Goals for a Critical Thinking Curriculum*. In A.L. Costa (Ed.), *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*. Virginia: Assosiation for Supervisions and Curriculum Development (ASCD).
- Erstad, O. 2010. Educating the Digital Generation: Exploring Media Literacy for the 21<sup>st</sup> Century. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 5 (1): 56–71.
- Erdogan, I., & Ciftci, A. 2017. Investigating the Views of Pre-Service Science Teachers on STEM Education Practices. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(5), 1055–1065. <https://doi.org/10.1002/neu.480170102>
- ETS (Educational Testing Service). 2002. *Digital Transformation. A Framework for ICT Literacy*. Princeton, NJ: ETS.
- Filippatou, D. & Kaldi, S. 2010. The Effectiveness of Project-Based Learning on Pupils with Learning Difficulties Regarding Academic Performance, Group Work and Motivation. *International Journal of Special Education*, 25 (1): 17-26.
- Frailon, J., Schulz, W., & Ainley, J. 2013. *International Computer and Information Literacy Study: Assessment framework*. Amsterdam: IEA.
- Grech, A. 2014. Malta National Lifelong Learning Strategy 2020 Hicks and Turner. Diunduh di <http://www.ncte.org/library/nctefiles/resources/journals/ej/1026-jul2013/ej1026longer.pdf>
- Gut, D. M. 2011. "Integrating 21<sup>st</sup> Century Skills into The Curriculum" dalam G. Wan, & D. M. Gut (Ed.), *Bringing Schools into the 21<sup>st</sup> Century*. Dordrecht: Springer. Hlm. 137-157.
- Gunawan, Harjono, A. & Imran. 2016. Pengaruh Multimedia Interaktif dan Gaya Belajar Terhadap Penguasaan Konsep Kalor Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12 (2) : 118-125. DOI: 10.15294/jpfi.v12i2.5018
- Hague, C. & Payton, S. 2010. *Digital literacy across the curriculum : A Futurelab handbook*. UK : Future Lab. Diunduh di : [www.futurelab.org.uk/projects/digital-participation](http://www.futurelab.org.uk/projects/digital-participation)
- Hatlevik, O.V, Throndsenb, I., Loi, M., & Gudmundsdottir, G. B. 2018. Computers & Education Students ' ICT Self-Efficacy and Computer and Information literacy : Determinants and Relationships. *Computers & Education*, 118 (1): 107–119.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M.M. 2014. How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PBL) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently: The Impact of Student Factors on Achievement. *International*

*Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1): 1-26. DOI: 10.1007/s10763-014-9526-0

- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo Hernandez, K. E., Chen, T. W., & de Miranda, M. A. 2014. Connecting the STEM Dots: Measuring the Effect of an Integrated Engineering Design Intervention. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(1): 107-120
- Karahan, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Unal, A. 2015. Integration of Media Design Processes in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60 : 221-240 DOI: 10.14689/ejer.2015.60.15
- Kapila, V. & Iskander, M. 2014. Lessons Learned from Conducting a K12 Project to Revitalize Achievement by Using Instrumentation in Science Education. *Journal of STEM Education*, 15 (1): 46-51
- Kemendikbud. 2017. Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII. Jakarta : Kemendikbud.
- Kennedy, T.J., & Odell, M.R.L. 2014. Engaging Students In STEM Education. *Science Education International*, 25 (3): 246-258.
- Khaeroningtyas, N., A. Permanasari & Hamidah, I. 2016. STEM Learning in Material of Temperature and its Change to Improve Scientific Literacy of Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1): 94–100. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i1.5797>
- Khasanah, A. N., & Widoretno, S. 2017. Effectiveness of Critical Thinking Indicator-Based Module in Empowering Student's Learning Outcome in Respiratory System Study Material. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1) : 187–195. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.8490>
- Kurniawati, I.D., Wartono & Diantoro, M. 2014. Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Integrasi *Peer Instruction* Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 10 (1): 36-46. DOI: 10.15294/jpfi.v10i1.3049
- Kim, K., Sharma, P., Land, S. M., & Furlong, K. P. 2013. Effects of Active Learning on Enhancing Student Critical Thinking in an Undergraduate General Science Course. *Innovative Higher Education*, 38(3), 223–235. <https://doi.org/10.1007/s10755-012-9236-x>
- Kong, S. C. 2014. Developing Information Literacy and Critical Thinking Skills through Domain Knowledge Learning in Digital Classrooms: An Experience of Practicing Flipped Classroom Strategy. *Computers & Education*, 78 (1): 160-173.
- Lam, P., Doverspike, D., Zhao, J., Zhe, J. & Menzemer, C. 2008. An Evaluation of a STEM Program for Middle School Students on Learning Disability Related IEPs. *Journal of STEM Education*, 9 (1&2): 21-29.
- Liu, Z. K., He, J., & Li, B. 2015. Critical and Creative Thinking as Learning Processes at Top-Ranking Chinese Middle Schools: Possibilities and Required Improvements. *High Ability Studies*, 26(1), 139–152. <https://doi.org/10.1080/13598139.2015.1015501>
- Loveless, B. 2019. The Importance of Digital Literacy in K-12. Diakses di : <https://www.educationcorner.com/importance-digital-literacy-k-12.html>

- Magno, C. 2010. The role of metacognitive skills in developing critical thinking. *Metacognition Learning*, 5(1) :137–156.
- Malamitsa, K., Kasoutas, M. & Kokkotas, P. 2009. Developing Greek Primary School Students' Critical Thinking Through an Approach of Teaching Science which Incorporates Aspects of History of Science. *Science and Education*, 18 (2): 457-468
- Malik, A., Oktaviani, P., Handayani, W. & Chusni, M. 2017. Penerapan Model Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3 (2): 127-137.
- Marin, L. & Halpern, D. 2011. Pedagogy for Developing Critical Thinking in Adolescents: Explicit Instruction Produces Greatest Gains. *Thinking Skills and Creativity*, 6 (1): 1-13.
- Marty, P.F., Alemanne, N.D., Mendenhall, A., Maurya, M., Southerland, S.A, Sampson, V., Douglas, I., Kazmer, M.M., Clark, A. & Schellinger, J. 2013. Scientific Inquiry, Digital Literacy, and Mobile Computing in Informal Learning Environments. *Learning, Media and Technology*, 38(4): 407-428, DOI: 10.1080/17439884.2013.783596
- Melida, H.N., Sinaga, P. & Feranie, S. 2016. Implementasi Strategi Writing to Learn untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Hukum Newton. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2 (2) : 31-38. doi.org/10.21009/1.02205
- Mutakinati, L., I. Anwari, & K.Yoshisuke. Analysis of Students' Critical Thinking Skill of Middle School Through STEM Education Project-Based Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7 (1): 54-65.
- Muthi'ik, I.I., Abdurrahman & Rosidin, U. 2018. The Effectiveness of Applying STEM Approach to Self- Efficacy and Student Learning Outcomes for Teaching Newton's Law. *JPPPF (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika)*, 4 (1): 11-19.
- Nafiah, Y. N., Suyanto, W. 2014. Penerapan Model *Problem-Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 4 (1): 125–143.
- NSB (National Science Board). 2010. *Preparing the Next Generation of STEM Innovators: Identifying and Developing Our Nation's Human Capital*. USA Virginia : National Science Foundation.
- NFIL (National Forum on Information Literacy). Information Literacy. Tersedia di: <https://digitalliteracy.gov/national-forum-information-literacy-nfil>
- Ngabekti, S., Prasetyo, A. P. B., Hardianti, R. D., & Teampanpong, J. 2019. The Development of STEM Mobile Learning Package Ecosystem. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(1) : 81–88. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i1.16905>
- Norris, S. P. 1985. Synthesis of Research on Critical Thinking. *Educational Leadership*, 42(8), 40-45.
- Nugraha, A.J., Suyitno, H. & Susilaningih, E. 2017. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Keterampilan Proses Sains dan Motivasi Belajar melalui Model PBL. *Journal of Primary Education*, 6 (1): 35-43.

- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). 2018. *PISA 2015 Results in Focus*. Tersedia di [www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf](http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf)
- Popil, I. 2011. Promotion of Critical Thinking by Using Case Studies as Teaching Method. *Nurse Education Today*, 31 (2): 204–207. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2010.06.002>
- Putra, B., Praytino, B., & Maridi. 2018. The Effectiveness of Guided Inquiry and INSTAD Towards Students' Critical Thinking Skills on Circulatory System Materials. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7 (4): 476-482. DOI: 10.15294/jpii.v7i4.14302
- Rahmiza, S., Adlim, & Mursal. 2015. Pengembangan LKS STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam Meningkatkan Motivasi dan Aktivitas Belajar Siswa SMA Negeri 1 Beutong pada Materi Induksi Elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 3 (1) : 239-250.
- Raines, J.M. 2012. First STEP: A preliminary review of the effects of a summer bridge program on pre-college STEM majors. *Journal of STEM Education*, 13 (1), 22-29.
- Rusilowati, A., Nugroho, S. E., & Susilowati, S. M. E. 2016. Development of Science Textbook Based on Scientific Literacy for Secondary School. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12 (2) : 98-105 98–105. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v12i2.4252>
- Scriven, M. & Paul, R. 2008. *Defining Critical Thinking*, Foundation for Critical Thinking. Tersedia <http://www.criticalthinking.org/> diakses pada 26/02/2019
- SETDA (The State Educational Technology Directors Association). 2007. *Technology Literacy Assessment and Educational Technology Standards Report*. Maryland USA : SETDA.
- Setyorini, U., Sukiswo, S., & Subali, B. 2011. Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7(1): 52-56.
- Siddiq, F., Gochyyev, P., & Wilson, M. 2017. Learning in Digital Networks-ICT Literacy: A Novel Assessment of Students' 21st Century Skills. *Computers & Education*, 109 : 11-37. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.014>
- Soh, T. M., Arsada, N. M., & Osman, K. 2010. The Relationship of 21<sup>st</sup> Century Skills on Students' Attitude and Perception Towards Physics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 7(C), 546–554. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.10.073>
- Soros, P., Ponkham, K., & Ekkapim, S. 2018. The Results of STEM Education Methods for Enhancing Critical Thinking and Problem Solving Skill in Physics the 10<sup>th</sup> Grade Level. *International Conference for Science Educators and Teachers*, 1(1): 1-11. 1doi:10.1063/1.5019536
- Spires, H., & Bartlett, M. 2012. *Digital Literacies and Learning: Designing A Path Forward*. *Friday Institute White Paper Series*. NC State University.
- Sternberg, R. J. 1986. *Critical Thinking: Its Nature, Measurement, and Improvement*. Washington, DC: National Institute of Education. Retrieved from [eric.ed.gov/PDFS/ED272882.pdf](http://eric.ed.gov/PDFS/ED272882.pdf)
- Suarsana, I. M., & Matematika, J. P. 2013. Pengembangan E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, 2(3) : 193–200.

- Sugianto, S.D., Ahied, M., Hadi, W.P., & Wulandari, A.Y.R. 2018. Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM Pada Materi Tekanan. *Journal of Natural Science Education Research*, 1(1): 28-39.
- Sugiyono. 2003. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Afabeta.
- Supardi, U.S., Leonard, Seuhendri, H. & Rismurdiyati. 2012. Pengaruh Media Pembelajaran dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Formatif*, 2 (1): 71-81.
- Taufiqy, I. R., & Kuswandi, D. 2016. Pengembangan Bahan Ajar Digital Berlandaskan Model *Guided-Project Based Learning*. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1 (4): 705–711.
- Tan, E. 2013. Informal learning on YouTube: Exploring Digital Literacy in Independent Online Learning. *Learning, Media and Technology*, 38(4): 463-477.
- Yuan, H., Kunaviktikul, W., & Klunkin, A. 2008. Improvement of Nursing Students' Critical Thinking Skills through Problem-Based Learning in the People's Republic of China: A Quasi-Experimental Study. *Nursing and Health Sciences*, 10: 70–76.
- Yunita, D. & Wijayanti, A. 2017. Pengaruh Media Video Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar IPA Ditinjau dari Keaktifan Siswa. *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial dan Humaniora*, 3 (2): 153-161.