

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *E-MODUL* FISIKA BERBASIS  
STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND  
MATHEMATICS*) TERHADAP KEMAMPUAN  
BERPIKIR KRITIS DAN KEMANDIRIAN  
BELAJAR PESERTA DIDIK**



**OLEH:  
INDANA ZULFA MAWADDAH**

**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PALANGKA RAYA  
2022 M/1443 H**

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *E*-MODUL FISIKA BERBASIS STEM  
(*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*)  
TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN  
KEMANDIRIAN BELAJAR PESERTA DIDIK**

Skripsi

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Memeroleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh:

Indana Zulfa Mawaddah  
NIM. 1801130418

**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PALANGKARAYA  
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA  
PROGRAM STUDI TADRIS FISIKA  
2022 M/1443 H**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indana Zulfa Mawaddah  
NIM : 1801130418  
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Tadris Fisika  
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Efektivitas Penggunaan *E-Modul Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Peserta Didik”, adalah benar karya sendiri. Maka, jika dikemudian hari terbukti melakukan duplikasi atau plagiat, maka skripsi dan gelar yang saya peroleh dibatalkan.

Palangka Raya, 26 April 2022  
Yang membuat pernyataan,



**INDANA ZULFA MAWADDAH**  
**NIM. 1801130418**

## LEMBAR PERSETUJUAN

**Judul** : Efektivitas Penggunaan *E-Modul* Fisika Berbasis STEM  
(*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)  
Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian  
Belajar Peserta Didik

**Nama** : Indana Zulfa Mawaddah

**NIM** : 1801130418

**Fakultas** : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

**Jurusan** : Pendidikan MIPA

**Prodi** : Tadris Fisika

**Jenjang** : Strata 1 (S1)

Setelah diteliti dan diadakan perbaikan seperlunya dapat disetujui untuk  
disidangkan oleh Tim Penguji Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN  
Palangka Raya.

Palangka Raya, 26 April 2022

**Pembimbing 1**



**Hadma Yuliani, M.Pd, M. Si**  
NIP. 19900217 201503 2 009

**Pembimbing 2**



**Nur Inayah Syar, M.Pd.**  
NIP. 19890426 201801 2 002

**Mengetahui,**

**Wakil Dekan Bidang Akademik**



**Dr. Nurul Wahdah, M.Pd**  
NIP. 19800307 200604 2 004

**Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**



**Dr. Atin Supriatin, M.Pd**  
NIP. 19780424 200501 2 005

NOTA DINAS

Hal : **Mohon diuji Skripsi**

Palangka Raya, 26 April 2022

**Saudari Indana Zulfa Mawaddah**

**Kepada Yth. Ketua Jurusan  
Pendidikan MIPA IAIN Palangka  
Raya**

di-

Palangka Raya

*Assalamu'alaikum Wr.Wb*

Setelah membaca, memeriksa dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami;

Nama : Indana Zulfa Mawaddah

NIM : 1801130418

Judul : Efektivitas Penggunaan *E-Modul* Fisika Berbasis STEM  
(*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)  
Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian  
Belajar Peserta Didik

Sudah dapat diujikan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd).

Demikian atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

**Pembimbing 1**



**Hadma Yuliani, M.Pd, M. Si**  
NIP. 19900217 201503 2 009

**Pembimbing 2**



**Nur Inayah Syar, M.Pd.**  
NIP. 19890426 201801 2 002



## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Efektivitas Penggunaan *E-Modul* Fisika Berbasis STEM  
(*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)  
Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar  
Peserta Didik

Nama : Indana Zulfa Mawaddah

NIM : 1801130418

Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Jurusan : Pendidikan MIPA

Program Studi : Tadris Fisika

Telah diujikan dalam Sidang/Munaqasah Tim Penguji Skripsi Fakultas Tarbiyah  
dan Ilmu Keguruan IAIN Palangka Raya pada:

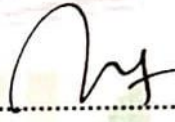
Hari : Kamis

Tanggal : 19 Mei 2022 M / 18 Syawal 1443 H

### TIM PENGUJI

1. Dr. Atin Supriatin, M. Pd.

(Ketua Sidang/Penguji)

.....  


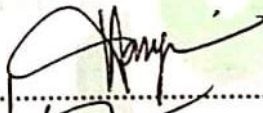
2. H. Mukhlis Rohmadi, M. Pd.

(Penguji Utama)

.....  

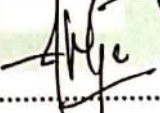

3. Hadma Yuliani, M. Pd.

(Penguji)

.....  


4. Nur Inayah Syar, M. Pd.

(Sekretaris/Penguji)

.....  


Mengetahui :

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

IAIN Palangka Raya



  
Dr. Hj. Rodhatul Jennah, M.Pd

19021003 199303 2 001

**Efektivitas Penggunaan E-Modul Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Peserta Didik**

**ABSTRAK**

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan di MA Hidayatul Insan Palangka Raya, diperoleh kesimpulan bahwa dalam pembelajaran di kelas guru hanya menggunakan buku sebagai bahan ajar dan belum pernah menggunakan bahan ajar lain seperti *e-modul*. Kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik pun masih belum dimiliki secara maksimal dilihat dari hasil tes awal yang menunjukkan nilai rata-rata rendah.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui: 1) peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM dalam pembelajaran; 2) efektivitas *e-modul* fisika berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik; 3) peningkatan kemandirian belajar peserta didik setelah penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM dalam pembelajaran; dan 4) efektivitas *e-modul* fisika berbasis STEM kemandirian belajar peserta didik.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *mix method* dengan model *concurrent embedded*. Metode primer yang digunakan adalah metode kuantitatif *pre-experimental* dan desain penelitian *one-group pretest-posttest*. Sedangkan metode sekunder yang digunakan adalah metode kualitatif sebagai pendukung data angket dan hasil wawancara kemandirian belajar peserta didik. Penelitian ini mengambil sampel dengan teknik sampel jenuh di kelas XI MIA MA Hidayatul Insan Palangka Raya. Waktu pelaksanaan penelitian ini adalah pada semester genap tahun pelajaran 2021/2022. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perhitungan *N-gain* dan uji *effect size*. Instrumen penelitian yang digunakan berupa soal tes esai untuk mengukur kemampuan berpikir kritis serta lembar angket, observasi, dan wawancara untuk mengukur kemandirian belajar peserta didik.

Hasil penelitian ini diperoleh bahwa: 1) Terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik berdasarkan nilai *N-gain* sebesar 0,47 yang berada pada kategori sedang; 2) *e-modul* fisika berbasis STEM efektif terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan nilai *effect size* sebesar 2,32 pada kategori sangat tinggi; 3) terdapat peningkatan kemandirian belajar peserta didik berdasarkan nilai *N-gain* sebesar 0,30 yang berada pada kategori sedang; dan 4) *e-modul* fisika berbasis STEM efektif terhadap kemandirian belajar peserta didik dengan nilai *effect size* sebesar 1,03 pada kategori tinggi.

**Kata kunci:** *e-modul*, STEM, Kemampuan Berpikir Kritis, Kemandirian Belajar

***The Effectiveness of Using Physics E-Modules-Based STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) towards Critical Thinking Skill and Independent Learning of Students***

**ABSTRACT**

*Based on the results of observations and interviews conducted at MA Hidayatul Insan Palangka Raya, was concluded that in classroom learning the teacher only used books as teaching materials and had never used other teaching materials such as e-modules. The critical thinking skill and independent learning of students was still not maximally owned, based on the results of the initial test that showed a low average score.*

*The research aims to determine: 1) an improvement of students' critical thinking skill after using the STEM-based physics e-modules in learning; 2) an effectiveness of STEM-based physics e-modules towards students' critical thinking skills; 3) an improvement of student learning independence after using STEM-based physics e-modules in learning; and 4) an effectiveness of using STEM-based physics e-module towards students' learning independence.*

*This research used mix method with concurrent embedded model. The primary method used was pre—experimental quantitative method and one-group pretest-posttest design. While the secondary method used was a qualitative method to support obtaining the data. The data were obtained from questionnaires and interviews of students' learning independence. The sample technique was saturation sampling of XI class MIA Hidayatul Insan Palangka Raya. The time of research was in the even semester of the 2021/2022 academic year. Data analysis technique included the acquisition of N-gain and effect size test. The instruments were essay test questions to measure critical thinking skills, observation and interviews to measure students' learning independence.*

*The results showed that: 1) there was an improvement of students' critical thinking skills based on the N-gain value of 0,47 in the moderate category; 2) STEM-based physics e-module was effective on students' critical thinking skills based on an effect size values of 2,32 in the very high category; 3) there was an improvement of students' learning independence based on the N-gain value of 0,30 in the moderate category; and 4) STEM-based physics e-module was effective on students' learning independence based on an effect size value of 1,03 in the high category.*

***Keywords:*** *e-module, STEM, Critical Thinking Skill, Independent Learning*



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh*

Puji syukur kepada Allah SWT berkat kasih sayang-Nya yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efektivitas Penggunaan E-modul Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Peserta Didik”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan sahabat beliau yang telah memberikan jalan indahnya Islam bagi seluruh alam.

Keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, motivasi serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, iringan doa dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Rektor Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, Bapak Dr. H. Khairil Anwar, M.Ag., yang telah memfasilitasi mahasiswa sehingga dapat menuntut ilmu dengan baik hingga akhir.
2. Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Palangka Raya, Ibu Dr. Hj. Rodhatul Jennah, M.Pd., yang telah membantu proses akademik, persetujuan dan munaqasyah skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Palangka Raya, Ibu Dr. Nurul Wahdah, M.Pd., yang telah membantu proses administrasi dalam penelitian ini.

4. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Palangka Raya, Ibu Dr. Atin Supriatin, M.Pd., yang telah memberikan persetujuan skripsi.
5. Dosen Pembimbing skripsi, Ibu Hadma Yuliani M.Pd.,M.Si., yang selama ini bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Dosen Pembimbing Skripsi sekaligus Pembimbing Akademik (PA), Ibu Nur Inayah Syar, M.Pd., yang selama ini telah banyak memberikan semangat dan motivasi baik selama perkuliahan, maupun selama bimbingan skripsi.
7. Kepala MA Hidayatul Insan Palangka Raya, Ustadzah Salasiah, M.Pd., yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di sekolah tersebut.
8. Guru fisika di MA Hidayatul Insan Palangka Raya, Ustadz Muhammad Nasir, S.Pd., yang dengan senang hati memberikan bantuan dan arahan dalam penelitian ini.
9. Guru-guru dan staf TU di MA Hidayatul Insan Palangka Raya yang telah membantu baik selama penelitian maupun proses administrasi keperluan penelitian ini.
10. Peserta didik kelas XI di MA Hidayatul Insan Palangka Raya dengan segala kemurahan hatinya berpartisipasi selama proses penelitian ini.

Penulis menyadari masih banyak keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun

sangat diharapkan. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rezeki dan memberikan kemudahan bagi kita semua. *Aamiin Yaa Rabbal'aalamiin.*

***Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh***

Palangka Raya, 26 April 2022

Penulis

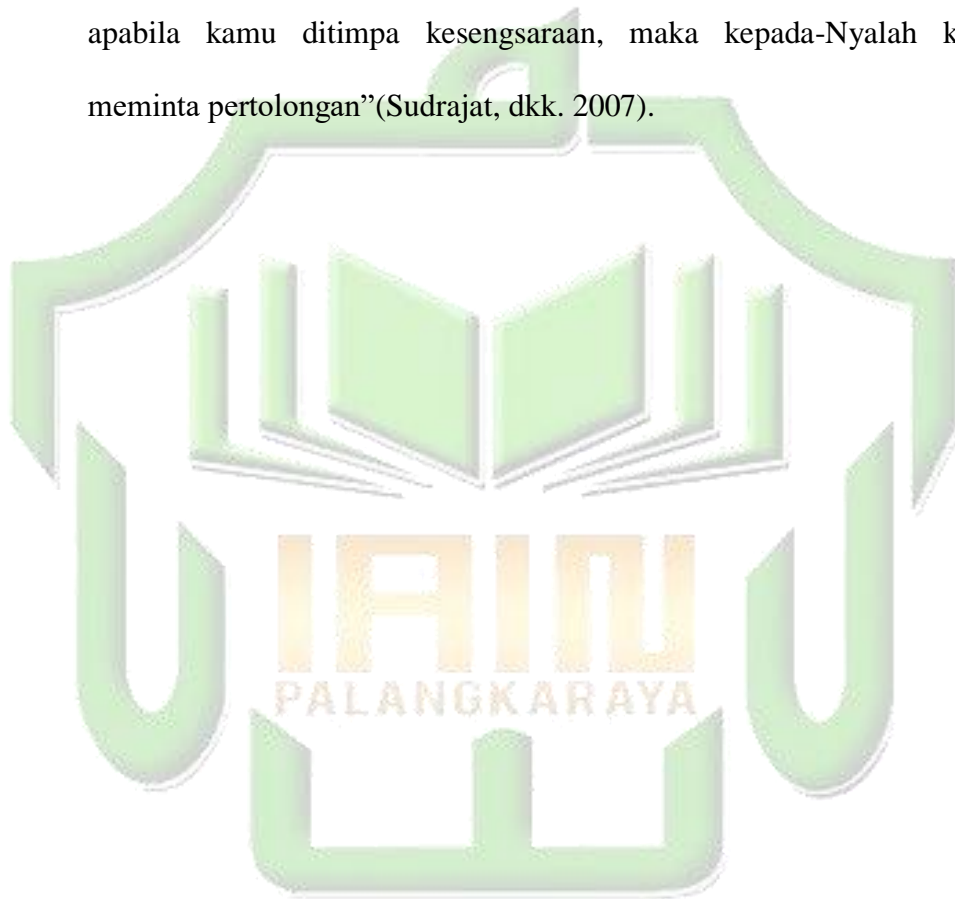


## MOTTO

Q.S. An-Nahl: 53

وَمَا بِكُمْ مِّنْ نِّعْمَةٍ فَمِنَ اللَّهِ ثُمَّ إِذَا مَسَّكُمُ الضُّرُّ فَإِلَيْهِ تَجْرُونَ

Artinya: “Dan segala nikmat yang ada padamu (datangnya) dari Allah, kemudian apabila kamu ditimpa kesengsaraan, maka kepada-Nyalah kamu meminta pertolongan”(Sudrajat, dkk. 2007).





## PERSEMBAHAN

*Bismillahirrahmanirrahiim*

*Alhamdulillahillobbil'alamin wash sholaatu wassalamu 'ala asyrofil anbiyai wal mursalin wa 'ala aalihi wa ashhabihijmain amma ba'dh*

Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat kasih sayang-Nya yang tiada terkira serta petunjuk dan hidayah-Nya yang tak pernah putus, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Teriringi rasa syukur dan kasih sayang tak terbatas untuk orang-orang yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada saya. Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Abah (Ideris) dan Mama (Yunita) yang dengan penuh kesabaran dan keikhlasan selalu memberikan dukungan kasih sayang dalam bentuk apapun, serta selalu mengirimkan doa agar anaknya selalu diberikan kemudahan dan keberkahan Islam dalam setiap langkah yang dilaluinya.
2. Kedua adik tersayang, Hasbuna dan Auliya yang selalu memberikan semangat dengan cara uniknya dan berdoa agar kakaknya selalu bahagia.
3. Keluarga besar (Umi Afrah, Mami Dina, Bunda Zirah, Cicha, dan Sepupu-sepupu) yang sudah memberikan dukungan dan semangat serta perhatian dan kasih sayang selama saya menuntut ilmu di IAIN Palangka Raya hingga selesai.
4. Sahabat-sahabatku (Safitri Alvionita, Maryam Aulia, Normilawati, Tiya Andani, Khairun Nisa, Akhlakul Qarimah, Maulida Permata Sari, dan Dina Marganingsih) serta teman-teman seperjuangan Tadris Fisika angkatan 2018, yang selama ini sudah memberikan semangat, bantuan, dan menjadi tempat berbagi kebahagiaan dan kesedihan, yang sudah seperti keluarga sendiri.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
NOTA DINAS .....	iv
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
MOTTO.....	xi
PERSEMBAHAN.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	7
C. Rumusan Masalah .....	7
D. Tujuan Penelitian .....	8
E. Manfaat Penelitian .....	9
F. Definisi Operasional.....	9
G. Sistematika Penulisan.....	11

BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	12
A. Kerangka Teoritis.....	12
1. Efektivitas Bahan Ajar dalam Pembelajaran.....	12
2. <i>E-Modul</i> .....	14
3. STEM.....	22
4. <i>E-modul</i> Fisika berbasis STEM .....	24
5. Berpikir Kritis .....	26
6. Kemandirian Belajar .....	30
7. Suhu, Kalor, dan Perpindahan Kalor.....	34
B. Penelitian yang Relevan.....	54
C. Kerangka Berpikir.....	60
BAB III METODE PENELITIAN.....	63
A. Jenis dan Metode Penelitian.....	63
B. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	64
C. Populasi dan Sampel Penelitian .....	64
1. Populasi.....	64
2. Sampel.....	65
D. Variabel Penelitian.....	65
E. Tahap Penelitian.....	65
1. Tahap Persiapan .....	66
2. Tahap Pelaksanaan Penelitian .....	66
3. Tahap Analisis Data .....	67
4. Tahap Kesimpulan .....	67

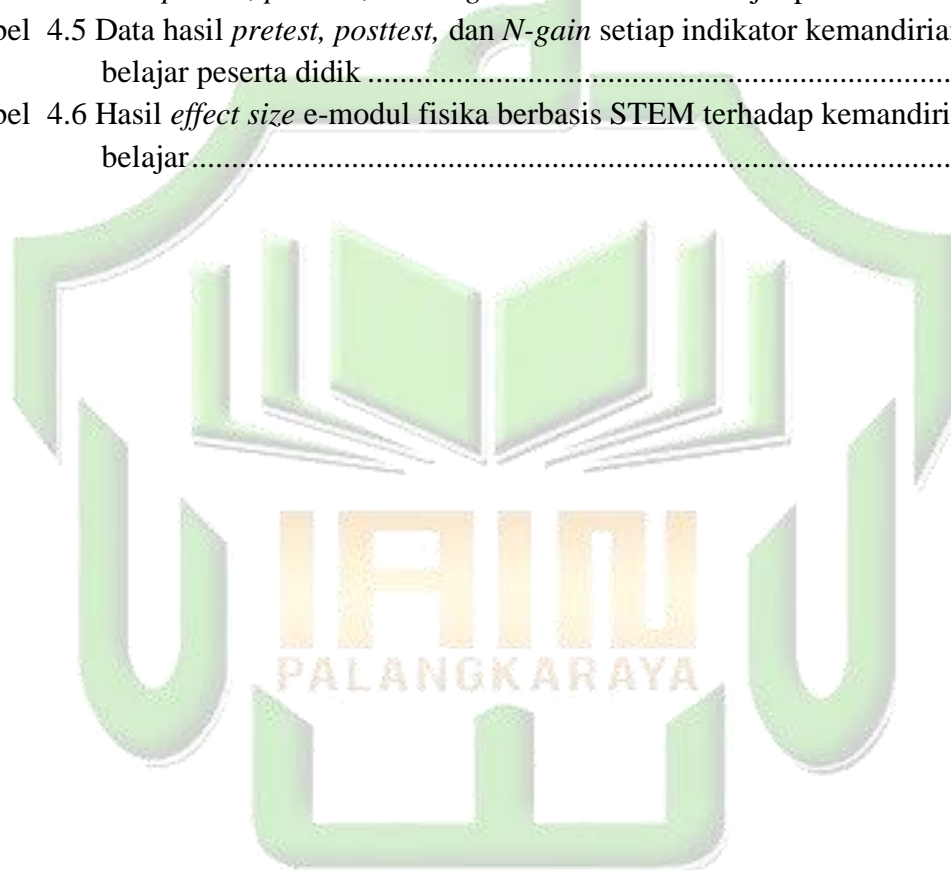
F. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	67
1. Observasi.....	67
2. Wawancara.....	68
3. Tes.....	69
4. Angket.....	71
G. Analisis Data.....	72
1. Teknik Keabsahan Data.....	72
2. Analisis Data Penelitian.....	84
3. Analisis Efektivitas <i>E</i> -Modul Fisika Berbasis STEM.....	86
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	88
A. Hasil Penelitian.....	88
1. Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	89
2. Kemandirian Belajar Peserta Didik.....	96
B. Pembahasan.....	104
1. Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	105
2. Kemandirian Belajar Peserta Didik.....	132
BAB V PENUTUP.....	150
A. Kesimpulan.....	150
B. Saran.....	150
DAFTAR PUSTAKA.....	152
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Validasi Ahli Desain, Ahli Materi, dan Ahli Pembelajaran E-modul Fisika Berbasis STEM .....	25
Tabel 2.2 Konversi Satuan Suhu (Temperatur).....	39
Tabel 2.3 Koefisien Muai panjang pada suhu kamar (25°C).....	41
Tabel 2.4 Kalor jenis zat pada suhu 20°C dan tekanan 1 atm .....	47
Tabel 2.5 Kalor lebur dan kalor penguapan dari beberapa jenis bahan pada tekanan 1 atm .....	49
Tabel 2.6 Titik Lebur dan Titik Beku Zat .....	51
Tabel 2.7 Konstanta Konduktivitas Termal Zat .....	52
Tabel 3.1 <i>One Group Pretest-Posttest Design</i> .....	64
Tabel 3.2 Kisi-Kisi Pertanyaan Wawancara Kemandirian Belajar Peserta Didik .68	
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Soal Tes Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	69
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Angket Kemandirian Belajar .....	71
Tabel 3.5 Kategori Validitas oleh Validator Ahli .....	73
Tabel 3.6 Hasil Validasi Ahli Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	74
Tabel 3.7 Hasil Validasi Ahli Instrumen Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik.....	75
Tabel 3.8 Kriteria Validitas .....	77
Tabel 3.9 Hasil Validasi Butir Instrumen .....	78
Tabel 3.10 Kategori Koefisien Reliabilitas .....	79
Tabel 3.11 Kriteria Tingkat Kesukaran Tes .....	81
Tabel 3.12 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis.....	81
Tabel 3.13 Kriteria Daya Pembeda .....	82
Tabel 3.14 Hasil Uji Daya Pembeda Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis	83
Tabel 3.15 Kriteria Kemampuan Berpikir Kritis .....	84
Tabel 3.16 Alternatif Pilihan Jawaban Angket .....	85
Tabel 3.17 Kriteria Kemandirian Belajar Peserta Didik .....	85

Tabel 3.18 Kriteria Normalized .....	86
Tabel 3.19 Kategori Nilai <i>Cohen's d effect size</i> .....	87
Tabel 4.1 Data <i>pretest</i> , <i>posttest</i> , dan <i>N-gain</i> kemampuan berpikir kritis peserta didik.....	89
Tabel 4.2 Data hasil <i>pretest</i> , <i>posttest</i> , dan <i>N-gain</i> setiap indikator kemampuan berpikir kritis.....	93
Tabel 4.3 Hasil <i>effect size</i> e-modul fisika berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis.....	95
Tabel 4.4 Data <i>pretest</i> , <i>posttest</i> , dan <i>N-gain</i> kemandirian belajar peserta didik...96	
Tabel 4.5 Data hasil <i>pretest</i> , <i>posttest</i> , dan <i>N-gain</i> setiap indikator kemandirian belajar peserta didik .....	100
Tabel 4.6 Hasil <i>effect size</i> e-modul fisika berbasis STEM terhadap kemandirian belajar.....	103



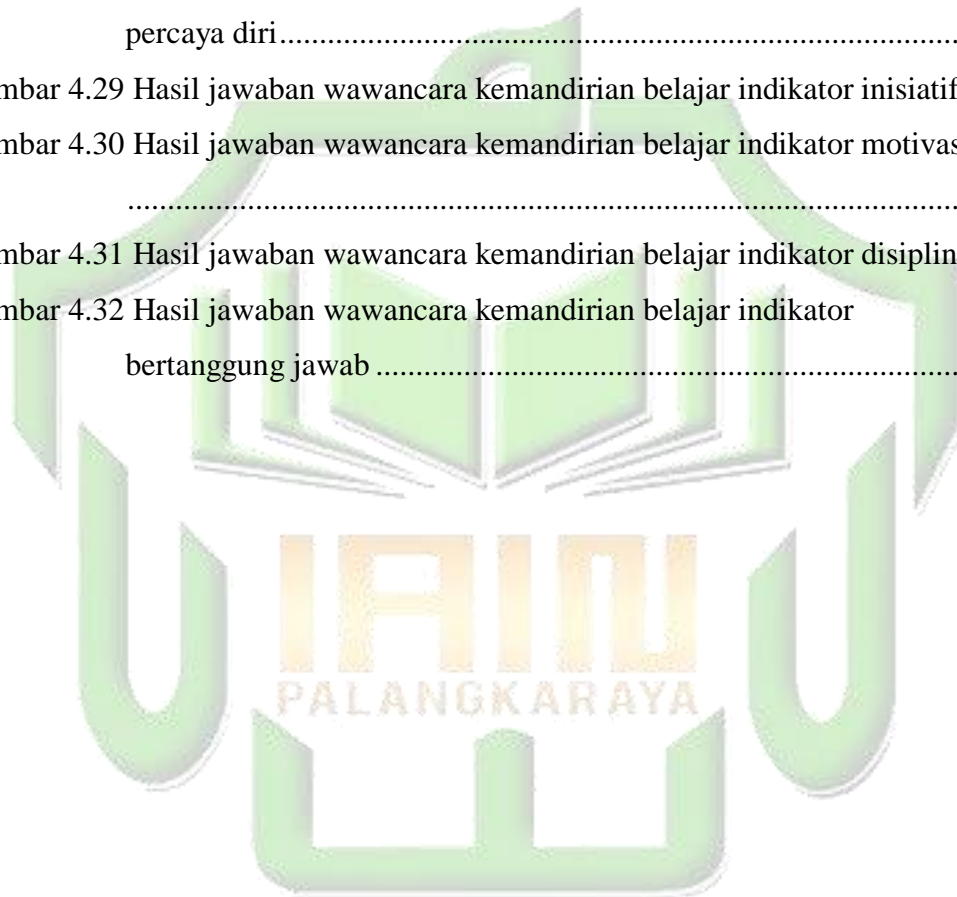
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Termometer raksa.....	35
Gambar 2.2 Termometer bimetal .....	35
Gambar 2.3 Termometer gas.....	36
Gambar 2.4 Termometer termistor.....	36
Gambar 2.5 Pyrometer .....	37
Gambar 2.6 Skala suhu termometer .....	38
Gambar 2.7 Pemuaian panjang pada sebuah batang logam yang dipanaskan .....	40
Gambar 2.8 Pemuaian luas sebuah benda berbentuk persegi akibat dipanaskan....	41
Gambar 2.9 Sifat anomali air .....	45
Gambar 2.10 Diagram proses peleburan dan penguapan.....	48
Gambar 2.11 Diagram perubahan wujud zat.....	50
Gambar 2.12 Konduksi pada sebuah batang logam .....	51
Gambar 2.13 Proses perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi...53	
Gambar 2.14 Radiasi panas.....	53
Gambar 2.15 Bagan Kerangka Berpikir.....	62
Gambar 4.1 Diagram nilai rata-rata <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> kemampuan berpikir kritis peserta didik .....	90
Gambar 4.2 Diagram data <i>pretest</i> kemampuan berpikir kritis peserta didik .....	91
Gambar 4.3 Diagram data <i>posttest</i> kemampuan berpikir kritis peserta didik .....	92
Gambar 4.4 Diagram perbandingan peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik .....	94
Gambar 4.5 Diagram persentase peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik.....	94
Gambar 4.6 Diagram nilai rata-rata <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> kemandirian belajar peserta didik .....	97
Gambar 4.7 Diagram data <i>pretest</i> kemandirian belajar peserta didik.....	98
Gambar 4.8 Diagram data <i>posttest</i> kemandirian belajar peserta didik.....	99
Gambar 4.9 Diagram data <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> setiap indikator kemandirian belajar peserta didik .....	102

Gambar 4.10 Diagram persentase peningkatan kemandirian belajar peserta didik .....	102
Gambar 4.11 Hasil jawaban <i>posttest</i> salah satu peserta didik yang termasuk kategori tidak kritis .....	110
Gambar 4.12 Hasil jawaban <i>posttest</i> salah satu peserta didik yang termasuk kategori kurang kritis .....	111
Gambar 4.13 Hasil jawaban <i>posttest</i> salah satu peserta didik yang termasuk kategori sangat kritis .....	113
Gambar 4.14 Hasil jawaban <i>pretest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menganalisis .....	116
Gambar 4.15 Hasil jawaban <i>posttest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menganalisis .....	116
Gambar 4.16 Hasil jawaban <i>pretest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menyintesis .....	118
Gambar 4.17 Hasil jawaban <i>posttest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menyintesis .....	118
Gambar 4.18 Hasil jawaban <i>pretest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: memecahkan masalah.....	119
Gambar 4.19 Hasil jawaban <i>posttest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: memecahkan masalah.....	120
Gambar 4.20 Hasil jawaban <i>pretest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menyimpulkan .....	122
Gambar 4.21 Hasil jawaban <i>posttest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menyimpulkan .....	123
Gambar 4.22 Hasil jawaban <i>pretest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: mengevaluasi .....	124
Gambar 4.23 Hasil jawaban <i>posttest</i> salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: mengevaluasi .....	124
Gambar 4.24 Hasil percobaan dan kesimpulan pada praktikum tentang suhu dan termometer .....	128



Gambar 4.25 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar peserta didik dengan kategori kemandirian sangat rendah.....	135
Gambar 4.26 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar peserta didik dengan kategori kemandirian rendah.....	136
Gambar 4.27 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar peserta didik dengan kategori kemandirian tinggi .....	137
Gambar 4.28 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator sikap percaya diri.....	140
Gambar 4.29 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator inisiatif.....	141
Gambar 4.30 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator motivasi .....	142
Gambar 4.31 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator disiplin.....	144
Gambar 4.32 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator bertanggung jawab .....	146



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. 1 Pedoman Wawancara Guru Fisika ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 2 Soal Tes Awal Kemampuan Berpikir Kritis **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 3 Pedoman Penskoran Soal Tes Awal Kemampuan Berpikir Kritis .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 4 Soal Tes Awal Kemandirian Belajar Peserta Didik..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 5 Soal Uji Coba Kemampuan Berpikir Kritis . **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 6 Pedoman Penskoran Soal Uji Coba Kemampuan Berpikir Kritis .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 7 Uji Coba Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 8 Soal Pretest-Posttest Kemampuan Berpikir Kritis..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 9 Pedoman Penskoran Soal Pretest-Posttest Kemampuan Berpikir Kritis.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 10 Angket Pretest-Posttest Kemandirian Belajar Peserta Didik .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 11 Wawancara Kemandirian Belajar Peserta Didik ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 12 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 1. 13 E-Modul Fisika Berbasis STEM..**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 1 Hasil Validasi Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis.... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 2 Hasil Validasi Instrumen Angket Kemandirian Belajar ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 3 Hasil Validasi Wawancara Kemandirian Belajar ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 4 Hasil Validasi Instrumen RPP .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 5 Rekapitulasi Uji Coba Tes Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 6 Rekapitulasi Uji Coba Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 7 Rekapitulasi Hasil Tes (Pretest) Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik.....**Error! Bookmark not defined.**

- Lampiran 2. 8 Rekapitulasi Hasil Tes (Posttest) Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 9 Rekapitulasi Hasil Tes (Pretest) Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 10 Rekapitulasi Hasil Tes (Posttest) Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 11 Uji Validitas dan Reliabilitas Tes Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 12 Uji Validitas dan Reliabilitas Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 13 Deskriptif Hasil Tes Kemampuan Berpikir Kritis* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 14 Deskriptif Hasil Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 15 Lembar Observasi Kemandirian Belajar Peserta Didik* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. 16 Analisis Data Effect Size* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 1 Surat Permohonan Judul Proposal Skripsi* .. **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 2 Surat Mohon Izin Observasi Pra-penelitian* **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 3 Surat Penetapan Judul dan Pembimbing Skripsi* **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 4 Surat Mohon Keterangan Lulus Seminar Proposal* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 5 Surat Persetujuan Proposal Skripsi* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 6 Lembar Pengesahan Proposal Skripsi* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 7 Surat Keterangan Lulus Seminar Proposal*. **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 8 Berita Acara Seminar Proposal Skripsi* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 9 Surat Mohon Menjadi Validator 1* .**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 10 Surat Mohon Menjadi Validator 2***Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 11 Surat Mohon Menjadi Validator 3***Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 12 Surat Keterangan Selesai Validasi 1* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. 13 Surat Keterangan Selesai Validasi 2* ..... **Error! Bookmark not defined.**

*Lampiran 3. 14 Surat Keterangan Selesai Validasi 3.....* **Error! Bookmark not defined.**

*Lampiran 3. 15 Surat Mohon Izin Penelitian 1.....***Error! Bookmark not defined.**

*Lampiran 3. 16 Surat Mohon Izin Penelitian 2.....***Error! Bookmark not defined.**

*Lampiran 3. 17 Surat Rekomendasi Penelitian.....***Error! Bookmark not defined.**

*Lampiran 3. 18 Surat Izin Penelitian.....***Error! Bookmark not defined.**

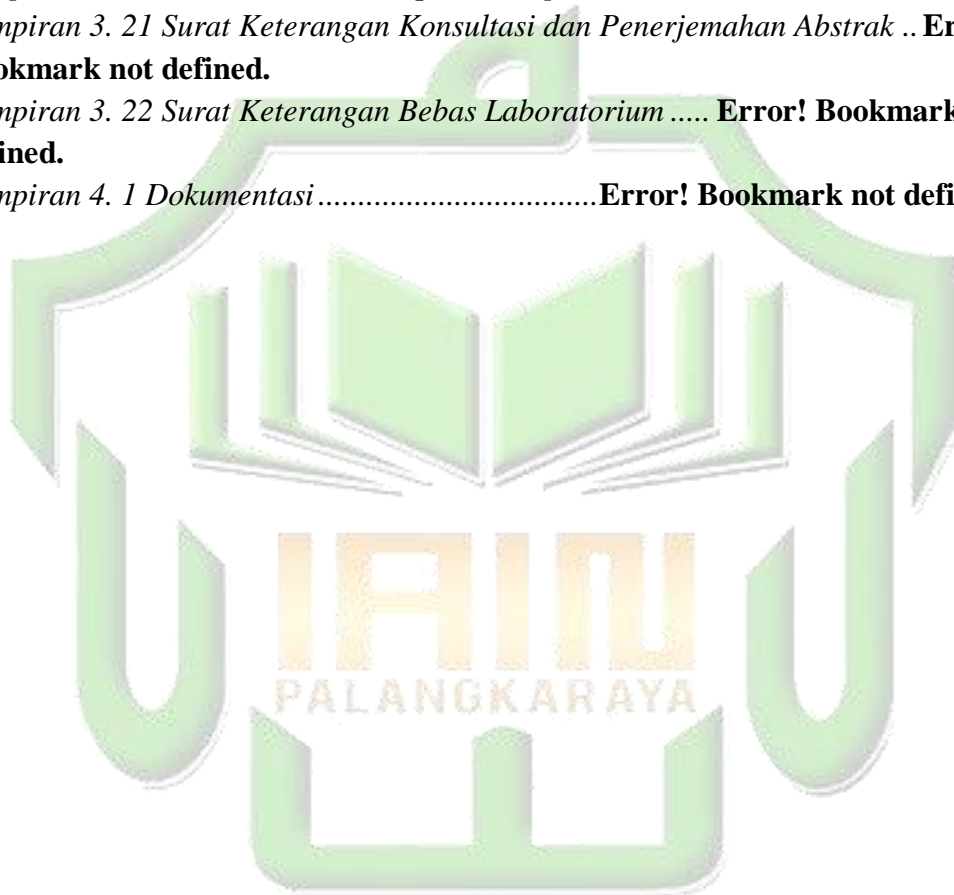
*Lampiran 3. 19 Surat Keterangan Selesai Penelitian.....* **Error! Bookmark not defined.**

*Lampiran 3. 20 Berita Acara Munaqasah Skripsi .***Error! Bookmark not defined.**

*Lampiran 3. 21 Surat Keterangan Konsultasi dan Penerjemahan Abstrak ..* **Error! Bookmark not defined.**

*Lampiran 3. 22 Surat Keterangan Bebas Laboratorium .....* **Error! Bookmark not defined.**

*Lampiran 4. 1 Dokumentasi .....***Error! Bookmark not defined.**



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pendidikan di masa modern saat ini mengacu pada kurikulum 2013 (Redhana, 2019). Kurikulum 2013 menekankan pada proses pendidikan yang lebih luas dan bersifat keseluruhan dengan cakupan ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Dengan menerapkan proses pembelajaran saintifik, diharapkan peserta didik dapat memahami konsep dan esensi pembelajaran dengan baik (Setiadi, 2016). Sejalan dengan perkembangan teknologi, pendidikan yang menerapkan kurikulum 2013 mengharuskan adanya penggunaan teknologi dalam kegiatan pembelajaran (Takege, 2017). Pemanfaatan teknologi dan informasi dalam proses pembelajaran ini dilaksanakan sebagai upaya dalam meningkatkan efektivitas proses pembelajaran sehingga dapat meningkatkan kemampuan dan hasil belajar peserta didik, serta dapat meningkatkan kualitas peserta didik dalam menerapkan teknologi pendidikan dengan tepat.

Bentuk pemanfaatan teknologi dan informasi dalam kegiatan pembelajaran adalah dengan menerapkannya pada bahan ajar di kelas. Salah satu bahan ajar yang dapat memudahkan tercapainya pembelajaran yang efektif dan efisien adalah modul (Ramadayanty, Sutarno, & Risdianto, 2021). Modul sebagai bahan ajar yang digunakan oleh peserta didik berfungsi untuk menambah pengetahuan tentang konsep yang dipelajari dalam suatu kegiatan pembelajaran secara sistematis (Sidik & Kartika, 2020).



Penggunaan modul pembelajaran sebagai bahan ajar mengalami perkembangan mengikuti pesatnya kemajuan teknologi, dimana yang semula dalam bentuk cetak kini berinovasi menjadi lebih praktis dalam bentuk modul digital (elektronik) (Arnita, Purwaningsih, & Nehru, 2021). *E-Modul (Electronic Module)* dapat berperan sebagai pengganti guru dalam memberikan materi yang disajikan melalui media elektronik dengan visualisasi fenomena dan objek yang lebih menarik.

Seluruh fenomena dan objek yang ada di alam dapat divisualisasikan dan dihadirkan secara nyata melalui *e-modul* fisika. Meskipun sebenarnya peserta didik mampu untuk melakukan eksplorasi terhadap objek dan fenomena tersebut, namun peserta didik tetap memerlukan contoh dan petunjuk pembelajaran bagi mereka untuk mengeksplorasi hal tersebut (Agustia & Fauzi, 2020). Modul dibuat dengan tujuan agar dapat meningkatkan motivasi dan kemampuan peserta didik untuk berpikir kritis (Latifah, Ashari, & Kurniawan, 2020). Selain itu, kegiatan pembelajaran dengan menggunakan *e-modul* juga dapat menumbuhkan kemandirian belajar peserta didik untuk menemukan konsep suatu materi (Mayanty, Astra, & Rustana, 2018).

Demi mendukung dan menumbuhkan kemandirian belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik, maka guru perlu menggunakan pendekatan pembelajaran yang sesuai. Maka dari itu, seorang guru harus mampu menentukan jenis pendekatan yang tepat untuk digunakan dalam

kegiatan pembelajaran. Pendekatan tersebut harus mampu menyesuaikan dengan kemampuan peserta didik dan perkembangan teknologi dan informasi.

Salah satu pendekatan yang dapat mengimbangi perkembangan teknologi tersebut adalah melalui STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) (Akaygun, Aslan, & Tutak, 2016). Pendekatan STEM ini menggabungkan antara teori dan praktik dalam kehidupan sehari-hari yang terintegrasi pada empat bidang ilmu, yaitu sains, teknologi, *engineering*, dan matematika (Puspitasari, Putra, & Handayani, 2021; Syahiddah, A.P, & Supriadi, 2021). Sehingga, melalui pendekatan STEM ini, peserta didik dapat mengatasi permasalahan dengan cara belajar berbuat dan berpikir secara kritis untuk menemukan jalan keluarnya dengan pemanfaatan teknologi (Yuliati & Saputra, 2020). STEM yang digunakan sebagai basis dalam penggunaan *e-modul* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

STEM sejalan dengan tujuan pembelajaran untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas kerja, dan inovasi yang dibutuhkan peserta didik untuk menghadapi tantangan dunia kerja mendatang (Cahyani, Mayasari, & Sasono, 2020). Hal ini sesuai dengan pendekatan STEM yang mengaitkan materi pelajaran dalam ranah ilmu sains, teknologi, teknik dan matematika yang erat dalam kehidupan sehari-hari. Penerapan STEM dalam modul elektronik sebagai bahan ajar dapat mengarahkan dan melatih peserta didik untuk dapat berpikir kritis dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapinya (Zulaiha & Kusuma, 2020). Dengan adanya *e-modul* yang menarik dengan materi yang lebih mudah dipahami, peserta didik juga akan

terangsang untuk belajar secara mandiri terutama pada mata pelajaran yang berkaitan dengan sains, teknologi, teknik, dan matematika. Oleh karena itu, *e*-modul berbasis STEM ini cocok digunakan dalam pembelajaran fisika.

Pembelajaran fisika saat ini lebih menekankan pada kemampuan penguasaan konsep dibandingkan dengan kemampuan memecahkan masalah fisika, sehingga kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis untuk memecahkan suatu masalah masih tergolong rendah (Ramadayanty, Sutarno, & Risdianto, 2021). Selain itu, hal ini juga dikarenakan pelajaran fisika dianggap sebagai salah satu pelajaran yang sulit, baik itu dari segi pemahaman konsep, materi, pemecahan rumus, maupun penyelesaian soal-soalnya (Dudelianny, Mahardika, & Maryani, 2014; Hidayatulloh, 2020; Siregar, Asmaidah, & Mutiara, 2021). Hal tersebut menyebabkan keinginan peserta didik untuk memahami materi fisika secara mandiri pun masih kurang.

Salah satu materi fisika yang di dalamnya terdapat banyak pemahaman konsep adalah pada pokok bahasan suhu, kalor, dan perpindahan kalor. Pada pokok bahasan ini banyak konsep-konsep fisika yang dapat menimbulkan pendapat dan pemikiran yang berbeda-beda bagi setiap peserta didik (Puspitasari, Putra, & Handayani, 2021). Kesulitan peserta didik dalam memahami materi fisika tentang suhu, kalor, dan perpindahan kalor ini adalah karena peserta didik kurang tertarik dengan materi yang diberikan, kurangnya media dan bahan ajar yang membantu peserta didik dalam memahami konsep, serta guru yang kurang memberikan latihan soal penyelesaian kepada peserta didik (Charli, Amin, & Agustina, 2018). Maka dari itu, diperlukan adanya

bahan ajar berupa *e*-modul berbasis STEM untuk membantu guru dan peserta didik dalam pembelajaran fisika terkait pokok bahasan suhu, kalor, dan perpindahan kalor.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan guru fisika di MA Hidayatul Insan Palangka Raya, diperoleh bahwa guru belum pernah melakukan tes pengukuran kemampuan berpikir peserta didik secara khusus. Bentuk tes yang dilakukan hanya berupa tes secara keseluruhan untuk menentukan nilai akhir pada mata pelajaran fisika. Maka dari itu dilakukanlah tes untuk melihat tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik di sekolah tersebut.

Hasil tes kemampuan awal berpikir kritis berupa soal uraian yang diberikan kepada peserta didik kelas XI MIA di MA Hidayatul Insan Palangka Raya, menunjukkan rata-rata kemampuan berpikir kritis peserta didik sebesar 25,25 dengan kriteria tidak kritis. Setelah diberikan pertanyaan, peserta didik beralasan banyak melupakan materi yang berkaitan dengan soal-soal tes kemampuan berpikir kritis tersebut. Mereka mengatakan bahwa soal-soal fisika yang diberikan sudah dipelajari sebelumnya, namun karena kurang memahami dan mendalami materi maka banyak peserta didik yang bingung dalam menemukan konsep atau persamaan rumus yang tepat, sehingga banyak soal-soal yang tidak terjawab dengan baik.

Guru fisika di MA Hidayatul Insan Palangka Raya menyampaikan bahwa dalam kegiatan pembelajaran, peserta didik cenderung lebih suka dituntun dan merasa kesulitan ketika diminta untuk belajar secara mandiri.

Berdasarkan hasil tes angket kemandirian belajar peserta didik di kelas XI MIA, diperoleh rata-rata kemandirian belajar peserta didik sebesar 57 yang berada pada kategori rendah. Sebagian besar peserta didik mengungkapkan bahwa mereka tidak menyediakan waktu belajar khusus untuk pelajaran fisika. Mereka juga kurang berinisiatif mencari referensi terkait materi fisika secara mandiri kecuali jika diperintahkan oleh guru. Dalam proses belajar mengajar di kelas pun, peserta didik tidak terlalu aktif dalam kegiatan tanya jawab dan juga diskusi. Kurangnya pemahaman peserta didik terhadap materi fisika membuat mereka merasa ragu akan mendapatkan nilai bagus saat ujian fisika.

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian pengembangan bahan ajar berupa *e*-modul fisika berbasis STEM. *E*-modul tersebut belum pernah dilakukan pengukuran tingkat efektivitasnya khususnya terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik. *E*-modul ini melalui tahap validasi oleh ahli desain, ahli materi, dan ahli pembelajaran. Hasil validasi ahli desain diperoleh sebesar 83,59% dengan kategori sangat valid, dari ahli materi diperoleh nilai sebesar 90,46% yang berada dalam kategori sangat valid dan dari ahli pembelajaran diperoleh sebesar 89,67% yang berada dalam kategori sangat valid (Nengsih, 2021). Bahan ajar ini dipilih karena sesuai dengan pendekatan pembelajaran STEM yang dibahas sebelumnya untuk dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang “Efektivitas Penggunaan *E*-Modul Fisika Berbasis STEM (*Science*,



*Technology, Engineering and, Mathematics*) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Peserta didik”. Penelitian ini penting untuk dilakukan karena dengan menggunakan *e-modul* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada pokok bahasan suhu, kalor, dan perpindahan kalor, diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik.

### **B. Batasan Masalah**

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi oleh pembatasan permasalahan agar penelitian bersifat jelas dan efektif, diantaranya:

1. Penelitian dilakukan pada peserta didik kelas XI di MA Hidayatul Insan Palangka Raya.
2. Peneliti sebagai pengajar saat melakukan penelitian.
3. Penelitian ini menekankan hasil pada ranah kognitif (C3, C4, C5 dan C6) peserta didik pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor.

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and, Mathematics*) dalam pembelajaran?

2. Bagaimana efektivitas penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and, Mathematics*) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik?
3. Bagaimana peningkatan kemandirian belajar peserta didik setelah penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and, Mathematics*) dalam pembelajaran?
4. Bagaimana efektivitas penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and, Mathematics*) terhadap kemandirian belajar peserta didik?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and, Mathematics*) dalam pembelajaran.
2. Mengetahui efektivitas penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and, Mathematics*) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.
3. Mengetahui peningkatan kemandirian belajar peserta didik setelah penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and, Mathematics*) dalam pembelajaran.

4. Mengetahui efektivitas penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and, Mathematics*) terhadap kemandirian belajar peserta didik.

### **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat:

1. Manfaat praktis untuk peserta didik, guru, dan sekolah
  - a. Bagi peserta didik hasil penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar terkhusus pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor.
  - b. Bagi guru hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi pendukung dalam menyampaikan materi pelajaran fisika tentang suhu, kalor, dan perpindahan kalor.
  - c. Bagi sekolah hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai media dalam kegiatan pembelajaran yang efektif di kelas.
2. Manfaat teoritis bagi peneliti adalah hasil penelitian ini dapat menjadi bahan acuan yang relevan dalam melakukan penelitian pengembangan ilmu pengetahuan dan untuk bahan masukan dalam mempersiapkan diri sebagai calon pendidik.

### **F. Definisi Operasional**

Untuk mempermudah pembahasan dalam penelitian ini, maka diperlukan beberapa definisi konsep penelitian, sebagai berikut:

1. *E*-modul berbasis STEM merupakan suatu modul yang berbasis teknologi digital yang memuat materi pelajaran dengan mengimplementasikan materi pada empat cabang ilmu yang ada dalam STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). *E*-modul berbasis STEM memadukan empat disiplin ilmu yang terdiri dari sains, teknologi, teknik, dan matematika, dapat membantu peserta didik dalam mengumpulkan, menganalisis, dan memecahkan suatu masalah.
2. Berpikir kritis merupakan kegiatan penalaran yang mengoordinasikan dan mengombinasikan aspek kognitif dengan persepsi, intuisi, dan emosi seseorang. Indikator berpikir kritis ini antara lain: menganalisis, menyintesis, memecahkan masalah, menyimpulkan, dan mengevaluasi. Kemampuan berpikir kritis yang diperoleh berdasarkan dari tes kemampuan awal berpikir kritis, *pretest*, dan *posttest*.
3. Kemandirian belajar merupakan kemampuan peserta didik dalam memecahkan suatu permasalahan yang diperolehnya dalam kegiatan pembelajaran dengan rasa percaya diri, menemukan jalan keluar berdasarkan inisiatif dan kemampuan diri pribadi, serta bertanggung jawab atas strategi belajar yang dilakukannya. Indikator kemandirian belajar peserta didik antara lain: sikap percaya diri, inisiatif, motivasi, disiplin, dan bertanggung jawab dalam proses pembelajaran. Hasil kemandirian belajar yang diperoleh berdasarkan dari angket kemandirian belajar yang disebarkan kepada peserta didik.

## G. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

1. Bab I pendahuluan berisikan latar belakang masalah yang dideskripsikan secara umum penyebab serta alasan-alasan yang memotivasi untuk melakukan penelitian tersebut. Kemudian, dirumuskan secara sistematis kedalam bentuk rumusan masalah yang akan diteliti agar penelitian terarah. Lalu, dilanjutkan dengan tujuan dan manfaat penelitian serta definisi operasional konsep agar mempermudah pembahasan penelitian.
2. Bab II kajian pustaka mendeskripsikan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian dan variabel-variabel yang akan diteliti menjadi sebuah kajian teori dalam penelitian yang memuat variabel yang akan diteliti.
3. Bab III metode penelitian berisikan pendekatan dan jenis penelitian serta tempat penelitian dilaksanakan. Selain itu, pada bab III ini juga dipaparkan mengenai populasi dan sampel penelitian, teknik dan instrumen pengumpulan data, dan teknik analisis data.
4. Bab IV hasil penelitian dan pembahasan memuat hasil penelitian berupa analisis data yang diperoleh beserta pembahasannya dan kendala serta kekurangan dalam penelitian.
5. Bab V penutup berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang bersifat membangun demi perbaikan isi penelitian kemudian hari.



## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kerangka Teoritis**

##### **1. Efektivitas Bahan Ajar dalam Pembelajaran**

###### **a. Pengertian Efektivitas dalam Pembelajaran**

Efektivitas merupakan tingkat keberhasilan suatu hal dalam mencapai tujuan tertentu melalui beberapa proses yang sistematis (Morissan, 2016). Efektivitas dapat pula diartikan sebagai pengukuran tingkat keberhasilan dalam mencapai suatu tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya (Saadi, Siti, & Kartono, 2013). Sehingga, efektivitas sendiri dapat bermakna ketepatan penggunaan, penunjang tujuan, dan hasil guna. Sedangkan, pembelajaran merupakan suatu kegiatan komunikasi dua arah antara pendidik dan peserta didik dalam melakukan transfer ilmu (Saadi, Siti, & Kartono, 2013).

Efektivitas dalam pembelajaran merupakan bagian dari standar mutu pendidikan yang menjadi tolok ukur tercapainya tujuan pembelajaran, yang dapat juga diartikan sebagai ketepatan dalam mengelola suatu hal (Miarso, 2004). Oleh karena itu, kegiatan pembelajaran di kelas dapat dikatakan efektif apabila mampu menghasilkan pencapaian sesuai dengan target dan tujuan yang diharapkan. Efektivitas dalam pembelajaran dapat menentukan manfaat yang diperoleh melalui prosedur pembelajaran yang tepat.

Berdasarkan beberapa penjelasan tentang efektivitas dalam pembelajaran, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa efektivitas dalam pembelajaran merupakan tingkat keberhasilan, ketepatan, dan keefektifan segala bentuk kegiatan pembelajaran berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

b. Efektivitas Bahan Ajar dalam Pembelajaran

Salah satu bentuk usaha yang dilakukan agar dapat mencapai efektivitas dalam kegiatan pembelajaran adalah dengan menggunakan bahan ajar yang sesuai. Penggunaan bahan ajar yang sesuai dengan kemampuan dan pemahaman peserta didik dapat membantu pendidik untuk dapat mewujudkan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya. Bahan ajar sebagai metode dan media pembelajaran memiliki peran yang sangat besar dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran (Nana, 2020). Nilai manfaat suatu bahan ajar dalam proses pembelajaran sangat tergantung pada kemampuan pendidik dalam mengembangkan dan memanfaatkan bahan ajar tersebut.

Pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan pendidik dan peserta didik yang dimanfaatkan dengan benar akan menjadi salah satu faktor yang dapat meningkatkan mutu pembelajaran (Najuah, Lukitoyo, & Wirianti, 2020). Dengan adanya bahan ajar, maka peran pendidik dan juga peserta didik akan bergeser. Jika semula pendidik sebagai satu-satunya sumber informasi yang ada di kelas, maka dengan penggunaan bahan ajar pendidik hanya akan berperan

sebagai fasilitator yang mengarahkan dan membantu peserta didik dalam menggali informasi mengenai materi pelajaran. Dengan adanya bahan ajar pun, peserta didik akan diarahkan untuk berperan lebih aktif dalam proses belajar-mengajar. Sehingga, efektivitas dalam pembelajaran pun akan mudah terwujud dengan menggunakan bahan ajar yang tepat dalam proses pembelajaran.

## 2. E-Modul

### a. Pengertian Modul

Modul merupakan salah satu bahan ajar yang dapat membantu pendidik dan dapat digunakan oleh peserta didik dalam proses pembelajaran (Najuah, Lukitoyo, & Wirianti, 2020). Modul adalah suatu kesatuan bahan pembelajaran yang disusun secara sistematis dan menarik dengan cakupan metode, materi, dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri agar kompetensi yang diharapkan dapat tercapai. Modul dapat dipelajari oleh siapapun secara mandiri karena materi yang dimuat di dalam *e-modul* bersifat *self-learning* yang memberikan kesempatan kepada siapapun untuk dapat mengembangkan dirinya pribadi secara optimal.

Penggunaan modul dalam pembelajaran memungkinkan peserta didik untuk dapat belajar secara mantap dan bertahap. Hal ini disebabkan karena materi yang termuat di dalam modul dipecah menjadi unit terkecil, sehingga dapat memancing peserta didik untuk aktif dalam belajar. Sesuai dengan tujuan utama dari modul yakni

mengingatkan pembaca agar dapat menyerap materi dengan baik secara mandiri (Najuah, Lukitoyo, & Wirianti, 2020). Kemandirian belajar ini dimaksudkan agar peserta didik dapat bertanggung jawab untuk mengatur waktunya, mendisiplinkan diri, dan mengembangkan potensi belajarnya berdasarkan kemampuan diri.

Penerbitan dan penggunaan modul untuk proses pembelajaran memiliki beberapa tujuan, yaitu (Najuah, Lukitoyo, & Wirianti, 2020):

- 1) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya, baik bagi peserta didik maupun bagi guru.
- 2) Memberikan penjelasan yang lebih mudah dengan penyajian pesan yang tidak terlalu bersifat verbal.
- 3) Penggunaan yang tepat dapat meningkatkan kemampuan interaksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar lainnya, meningkatkan motivasi belajar peserta didik, menumbuhkan kemandirian belajar sesuai dengan minat peserta didik, dan memungkinkan peserta didik untuk dapat mengevaluasi dirinya pribadi berdasarkan hasil belajarnya.

Modul yang digunakan dalam proses pembelajaran harus dapat menyesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan juga permasalahan yang dihadapi oleh guru. Adapun jenis modul yang sering digunakan dalam pembelajaran dibedakan menjadi dua, yaitu modul cetak dan modul elektronik (digital).

b. Pengertian *E-Modul*

Modul elektronik (*Electronic Module/E-Modul*) merupakan penggabungan istilah untuk modul sebagai bahan ajar yang dibuat dalam bentuk elektronik/digital (Nikita, Leksmono, & Harijanto, 2018). Modul elektronik ini selain memuat materi pelajaran juga dapat menampilkan gambar dan video menarik yang berkaitan dengan materi pelajaran tertentu (Wulandari, Muntoiyah, & Prihatiningtyas, 2020). Penggunaan modul elektronik sebagai bahan ajar dengan konsep multimedia digital bertujuan sebagai pengganti buku atau modul cetak, dengan tanpa mengurangi fungsinya sebagai sumber belajar dan informasi (Putri, Aminoto, & Pujaningsih, 2020).

Pada dasarnya, dalam struktur penulisannya *e-modul* mengadaptasi karakteristik, format, serta bagian-bagian yang terdapat pada modul cetak secara umum, namun *e-modul* memiliki sedikit perbedaan yang terletak pada fasilitas-fasilitas teknologi yang ada didalamnya. *E-modul* fisika menjadi salah satu sarana pembelajaran yang memuat konsep-konsep fisika yang ditampilkan dengan media elektronik (Putri & Festiyed, 2019).

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa *e-modul* merupakan modul sebagai bahan ajar yang disusun secara sistematis dan dimuat dalam bentuk digital atau elektronik guna mempermudah penggunaannya.



c. Ciri-Ciri *E-Modul*

Bahan ajar *e-modul* merupakan inovasi dari modul cetak yang diinovasikan dengan menyesuaikan perkembangan teknologi dan informasi. Modul cetak memiliki ciri-ciri (Sukawirja, Arthana, & Sugihartini, 2017):

- 1) Terdapat pernyataan sasaran belajar yang diletakkan pada bagian awal modul.
- 2) Isi materi dan pengetahuan yang ada didalamnya disusun sedemikian rupa agar mampu menarik perhatian peserta didik dalam belajar secara aktif.
- 3) Sistem penilaian yang digunakan dimuat berdasarkan tingkat penguasaan.
- 4) Memuat seluruh bahan materi pelajaran dan tugas pelajaran.
- 5) Memberikan peluang kebebasan perbedaan antarpeserta didik.
- 6) Mengacu pada satu tujuan pembelajaran yang tuntas.

Sedangkan menurut Ditjend PMPTK (2008), modul yang baik memiliki beberapa ciri sebagai berikut :

- 1) *Self instructional*, modul mampu memotivasi seseorang untuk mampu belajar sendiri tanpa adanya ketergantungan maupun perintah dari orang lain.
- 2) *Self contained*, keseluruhan materi pembelajaran yang terdapat dalam modul secara utuh memuat kompetensi atau sub kompetensi yang akan dipelajari.

- 3) *Stand alone*, modul yang dikembangkan tidak bergantung pada media maupun bahan ajar lain dalam penggunaannya.
- 4) *Adaptive*, modul mampu beradaptasi menyesuaikan perkembangan kurikulum, ilmu pengetahuan, dan teknologi, serta dapat digunakan dalam kurun waktu tertentu.
- 5) *User friendly*, setiap instruksi dan penjelasan materi yang ada didalamnya bersifat praktis dan mudah dipahami bagi pembacanya. Penggunaan bahasa dan istilah yang sederhana dan mudah dimengerti salah satu ciri modul yang bersahabat.

Secara umum, antara modul cetak dan modul elektronik memiliki ciri yang tidak jauh berbeda karena modul elektronik merupakan pengembangan dari modul cetak. Perbedaannya terdapat pada bentuknya yang lebih praktis karena modul elektronik dikemas dalam bentuk digital, yang memungkinkan penggunaannya dapat lebih mudah untuk membawa serta membacanya.

#### d. Komponen *E-Modul*

Komponen yang terdapat didalam modul elektronik pada umumnya seperti yang terdapat dalam buku Penulisan Modul menurut Dirjend PMPTK (2008), antara lain yaitu:

- 1) Bagian Pembuka
  - a) Judul, dibuat semenarik mungkin yang menggambarkan materi yang termuat didalam modul.

- b) Daftar isi, menyajikan daftar setiap topik yang akan dibahas didalam modul tersebut.
- c) Peta informasi, menyajikan keterkaitan antartopik pada modul tersebut. Peta informasi yang disajikan dalam modul bisa berupa peta linier, hierarkis, atau berbentuk laba-laba.
- d) Daftar tujuan kompetensi, memuat kompetensi dasar beserta indikator sebagai tujuan pembelajaran terkait materi yang terdapat pada modul.
- e) Tes awal, bertujuan untuk mengetahui dan memeriksa penguasaan materi pembaca sebelum mempelajari modul.

## 2) Bagian Inti

- a) Pendahuluan atau tinjauan umum materi, berisikan gambaran umum mengenai isi materi modul guna meyakinkan pembaca bahwa modul tersebut dapat memberikan manfaat bagi pembaca.
- b) Hubungan materi dengan pelajaran lain dan kehidupan sehari-hari, untuk lebih melengkapi keaktualan materi yang terdapat pada modul, maka perlu adanya keterkaitan materi dengan pelajaran lainnya atau dengan kehidupan sehari-hari.
- c) Uraian materi, berupa penjelasan materi yang dijelaskan secara terperinci dan sistematis sehingga dapat memudahkan pembaca dalam memahami materi terkait.

- d) Penugasan, diberikan kepada pembaca untuk memperdalam pemahaman pada materi yang bersangkutan. Penugasan dapat berupa perintah untuk menghafalkan suatu konsep materi, menghubungkan materi dengan kehidupan sehari-hari, maupun menyelesaikan suatu permasalahan.
- e) Rangkuman, berada pada bagian akhir dari inti modul yang berisikan kesimpulan dan bagian-bagian pokok dari materi yang telah diuraikan.

### 3) Bagian Penutup

- a) *Glossary* atau daftar istilah, berisikan definisi-definisi konsep pada materi yang dibahas dalam modul. Istilah-istilah tersebut dibuat guna memudahkan pembaca untuk mengingat kembali konsep yang telah dipelajari.
- b) Tes akhir, diberikan pada bagian akhir pembelajaran modul untuk melihat perbandingan antara sebelum memahami materi pada modul dengan sesudah menggunakan modul.
- c) Indeks, berisikan kata kunci dari istilah-istilah penting yang ada dalam modul disertai nomor halaman tempat istilah tersebut dapat ditemukan.
- d) Daftar pustaka, yang memuat sumber referensi penulis dalam melakukan penyusunan modul.

e. Kelebihan *E-Modul*

Ada beberapa kelebihan yang terdapat dalam *e-modul* dibandingkan dengan modul cetak, antara lain (Sukawirja, Arthana, & Sugihartini, 2017):

- 1) Kegiatan pembelajaran menjadi lebih interaktif.
- 2) Penggunaan *e-modul* yang praktis dapat dilakukan dimana dan kapan saja, sehingga tidak terbatas ruang dan waktu.
- 3) Biaya produksi yang lebih murah. Jika ingin memperbanyak maka dapat dilakukan dengan mengirimkan menggunakan *e-mail* atau dengan cara membagikan file melalui CD, USB *Flashdisk*, atau kartu memori.
- 4) Dapat dilengkapi foto dan video terkait materi yang dibahas.
- 5) Terdapat kata kunci pada setiap kegiatan belajarnya, sehingga lebih memudahkan pembaca atau peserta didik dalam menemukan materi.
- 6) Tampilan yang lebih menarik karena naskah dapat disusun secara linier maupun non-linier.

f. Kekurangan *E-Modul*

Disamping dengan segala kelebihan yang dimiliki oleh *e-modul*, hasil pengembangan modul cetak ini juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain (Hutahean, Siswandari, & Harini, 2019):

- 1) Dapat menyulitkan pembaca atau peserta didik yang memiliki keterbatasan dalam fasilitas perangkat elektronik.

- 2) Memerlukan waktu yang lebih banyak bagi pembaca atau peserta didik yang masih belum mengenal perkembangan digital.
- 3) Kurangnya interaksi secara tatap muka karena digantikan dengan interaksi secara elektronik.
- 4) Kemungkinan masalah teknis dalam proses mengakses modul elektronik.
- 5) Perbedaan kemampuan komputer atau perangkat elektronik yang digunakan untuk mengakses modul elektronik akan berpengaruh pada tingkat keefisienan dan kecepatan mengakses *e*-modul.

### 3. STEM

#### a. Pengertian STEM

Pembelajaran berbasis STEM pertama kali dikenalkan di Amerika Serikat pada tahun 1990-an, kemudian diikuti beberapa negara maju seperti Australia, Jepang, Korea, dan Inggris, serta negara berkembang seperti Thailand, Malaysia, Singapura, dan juga Indonesia. Di Indonesia sendiri pembelajaran dengan pendekatan STEM ini masih dalam tahap pengembangan. STEM merupakan suatu pendekatan yang memadukan empat buah disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Perpaduan disiplin ilmu tersebut dapat membantu peserta didik dalam mengumpulkan, menganalisis, dan memecahkan suatu masalah (Simarmata, Simanihuruk, Ramadhani, Safitri, Wahyuni, & Iskandar, 2020).



Pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan suatu pendekatan baru yang ada dalam perkembangan dunia pendidikan yang mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu dengan tujuan untuk menciptakan generasi masa depan yang kreatif dan inovatif (Gustria & Fauzi, 2020). Sesuai dengan tujuan pencapaian keterampilan di abad 21, STEM dirancang untuk mengembangkan keterampilan abad 21 yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, seperti keterampilan menalar, memecahkan masalah, berpikir kritis, keterampilan berpikir kreatif dan investigasi, kemandirian dalam belajar, literasi teknologi, kolaborasi dan kerja sama tim, dan keterampilan lainnya (Zubaidah, 2019). Sehingga, melalui pembelajaran STEM ini peserta didik sudah siap dan mampu bersaing untuk menjadi generasi masa depan dengan berbagai *life skill* yang dimiliki.

b. Literasi STEM

STEM merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering, Mathematics*. Sesuai dengan kepanjangannya, maka pembelajaran STEM merupakan gabungan dari beberapa disiplin ilmu; yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika, yang disatukan dalam suatu pendekatan pembelajaran. Adapun literasi dari keempat disiplin ilmu yang terdapat dalam STEM, antara lain (Khoiriyah, Abdurrahman, & Wahyudi, 2018):

- 1) Sains (*Science*), memadukan kemampuan mengidentifikasi informasi secara ilmiah dan pengaplikasiannya dalam dunia nyata.
  - 2) Teknologi (*Technology*), mengasah keterampilan memanfaatkan teknologi, mengembangkan teknologi, dan menganalisis teknologi untuk dapat memengaruhi pemikiran peserta didik dan masyarakat.
  - 3) Teknik (*Engineering*), meningkatkan kemampuan dalam membuat atau mengembangkan suatu teknologi secara kreatif dan inovatif dengan menggabungkan beberapa bidang keilmuan.
  - 4) Matematika (*Mathematics*), menerapkan kemampuan menganalisis, menghitung, memperkirakan suatu permasalahan guna menyelesaikan permasalahan secara matematik.
4. *E*-modul Fisika berbasis STEM

*E*-modul fisika berbasis STEM merupakan perpaduan bahan ajar modul elektronik dengan sebuah pendekatan pembelajaran STEM. Dalam *e*-modul berbasis STEM, materi fisika yang disajikan diintegrasikan pada empat disiplin ilmu yang terdiri dari sains, teknologi, teknik, dan juga matematika. Pengembangan *e*-modul fisika berbasis STEM bertujuan agar guru memiliki bahan ajar yang dapat digunakan oleh peserta didik sebagai referensi mereka dalam memahami pelajaran fisika.

*E*-modul fisika berbasis STEM yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pengembangan *e*-modul fisika yang dilakukan oleh Eka Wahyu Nengsih pada tahun 2020. *E*-modul ini sudah memenuhi komponen-komponen dan juga kriteria yang harus ada dalam *e*-modul.

Materi yang disajikan mudah dipahami dan sesuai dengan basis STEM yang digunakan. Penyampaian materi pun disertai dengan gambar ilustrasi dan juga video penjelasan untuk lebih mempermudah peserta didik dalam menganalogikan materi yang disampaikan. Selain memuat materi, *e-modul* ini juga memuat contoh soal dan beberapa percobaan yang berkaitan dengan materi. Hanya saja, pada *e-modul* ini tidak memuat soal tes kemampuan awal pada bagian pembuka.

*E-modul* ini sudah menjalani tahap validasi, respon guru, dan uji coba untuk kelompok kecil. Validasi dilakukan oleh masing-masing dua validator ahli yang menilai kevalidan *e-modul*. *E-modul* diuji kevalidannya oleh ahli desain, ahli materi, dan ahli pembelajaran. Hasil validasi dari ahli desain, ahli materi, dan ahli pembelajaran dimuat dalam tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1 Hasil Validasi Ahli Desain, Ahli Materi, dan Ahli Pembelajaran *E-modul* Fisika Berbasis STEM**

No.	Aspek validasi	Rata-rata	Persentase	Kriteria	Kategori
<b>I. Ahli Desain</b>					
1.	Penggrafikan	3,29	82,14%	Sangat baik	Sangat valid
2.	Penyajian	3,45	86,36%	Sangat baik	Sangat valid
<b>II. Ahli Materi</b>					
1.	Isi	3,68	91,96%	Sangat baik	Sangat valid
2.	Penyajian	3,61	90,27%	Sangat baik	Sangat valid
3.	Bahasa	3,57	89,17%	Sangat baik	Sangat valid
4.	STEM	3,63	90,63%	Sangat baik	Sangat valid
<b>III. Ahli Pembelajaran</b>					

No.	Aspek validasi	Rata-rata	Persentase	Kriteria	Kategori
1.	Isi	3,60	90%	Sangat baik	Sangat valid
2.	Penyajian	3,53	88,33%	Sangat baik	Sangat valid
3.	Bahasa	3,63	90,83%	Sangat baik	Sangat valid

(Nengsih, 2021)

Berdasarkan hasil validasi ahli desain, materi, dan pembelajaran, *e*-modul fisika berbasis STEM tersebut berada dalam kategori sangat valid dan layak untuk digunakan di lapangan. Selain itu, respon guru dan uji coba dalam kelompok kecil juga berada dalam kriteria sangat baik dengan rata-rata 3,89 dan persentase 97,5% yang berarti sangat valid. *E*-modul ini juga sudah melalui tahap revisi dari segi tata bahasa, keterkaitan gambar dan materi, dan juga sumber gambar. Namun, *e*-modul fisika ini masih belum sampai pada tahap pengujian efektivitas. Oleh karena itu, peneliti menggunakan *e*-modul fisika berbasis STEM hasil pengembangan Eka Wahyu Nengsih ini dalam penelitian untuk diteliti tingkat efektivitasnya.

## 5. Berpikir Kritis

### a. Pengertian Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah kemampuan kognitif yang mengandalkan proses berpikir secara sistematis untuk menelaah suatu permasalahan secara faktual dan mengungkapkan penyelesaian permasalahan tersebut dengan penuh keyakinan (Yaumi, 2012). Berpikir kritis merupakan kegiatan penalaran yang mengoordinasikan dan mengombinasikan aspek kognitif dengan persepsi, intuisi, dan emosi

seseorang (Soyomukti, 2013). Menurut Ennis (1985), berpikir kritis merupakan cara berpikir yang reflektif dan beralasan yang menekankan pada pengambilan keputusan tentang apa yang harus dilakukan atau dipercayai. Berpikir kritis mengedepankan cara berpikir dengan penuh kesadaran, terarah, dan logis sesuai dengan kenyataan yang ada (Amri & Khoiru, 2011). Kemampuan berpikir kritis yang dimiliki oleh seseorang menjadi aset dan modal untuk menghadapi perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang semakin cepat. Sehingga, seseorang tersebut dapat mengatasi setiap tantangan kehidupan berdasarkan pengalaman berpikir kritis.

Berdasarkan beberapa definisi diatas, maka dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis merupakan kemampuan seseorang untuk menalar dan mengidentifikasi setiap permasalahan dan fakta yang diperolehnya secara sadar dan terorganisir, sehingga mampu menemukan pemecahan masalah tersebut dan menyimpulkan informasi yang diperolehnya.

#### b. Karakteristik Kemampuan Berpikir Kritis

Seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis memiliki beberapa ciri atau karakteristik yang terlihat dari dalam dirinya, adalah sebagai berikut (Surya H. , 2011):

- 1) Watak, seseorang dengan kemampuan berpikir kritis akan cenderung berwatak sangat terbuka, tidak mudah mempercayai orang lain, menghargai terhadap segala pendapat, menyukai

kejujuran, kejelasan, dan ketelitian, mampu menyaring masukan dari orang lain.

- 2) Kriteria, dalam hal berpikir kritis seseorang akan memiliki kriteria tertentu dalam memutuskan suatu hal yang berdasarkan pada fakta yang akurat, sejalan dengan logika, berlandaskan sumber yang terpercaya, dan penuh dengan pertimbangan yang matang.
- 3) Argumen, kebiasaan seseorang yang mampu berpikir kritis akan mengasah kemampuannya dalam berargumen dan memberikan penilaian.
- 4) Sudut pandang, yaitu memiliki cara pandang guna menafsirkan suatu hal melalui beberapa situasi dan kondisi.
- 5) Sistematis dalam menerapkan kriteria, yang meliputi merumuskan masalah, menentukan keputusan atas langkah yang akan diambil, dan mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan yang bisa terjadi.

c. Faktor yang Memengaruhi Kemampuan Berpikir Kritis

Terdapat empat faktor yang memengaruhi kemampuan berpikir kritis seseorang, yaitu sebagai berikut (Mariyam, Setiawati, & Ekasari, 2007):

- 1) Kondisi fisik, kondisi fisiologis seseorang akan sangat berpengaruh dalam menjalankan aktivitas sehari-hari, terutama dalam hal berpikir.



- 2) Emosional, bukan hanya fisiologis namun juga psikologis juga berpengaruh dalam kemampuan seseorang untuk mengontrol emosionalnya untuk berpikir secara kritis.
- 3) Perkembangan intelektual, merupakan tingkat kemampuan kecerdasan seseorang.
- 4) Motivasi, dimana bisa berupa motivasi internal yang berasal dari dalam diri pribadi seseorang dan motivasi eksternal yang berasal dari orang-orang dan lingkungan sekitarnya.

d. Indikator Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan seseorang untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan berbagai informasi yang relevan, mampu menemukan alternatif pemecahan masalah, menyimpulkan, mengemukakan pendapat, serta mampu mengevaluasi argumen (Latifah, Ashari, & Kurniawan, 2020). Indikator berpikir kritis meliputi, kemampuan menganalisis, menyintesis, memecahkan masalah, menyimpulkan, dan mengevaluasi (Nikita, Leksmono, & Harijanto, 2018).

Menurut Ennis (2011) indikator berpikir kritis adalah antara lain:

- 1) Memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*).
- 2) Membangun keterampilan dasar (*basic support*).
- 3) Menyimpulkan (*inference*).
- 4) Membuat penjelasan lebih lanjut (*advance clarification*).

5) Mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*).

Menurut Facione, ada enam indikator berpikir kritis, yaitu *Interpretation* (menginterpretasi), *Analysis* (menganalisis), *Evaluation* (mengevaluasi), *Inference* (menyimpulkan), *Explanation* (menjelaskan), *Self regulation* (meregulasikan diri) (Purbonugroho, Wibowo, & Kurniawan, 2020). Menurut Angelo, indikator berpikir kritis adalah kegiatan berpikir yang tinggi dengan mengaplikasikannya secara rasional, yang meliputi menganalisis, menyintesis, memecahkan masalah, menyimpulkan, mengevaluasi (Santoso, 2009).

Berdasarkan indikator-indikator berpikir kritis yang telah dikemukakan sebelumnya, maka pada penelitian ini peneliti mengadaptasi lima indikator berpikir kritis yang dikemukakan oleh Angelo dengan indikator: 1) Menganalisis, 2) Menyintesis, 3) Memecahkan masalah, 4) Menyimpulkan, dan 5) Mengevaluasi.

6. Kemandirian Belajar

a. Pengertian Kemandirian Belajar

Kemandirian merupakan kemampuan seseorang untuk berinisiatif, percaya diri, dan bertanggung jawab terhadap segala sesuatu yang dikerjakannya tanpa bantuan orang lain. Kemandirian belajar peserta didik adalah kemampuan peserta didik dalam memecahkan suatu permasalahan yang diperolehnya dalam kegiatan pembelajaran dengan rasa percaya diri menemukan jalan keluar

berdasarkan inisiatif dan kemampuan diri pribadi, serta bertanggung jawab atas strategi belajar yang dilakukannya (Fidiana, S, & D, 2012). Menurut Johnson (2014), kemandirian belajar merupakan suatu kegiatan proses pembelajaran yang mengarahkan peserta didik untuk melaksanakan tindakan secara mandiri yang terkadang melibatkan satu orang atau satu kelompok yang disebut pembelajaran mandiri.

Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemandirian belajar merupakan kemampuan peserta didik untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran baik itu menyelesaikan permasalahan, menemukan jalan keluar, maupun melakukan tindakan lainnya secara mandiri, inisiatif, berdasarkan kemampuan, dan bertanggung jawab tanpa terikat dengan orang lain.

b. Ciri-Ciri Kemandirian Belajar

Menurut Thoha (1996), kemandirian belajar peserta didik terbagi dalam beberapa ciri sebagai berikut:

- 1) Mampu berpikir secara inovatif, kritis, dan kreatif.
- 2) Tidak lari dari permasalahan yang dihadapi.
- 3) Memiliki pendirian yang tidak mudah terpengaruh oleh pendapat orang lain.
- 4) Mampu memecahkan permasalahan yang dihadapi secara mandiri tanpa melibatkan orang lain.
- 5) Memecahkan permasalahan dengan memikirkan secara matang dan mendalam.

- 6) Tetap optimis dan percaya diri meskipun berbeda dari orang lain.
- 7) Melakukan pekerjaan dengan ketekunan dan kedisiplinan.
- 8) Bertanggung jawab atas tindakan dan pilihan yang diambilnya.

c. Faktor yang Memengaruhi Kemandirian Belajar

Ada tiga faktor yang memengaruhi kemandirian peserta didik, yaitu (Ali & Asrori, 2005):

- 1) Gen orang tua atau keturunan, dimana ketika orang tua memiliki sifat kemandirian belajar didalam dirinya maka keturunannya memungkinkan untuk memperoleh sifat yang sama.
- 2) Pola asuh keluarga, selain faktor genetik, tata cara orang tua dan keluarga mengasuh dan mendidik pun bisa menjadi faktor tumbuhnya kemandirian belajar peserta didik.
- 3) Sistem pendidikan guru dan lingkungan sekolah, selain dari dalam lingkungan rumahnya, pembentukan sifat dan karakter peserta didik tentu juga berpengaruh dari bagaimana sistem pendidikan yang diberikan di sekolahnya. Karena, peserta didik cenderung lebih banyak menghabiskan waktunya dilingkungan luar dan sekolah dibandingkan dirumah.

Menurut Walgito (1997), kemandirian belajar peserta didik bisa disebabkan karena dua faktor, yaitu faktor eksogen dan faktor endogen. Faktor eksogen atau dari luar diri pribadinya misalnya berasal dari keluarga, lingkungan bermain, lingkungan sekolah, maupun sosial masyarakat. Faktor endogen berasal dari dalam pribadi

peserta didik yang berkaitan dengan fisiologis (kesehatan jasmani dan kondisi fisik) dan juga psikologisnya (bakat, minat, kecerdasan, motivasi).

d. Indikator Kemandirian Belajar

Indikator kemandirian belajar peserta didik adalah inisiatif, percaya diri, dan bertanggung jawab. Berdasarkan penelitian terdahulu, indikator kemandirian belajar peserta didik antara lain, memiliki sifat percaya diri, inisiatif, motivasi, disiplin, dan bertanggung jawab dalam proses pembelajaran (Pramana & Dewi, 2014).

Indikator kemandirian belajar peserta didik menurut Sumarmo adalah sebagai berikut (Sumarmo, 2003):

- 1) Inisiatif belajar.
- 2) Mendiagnosa kebutuhan belajar.
- 3) Menetapkan target atau tujuan belajar, memonitor, mengatur dan mengontrol waktu belajar .
- 4) Memandang kesulitan dalam belajar sebagai sebuah tantangan.
- 5) Memanfaatkan dan mencari sumber yang relevan.
- 6) Memilih dan menerapkan strategi belajar.
- 7) Mengevaluasi proses dan hasil belajar.
- 8) Mempunyai *self efficacy* (konsep diri).

Indikator kemandirian belajar menurut Mudjiman (2006), kemandirian seseorang dalam belajar dapat dilihat dari beberapa

indikator yang terdiri dari: 1) Percaya diri, 2) Aktif dalam kegiatan pembelajaran, 3) Disiplin, dan 4) Bertanggung jawab dalam belajar.

Berdasarkan paparan tersebut, indikator kemandirian belajar yang digunakan oleh peneliti adalah: 1) sikap percaya diri, 2) inisiatif, 3) motivasi, 4) disiplin, dan 5) bertanggung jawab dalam proses pembelajaran.

## 7. Suhu, Kalor, dan Perpindahan Kalor

### a. Suhu

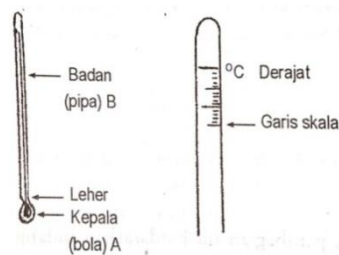
#### 1) Pengertian suhu

Suhu merupakan suatu besaran pokok yang menyatakan ukuran atau derajat panas/dingin suatu benda. Ketika sebuah benda dipanaskan atau didinginkan, sebagian dari sifat fisisnya akan mengalami perubahan seperti volume zat, panjang, hambatan listrik, tekanan gas pada volume tetap, volume gas pada tekanan tetap, dan warna nyala suatu zat. Perubahan sifat fisis suatu zat tersebut disebut dengan sifat termometrik zat (Giancoli, 2014).

Suhu adalah besaran yang dimiliki oleh dua sistem yang berada dalam kesetimbangan termal. Kesetimbangan termal merupakan suatu keadaan kalor berpindah dari sistem bersuhu lebih tinggi ke sistem yang bersuhu lebih rendah, sehingga pada keadaan akhir kedua sistem tersebut memiliki suhu yang sama (Tipler, 1998).



## 2) Alat ukur suhu



**Gambar 2.1** Termometer raksa

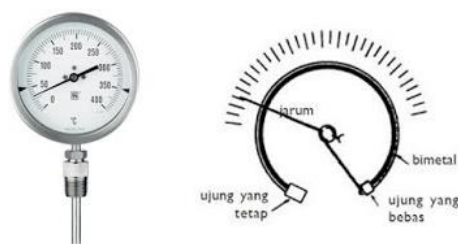
*Sumber:* (Gabriel, 2001)

Alat untuk mengukur suhu disebut dengan termometer. Termometer yang pertama kali dibuat oleh Galileo-Galilei (1564-1642) yang diberi nama termometer udara. Kemudian, termometer berkembang dimana pengukuran suhunya dibantu dengan air raksa yang disebut dengan termometer raksa.

Selain termometer raksa, ada beberapa jenis termometer yang sering digunakan, yaitu:

## a) Termometer bimetal

Termometer bimetal merupakan termometer yang memanfaatkan perbedaan muai antardua buah keping logam. Dua buah logam yang memiliki koefisien muai berbeda yaitu perunggu dan invar disatukan (bimetal) (Surya Y. , 2009) .

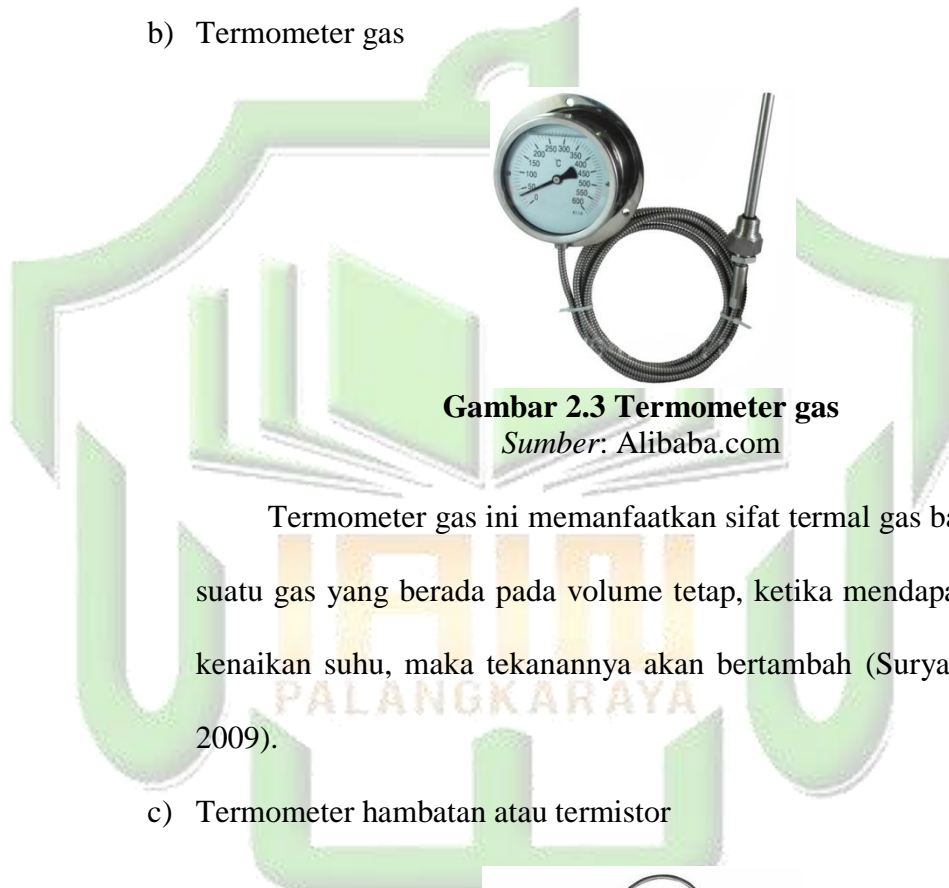


**Gambar 2.2** Termometer bimetal

*Sumber:* Sumber Belajar Kemdikbud.com

Salah satu ujung bimetal yang terbuat dari perunggu merupakan jenis logam yang lebih cepat memuai dibandingkan dengan invar. Ketika keping logam tersebut dipanaskan, maka keping tersebut akan melengkung dan menggerakkan jarum penunjuk skala (Surya Y. , 2009).

b) Termometer gas



**Gambar 2.3 Termometer gas**

*Sumber: Alibaba.com*

Termometer gas ini memanfaatkan sifat termal gas bahwa suatu gas yang berada pada volume tetap, ketika mendapatkan kenaikan suhu, maka tekanannya akan bertambah (Surya Y. , 2009).

c) Termometer hambatan atau termistor



**Gambar 2.4 Termometer termistor**

*Sumber: Artikelmateri.com*

Pada termometer termistor yang menjadi komponen utama dari alat ukur ini adalah termistor. Dimana, termistor ini merupakan suatu komponen elektronika yang dapat mengalami perubahan nilai hambatan. Apabila termistor mendapatkan kenaikan suhu, maka hambatannya akan turun atau berkurang. Hambatan listrik tersebut terhubung pada sebuah rangkaian yang memiliki skala terkalibrasi dalam satuan derajat suhu. Dengan begitu, layar monitor akan menunjukkan skala suhu yang terukur (Surya Y. , 2009).

d) Pyrometer

Pyrometer merupakan jenis termometer yang memiliki kemampuan untuk mengukur suhu yang sangat tinggi. Termometer jenis ini digunakan dengan mengukur radiasi panas pada suatu benda. Penggunaan pyrometer hanya pada benda-benda dengan suhu yang sangat panas. Sebab, apabila mengukur suhu pada benda yang sangat panas dengan menggunakan termometer logam biasa, maka logam tersebut dapat melebur (Surya Y. , 2009).

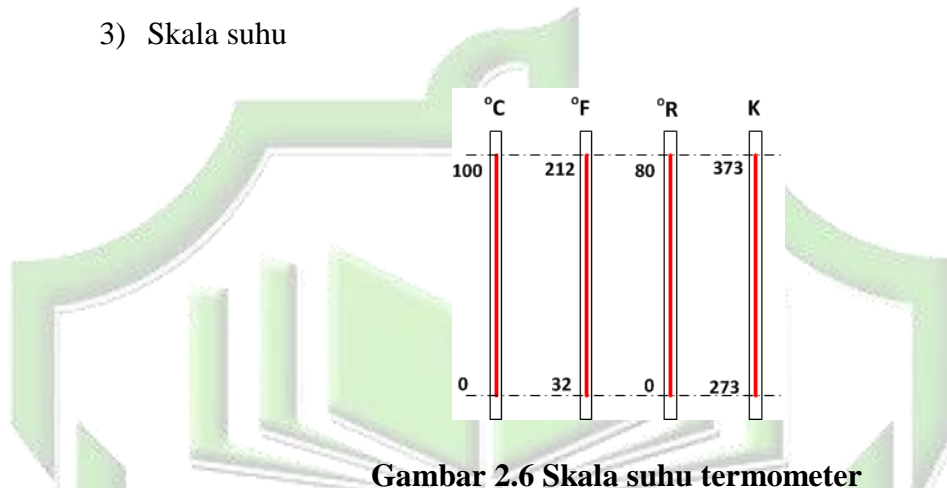


**Gambar 2.5 Pyrometer**

*Sumber: pce-instrument.com*

Kemampuan pyrometer dalam mengukur radiasi suatu benda adalah hingga mencapai lebih dari  $1000^{\circ}\text{C}$ , seperti mengukur suhu pada peleburan logam atau suhu pada permukaan matahari (Pustaka, 2006).

### 3) Skala suhu



**Gambar 2.6 Skala suhu termometer**

*Sumber: www.fisikasekolah.com*

Termometer memiliki beberapa skala ukur suhu, dimana setiap skalanya memiliki satuan besaran yang berbeda, antara lain (Gabriel, 2001):

- a) Skala Reamur (1731) ditemukan oleh ilmuwan bernama Rene Reamur. Satuan suhu Reamur ini dipakai di beberapa negara Eropa, namun penggunaannya tidak terlalu populer. Skala Reamur memiliki rentang  $0^{\circ} - 80^{\circ}$  terdapat 80 bagian.
- b) Skala Celcius (1743) ditemukan oleh Andere Celcius. Satuan suhu ini banyak digunakan diseluruh dunia dalam berbagai bidang seperti kedokteran, klimatologi, maupun meteorologi.

Selain itu, penggunaan satuan suhu Celcius juga dianjurkan oleh WHO. Skala Celcius berada pada rentang  $0^{\circ}$  -  $100^{\circ}$  terdapat 100 bagian.

- c) Skala Kelvin (1848) dibuat oleh William Thomson (Lord Kelvin). Satuan Kelvin merupakan satuan internasional yang disebut pula dengan satuan Amstrong ( $A^{\circ}$ ). Skala Kelvin memiliki rentang  $273 - 373$  terdapat 100 bagian.
- d) Skala Fahrenheit (1924) dibuat oleh Gabriel Daniel Fahrenheit. Satuan suhu ini banyak digunakan di negara Inggris dan Amerika Serikat. Skala Fahrenheit memiliki rentang skala  $32^{\circ}$ - $212^{\circ}$  terdapat 180 bagian.

Berdasarkan pembagian skala menurut Reamur, Celcius, Kelvin, dan Fahrenheit, maka dibuat rumus untuk mengonversikan suhu dari satu derajat satuan ke derajat satuan lainnya, antara lain (Giancoli, 2014):

$$T^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}T^{\circ}\text{F} - 32 \quad \text{atau} \quad T^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}T^{\circ}\text{C} + 32 \quad (2.1)$$

$$T^{\circ}\text{C} = \frac{5}{4}T^{\circ}\text{R} \quad \text{atau} \quad T^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5}T^{\circ}\text{C} \quad (2.2)$$

$$T^{\circ}\text{C} = (\text{TK} - 273) \quad \text{atau} \quad \text{TK} = (T^{\circ}\text{C} + 273) \quad (2.3)$$

**Tabel 2.2 Konversi Satuan Suhu (Temperatur)**

Celcius	Kelvin	Fahrenheit	Reamur
100	373,15	212	80
0	273,15	32	0

(Giancoli, 2014)

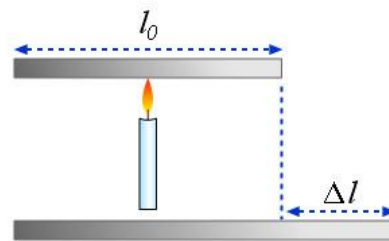
## b. Pemuaian

### 1) Pengertian pemuaian

Semua benda yang mengalami pemanasan pasti akan mengalami pemuaian. Pemuaian merupakan perubahan benda yang terjadi karena adanya proses pemanasan. Pemuaian yang terjadi pada suatu benda berbeda-beda tergantung dari besarnya suhu dan koefisien muai dari benda tersebut (Surya Y. , 2009). Pemuaian pada benda padat dapat berupa penambahan panjang, luas, maupun volumenya.

### 2) Macam-macam pemuaian

#### a) Muai panjang



**Gambar 2.7 Pemuaian panjang pada sebuah batang logam yang dipanaskan**

*Sumber: sumber.belajar.kemdikbud.go.id*

Benda padat yang umumnya berbentuk batang, apabila dipanaskan atau mendapatkan energi panas maka akan mengalami pemuaian, berupa penambahan panjang benda. Suatu batang benda yang awalnya memiliki panjang sebesar  $l_0$ , ketika dipanaskan dengan suhu sebesar  $\Delta T$ , maka panjang batang tersebut akan bertambah sepanjang  $\Delta l$  berdasarkan



koefisien muai panjangnya ( $\alpha$ ). Adapun persamaan matematis untuk pertambahan panjang benda dirumuskan pada persamaan (2.5) berikut.

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta T \quad (2.4)$$

Berdasarkan persamaan (2.4), dapat diperoleh bahwa koefisien muai panjang benda adalah:

$$\alpha = \frac{\Delta l / l_0}{\Delta T} \quad (2.5)$$

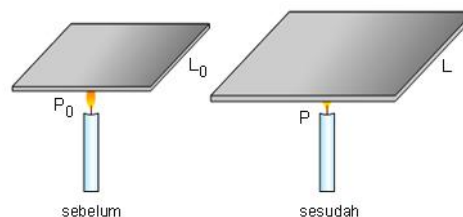
Koefisien muai panjang beberapa zat pada suhu kamar ( $25^\circ\text{C}$ ) ditunjukkan pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Koefisien Muai panjang pada suhu kamar ( $25^\circ\text{C}$ )**

Zat	Koefisien muai panjang ( $1^\circ\text{C}$ )	Zat	Koefisien muai panjang ( $1^\circ\text{C}$ )
Timbal	$29 \times 10^{-6}$	Bensin	$9,6 \times 10^{-4}$
Aluminium	$24 \times 10^{-6}$	Terpentin	$9,0 \times 10^{-4}$
Kuningan	$19 \times 10^{-6}$	Gliserin	$4,85 \times 10^{-4}$
Tembaga	$17 \times 10^{-6}$	Raksa	$1,82 \times 10^{-4}$
Baja	$11 \times 10^{-6}$	Aseton	$1,5 \times 10^{-4}$
Kaca (biasa)	$9 \times 10^{-6}$	Benzena	$1,24 \times 10^{-4}$
Kaca (pyrex)	$3,2 \times 10^{-6}$	Alkohol	$1,12 \times 10^{-4}$
Invar	$0,9 \times 10^{-6}$	Udara	$3,67 \times 10^{-3}$

(Surya Y. , 2009)

b) Muai luas



**Gambar 2.8 Pemuaiian luas sebuah benda berbentuk persegi akibat dipanaskan**

*Sumber:* sumber.belajar.kemdikbud.go.id

Sebuah penampang berbentuk persegi panjang tipis yang apabila dipanaskan, akan mengalami pemuaian luas. Pertambahan luas benda tersebut dapat terjadi disebabkan adanya pertambahan suhu yang dinaikkan sebesar  $\Delta T$ . Adapun persamaan matematis untuk pertambahan luas benda tersebut terdapat pada persamaan (2.6).

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T \quad (2.6)$$

$\beta$  = koefisien muai luas dalam ( $^{\circ}\text{C}$ )

$A_0$  = luas mula-mula ( $\text{m}^2$ )

$\Delta T = T - T_0$  = perubahan suhu (K atau  $^{\circ}\text{C}$ )

$A_0 = A - A_0$  = perubahan luas ( $\text{m}^2$ )

$A$  = luas pada suhu  $T$  ( $\text{m}^2$ )

Koefisien muai luas  $\beta$  apabila dihubungkan dengan koefisien muai panjang  $\alpha$ , maka dapat dinyatakan:

$$\beta = 2\alpha \quad (2.7)$$

(Surya Y., 2009)

### c) Muai volume

Pemuaian volume atau bisa juga disebut pemuaian ruang terjadi pada benda yang berbentuk tiga dimensi seperti balok, kubus, bola, kerucut, tabung, dan sebagainya. Pertambahan volume terjadi ketika benda tersebut dipanaskan, sehingga akan mengalami pertambahan volume sebesar  $\Delta V$  dengan koefisien

muai volume  $\gamma$ , dapat dinyatakan dengan persamaan (Surya Y., 2009):

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T \quad (2.8)$$

$\gamma$  = koefisien muai volume dalam ( $^{\circ}\text{C}$ )

$V_0$  = volume mula-mula benda ( $\text{m}^3$ )

$\Delta T = T - T_0$  = perubahan suhu (K atau  $^{\circ}\text{C}$ )

$V_0 = V - V_0$  = perubahan luas ( $\text{m}^3$ )

$V$  = volume benda pada suhu T ( $\text{m}^3$ )

Koefisien muai volume  $\gamma$  dihubungkan dengan muai panjang  $\alpha$ , maka:

$$\gamma = 3\alpha \quad (2.9)$$

Kenaikan volume pada zat padat relatif lebih kecil dibandingkan dengan zat cair. Hal ini disebabkan karena zat cair memiliki koefisien muai yang volume yang relatif lebih besar dibandingkan dengan koefisien muai volume zat padat. Sehingga, kenaikan volume zat padat boleh diabaikan terhadap kenaikan volume zat cair (Surya Y., 2009).

#### d) Pemuaiian gas

Proses pemuaiian pada gas ini dapat dilihat pada saat memanaskan balon udara. Ketika balon udara mendapatkan energi panas, maka volume gas pada balon udara akan bertambah. Pemuaiian gas dengan tekanan yang konstan dapat dinyatakan dengan persamaan (2.10).

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (2.10)$$

Dimana,  $V_1$  dan  $T$  menyatakan volume dan suhu awal, sedangkan  $V_2$  menyatakan volume gas setelah mendapatkan penambahan panas sebesar  $T_2$ , dengan nilai  $V \propto T$  atau volume gas sebanding dengan suhunya (Surya Y. , 2009).

Pemuaian gas dengan volume yang konstan dapat dinyatakan dengan persamaan (2.11).

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (2.11)$$

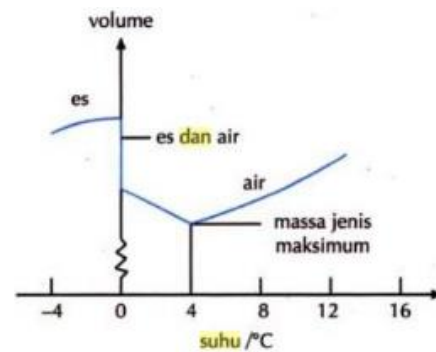
Dimana,  $P_1$  dan  $T_1$  menyatakan volume dan suhu awal, sedangkan  $P_2$  menyatakan volume gas setelah mendapatkan penambahan panas sebesar  $T_2$ , dengan nilai  $P \propto T$  atau volume gas sebanding dengan suhunya (Surya Y. , 2009).

Persamaan (2.10) dan (2.11) dapat disatukan sehingga didapatkan sebuah persamaan yang bernama persamaan Boyle Gay-Lussac, yang dirumuskan:

$$\frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2} \quad (2.12)$$

#### e) Anomali air

Zat cair pada umumnya akan mengalami pemuaian apabila dipanaskan dan akan menyusut apabila didinginkan. Akan tetapi, hal ini tidak berlaku bagi air. Air memiliki sifat unik yang bertolak belakang dengan ketentuan pemuaian pada zat cair secara umum.



**Gambar 2.9 Sifat anomali air**

*Sumber: Prasodjo,dkk, 2006*

Pada suhu pemanasan sekitar  $0^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C}$ , air akan mengalami penyusutan. Sedangkan pada suhu pendinginan sekitar  $0^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C}$ , air justru akan mengalami pemuaian. Sifat pemuaian yang tidak teratur inilah yang kemudian disebut dengan anomali air (Prasodjo & dkk, 2006).

c. Kalor

1) Pengertian kalor

Kalor merupakan suatu bentuk energi yang berpindah dari suatu zat ke zat yang lain karena adanya perbedaan suhu atau temperatur (Ishaq, 2007). Kalor adalah energi yang ditransfer melalui sistem dan lingkungannya disebabkan adanya perbedaan suhu antara sistem dan lingkungan (Halliday, Resnick, & Walker, 2010). Kalor berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Satuan kalor secara umum dalam fisika adalah joule. Sedangkan satuan panas dalam kalor dapat juga dinyatakan dalam kalori (Kal). Satuan kalori digunakan untuk

menyatakan kandungan energi. Hubungan antara joule dan kalori dinyatakan dengan:

$$1 \text{ kal} = 4,184 \text{ J} = 4,2 \text{ J} \quad (2.13)$$

$$1 \text{ Joule} = 0,24 \text{ kal} \quad (2.14)$$

(Bueche, 1989).

## 2) Pengaruh kalor terhadap benda

Kalor adalah suatu energi yang dilepaskan atau diterima oleh suatu benda. Perpindahan kalor yang terjadi ini menyebabkan perubahan suhu dan juga wujud benda. Ketika kalor dilepaskan kepada suatu benda maka suhu benda yang menerima kalor tersebut akan bertambah, dan sebaliknya kalor yang berpindah juga dapat menyebabkan suhu suatu benda berkurang. Kalor yang diserap atau dilepaskan suatu benda bermassa  $m$  dengan kapasitas kalor sebesar  $c$  akan mengalami perubahan suhu sebesar  $\Delta T$  (Bueche, 1989):

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (2.15)$$

Satuan untuk  $c$  atau kalor jenis adalah  $\text{J/kg} \cdot \text{K}$  atau  $\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Jika  $m$  sebesar  $1 \text{ kg}$  dan  $\Delta T$  adalah sebesar  $1 \text{ K}$ , maka akan diperoleh:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = c$$

$$Q = c \quad (2.16)$$



Berdasarkan persamaan (2.17), diperoleh kesimpulan bahwa massa jenis merupakan kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebesar 1 K untuk 1 kg zat.

**Tabel 2.4** Kalor jenis zat pada suhu 20°C dan tekanan 1 atm

Zat	Kalor jenis (J/kg · K)
Air	4.190
Tubuh manusia	3.470
Alcohol	2.430
Es (-5°C)	2.100
Udara	1.000
Aluminium	900
Marmmer	860
Kaca	840
Besi	450
Tembaga	390
Perunggu	386
Kuningan	380
Perak	236
Raksa	140
Timbal	128

(Halliday, Resnisk, & Walker, 2010)

Kapasitas kalor atau kapasitas panas merupakan banyaknya kalor yang diperlukan untuk dapat menaikkan suhu benda sebesar 1 K. Adapun persamaan matematis untuk kapasitas kalor (C) dirumuskan dalam persamaan (2.17).

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (2.17)$$

### 3) Azas Black

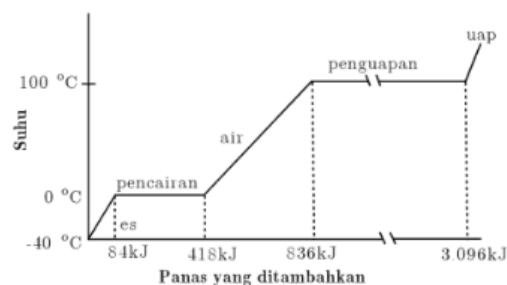
Dua jenis zat cair yang salah satunya memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan lainnya, akan memiliki perbedaan energi.

Zat cair yang bersuhu lebih tinggi akan memiliki energi yang lebih besar dibandingkan dengan zat cair yang bersuhu lebih rendah. Ketika kedua zat cair tersebut dicampurkan, maka kalor yang berada pada zat yang bersuhu lebih tinggi akan mengalir ke zat yang suhunya lebih rendah sehingga, terjadilah keseimbangan energi panas. Peristiwa ini disebut dengan azas Black (Prasodjo & dkk, 2006).

$$Q_{lepas} = Q_{terima} \quad (2.18)$$

#### 4) Kalor lebur dan kalor uap

Kalor juga mampu mengubah wujud zat suatu benda, dimana benda tersebut bisa berubah wujud menjadi padat, cair, maupun gas. Suatu benda juga dapat mengalami peleburan dan penguapan apabila dipanaskan maupun mendapatkan energi panas. Hal ini terjadi karena adanya perubahan suhu yang mengakibatkan perpindahan kalor dari benda tersebut.



**Gambar 2.10** Diagram proses peleburan dan penguapan

*Sumber: Surya Y., 2009*

Kalor lebur pada suatu benda padat berkrystal adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk meleburkan satu satuan benda

bermassa  $m$  dengan suhu tetap. Sedangkan, kalor uap cairan adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menguapkan satu satuan benda bermassa  $m$  pada suhu tetap. Dengan persamaan kalor lebur dan kalor uap sebagai berikut (Bueche, 1989):

$$Q = m L_f \quad (2.19)$$

$$Q = m L_v \quad (2.20)$$

Adapula yang disebut dengan kalor sublimasi benda padat, yaitu jumlah kalor yang diperlukan untuk mengubah satu satuan massa padatan menjadi uap pada suhu tetap (Bueche, 1989). Jumlah kalor yang diperlukan untuk mengubah suatu zat dari satu fase ke fase yang lain dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$dQ = dm \cdot H \quad (2.21)$$

atau

$$Q = m \cdot H \quad (2.22)$$

Berikut ini adalah data kalor lebur dan kalor uap pada beberapa jenis zat.

**Tabel 2.5 Kalor lebur dan kalor penguapan dari beberapa jenis bahan pada tekanan 1 atm**

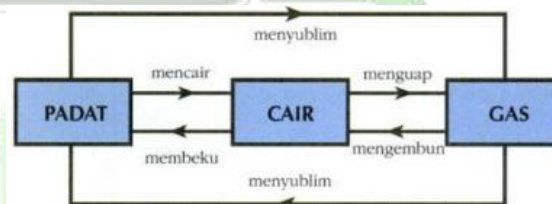
Zat	Kalor lebur $H_f$ (kJ/kg)	Kalor uap $H_v$ (kJ/kg)
Alkohol	109	879
Karbondioksida	-	573
Tembaga	205	4726
Emas	62,8	1701
Helium	5,23	21
Timah	24,7	858
Merkuri	11,3	296
Oksigen	13,8	213

Air	333,5	2257
-----	-------	------

(Bueche, 1989)

### 5) Perubahan wujud benda

Suatu benda yang apabila mengalami proses pemindahan kalor (pemanasan atau pendinginan), maka benda tersebut akan mengalami perubahan wujud.



**Gambar 2.11 Diagram perubahan wujud zat**

*Sumber: Prasodjo dkk., 2006*

Pada gambar 2.11 menunjukkan sebuah diagram perubahan wujud zat pada zat padat, cair, dan gas. Perubahan wujud zat tersebut terdiri dari (Surya Y., 2009):

- Mencair, yaitu perubahan wujud benda padat menjadi cair.
- Membeku, yaitu perubahan wujud benda cair menjadi padat.
- Menguap, yaitu perubahan wujud benda cair menjadi gas.
- Mengembun, yaitu perubahan wujud zat gas menjadi cair.
- Menyublim, merupakan proses perubahan wujud benda padat menjadi gas maupun sebaliknya.

Suatu zat memiliki titik lebur dan titik didih berdasarkan perubahan suhu yang terjadi pada zat tersebut. Titik lebur dan titik didih beberapa zat ditunjukkan pada tabel 2.6 berikut.

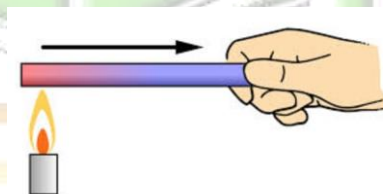
**Tabel 2.6 Titik Lebur dan Titik Beku Zat**

Zat	Titik lebur (°C)	Titik didih (°C)
Helium	-271	-269
Hidrogen	-259	-253
Oksigen	-219	-183
Nitrogen	-210	-196
Alkohol (etil)	-114	78
Raksa	-39	357
Air	0	100
Timbal	327	1.750
Perak	960,8	2.193
Emas	1.063	2.660
Tembaga	1.083	1.187
Besi	1.535	3.000

(Young & Freedman, 2002)

#### d. Perpindahan Kalor

##### 1) Konduksi



**Gambar 2.12 Konduksi pada sebuah batang logam**

*Sumber: kumparan.com*

Perpindahan kalor secara konduksi adalah berpindahnya energi kalor melalui interaksi antara atom atau molekul, meskipun atom atau molekul ini tidak ikut berpindah. Konduksi adalah sebuah proses perpindahan kalor yang melalui hantaran energi panas (Giancoli, 2014). Konduksi ini ditandai dengan tumbukan molekul-molekul tanpa disertainya perpindahan partikel. Contoh konduksi dalam kehidupan sehari-hari adalah pada saat membuat

teh kemudian memasukkan sebuah sendok ke dalam teh, gula, dan air panas yang menjadi satu. Jadi, ketika sendok tersebut diangkat maka akan terasa panas juga. Tingkat konduksi atau jumlah energi yang ditransfer per satuan waktu adalah sebesar (Halliday, Resnick, & Walker, 2010):

$$P_{\text{cond}} = \frac{Q}{t} = kA \frac{T_h - T_c}{L} \quad (2.23)$$

Dimana  $T_h$  adalah suhu panas benda,  $T_c$  suhu dingin benda,  $A$  luas penampang,  $L$  jarak kedua benda, dan  $k$  adalah konstanta konduktivitas termal yang bergantung pada bahan suatu lempengan.

**Tabel 2.7 Konstanta Konduktivitas Termal Zat**

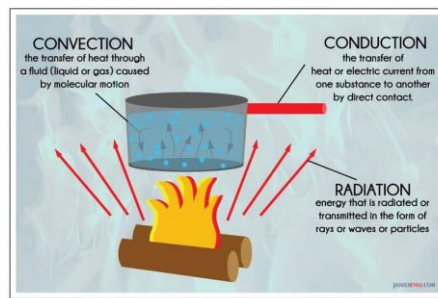
Zat	k (W/mK)	Zat	k (W/mK)
Perak	406	Air	0,6
Tembaga	380	Kayu	0,13
Aluminium	205	Gabus	0,04
Perunggu	109	Bulu halus	0,02
Besi	50	Kapuk	0,03
Es	1,6	Gas hidrogen	0,13
Kaca, Bata, Beton	0,84	Udara	0,024

(Giancoli, 2014)

Konduksi termal dalam kehidupan sehari-hari juga dapat dilihat pada jendela kaca yang berperan sebagai insulator (mencegah penghantaran panas).



## 2) Konveksi

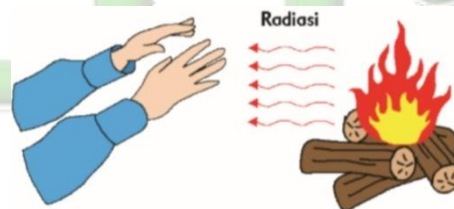


**Gambar 2.13** Proses perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi

*Sumber: Kompas.com*

Konveksi adalah perpindahan panas oleh gerakan massa pada fluida dari satu daerah ruang ke daerah lainnya. Jika aliran disebabkan karena perbedaan densitas akibat ekspansi termal, seperti udara panas yang naik, maka proses ini disebut konveksi alami atau konveksi bebas. Perpindahan panas konveksi merupakan proses yang sangat kompleks dan tidak ada persamaan sederhana untuk mendeskripsikannya (Young & Freedman, 2002).

## 3) Radiasi



**Gambar 2.14** Radiasi panas

*Sumber: tribunnews.com*

Radiasi merupakan perpindahan panas oleh gelombang elektromagnetik seperti cahaya tampak, inframerah, dan radiasi

ultraviolet. Pada konduksi dan konveksi memerlukan materi sebagai media untuk membawa kalor dari tempat yang bersuhu lebih panas ke tempat yang bersuhu lebih dingin. Akan tetapi, pada proses perpindahan panas radiasi, perpindahan tersebut terjadi tanpa melalui media atau perantara apapun (Giancoli, 2014). Laju sebuah benda meradiasikan energi dinyatakan dengan persamaan (Giancoli, 2014):

$$\frac{Q}{t} = \epsilon \sigma A T^4 \quad (2.24)$$

Persamaan (2.24) disebut dengan persamaan Stefan-Boltzmann, dimana  $\sigma$  adalah tetapan Stefan-Boltzmann dengan nilai  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2\text{K}^4$ . Faktor  $\epsilon$  disebut emisivitas yaitu bilangan antara 0 dan 1 karakter permukaan material yang teradiasi. Permukaan yang sangat hitam mempunyai emisivitas mendekati 1.

## B. Penelitian yang Relevan

1. Penelitian dengan judul “Pengembangan *E-Module* Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) Pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor, dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA”, memberikan hasil validasi ahli yang berada dalam kategori sangat valid. Berdasarkan hasil respon guru dan uji coba dalam kelompok kecil yang telah dilakukan diperoleh rata-rata sebesar 3,89 dan persentase 97,5% yang

berada dalam kategori sangat valid (Nengsih, 2021). E-modul ini sudah melalui tahap validasi dan siap untuk diterapkan di sekolah sebagai bahan ajar. E-modul berbasis STEM ini yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian efektivitas.

2. Penelitian dengan judul “Pengembangan Modul Fisika STEM Terintegrasi Kearifan Lokal ‘Beduk’ untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik SMP”, menyatakan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik yang awalnya sebesar 54,5 dalam kategori cukup kreatif, setelah penggunaan modul meningkat menjadi 85,25 dalam kategori sangat kreatif (Almuharomah, Mayasari, & Kurniadi, 2019). Sehingga, membuktikan bahwa penggunaan modul fisika yang berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Penelitian tersebut relevan dengan penelitian yang dilakukan karena memiliki persamaan dalam penggunaan pendekatan STEM yang dapat meningkatkan kemampuan peserta didik. Perbedaannya terletak pada variabel yang digunakan dalam penelitian, dimana pada penelitian yang dilakukan memiliki variabel kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik.
3. Penelitian dengan judul “Efektivitas *E-Modul* Pembelajaran Fisika Berbasis STEM Education Terintegrasi Materi Perubahan Iklim Terhadap Kompetensi Peserta Didik”, menyatakan bahwa *e-modul* pembelajaran fisika berbasis STEM dapat meningkatkan kompetensi pengetahuan peserta didik dengan persentase 88,24% yang berada dalam kategori

efektif dan kompetensi sikap peduli lingkungan peserta didik dengan persentase sebesar 68,47% yang berada dalam kategori efektif (Gustria & Fauzi, 2020). Hal ini membuktikan bahwa penggunaan *e*-modul berbasis STEM dalam pembelajaran fisika efektif untuk meningkatkan kompetensi peserta didik. Penelitian tersebut relevan dengan penelitian yang dilakukan karena memiliki persamaan dalam mengetahui efektivitas penggunaan *e*-modul fisika berbasis STEM dalam kegiatan pembelajaran. Perbedaannya terdapat pada materi dan variabel penelitian yang digunakan. Pada penelitian tersebut materi yang digunakan dalam *e*-modul adalah perubahan iklim sedangkan pada penelitian yang dilakukan materi *e*-modul adalah suhu, kalor, dan perpindahan kalor.

4. Penelitian dengan judul “Pengembangan *E*-Modul Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik”, menyatakan bahwa adanya peningkatan hasil nilai *pretest* sebesar 33,19 menjadi 73,47 pada hasil *posttest* (Latifah, Ashari, & Kurniawan, 2020). Peningkatan ini berada dalam kategori sedang. Sehingga, dapat dikatakan bahwa *e*-modul fisika dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penelitian tersebut pun relevan dengan penelitian yang dilakukan karena memiliki kesamaan untuk melihat adanya hasil peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah menggunakan *e*-modul fisika. Perbedaan penelitian ini terletak pada basis yang digunakan. Pada penelitian ini tidak memuat basis yang digunakan sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan memuat basis berupa STEM.

5. Penelitian lainnya yang sejalan adalah “Pengembangan *E-Modul Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik SMA Kelas XI*”, yang menyatakan bahwa adanya peningkatan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik sebesar 0,81 dengan kategori meningkat (Nikita, Leksmono, & Harijanto, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa *e-modul fisika* efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik. Penelitian ini pun memiliki kesamaan untuk melihat adanya hasil peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah menggunakan *e-modul fisika*. Perbedaan penelitian ini terletak pada basis yang digunakan. Pada penelitian ini tidak memuat basis yang digunakan sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan memuat basis berupa STEM. Materi yang digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan adalah materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor.
6. Pada penelitian yang berjudul “Peningkatan Kemandirian dan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Implementasi *E-Modul Interaktif IPA Terpadu Tipe Connected* pada Materi Energi SMP/MTs”, menyatakan setiap indikator kemandirian belajar peserta didik mengalami peningkatan yang semula berada pada persentase 64,69% dengan kategori sedang menjadi sebesar 81,04% dengan kategori tinggi (Linda, Zulfarina, Mas'ud, & Putra, 2021). Hal ini membuktikan bahwa *e-modul* yang digunakan dapat meningkatkan kemandirian belajar peserta didik. Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena memiliki kesamaan pada penggunaan *e-modul* yang dapat meningkatkan kemandirian belajar

peserta didik. Perbedaannya terdapat pada *e*-modul dan materi yang digunakan serta terdapat variabel yang berbeda dari penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Pada penelitian yang dilakukan *e*-modul yang digunakan berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor.

7. Berdasarkan hasil penelitian analisis kebutuhan dalam penelitian "*The need analysis of using physic e-module based PjBL-integrated STEM: The preliminary study research as a solution to improve problem-solving skills on light refraction material*", diperoleh kesimpulan bahwa *e*-modul berbasis PjBL yang terintegrasi STEM diperlukan bagi peserta didik sebesar 61,9% (Widiyanto, Herlina, & Andra, 2021). Peserta didik merasa diperlukannya sebuah bahan ajar yang terintegrasi STEM untuk dapat meningkatkan kemampuan menyelesaikan masalah. Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena memiliki kesamaan dalam penggunaan *e*-modul STEM. Perbedaannya terdapat pada variabel yang digunakan oleh peneliti dimana pada penelitian tersebut variabel yang diteliti adalah kemampuan memecahkan masalah sedangkan pada penelitian yang dilakukan adalah kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar.
8. Dalam sebuah penelitian berjudul "*The aesthetics display, program and learning features: A validation toward STEM based e-module for learning integrated science*", penggunaan *e*-modul berbasis STEM diperlukan untuk menunjang kegiatan pembelajaran terintegrasi sains. *E*-modul dengan fitur multimedia menarik memberikan manfaat dalam



pembelajaran di kelas berbasis STEM. Hasil analisis menyatakan bahwa tampilan dan fasilitas pembelajaran yang berada dalam kategori baik, maka *e-modul* berbasis STEM ini sangat direkomendasikan untuk digunakan dalam proses belajar-mengajar di sekolah (Rochintaniawati, Agustin, & Rusyati, 2019). Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena memiliki kesamaan dalam penggunaan *e-modul* berbasis STEM. Hanya saja pada penelitian ini lebih membahas tentang tampilan *e-modul* berbasis STEM terhadap pembelajaran terintegrasi sains.

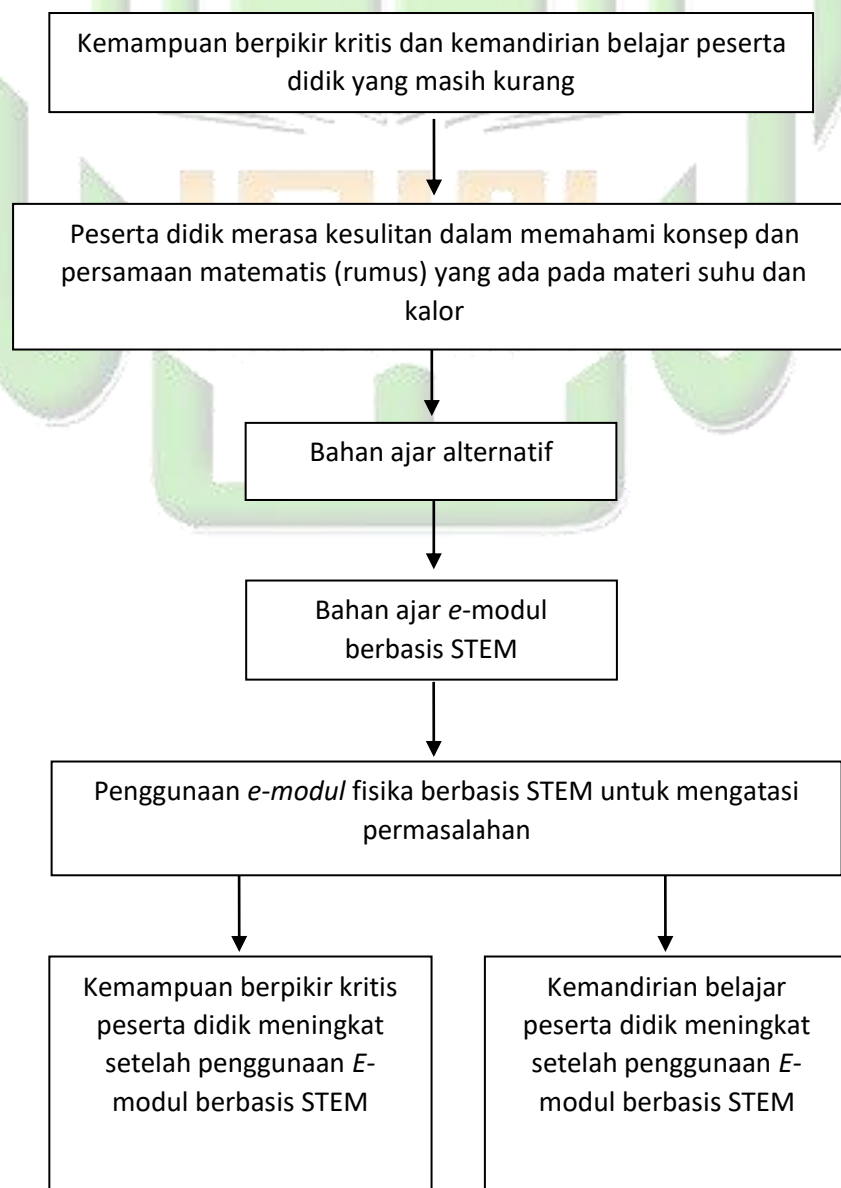
9. Penelitian yang berjudul “Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Melalui Model Pembelajaran *Flipped Classroom* dengan Pendekatan STEM” menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan model *flipped classroom* dengan pendekatan STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik (Roudlo, 2020). Kegiatan pembelajaran dengan pendekatan STEM dapat menuntut peserta didik untuk memahami materi secara mandiri dan mencari sumber pengetahuan untuk mendukung mereka dalam memahami materi secara mandiri. Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena memiliki kesamaan pada penggunaan STEM sebagai pendekatan dalam penelitian dan variabel yang diteliti yaitu kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik. Perbedaannya terletak pada model pembelajaran yang digunakan pada penelitian tersebut, yaitu *flipped classroom*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan peneliti menggunakan bahan ajar *e-modul* fisika.

### C. Kerangka Berpikir

Kemampuan untuk berpikir secara kritis sangat penting dimiliki oleh peserta didik agar dapat memahami dan menganalisa permasalahan yang ada dalam materi-materi fisika. Kesulitan peserta didik dalam menelaah materi fisika terkhusus dalam hal memahami konsep dan persamaan matematis, menyebabkan peserta didik menjadi kurang mandiri untuk belajar tanpa bimbingan dari guru. Sehingga, hal ini akan berakibat pada kurangnya ketertarikan peserta didik pada pelajaran fisika. Sedangkan, dalam menghadapi dunia modern saat ini, peserta didik harus mampu memiliki kemampuan berpikir secara kritis untuk menghadapi permasalahan dan kemandirian dalam belajar agar dapat berkembang secara mandiri dan tidak selalu bergantung kepada orang lain.

Perkembangan kurikulum yang sejalan dengan perkembangan teknologi saat ini pun menuntut peserta didik untuk dapat berpikir secara kritis dan memiliki kemandirian dalam belajar. Salah satu perkembangan kurikulum yang mulai diterapkan saat ini adalah dengan penerapan pendekatan STEM. Pendekatan STEM dianggap sangat cocok dengan kebutuhan peserta didik dalam menghadapi dunia modern. Karena, melalui pendekatan STEM peserta didik akan dilatih untuk dapat memiliki kemampuan berpikir kritis dan kemandirian dalam menghadapi permasalahan. Namun, pada kenyataannya peserta didik bahkan guru pun masih mengalami kesulitan untuk dapat menerapkan STEM dalam kegiatan pembelajaran.

Kesulitan peserta didik ini perlu mendapatkan penanganan khusus. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan sebuah bahan pembelajaran yang mendukung kebutuhan peserta didik. Bahan ajar tersebut harus mengedepankan pemahaman konsep pada materi yang memiliki banyak konsep-konsep seperti pada materi suhu dan kalor. Berkaitan dengan hal tersebut, modul elektronik menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam hal ini. Penggunaan *e-modul* yang berbasis STEM diharapkan efektif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik. Sehingga, diperoleh kerangka berpikir berdasarkan paparan diatas sebagai berikut:





**Gambar 2.15 Bagan Kerangka Berpikir**

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Metode Penelitian**

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kombinasi (*mix method*). Penelitian ini menggabungkan penelitian kuantitatif dan kualitatif dengan desain penelitian *Concurrent Embedded* atau kombinasi tidak berimbang. Desain penelitian *Concurrent embedded* adalah penelitian yang menggabungkan penelitian kuantitatif dan kualitatif dengan mengombinasikannya secara tidak seimbang (Sugiyono, 2019). Kombinasi metode penelitian yang dilakukan adalah pada teknik pengumpulan data. Penelitian kuantitatif menjadi metode primer yang digunakan dalam menganalisis data hasil kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar. Sedangkan penelitian kualitatif menjadi metode sekunder dalam mendeskripsikan data kemandirian belajar melalui wawancara.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan *e-modul* terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik. Untuk mencapai hal tersebut, maka peneliti membuat rancangan penelitian dengan menggunakan metode pra-eksperimen (*pre-experimental*). Adapun desain atau rancangan penelitian yang digunakan adalah *One Group Pretest-Posttest Design*, yaitu rancangan penelitian yang menggunakan satu kelompok yaitu kelompok studi yang diberikan tes awal sebelum penelitian,

kemudian memberikan perlakuan dan tes akhir. Desain penelitian tersebut adalah sebagai berikut (Sugiyono, 2019):

**Tabel 3.8** *One Group Pretest-Posttest Design*

$O_1$	X	$O_2$
-------	---	-------

Keterangan:

$O_1$  : *Pretest*

$O_2$  : *Posttest*

X : Perlakuan kelas dengan menerapkan *e*-modul berbasis STEM

## **B. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di MA Hidayatul Insan Palangka Raya pada peserta didik kelas XI MIA. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Oktober 2021 sampai Februari 2022. Adapun waktu pelaksanaannya adalah pada semester genap tahun pelajaran 2021/2022.

## **C. Populasi dan Sampel Penelitian**

### **1. Populasi**

Populasi merupakan wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan untuk dianalisis kemudian ditarik kesimpulannya (Morissan, 2016). Populasi dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XI MIA MA Hidayatul Insan Palangka Raya dengan total 14 orang peserta didik.



## 2. Sampel

Sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Morissan, 2016). Adapun teknik pengambilan sampel penelitian ini adalah sampel jenuh karena hanya terdiri dari satu kelas yaitu kelas XI MIA MA Hidayatul Insan Palangka Raya yang berjumlah 10 orang peserta didik.

### **D. Variabel Penelitian**

Variabel yang ada dalam penelitian ini antara lain:

1. Variabel bebas merupakan variabel yang memengaruhi variabel lainnya. Dalam penelitian ini, variabel bebas adalah *e*-modul berbasis STEM yang digunakan selama penelitian.
2. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel lainnya. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik.
3. Variabel kontrol merupakan variabel yang dikendali. Dalam penelitian ini, yang menjadi variabel kontrol adalah peneliti sebagai guru yang mengajar di kelas XI MIA MA Hidayatul Insan Palangka Raya dan instrumen yang digunakan selama penelitian.

### **E. Tahap Penelitian**

Ada beberapa tahapan yang dilakukan peneliti untuk memperoleh data hasil penelitian, yaitu sebagai berikut:

## 1. Tahap Persiapan

- a. Observasi awal, pada tahap ini dilakukan wawancara untuk mendapatkan data awal mengenai keadaan proses pembelajaran fisika yang dilaksanakan di MA Hidayatul Insan Palangka Raya.
- b. Menetapkan variabel penelitian, setelah diperoleh data awal melalui wawancara maka dilakukan identifikasi terhadap variabel penelitian.
- c. Permohonan izin penelitian kepada instansi yang terkait, pada tahap ini memberikan surat izin penelitian kepada MA Hidayatul Insan Palangka Raya.
- d. Membuat instrumen penelitian, memuat seluruh instrumen yang akan digunakan dalam penelitian. Kemudian, validasi instrumen yang dibuat sebelum diberikan kepada peserta didik.
- e. Melakukan uji coba instrumen kepada peserta didik yang bukan menjadi sampel penelitian.
- f. Menganalisis uji coba instrumen, hasil uji coba dianalisis dalam uji validitas dan reliabilitasnya.

## 2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

- a. Sampel yang terpilih akan diberikan tes awal untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik sebelum diberikan perlakuan berupa penggunaan *e*-modul berbasis STEM.
- b. Sampel yang terpilih diberikan perlakuan dengan diberikan pembelajaran menggunakan *e*-modul berbasis STEM.

- c. Sampel yang terpilih akan diberikan tes akhir untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik setelah diberikan perlakuan berupa penggunaan *e*-modul berbasis STEM.

### 3. Tahap Analisis Data

- a. Menganalisis jawaban soal esai *pretest* dan *posttest* peserta didik untuk mengetahui adanya perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah menggunakan *e*-modul berbasis STEM.
- b. Menganalisis jawaban angket peserta didik untuk mengetahui adanya perbedaan kemandirian belajar peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan *e*-modul berbasis STEM.

### 4. Tahap Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

## F. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti antara lain observasi, wawancara, tes, dan angket.

### 1. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang terdiri dari berbagai proses, seperti proses biologis dan psikologis serta proses pengamatan dan ingatan. Teknik ini sering digunakan dalam mengamati perilaku manusia, proses kerja, dan gejala alam (Sugiyono, 2019). Dalam

penelitian ini, observasi yang dilakukan berupa pengamatan langsung kegiatan belajar peserta didik dengan didukung tes kemampuan awal untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis dan kemandirian peserta didik terhadap pelajaran fisika.

## 2. Wawancara

Wawancara dilakukan peneliti apabila ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti dan apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal yang lebih mendalam dari responden dalam jumlah kecil/sedikit (Sugiyono, 2019). Wawancara yang dilakukan peneliti bertujuan untuk mengetahui latar belakang permasalahan yang dihadapi peserta didik. Kegiatan ini dilakukan dengan memberikan beberapa pertanyaan kepada guru fisika di MA Hidayatul Insan Palangka Raya terkait kegiatan pembelajaran fisika di sekolah tersebut. Selain kepada guru fisika, peneliti juga melakukan wawancara kepada peserta didik untuk mengetahui tingkat kemandirian belajar peserta didik.

Adapun daftar pertanyaan wawancara yang ditanyakan kepada peserta didik mengenai kemandirian belajar adalah:

**Tabel 3.9 Kisi-Kisi Pertanyaan Wawancara Kemandirian Belajar Peserta Didik**

No.	Indikator	Kriteria Pertanyaan	No. soal
1.	Percaya diri	- Meyakini atas usaha dan tindakan yang dilakukan	9
		- Berani menyampaikan pendapat	8
2.	Inisiatif	- Mampu belajar secara mandiri	2
		- Mencari referensi tanpa diminta orang lain	3

No.	Indikator	Kriteria Pertanyaan	No. soal
3.	Motivasi	- Minat belajar peserta didik - Cita-cita dan tujuan yang ingin dicapai	1 10
4.	Disiplin	- Mampu memanajemen waktu dengan baik - Tepat waktu dalam mengerjakan sesuatu	7 4
5.	Bertanggung jawab	- Bersungguh-sungguh dalam belajar - Menyelesaikan segala bentuk tugas yang diberikan guru	6 5

### 3. Tes

Tes merupakan suatu percobaan yang diadakan untuk mengetahui ada atau tidaknya hasil pembelajaran tertentu pada peserta didik (Morissan, 2016). Tes ini digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik. Instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam bentuk tes tertulis berupa soal-soal essay yang disusun dengan mengacu pada Kurikulum 13 pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor.

Instrumen tes berjumlah 15 soal tes, yang akan diuji tingkat validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya bedanya. Sebelumnya, peserta didik diberikan beberapa soal fisika yang bersumber dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang sudah dinilai kevalidan dan kereliabilitasnya untuk mengukur kemampuan berpikir kritis yang dimiliki pada pelajaran fisika.

**Tabel 3.10 Kisi-Kisi Soal Tes Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik**

No	Aspek kemampuan berpikir kritis	Indikator kemampuan berpikir kritis	Aspek	Materi	Butir Soal
1	Menganalisis	Peserta didik mampu	C4	Suhu	1,3,6

No	Aspek kemampuan berpikir kritis	Indikator kemampuan berpikir kritis	Aspek	Materi	Butir Soal
		untuk menganalisis hubungan konsep-konsep yang berkaitan untuk menyelesaikan soal			
2	Menyintesis	Peserta didik mampu menyusun konsep-konsep yang ada menjadi satu kesatuan yang sistematis	C6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi</li> <li>• Suhu dan pemuaiian</li> </ul>	9,15*  13
3	Memecahkan masalah	Peserta didik mampu mengatasi permasalahan dengan mengaplikasikan konsep dengan cermat dan sistematis	C3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suhu dan Pemuaiian</li> <li>• Kalor</li> <li>• Kapasitas kalor</li> </ul>	2  10  12
4	Menyimpulkan	Peserta didik mampu menyimpulkan suatu pernyataan atau permasalahan.	C5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suhu dan Pemuaiian</li> <li>• Kalor</li> <li>• Pengaruh kalor terhadap perubahan wujud benda</li> </ul>	4  7  8*
5	Mengevaluasi	Peserta didik mampu mengevaluasi atau menilai suatu pernyataan dengan melakukan perhitungan	C5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azas Black</li> <li>• Perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi</li> </ul>	14  5,11

\*: butir soal yang tidak digunakan karena tidak valid

C3: Menerapkan

C5: Mengevaluasi

C4: Menganalisis

C6: Menciptakan

Diadaptasi: (Santoso, 2009)



#### 4. Angket

Angket atau kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan dengan pilihan jawaban tersedia kepada responden untuk dijawab (Sugiyono, 2019). Penggunaan angket ini bertujuan untuk mengetahui kemandirian belajar peserta didik baik sebelum maupun sesudah diberikan perlakuan. Angket kemandirian belajar peserta didik yang digunakan sebagai instrumen memuat beberapa indikator pengamatan, seperti sikap percaya diri, inisiatif, motivasi, disiplin, dan bertanggung jawab dalam proses pembelajaran.

**Tabel 3.11 Kisi-Kisi Angket Kemandirian Belajar**

No.	Indikator kemandirian belajar	Aspek Yang Dinilai	Nomor angket (+)	Nomor angket (-)
1.	Sikap percaya diri	a. Berani menyampaikan pendapat dan masukan kepada orang lain	11	7*
		b. Memiliki keberanian untuk bertindak.	8	10
		c. Yakin terhadap diri pribadi.	24	23
2.	Inisiatif	a. Peserta didik belajar atas keinginan sendiri.	3,16	12*
		b. Peserta didik bertanya atau menjawab atas kehendak pribadi.	15	-
		c. Peserta didik mencari sumber belajar dari referensi lain tanpa diperintahkan orang lain.	1	2
3.	Motivasi	a. Memiliki minat dalam belajar fisika	27*	28
		b. Perasaan suka dan semangat dalam belajar	25	26*
		c. Memiliki cita-cita dan	30	29*

No.	Indikator kemandirian belajar	Aspek Yang Dinilai	Nomor angket (+)	Nomor angket (-)
		tujuan yang ingin dicapai		
4.	Disiplin	a. Memperhatikan penjelasan guru saat pembelajaran. b. Tidak menunda mengerjakan tugas yang diberikan guru. c. Mampu manajemen waktu dengan baik.	20 14 4	21* 13* 5
5.	Bertanggung jawab	a. Memiliki kesadaran diri sebagai peserta didik untuk belajar entah itu pribadi maupun dengan bantuan orang lain. b. Mengerjakan setiap tugas yang diberikan oleh guru. c. Ikut aktif dan bersungguh-sungguh selama kegiatan pembelajaran.	9*,17 6 18	19 22 -

\*: butir angket yang tidak digunakan karena tidak valid

Diadaptasi: (Febriastuti, 2013)

## G. Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 1. Teknik Keabsahan Data

Sebelum instrumen penelitian diberikan kepada sampel, maka perlu dilakukan pengabsahan data instrumen penelitian. Data yang telah didapatkan dikatakan absah apabila telah valid dan dapat diandalkan untuk mengemukakan data penelitian. Teknik keabsahan data digunakan untuk mengetahui kualitas instrumen yang dilihat dari segi validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya pembeda.

a. Validitas

Validitas merupakan kemampuan alat ukur dalam mengukur ketepatan keadaan yang diukur (Purwanto, 2015). Suatu instrumen penelitian dikatakan valid jika memberikan sumbangan yang besar terhadap skor total. Penelitian ini dilakukan dengan dua jenis validitas instrumen, yaitu validitas ahli instrumen dan validitas butir instrumen.

1) Validitas ahli

Proses validitas ahli pada penelitian ini dilaksanakan dengan uji validasi oleh validator instrumen yang telah ditetapkan peneliti sebelumnya. Validator ahli memberikan penilaian terkait instrumen penelitian berdasarkan ketentuan dan kriteria penilaian pada lembar validator beserta dengan saran dan masukan perbaikan instrumen. Nilai yang telah diberikan oleh validator kemudian dihitung rata-rata dan interpretasi nilainya melalui persamaan dan tabel berikut.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum total}} \times 100 \quad (3.1)$$

**Tabel 3.12 Kategori Validitas oleh Validator Ahli**

No.	Nilai	Kategori
1.	$50,00 < n \leq 100$	Valid
2.	$n \leq 50,00$	Tidak Valid

(Purwanto, 2015)

Adapun instrumen penelitian yang diuji validitasnya oleh validator ahli yaitu Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor; soal-soal yang sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kritis; serta pernyataan-pernyataan angket dan pedoman wawancara terkait kemandirian belajar peserta didik.

RPP tentang materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor yang telah dibuat oleh peneliti kemudian perlu divalidasi oleh validator ahli guna mengetahui kelayakan RPP tersebut untuk digunakan sebagai salah satu instrumen penelitian. Hasil validitas instrumen RPP yang diberikan oleh validator ahli menunjukkan nilai 75,8 yang berada dalam kategori valid. Berdasarkan penilaian validator, RPP yang dibuat oleh peneliti dikatakan valid untuk digunakan dalam pembelajaran dengan beberapa saran perbaikan yang diberikan.

Instrumen tes kemampuan berpikir kritis peserta didik juga dilakukan validasi oleh validator ahli. Tabel berikut memberikan rincian validitas instrumen tes berdasarkan penilaian validator ahli.

**Tabel 3.13 Hasil Validasi Ahli Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik**

No. soal	Nilai	Kriteria Validitas	Keterangan
1	96,67	Valid	Tanpa revisi
2	96,67	Valid	Tanpa revisi
3	95	Valid	Tanpa revisi
4	96,67	Valid	Revisi
5	93,33	Valid	Revisi
6	96,67	Valid	Revisi
7	96,67	Valid	Revisi
8	95	Valid	Tanpa revisi

No. soal	Nilai	Kriteria Validitas	Keterangan
9	96,67	Valid	Tanpa revisi
10	96,67	Valid	Tanpa revisi
11	96,67	Valid	Revisi
12	95	Valid	Tanpa revisi
13	96,67	Valid	Revisi
14	96,67	Valid	Tanpa revisi
15	96,67	Valid	Revisi

Tabel 3.6 menunjukkan validitas instrument soal tes yang akan diujicobakan kepada peserta didik. Secara keseluruhan, instrumen tes kemampuan berpikir kritis valid untuk diujicobakan kepada peserta didik. Berdasarkan tabel 3.6, soal tes pada nomor 4, 5, 6, 7, 11, 13, dan 15 perlu dilakukan revisi. Soal-soal tersebut kemudian direvisi sesuai dengan saran dari validator ahli sebelum diberikan kepada peserta didik.

Adapun instrumen angket kemandirian belajar peserta didik yang telah divalidasi oleh validator ahli ditunjukkan pada tabel berikut.

**Tabel 3.14 Hasil Validasi Ahli Instrumen Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik**

Nomor soal	Nilai	Kriteria Validitas	Keterangan
1	100	Valid	Tanpa revisi
2	100	Valid	Tanpa revisi
3	100	Valid	Tanpa revisi
4	100	Valid	Tanpa revisi
5	100	Valid	Tanpa revisi
6	100	Valid	Tanpa revisi
7	100	Valid	Tanpa revisi
8	100	Valid	Tanpa revisi
9	100	Valid	Tanpa revisi
10	97,91	Valid	Tanpa revisi
11	97,91	Valid	Tanpa revisi

Nomor soal	Nilai	Kriteria Validitas	Keterangan
12	100	Valid	Tanpa revisi
13	97,91	Valid	Tanpa revisi
14	100	Valid	Tanpa revisi
15	97,91	Valid	Tanpa revisi
16	100	Valid	Tanpa revisi
17	97,91	Valid	Revisi
18	100	Valid	Tanpa revisi
19	100	Valid	Tanpa revisi
20	100	Valid	Tanpa revisi
21	100	Valid	Tanpa revisi
22	100	Valid	Tanpa revisi
23	97,91	Valid	Revisi
24	97,91	Valid	Revisi
25	100	Valid	Tanpa revisi
26	100	Valid	Tanpa revisi
27	100	Valid	Tanpa revisi
28	100	Valid	Tanpa revisi
29	100	Valid	Tanpa revisi
30	100	Valid	Tanpa revisi

Berdasarkan hasil validator ahli diperoleh bahwa angket dinyatakan valid untuk diuji coba dengan beberapa nomor angket yang harus direvisi, yaitu pada nomor 17, 23, dan 24. Angket yang dinyatakan revisi tersebut kemudian direvisi sesuai saran validator sebelum diujicobakan kepada peserta didik. Instrumen pertanyaan wawancara mengenai kemandirian belajar peserta didik dinyatakan sangat valid dengan nilai 100 oleh validator ahli, sehingga bisa langsung digunakan untuk uji coba dalam penelitian.

## 2) Validitas butir instrumen

Validitas butir instrumen dilakukan dengan tujuan untuk dapat mengetahui tingkat keandalan soal, tingkat kesukaran, daya



pembeda soal. Suatu instrumen soal dapat dinyatakan valid apabila memiliki kesejajaran dengan skor total atau dalam hal ini dikatakan memiliki korelasi. Untuk menguji validitas tersebut digunakan rumus *pearson correlation* sebagai berikut (Arikunto, 2003).

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{((N \sum x^2 - (\sum x)^2)(N \sum y^2 - (\sum y)^2))}} \quad (3.2)$$

Keterangan:

$r_{xy}$  : koefisien korelasi antara dua variabel yaitu X dan Y

X : skor item

Y : skor total

N : jumlah peserta didik

Koefisien korelasi yang diperoleh diinterpretasikan dalam kriteria koefisien korelasi berikut.

**Tabel 3.15 Kriteria Validitas**

Kriteria Validitas	Interpretasi
$0,00 < n \leq 0,25$	Sangat rendah
$0,25 < n \leq 0,50$	Rendah
$0,50 < n \leq 0,75$	Tinggi
$0,75 < n \leq 1,00$	Sangat tinggi

Diadaptasi: (Sugiyono, 2019)

Penafsiran harga koefisien korelasi dilakukan dengan membandingkan harga  $r_{xy}$  dengan  $r_{tabel}$  pada taraf signifikansi  $\alpha$  sebesar 5% (0,05). Kriteria suatu instrumen dikatakan valid jika nilai  $r_{hitung} \geq r_{tabel}$  dan tidak valid apabila nilai  $r_{hitung} \leq r_{tabel}$ . Penghitungan validitas instrumen soal tes dan instrumen angket

dilakukan menggunakan aplikasi *IBM SPSS Statistics 22* melalui menu *Analyze – Correlate – Bivariate – two tailed – OK*. Hasil uji validitas instrumen soal tes dan instrumen angket dapat dilihat pada tabel 3.9.

**Tabel 3.16 Hasil Validasi Butir Instrumen**

Aspek	Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis	Instrumen Angket Kemandirian Belajar
Jumlah peserta didik	18	18
Jumlah instrumen	15	30
Jumlah instrumen valid	13	22
Nomor instrumen valid	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 28, 30
Persentase instrumen valid	86,67%	73,33%
Jumlah instrumen tidak valid	2	8
Nomor instrumen tidak valid	8 dan 15	7, 9, 12, 13, 21, 26, 27, 29
Persentase instrumen tidak valid	13,33%	26,67%

b. Reliabilitas

Reliabilitas merupakan kemampuan alat ukur dalam memberikan hasil pengukuran yang relatif tetap (Sanjaya, 2013). Suatu instrumen dapat dikatakan mempunyai tingkat kepercayaan yang tinggi yang memberikan hasil yang tetap. Pada penelitian ini terdapat dua instrumen yang perlu diuji reliabilitasnya, yaitu tes berupa soal uraian untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik dan pernyataan angket kemandirian belajar peserta

didik, menggunakan rumus reliabilitas *Cronbach's Alpha* sebagai berikut (Sanjaya, 2013).

$$r = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (3.3)$$

Keterangan:

$r$  : reliabilitas tes

$k$  : jumlah soal

$\sum S_i^2$  : jumlah varian dari skor soal

$S_t^2$  : jumlah varian dari skor total

Penghitungan reliabilitas instrumen pada penelitian ini menggunakan bantuan aplikasi *IBM SPSS Statistics 22* melalui menu *Scale – Reliability Analysis – OK*. Pada tahap uji coba instrumen, jumlah sampel adalah 18 orang peserta didik, sehingga  $r_{\text{tabel}}$  yang digunakan adalah 0,468 (Sugiyono, 2019). Suatu instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar daripada nilai  $r_{\text{tabel}}$  (*Cronbach's Alpha* >  $r_{\text{tabel}}$ ) dan tidak reliabel apabila nilai *Cronbach's Alpha* lebih kecil daripada atau sama dengan nilai  $r_{\text{tabel}}$  (*Cronbach's Alpha* ≤  $r_{\text{tabel}}$ ).

Setelah diperoleh koefisien reliabilitasnya maka koefisien tersebut diinterpretasikan dalam kategori sebagai berikut (Sugiyono, 2019).

**Tabel 3.17 Kategori Koefisien Reliabilitas**

Koefisien Reliabilitas	Interpretasi
$0,00 < r \leq 0,25$	Sangat rendah
$0,25 < r \leq 0,50$	Rendah

<b>Koefisien Reliabilitas</b>	<b>Interpretasi</b>
$0,50 < r \leq 0,75$	Tinggi
$0,75 < r \leq 1,00$	Sangat tinggi

Berdasarkan hasil uji reliabilitas diperoleh bahwa instrumen pada penelitian ini reliabel, dimana nilai koefisien reliabilitas instrumen tes kemampuan berpikir kritis sebesar 0,898 yang termasuk dalam kategori sangat tinggi dan nilai koefisien reliabilitas angket kemandirian belajar sebesar 0,895 yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Maka berdasarkan hasil uji ini, dapat disimpulkan bahwa instrumen tes uraian kemampuan berpikir kritis dan instrumen angket kemandirian belajar telah reliabel dan dapat digunakan sebagai instrumen penelitian.

#### c. Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran adalah kemampuan tes dalam menyaring banyaknya responden yang benar dalam mengerjakan tes. Apabila banyak responden yang menjawab dengan benar maka tingkat kesukarannya semakin tinggi. Apabila hanya sedikit responden yang menjawab dengan benar maka tingkat kesukarannya rendah. Tes yang baik adalah tes yang memiliki tingkat kesukaran sedang yang berarti tidak terlalu sukar dan tidak terlalu mudah (Arikunto, 2003). Pada penelitian ini instrumen yang diuji tingkat kesukarannya adalah tes kemampuan berpikir kritis peserta didik menggunakan persamaan berikut (Arikunto, 2003).

$$TK = \frac{n_i}{N} \quad (3.4)$$

TK : angka indeks kesukaran item

$n_i$  : rata-rata skor peserta didik per item

N : skor jawaban benar per item

Skor dari tingkat kesukaran diinterpretasikan kedalam kriteria pada tabel berikut (Arikunto, 2003).

**Tabel 3.18 Kriteria Tingkat Kesukaran Tes**

Tingkat Kesulitan	Kriteria
$0,00 < TK \leq 0,30$	Sukar
$0,31 < TK \leq 0,70$	Sedang
$> 0,70$	Mudah

Hasil analisis tingkat kesukaran instrumen tes kemampuan berpikir kritis peserta didik dihitung menggunakan *Microsoft Excel* dengan hasil analisis ditunjukkan pada tabel berikut.

**Tabel 3.19 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis**

Kriteria	Nomor Soal Tes
Sukar	-
Sedang	1, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13,14
Mudah	2, 3, 5, 7, 10, 15

Hasil uji coba instrumen tes kemampuan berpikir kritis yang berjumlah 15 butir soal menunjukkan bahwa sebanyak 9 butir soal termasuk dalam kategori sedang dan sebanyak 6 butir soal termasuk dalam kategori mudah.

d. Daya Pembeda

Daya pembeda merupakan kemampuan suatu butir tes yang dapat membedakan kemampuan peserta didik yang termasuk dalam

mampu dan kurang mampu dalam akademik (Arikunto, 2003). Pada penelitian ini instrumen yang diuji daya pembedanya adalah tes kemampuan berpikir kritis peserta didik menggunakan persamaan berikut.

$$D = \frac{BA - BB}{JA - JB} = PA - PB \quad (3.5)$$

Dimana  $D$  adalah daya pembeda,  $BA$  adalah banyak peserta kelompok atas yang menjawab soal dengan benar,  $BB$  adalah banyak peserta kelompok bawah yang menjawab soal dengan benar,  $JA$  adalah banyaknya peserta kelompok atas,  $JB$  adalah banyaknya peserta kelompok bawah,  $PA$  adalah proporsi peserta kelompok atas yang menjawab benar dan  $PB$  adalah proporsi peserta kelompok bawah yang menjawab benar. Kriteria dalam daya pembeda adalah sebagai berikut (Arikunto, 2003).

**Tabel 3.20 Kriteria Daya Pembeda**

Daya Pembeda	Interpretasi
$D \leq 0,00$	Sangat Kurang
$0,00 < D \leq 0,20$	Kurang
$0,20 < D \leq 0,40$	Cukup
$0,40 < D \leq 0,70$	Baik
$0,70 < D \leq 1,00$	Sangat Baik

Soal dikatakan baik apabila memiliki daya pembeda yang tinggi. Semakin tinggi nilai daya pembedanya maka akan semakin baik juga instrumen soal tersebut. Hal ini berarti soal tersebut mampu memberikan perbedaan antara peserta didik yang berada di kelas atas dan peserta didik yang berada di kelas bawah. Hasil



analisis daya pembeda instrumen tes kemampuan berpikir kritis peserta didik dihitung menggunakan *Microsoft Excel* dengan hasil analisis ditunjukkan pada tabel berikut.

**Tabel 3.21 Hasil Uji Daya Pembeda Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis**

<b>Kriteria</b>	<b>Nomor Soal Tes</b>
Sangat Kurang	8, 15
Kurang	-
Cukup	2, 3, 4, 5, 7, 10, 11
Baik	1, 12, 13, 14
Sangat Baik	6, 9

Tabel 3.14 memberikan hasil uji daya pembeda pada instrumen tes kemampuan berpikir kritis yang dihitung dengan bantuan *Microsoft Excel*, dengan cara mengurutkan nilai peserta didik dari yang tertinggi ke terendah yang dibagi menjadi peserta didik kelas atas dan peserta didik kelas bawah. Kemudian, untuk menguji daya pembeda yang lebih efisien, dipilih sebanyak 27% dari masing-masing kelas atas dan kelas bawah. Terdapat 18 peserta didik yang menjawab soal, sehingga 27% dari 18 adalah 4 orang peserta didik. Maka diambil masing-masing 4 orang peserta didik dari kelas atas dan kelas bawah untuk diuji daya pembedanya.

Hasil uji coba daya pembeda untuk instrumen tes kemampuan berpikir kritis yang berjumlah 15 butir soal menunjukkan bahwa sebanyak 2 soal memiliki daya pembeda sangat kurang, 0 atau tidak ada soal dengan daya pembeda kurang, 7 soal memiliki daya

pembeda cukup, 4 soal memiliki daya pembeda baik, dan 2 soal memiliki daya pembeda sangat baik.

## 2. Analisis Data Penelitian

### a. Skor Kemampuan Berpikir Kritis

#### 1) *Pretest dan Posttest*

*Pretest* dilakukan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum diberi perlakuan berupa penggunaan *e-modul* berbasis STEM. *Posttest* dilakukan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis peserta didik sesudah diberi perlakuan tadi. Analisis *pretest* dan *posttest* berupa soal uraian menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum total}} \times 100 \quad (3.6)$$

Kemudian, nilai yang telah diperoleh diinterpretasikan dalam kriteria kemampuan berpikir kritis pada tabel 3.15 berikut.

**Tabel 3.22 Kriteria Kemampuan Berpikir Kritis**

No.	Nilai	Kategori
1.	$81,25 < n \leq 100$	Sangat kritis
2.	$62,50 < n \leq 81,25$	Kritis
3.	$43,75 < n \leq 62,50$	Kurang kritis
4.	$n \leq 43,75$	Tidak kritis

*Diadaptasi: (Arikunto, 2003)*

### b. Skor Kemandirian Belajar

Untuk menganalisis angket kemandirian belajar peserta didik dilakukan dengan mengubah data kualitatif menjadi kuantitatif dengan memberikan kategori skor pada jawaban. Skor kemandirian

belajar peserta didik diperoleh dari angket yang telah diisi responden dengan alternatif pilihan sesuai tabel 3.16 berikut.

**Tabel 3.23 Alternatif Pilihan Jawaban Angket**

Alternatif Pilihan	Nilai Sikap	
	Positif	Negatif
Sangat setuju	4	1
Setuju	3	2
Tidak setuju	2	3
Sangat tidak setuju	1	4

Untuk menghitung skor yang diperoleh dari angket maka digunakan persamaan berikut.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum total}} \times 100 \quad (3.7)$$

Kemudian, nilai yang telah diperoleh diinterpretasikan dalam kriteria kemandirian belajar peserta didik sebagai berikut.

**Tabel 3.24 Kriteria Kemandirian Belajar Peserta Didik**

No.	Nilai	Kategori
1.	$81,25 < n \leq 100$	Sangat tinggi
2.	$62,50 < n \leq 81,25$	Tinggi
3.	$43,75 < n \leq 62,50$	Rendah
4.	$n \leq 43,75$	Sangat rendah

*Diadaptasi: (Arikunto, 2003)*

- c. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Peserta didik

1) N-Gain

Untuk mengukur hasil *pretest* dan *posttest* yang telah dilakukan, digunakanlah persamaan *N-gain*. *Gain score* ternormalisasi (*g factor*) menggambarkan kualitas dari adanya perbedaan antara sebelum dan sesudah perlakuan. Persamaan yang digunakan yaitu:

$$\langle g \rangle = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor pretest}} \quad (3.8)$$

Nilai  $\langle g \rangle$  yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan sesuai tabel berikut (Ariyati, 2010).

**Tabel 3.25 Kriteria Normalized**

Skor ( $\langle g \rangle$ )	Kriteria <i>Normalized</i>
$\langle g \rangle > 0,7$	Tinggi
$0,30 \leq \langle g \rangle \leq 0,7$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,30$	Rendah

Perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* ditunjukkan melalui nilai *n-gain* dapat dinyatakan dalam bentuk persentase. Persentase *n-gain* tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 3.9 berikut.

$$\langle g \rangle \% = \langle g \rangle \times 100\% \quad (3.9)$$

### 3. Analisis Efektivitas *E-Modul* Fisika Berbasis STEM

Efektivitas *e-modul* fisika berbasis STEM dianalisis dengan menggunakan *effect size*. Karena sampel yang digunakan dalam penelitian ini hanya terdiri dari satu kelas saja, maka untuk *non-independent group of study participants* menggunakan *effect size* (Dunst, Hamby, & Trivette, 2004). *Effect size* dilakukan untuk mengukur tingkat efektivitas penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik. Persamaan yang digunakan adalah *Cohen's effect size* yang dirumuskan sebagai berikut (Umam & Jiddiyah, 2021):

$$d = \frac{M_2 - M_1}{S_{pooled}} \quad (3.10)$$

Keterangan:

$d$  : *Cohen's d effect size*

$M_1$  : rata-rata skor *pretest*

$M_2$  : rata-rata skor *posttest*

$S_{pooled}$  : standar deviasi gabungan

Standar deviasi untuk setiap data *pretest* dan data *posttest* dihitung dengan bantuan *IBM SPSS Statistics 22* melalui menu *Descriptive Statistics – Descriptive – OK*. Adapun nilai standar deviasi gabungan ( $S_{pooled}$ ) diperoleh melalui persamaan 3.11.

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{SD_1^2 + SD_2^2}{2}} \quad (3.11)$$

Nilai *Cohen's d effect size* yang telah diperoleh kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori *Cohen's d effect size* yang dimuat dalam tabel berikut.

**Tabel 3.26 Kategori Nilai *Cohen's d effect size***

<i>Cohen's d effect size</i>	Kategori
$d > 2,0$	Sangat Tinggi
$0,8 \leq d \leq 2,0$	Tinggi
$0,5 \leq d \leq 0,79$	Sedang
$0,2 \leq d \leq 0,49$	Rendah
$0,0 \leq d \leq 0,19$	Sangat Rendah

(Umam & Jiddiyah, 2021)

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Melalui bab ini akan diuraikan dan dibahas hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai efektivitas penggunaan *e*-modul fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor kelas XI. Penelitian ini memberikan hasil berupa: 1) Kemampuan berpikir kritis peserta didik, dan 2) Kemandirian belajar peserta didik. Penjelasan hasil penelitian diuraikan pada bagian hasil penelitian dengan memberikan hasil analisis *N-gain*, uji normalitas, uji hipotesis. Kemudian, pada bagian pembahasan akan dibahas secara lengkap mengenai proses pelaksanaan dan hasil penelitian yang diperoleh.

Penelitian di MA Hidayatul Insan Palangka Raya dilakukan sebanyak empat kali pertemuan tatap muka setiap hari Jum'at, dengan alokasi waktu disetiap pertemuannya  $2 \times 40$  menit. Pertemuan I pada tanggal 14 Januari 2022 dilakukan *pretest* kepada peserta didik. Pada tanggal 21 Januari 2022, dilakukan kegiatan pembelajaran pertemuan I (RPP I) yang membahas materi suhu dan pemuain. Pertemuan III pada tanggal 28 Januari 2022 dilakukan kegiatan pembelajaran pertemuan II (RPP II) untuk membahas materi lanjutan yaitu tentang kalor dan perpindahan kalor. Pada tanggal 4 Februari 2022 pertemuan IV dilakukan *posttest* kepada peserta didik.

Data hasil penelitian diperoleh berdasarkan *pretest-posttest* peserta didik untuk tes kemampuan berpikir kritis dan angket kemandirian belajar



peserta didik. Selain itu, juga dilakukan wawancara mengenai kemandirian belajar peserta didik pada akhir pertemuan kegiatan pembelajaran. Adapun hasil kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik diuraikan dalam penjelasan berikut.

## 1. Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

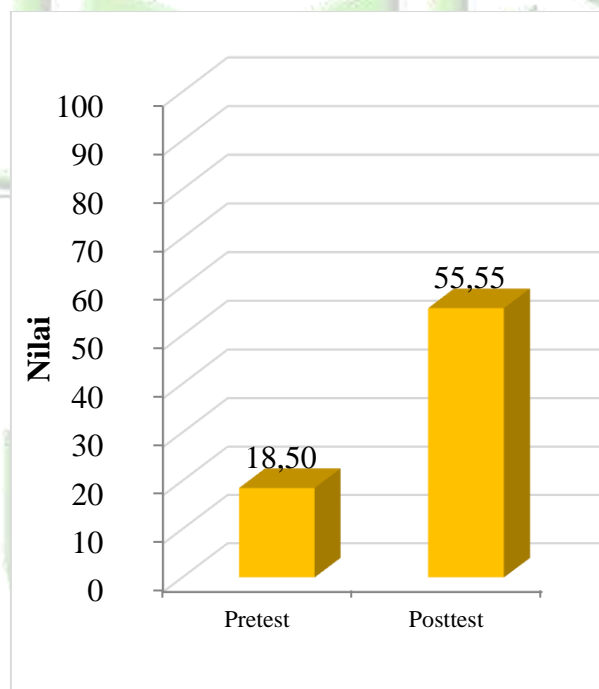
### a. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Tes kemampuan berpikir kritis peserta didik yang berjumlah 13 butir soal diberikan pada saat *pretest* sebelum diberikan perlakuan dengan menggunakan *e-modul* fisika berbasis STEM dan *posttest* setelah diberikan perlakuan dengan menggunakan *e-modul* fisika berbasis STEM. Melalui nilai *pretest* dan *posttest* akan terlihat perbedaan hasil antara sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Adapun rekapitulasi hasil *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* kemampuan berpikir kritis peserta didik dimuat dalam tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1 Data *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* kemampuan berpikir kritis peserta didik**

NO	Nama	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>	Kategori
1.	S1	16,50	37,00	0,25	Rendah
2.	S2	20,00	52,50	0,41	Sedang
3.	S3	20,00	53,50	0,42	Sedang
4.	S4	24,00	85,00	0,80	Tinggi
5.	S5	27,00	88,50	0,84	Tinggi
6.	S6	18,00	47,50	0,36	Sedang
7.	S7	16,50	37,00	0,25	Rendah
8.	S8	22,00	82,00	0,77	Tinggi
9.	S9	7,00	27,50	0,22	Sedang
10.	S10	14,00	45,00	0,36	Sedang
<b>Rata-rata</b>		<b>18,50</b>	<b>55,55</b>	<b>0,47</b>	<b>Sedang</b>

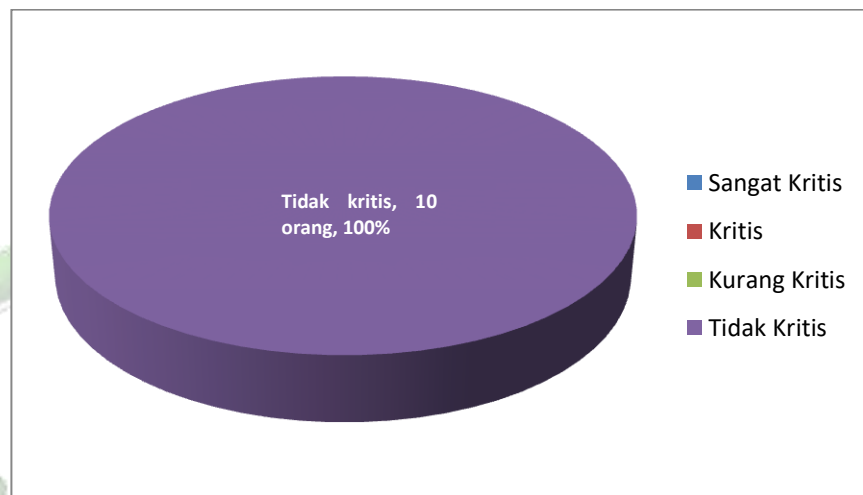
Tabel 4.1 menunjukkan rata-rata hasil *pretest* peserta didik sebesar 18,5 dan *posttest* sebesar 55,55 dengan rata-rata nilai *N-gain* 0,47 yang berada dalam kategori sedang. Peserta didik dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis tertinggi memiliki nilai *N-gain* sebesar 0,84 yang termasuk kategori tinggi. Sedangkan peserta didik dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis terendah memiliki nilai *N-gain* 0,22 yang termasuk kategori *N-gain* sedang. Perbandingan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik terdapat dalam gambar 4.1 berikut.



**Gambar 4.1 Diagram nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik**

Gambar 4.1 menyatakan perbandingan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik. Rata-rata *pretest* peserta didik sebesar 18,5 kemudian meningkat menjadi 55,55 saat

*posttest*. Pada *pretest* rata-rata kemampuan berpikir kritis peserta didik termasuk dalam kategori tidak kritis. Kemudian, setelah dilakukannya *posttest* hasil kemampuan berpikir kritis peserta didik meningkat dengan rata-rata yang berada pada kategori kurang kritis. Kemampuan berpikir kritis peserta didik dinyatakan dalam gambar 4.2 berikut.

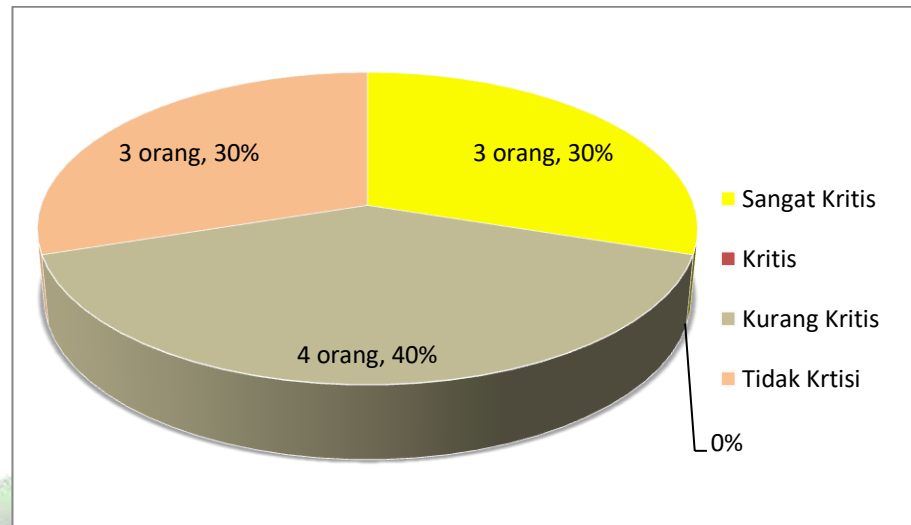


**Gambar 4.2** Diagram data *pretest* kemampuan berpikir kritis peserta didik

Berdasarkan diagram pada gambar 4.2 diperoleh sebesar 100% peserta didik atau semua peserta didik di kelas XI MIA memiliki kemampuan berpikir kritis yang berada pada kategori tidak kritis. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa sebelum diberikan perlakuan dengan menggunakan *e*-modul fisika berbasis STEM kemampuan berpikir kritis peserta didik berada pada kategori tidak kritis.

Hasil nilai *posttest* kemampuan berpikir kritis memperoleh rata-rata 55,55 yang berada pada kategori kurang kritis. Dalam hal ini nilai kemampuan berpikir kritis peserta didik mengalami perbedaan antara *pretest* dan *posttest*. Adapun kemampuan berpikir kritis peserta didik

setelah diberikan perlakuan dengan menggunakan *e*-modul fisika berbasis STEM ditunjukkan pada gambar 4.3 berikut.



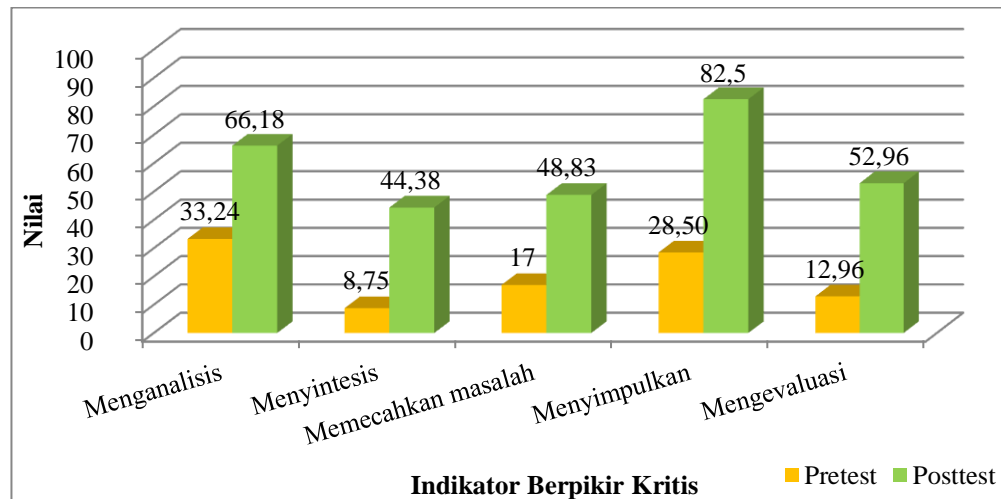
**Gambar 4.3** Diagram data *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik

Berdasarkan diagram pada gambar 4.3, diperoleh hasil bahwa sebesar 30% peserta didik termasuk tidak kritis, 40% peserta didik kurang kritis, sebesar 0% peserta didik termasuk kategori kritis, dan 30% peserta didik termasuk kategori sangat kritis. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah menggunakan *e*-modul fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor. Kemampuan berpikir kritis yang diamati dalam penelitian ini memiliki lima indikator, yaitu: 1) Menganalisis, 2) Menyintesis, 3) Memecahkan masalah, 4) Menyimpulkan, dan 5) Mengevaluasi. Hasil analisis peningkatan kemampuan berpikir kritis untuk setiap indikator dimuat dalam tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2 Data hasil *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* setiap indikator kemampuan berpikir kritis**

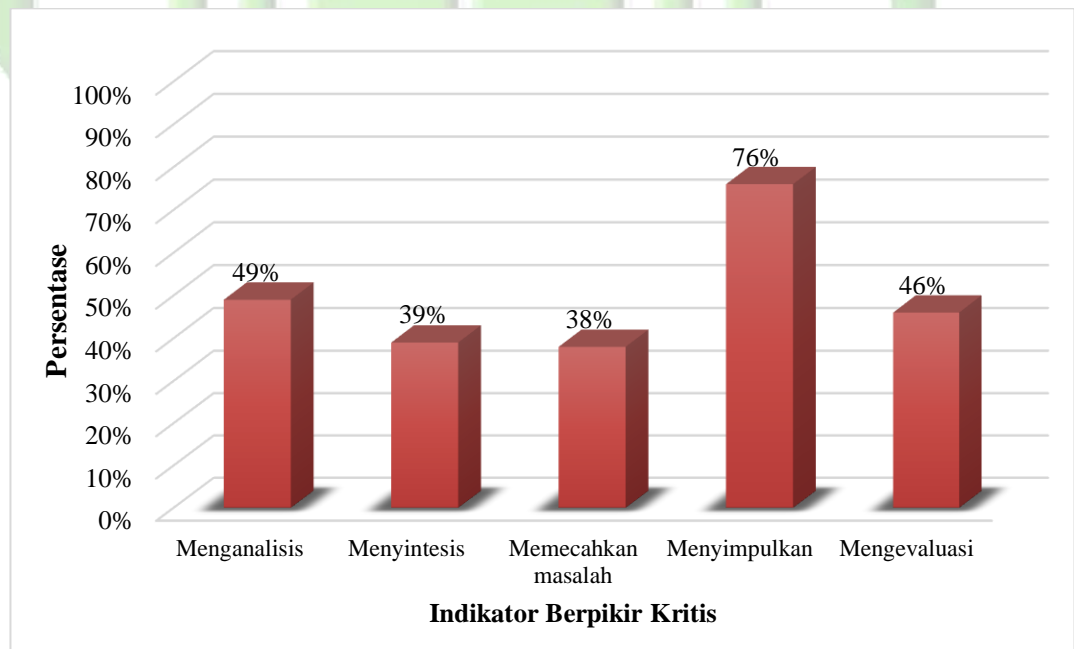
<b>No</b>	<b>Indikator Kemampuan Berpikir Kritis</b>	<b><i>Pretest</i></b>	<b><i>Posttest</i></b>	<b><i>N-gain</i></b>	<b>Kategori</b>
1.	Menganalisis	33,24	66,18	0,49	Sedang
2.	Menyintesis	8,75	44,37	0,39	Sedang
3.	Memecahkan masalah	17,00	48,83	0,38	Sedang
4.	Menyimpulkan	28,50	82,50	0,76	Tinggi
5.	Mengevaluasi	13,00	53,00	0,46	Sedang
	<b>Rata-rata</b>	<b>20,09</b>	<b>58,97</b>	<b>0,50</b>	<b>Sedang</b>

Berdasarkan tabel 4.2 diperoleh bahwa indikator menyimpulkan mengalami peningkatan indikator tertinggi dengan nilai *N-gain* sebesar 0,76. Pada indikator menyimpulkan nilai *pretest* peserta didik sebesar 28,50 meningkat menjadi 82,50 saat *posttest*. Peningkatan indikator terendah adalah pada indikator memecahkan masalah dengan nilai *N-gain* sebesar 0,38. Pada indikator memecahkan masalah nilai *pretest* peserta didik sebesar 17,00 meningkat menjadi 48,83 saat *posttest*. Perbandingan peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setiap indikator terdapat pada gambar 4.4 berikut.



**Gambar 4.4 Diagram perbandingan peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik**

Persentase peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut.



**Gambar 4.5 Diagram persentase peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik**

Berdasarkan gambar 4.5 diperoleh bahwa pada indikator menganalisis mengalami peningkatan sebesar 49%, menyintesis



sebesar 39%, memecahkan masalah meningkat 38%, menyimpulkan peningkatan sebesar 76%, dan mengevaluasi mengalami peningkatan sebesar 46%. Peningkatan terbesar terdapat pada indikator menyimpulkan dan peningkatan indikator berpikir kritis terendah terdapat pada indikator memecahkan masalah.

b. Efektivitas *E*-modul Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Tingkat efektivitas penggunaan *e*-modul fisika terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dihitung berdasarkan nilai *effect size* dengan menggunakan persamaan 3.9 dan 3.10. Hasil perhitungan tersebut kemudian disajikan dalam tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3 Hasil *effect size* e-modul fisika berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis**

Rata-Rata		Standar Deviasi		$S_{pooled}$	$d$	Kategori
<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>			
18,5	55,55	5,58	21,90	15,98	2,32	Sangat tinggi

Pada tabel 4.3 diperoleh rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik masing-masing sebesar 18,5 dan 55,55. Nilai standar deviasi yang diperoleh pada masing-masing tes tersebut adalah 5,58 untuk *pretest* dan 21,90 untuk *posttest*. Melalui perhitungan yang dilakukan, diperoleh nilai *effect size* ( $d$ ) sebesar 2,32 yang berada dalam kategori sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa

*e*-modul fisika berbasis STEM memberikan dampak atau efek yang sangat tinggi terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

## 2. Kemandirian Belajar Peserta Didik

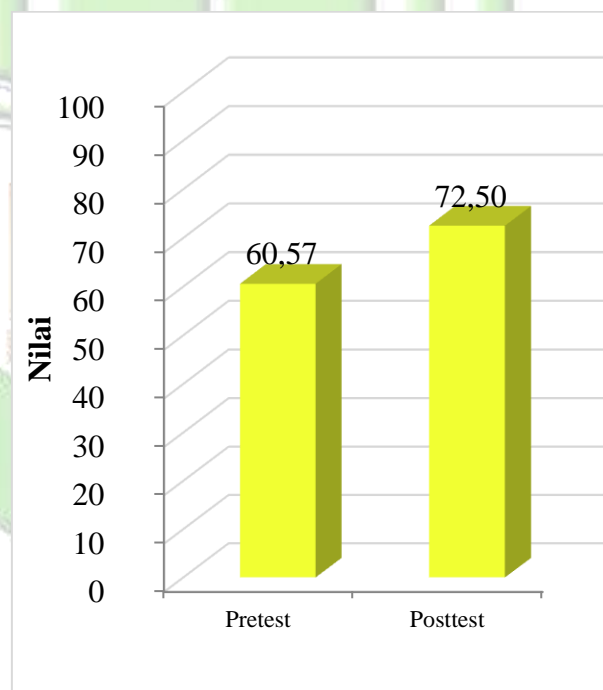
### a. Peningkatan Kemandirian Belajar Peserta Didik

Pengambilan data kemandirian belajar ini dilakukan dengan memberikan angket kepada peserta didik dengan jumlah butir pernyataan angket yang telah teruji keabsahannya sebanyak 22 butir. Angket tersebut diberikan kepada peserta didik saat *pretest* sebelum diberikan perlakuan menggunakan *e*-modul dan saat *posttest* setelah diberikan perlakuan. Melalui angket tersebut, akan dilihat perbedaan kemandirian belajar peserta didik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan berdasarkan nilai *pretest*, *posttest*, dan *N-gain*. Adapun rekapitulasi data hasil *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* kemandirian belajar peserta didik dimuat dalam tabel 4.4 berikut.

**Tabel 4.4 Data *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* kemandirian belajar peserta didik**

NO	Nama	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>	Kategori
1.	S1	39,77	55,68	0,26	Rendah
2.	S2	50,00	69,32	0,39	Sedang
3.	S3	70,45	85,23	0,50	Sedang
4.	S4	77,27	82,95	0,25	Rendah
5.	S5	61,36	64,77	0,09	Rendah
6.	S6	71,59	84,09	0,44	Sedang
7.	S7	40,91	62,50	0,37	Rendah
8.	S8	62,50	72,73	0,27	Rendah
9.	S9	60,23	72,73	0,31	Sedang
10.	S10	71,59	75,00	0,12	Rendah
<b>Rata-rata</b>		<b>60,57</b>	<b>72,50</b>	<b>0,30</b>	<b>Sedang</b>

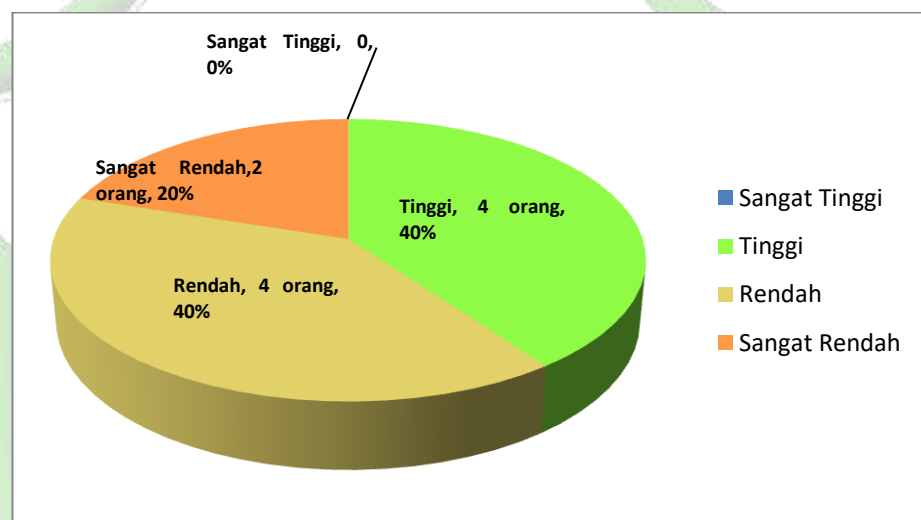
Tabel 4.4 menunjukkan rata-rata hasil *pretest* peserta didik sebesar 60,57 dan *posttest* sebesar 72,50 dengan rata-rata nilai *N-gain* 0,30 yang berada dalam kategori sedang. Peserta didik dengan peningkatan kemandirian belajar tertinggi memiliki nilai *N-gain* sebesar 0,50 pada kategori sedang, dengan nilai *pretest* 70,45 dan nilai *posttest* sebesar 85,23. Sedangkan peserta didik dengan peningkatan kemandirian belajar terendah memiliki nilai *N-gain* sebesar 0,09 pada kategori rendah, dengan nilai *pretest* 61,36 dan nilai *posttest* sebesar 64,77. Perbandingan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* kemandirian belajar peserta didik terdapat dalam gambar 4.6 berikut.



**Gambar 4.6 Diagram nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* kemandirian belajar peserta didik**

Gambar 4.6 menyatakan perbandingan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* kemandirian belajar peserta didik. Rata-rata *pretest* peserta

didik sebesar 60,57 kemudian meningkat menjadi 72,50 saat *posttest*. Pada *pretest* rata-rata kemandirian belajar peserta didik termasuk dalam kategori rendah. Kemudian, setelah diberikan perlakuan dan dilakukannya *posttest* hasil kemandirian belajar peserta didik meningkat dengan rata-rata yang berada pada kategori tinggi. Setiap peserta memiliki tingkat kemandirian belajar yang berbeda-beda. Kemandirian belajar peserta didik dinyatakan dalam gambar 4.7 berikut.

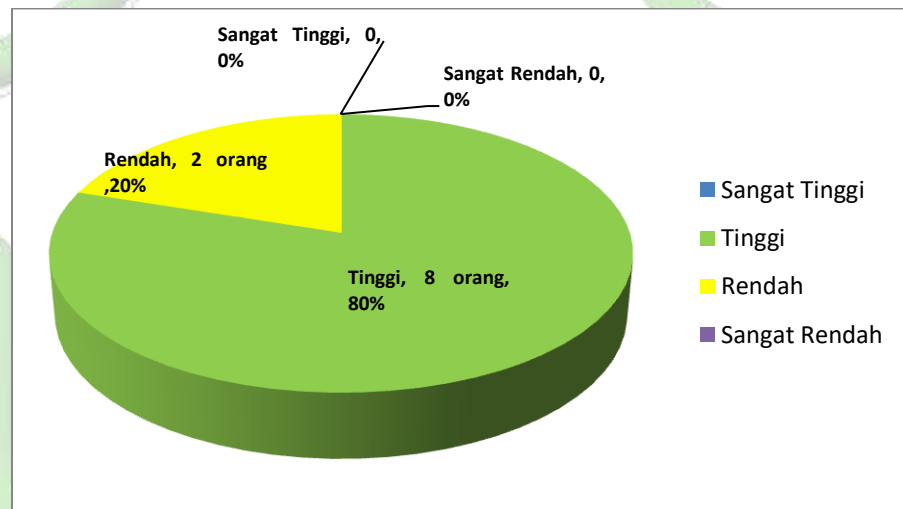


**Gambar 4.7** Diagram data *pretest* kemandirian belajar peserta didik

Berdasarkan diagram pada gambar 4.7 diperoleh sebesar 20% peserta didik memiliki kemandirian belajar yang sangat rendah, 40% memiliki kemandirian belajar rendah, sebanyak 40% peserta didik memiliki kemandirian belajar yang tinggi, dan 0% peserta didik dengan kemandirian sangat tinggi. Tingkat kemandirian belajar peserta didik dengan kategori rendah dan tinggi memiliki jumlah yang sama

yaitu sebanyak 4 orang peserta didik. Berdasarkan hal ini, rata-rata kemandirian belajar peserta didik sebelum diberikan perlakuan tergolong dalam kategori rendah.

Setelah diberikan perlakuan menggunakan *e*-modul fisika berbasis STEM, tingkat kemandirian belajar peserta didik mengalami peningkatan berdasarkan hasil *posttest* angket kemandirian belajar yang dibagikan. Adapun hasil *posttest* kemandirian belajar tersebut dimuat dalam gambar 4.8 berikut.



**Gambar 4.8** Diagram data *posttest* kemandirian belajar peserta didik

Pada diagram gambar 4.8, diperoleh bahwa sebesar 0% peserta didik dengan kemandirian belajar sangat rendah, sebesar 20% peserta didik memiliki kemandirian belajar rendah, sedangkan 80% peserta didik memiliki kemandirian belajar yang tinggi, dan 0% peserta didik dengan kemandirian belajar sangat tinggi. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan terhadap kemandirian belajar peserta didik setelah

diberikan perlakuan menggunakan *e*-modul fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor. Peserta didik yang sebelumnya memiliki tingkat kemandirian belajar sangat rendah pada saat *pretest* kemudian mengalami peningkatan kemandirian belajar yang menjadi berada dalam kategori rendah. Sedangkan tingkat kemandirian belajar pada kategori tinggi memiliki peningkatan dengan bertambahnya jumlah peserta didik pada kategori tinggi ini menjadi 8 orang peserta didik.

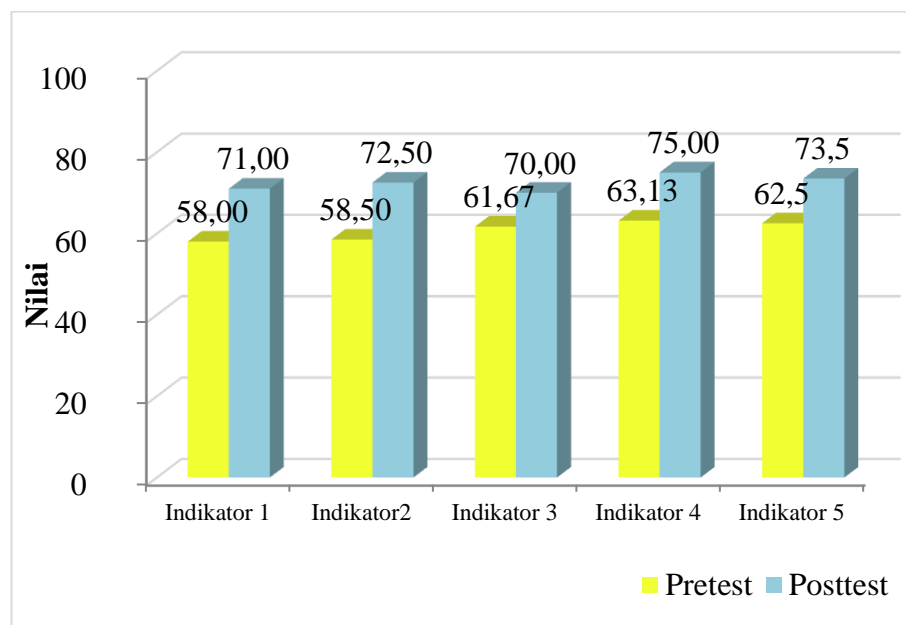
Setiap indikator kemandirian belajar memberikan peningkatan yang berbeda-beda. Indikator yang digunakan dalam melihat kemandirian belajar peserta didik dalam penelitian ini antara lain: 1) sikap percaya diri, 2) inisiatif, 3) motivasi, 4) disiplin, dan 5) bertanggung jawab dalam proses pembelajaran. Hasil analisis peningkatan kemandirian belajar peserta didik untuk setiap indikator dimuat dalam tabel 4.5 berikut.

**Tabel 4.5 Data hasil *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* setiap indikator kemandirian belajar peserta didik**

<b>No</b>	<b>Indikator Kemandirian Belajar</b>	<b><i>Pretest</i></b>	<b><i>Posttest</i></b>	<b><i>N-gain</i></b>	<b>Kategori</b>
1.	Sikap percaya diri	58,00	71,00	0,31	Sedang
2.	Inisiatif	58,50	72,50	0,34	Sedang
3.	Motivasi	61,67	70,00	0,22	Rendah
4.	Disiplin	63,13	75,00	0,32	Sedang
5.	Bertanggung jawab dalam proses pembelajaran	62,50	73,50	0,29	Rendah
	<b>Rata-rata</b>	<b>60,76</b>	<b>73,40</b>	<b>0,30</b>	<b>Sedang</b>

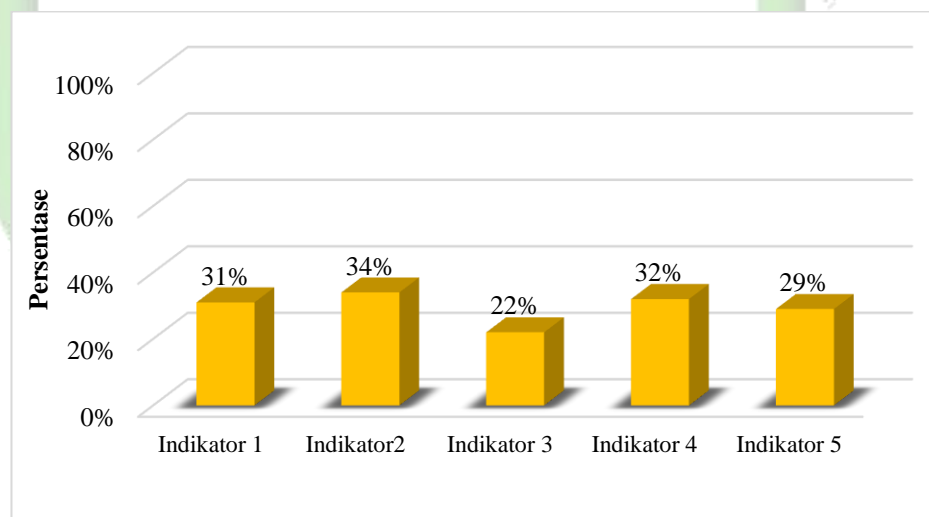


Berdasarkan tabel 4.5 diperoleh nilai rata-rata hasil *pretest* untuk setiap indikator kemandirian belajar sebesar 60,76 dan rata-rata hasil *posttest* sebesar 73,40. Tabel tersebut juga menunjukkan rata-rata nilai *N-gain* indikator kemandirian belajar adalah sebesar 0,30 dengan kategori sedang. Indikator kemandirian belajar yang memiliki peningkatan tertinggi adalah pada indikator inisiatif dengan nilai *N-gain* sebesar 0,34 pada kategori sedang. Pada indikator inisiatif ini nilai *pretest* peserta didik sebesar 58,50 dan meningkat menjadi 72,50 pada saat *posttest*. Sedangkan, indikator kemandirian belajar dengan peningkatan terendah adalah pada indikator motivasi dengan nilai *N-gain* sebesar 0,22 yang termasuk kategori rendah. Pada indikator motivasi ini nilai *pretest* peserta didik sebesar 61,67 dan meningkat menjadi 70,00 pada saat *posttest*. Adapun perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* untuk setiap indikator kemandirian belajar peserta didik terdapat pada gambar 4.9 berikut.



**Gambar 4.9 Diagram data *pretest* dan *posttest* setiap indikator kemandirian belajar peserta didik**

Persentase peningkatan kemandirian belajar peserta didik dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.



**Gambar 4.10 Diagram persentase peningkatan kemandirian belajar peserta didik**

Berdasarkan gambar 4.10 diperoleh bahwa pada indikator 1 (sikap percaya diri) mengalami peningkatan sebesar 31%, indikator 2

(inisiatif) sebesar 34%, indikator 3 (motivasi) meningkat 22%, indikator 4 (disiplin) meningkat sebesar 32%, dan indikator 5 (bertanggung jawab dalam proses pembelajaran) mengalami peningkatan sebesar 29%. Peningkatan terbesar terdapat pada indikator inisiatif dan peningkatan terendah terdapat pada indikator motivasi.

b. Efektivitas *E*-modul Berbasis STEM Terhadap Kemandirian Belajar Peserta Didik

Tingkat efektivitas *e*-modul fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor terhadap kemandirian belajar peserta didik diperoleh melalui proses perhitungan menggunakan persamaan *effect size* pada persamaan 3.9 dan 3.10. Hasil perhitungan dimuat dalam tabel 4.6 berikut.

**Tabel 4.6 Hasil *effect size* e-modul fisika berbasis STEM terhadap kemandirian belajar**

Rata-Rata		Standar Deviasi		$S_{pooled}$	$d$	Kategori
<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>			
60,57	72,50	13,14	9,80	11,59	1,03	Tinggi

Berdasarkan tabel 4.6 diperoleh rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* kemandirian belajar peserta didik masing-masing sebesar 60,57 dan 72,50. Standar deviasi yang diperoleh dari tes tersebut adalah 13,14 pada *pretest* dan 9,80 pada *posttest*. Hasil perhitungan *effect size* diperoleh nilai sebesar 1,03 yang berada dalam kategori tinggi. Maka dapat dinyatakan bahwa penggunaan *e*-modul fisika berbasis STEM

memiliki dampak yang tinggi terhadap kemandirian belajar peserta didik.

## **B. Pembahasan**

Kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan kepada peserta didik kelas XI MIA MA Hidayatul Insan adalah pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar *e-modul* fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor. Pembelajaran ini dilakukan sebanyak dua kali pertemuan tatap muka dengan alokasi waktu setiap pertemuannya  $2 \times 40$  menit. Jumlah sampel yang mengikuti *pretest*, dua kali pertemuan pembelajaran, dan *posttest* berjumlah 10 orang dari 14 orang peserta didik. Peserta didik yang tidak mengikuti pembelajaran dikarenakan ada yang sedang sakit dan juga pulang kampung.

Pembelajaran menggunakan bahan ajar *e-modul* berbasis STEM ini mempermudah peserta didik dalam menerima materi pelajaran. Karena, materi yang disajikan dikemas lebih ringkas dan mudah dimengerti kedalam bentuk digital. Melalui bahan ajar yang berbasis STEM ini, maka peserta didik dapat memahami materi fisika dengan menerapkannya dalam empat cabang ilmu pengetahuan STEM, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Setiap materi dikaitkan dengan masing-masing cabang ilmu STEM yang mampu membuat peserta didik untuk dapat berpikir lebih kritis.

Pembelajaran menggunakan bahan ajar *e-modul* fisika berbasis STEM dilakukan dengan pemberian materi, melakukan praktikum sederhana terkait

materi, serta menjawab soal-soal latihan disetiap pertemuan. Pelaksanaan praktikum dilakukan oleh peserta didik yang dibagi kedalam beberapa kelompok untuk mengambil data hasil percobaan dan melaporkan hasil percobaan tersebut. Kegiatan praktikum ini diharapkan dapat lebih menambah pemahaman peserta didik dan merangsang mereka untuk berpikir kritis.

### 1. Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Berpikir kritis menjadi salah satu aspek keberhasilan dalam proses pembelajaran peserta didik yang mampu merangsang rasa ingin tahu dan sikap sigap peserta didik dalam menghadapi suatu permasalahan. Kemampuan dalam menemukan masalah, memecahkan masalah, merencanakan penyelesaian masalah, menyimpulkan suatu masalah, dan menimbang kembali hasil pemecahan masalah tersebut adalah hal-hal yang terdapat dalam proses pembelajaran peserta didik melalui berpikir kritis. Seseorang dikatakan memiliki kemampuan berpikir kritis apabila telah memenuhi indikator-indikator: 1) menganalisis, 2) menyintesis, 3) menyelesaikan masalah, 4) menyimpulkan, dan 5) mengevaluasi (Santoso, 2009). Kemampuan berpikir kritis penting dimiliki peserta didik untuk menunjang pemahaman materi pelajaran yang diperoleh.

Berdasarkan tabel 4.1 diperoleh bahwa sebanyak 2 orang peserta didik memiliki nilai *N-gain* dalam kategori rendah, 5 orang memiliki nilai *N-gain* dalam kategori sedang, dan sebanyak 3 orang peserta didik memiliki nilai *N-gain* yang tinggi. Nilai *N-gain* disini menyatakan bahwa terdapat perbedaan antara nilai *pretest* sebelum perlakuan dengan nilai

*posttest* sesudah perlakuan dalam penelitian ini. Rata-rata nilai *N-gain* kemampuan berpikir kritis berada pada kategori sedang, yang berarti terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah diberikan perlakuan. Rata-rata nilai *N-gain* kemampuan berpikir kritis untuk setiap peserta didik adalah sebesar 0,47 yang berada pada kategori sedang.

Tabel 4.1 menunjukkan peserta didik dengan nilai *pretest* tertinggi memiliki nilai sebesar 27,00 yang berada pada kategori tidak kritis dan peserta didik dengan nilai *pretest* terendah memiliki nilai 7,00 yang termasuk kategori tidak kritis. Kemudian, peserta didik dengan nilai *posttest* tertinggi memiliki nilai sebesar 88,50 dengan kategori sangat kritis dan peserta didik dengan nilai *posttest* terendah termasuk dalam kategori tidak kritis dengan nilai 27,50. Hasil *pretest* dan *posttest* ini menunjukkan terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Perbandingan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis terdapat pada gambar 4.1.

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa sebelum pemberian perlakuan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XI MIA adalah sebesar 100% atau seluruh peserta didik berada pada kategori tidak kritis. Kemampuan berpikir kritis peserta didik yang tergolong tidak kritis ini disebabkan karena peserta didik masih belum memahami konsep materi yang berkaitan dengan pertanyaan yang diberikan. Peserta didik belum mampu mengembangkan pemikirannya dan hanya terpaku pada



pernyataan soal saja. Hal ini pun sesuai dengan penelitian Nugraha, dkk (2017), yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik yang masih kurang disebabkan karena ia belum mampu mengembangkan kemampuan berpikir secara mendalam sehingga hasil analisis dan kesimpulan yang dibuatnya tidak sempurna (Nugraha, Suyitno, & Susilaningsih, 2017). Proses berpikir seperti ini termasuk dalam kemampuan berpikir awal.

Selain itu, peserta didik merasa kesulitan mengingat dan menentukan persamaan matematis yang seharusnya digunakan dalam menyelesaikan persoalan. Kemampuan mengingat peserta didik yang masih rendah ini tentu berpengaruh terhadap tingkat berpikir kritis yang dimilikinya. Sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan Nugraha (2017), bahwa proses berpikir yang masih rendah adalah ketika seseorang kurang mampu mengingat dengan baik dan baru akan menyadarinya ketika diingatkan oleh orang lain (Nugraha, Suyitno, & Susilaningsih, 2017). Hal inilah yang menjadi penyebab rendahnya tingkat kemampuan berpikir kritis yang dimiliki peserta didik.

Setelah diberikan perlakuan dengan menggunakan *e*-modul berbasis STEM, terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Berdasarkan gambar 4.3 hasil kemampuan berpikir kritis mengalami peningkatan, terdapat 30% peserta didik berada pada kategori sangat kritis, 0% peserta didik pada kategori kritis, 40% peserta didik berada pada kategori kurang kritis, dan 30% peserta didik berada pada kategori tidak

kritis. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik, meskipun tidak terjadi pada seluruh peserta didik.

Peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis yang berada pada kategori sangat kritis karena sudah terbiasa dan sering berlatih merumuskan serta menyimpulkan masalah. Selain itu, peserta didik juga sudah fasih menganalisis, menentukan penyelesaian yang tepat, dan memberikan penjelasan dengan benar. Hal ini sejalan dengan penelitian Suriati, dkk (2021) yang menyatakan bahwa peserta didik dengan kemampuan berpikir sangat kritis dikarenakan selama kegiatan pembelajaran peserta didik sudah terlatih untuk memecahkan soal berbasis masalah yang mampu menuntun peserta didik dalam menentukan solusi permasalahan dengan benar (Suriati, Sundaygara, & Kurniawati, 2021).

Peserta didik dikatakan berada dalam kategori kritis apabila peserta didik mampu menuliskan penyelesaian soal dengan benar tetapi kurang lengkap, mampu membuat model atau persamaan matematis namun terdapat sedikit kesalahan dalam penjelasan atau perhitungan (Suriati, Sundaygara, & Kurniawati, 2021). Peserta didik dikategorikan kritis karena mampu memberikan penjelasan namun melewatkan hal-hal penting yang seharusnya dijelaskan. Peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis ini terkadang merasa bingung dalam memfokuskan diri pada pertanyaan sehingga bisa mengalami kekeliruan dalam menjawab pertanyaan.

Peserta didik dikatakan berada pada kategori kurang kritis ketika mampu memberikan penjelasan jawaban, namun penjelasan atau penjabaran perhitungan yang diberikan tidak tepat (Suriati, Sundaygara, & Kurniawati, 2021). Peserta didik tidak mampu meyakini jawaban yang diberikannya sehingga tidak dapat memberikan alasan terkait jawaban yang mereka tulis. Kurang teliti dalam menjawab juga menjadi salah satu penyebab peserta didik berada dalam kategori kurang kritis, karena ketidaktelitian tersebut menyebabkan jawaban yang diberikan peserta didik tidak sistematis dan terarah.

Peserta didik dengan kemampuan berpikir pada kategori tidak kritis dikarenakan belum memahami maksud dari pertanyaan yang diberikan dan belum mampu menentukan persamaan matematis yang tepat digunakan sebagai solusi dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik cenderung tidak yakin dengan jawaban yang mereka berikan sehingga lebih kepada menebak-nebak jawaban karena tidak mengingat bahkan materi yang sudah dijelaskan dan diajarkan sebelumnya (Suriati, Sundaygara, & Kurniawati, 2021). Bahkan peserta didik dalam kategori tidak kritis ini bisa saja tidak menjawab permasalahan yang diberikan dengan alasan tidak memahami maksud soal dengan baik.

Pada gambar 4.3 diperoleh nilai *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik, dimana sebanyak 30% atau 3 orang peserta didik berada dalam kategori tidak kritis. Hal ini dapat terlihat pada salah satu jawaban *posttest* yang diberikan peserta didik pada gambar 4.11 berikut.

$$7). \quad 30 = T - 20$$

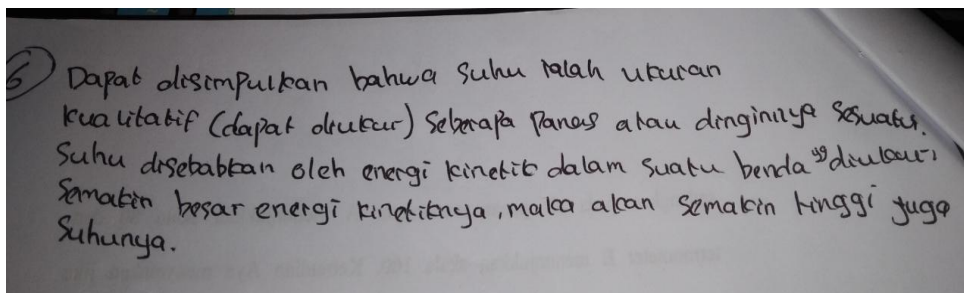
$$x = 50^{\circ}C$$

**Gambar 4.11 Hasil jawaban *posttest* salah satu peserta didik yang termasuk kategori tidak kritis**

Pada gambar 4.11 terlihat jawaban *posttest* peserta didik yang masih berada pada kategori tidak kritis. Terlihat bahwa peserta didik langsung memberikan jawaban akhir dan tidak memberikan uraian jawaban yang sistematis. Pemilihan rumus yang digunakan untuk menyelesaikan soal juga masih belum tepat sehingga hasil yang diperoleh juga belum benar. Peserta didik masih belum mampu menganalisis dan mengevaluasi strategi untuk menyelesaikan masalah pada soal yang diberikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Purwati, dkk (2016), bahwa kemampuan menganalisis dan mengevaluasi suatu permasalahan menjadi hal yang penting dimiliki oleh peserta didik, karena peserta didik yang kurang mampu dalam menganalisis dan mengevaluasi akan memengaruhi dalam memberikan kesimpulan jawaban soal (Purwati, Hobri, & Fatahillah, 2016). Maka menganalisis dan mengevaluasi permasalahan sangat memiliki kaitan yang erat untuk dapat menentukan kesimpulan terhadap suatu permasalahan yang dihadapi.

Pada gambar 4.3 diperoleh bahwa sebanyak 40% atau 4 orang peserta didik memiliki kemampuan berpikir kritis yang berada pada kategori kurang kritis. Hal ini dapat dilihat berdasarkan hasil jawaban

*posttest* kemampuan berpikir kritis yang diberikan oleh peserta didik pada gambar 4.12 berikut.



**Gambar 4.12 Hasil jawaban *posttest* salah satu peserta didik yang termasuk kategori kurang kritis**

Pada gambar 4.12 tampak jawaban *posttest* peserta didik yang masih berada pada kategori kurang kritis. Sebanyak 4 orang peserta didik yang masih berada dalam kategori kurang kritis ini disebabkan karena kurang teliti dalam memberikan jawaban. Pada gambar 4.12 terlihat peserta didik sudah mampu memberikan penjelasan namun masih terdapat kekeliruan dalam mengaitkan materi dengan soal yang ditanyakan karena peserta didik tidak mencerna dengan baik permasalahan yang dihadapi. Kekeliruan ini menyebabkan kesimpulan yang diberikan peserta didik juga kurang tepat. Hal ini pun sejalan dengan penelitian Satriani (2017), yang menyatakan bahwa dalam menyelesaikan permasalahan diperlukan kecermatan untuk mencerna informasi dengan baik sebelum akhirnya menentukan kesimpulan (Satriani, 2017). Maka dari itu, dalam berpikir kritis peserta didik akan dilatih untuk bersikap cermat dan selalu berhati-hati dalam menyikapi masalah yang dihadapi.

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada *posttest* kemampuan berpikir kritis, sebesar 0% atau tidak ada peserta didik yang termasuk dalam kategori kritis. Hal ini dikarenakan sebagian peserta didik sudah mampu memberikan penjelasan dan perhitungan dengan lengkap dan sistematis (kategori sangat kritis) dan sebagian besar peserta didik yang berada pada kategori kurang kritis dan tidak kritis masih belum mampu memberikan penjelasan dan perhitungan yang sesuai dengan soal yang diberikan. Peserta didik dikatakan kritis apabila mampu memberikan penjelasan atau perhitungan dengan benar atau lengkap tapi masih terdapat kesalahan. Peserta didik juga termasuk dalam kategori kritis apabila mampu memahami pertanyaan dengan baik namun, tidak tepat dalam memilih alasan atas jawaban yang diberikannya (Suriati, Sundaygara, & Kurniawati, 2021). Sehingga, tidak ada peserta didik dengan kriteria yang sesuai dengan kategori kritis. Maka dari itu, berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis pada tabel 4.1 tidak terdapat peserta didik yang berada pada kategori kritis. Rekapitulasi nilai tes kemampuan berpikir kritis dapat dilihat pada lampiran 2.7 dan 2.8.

Pada gambar 4.3 diperoleh bahwa sebanyak 30% atau 3 orang peserta didik memiliki kemampuan berpikir kritis yang berada pada kategori sangat kritis. Hal ini dapat dilihat berdasarkan hasil jawaban *posttest* kemampuan berpikir kritis yang diberikan oleh peserta didik pada gambar 4.13 berikut.



14) Diketahui

$m_{\text{air}} = 0,2 \text{ kg}$   
 $T_{\text{air}} = 22^\circ\text{C}$   
 $m_{\text{es}} = 0,05 \text{ kg}$   
 $T_{\text{es}} = -10^\circ\text{C}$   
 $C_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$   
 $C_{\text{es}} = 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$   
 $L_{\text{es}} = 3,3 \times 10^5 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

Ditanya Takdir = ?

- kalor yg diterima es dari  $-10^\circ\text{C}$  hingga  $0^\circ\text{C}$   
 $Q_1 = m_{\text{es}} \cdot C_{\text{es}} \cdot \Delta T_1 = 0,05 \times 2100 \times (0 - (-10)) = 1050 \text{ J}$
- kalor yg diterima es  $0^\circ\text{C}$  untuk melebur semua  
 $Q_2 = m_{\text{es}} \cdot L_{\text{es}} = 0,05 \times 3,3 \times 10^5 = 16500 \text{ J}$
- kalor yg diterima air  $0^\circ\text{C}$  menjadi air  $x^\circ\text{C}$   
 $Q_3 = m_{\text{es}} \cdot C_{\text{air}} \cdot \Delta T_3 = 0,05 \times 4200 \times (x - 0) = 210x \text{ J/}^\circ\text{C}$
- kalor yg dilepas air  $22^\circ\text{C}$  untuk menjadi  $x^\circ\text{C}$   
 $Q_4 = m_{\text{air}} \cdot C_{\text{air}} \cdot \Delta T_4 = 0,2 \times 4200 \times (22 - x) = 18480 \text{ J} - 840x \text{ J}$

Dasar Balok:

$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$   
 $Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$   
 $1050 \text{ J} + 16500 \text{ J} + 210x \text{ J/}^\circ\text{C} = 18480 \text{ J} - 840x \text{ J/}^\circ\text{C}$   
 $210x + 840x \text{ J/}^\circ\text{C} = 930 \text{ J}$   
 $1050x \text{ J/}^\circ\text{C} = 930 \text{ J}$   
 $x = 930/1050 = 0,88^\circ\text{C}$

**Gambar 4.13 Hasil jawaban *posttest* salah satu peserta didik yang termasuk kategori sangat kritis**

Pada gambar 4.13 terlihat jawaban peserta didik dengan kategori sangat kritis. Peserta didik termasuk dalam kategori sangat kritis karena mampu memberikan jawaban yang lengkap dan penjabaran penyelesaian masalah yang sistematis. Peserta didik mampu dengan mudah memahami pertanyaan yang diberikan sehingga jawaban yang diberikan peserta didik menuliskan persamaan yang tepat dilengkapi dengan diketahui, ditanya, dan jawaban dengan jelas dan runtut. Hal ini pun sejalan dengan penelitian Suriati, dkk (2021), yang menyatakan bahwa peserta didik dengan kemampuan berpikir sangat kritis sudah mulai terbiasa mengerjakan soal

untuk memecahkan masalah sehingga memudahkan mereka untuk menemukan jawaban dan memberikan penjabaran jawaban yang lengkap dan tepat.

Perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* menjadi lebih baik ini sebagai bentuk peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah adanya perlakuan dengan pembelajaran menggunakan bahan ajar *e-modul* berbasis STEM. Meskipun ada beberapa peserta didik yang kemampuan berpikir kritisnya masih tergolong rendah, namun ada peningkatan dalam proses pemahaman pada peserta didik tersebut dibuktikan dengan adanya peningkatan perolehan nilai pada saat *posttest*. Peningkatan nilai *posttest* peserta didik dapat dilihat pada lampiran 2.8.

Hasil yang diperoleh ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa penggunaan *e-modul* dalam kegiatan pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Latifah, Ashari, & Kurniawan, 2020). Khoiriyah, dkk (2018) menyatakan bahwa bahan ajar *e-modul* berbasis STEM dapat melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui langkah-langkah berpikir kritis seperti memecahkan masalah dan menyimpulkan (Khoiriyah, Abdurrahman, & Wahyudi, 2018). Hasil penelitian ini juga diperkuat dengan adanya penelitian yang dilakukan oleh Pane, dkk (2021), bahwa bahan ajar berbasis STEM memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun kemampuan berpikir tingkat tinggi yang salah satunya adalah kemampuan untuk berpikir kritis (Pane, Andra, & Distrik, 2021).

Berdasarkan tabel 4.2, terlihat peningkatan kemampuan berpikir kritis untuk setiap indikatornya. Peningkatan tersebut dinyatakan dalam nilai *N-gain* perindikator. Indikator dengan nilai *N-gain* tertinggi adalah indikator menyimpulkan dengan nilai sebesar 0,76 pada kategori tinggi. Sedangkan, indikator dengan peningkatan terendah pada indikator memecahkan masalah dengan nilai *N-gain* 0,38 pada kategori rendah. Rata-rata nilai *N-gain* pada setiap indikator kemampuan berpikir kritis ini adalah sebesar 0,50 yang berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan terdapat peningkatan untuk setiap indikator kemampuan berpikir kritis pada peserta didik.

Setiap indikator kemampuan berpikir kritis memiliki peningkatan hasil yang berbeda-beda berdasarkan nilai *pretest* dan nilai *posttest* yang ditunjukkan pada gambar 4.4, bahwa pada saat *pretest* rata-rata nilai pada indikator menganalisis adalah sebesar 33,24, yang merupakan indikator dengan rata-rata nilai *pretest* tertinggi. Kemudian meningkat pada saat *posttest* menjadi 66,18. Indikator menyintesis memiliki nilai rata-rata *pretest* sebesar 8,75 yang menjadi indikator dengan rata-rata nilai *pretest* terendah. Kemudian, pada saat *posttest* rata-rata nilai indikator menyintesis menjadi 44,37. Nilai *posttest* indikator menyintesis adalah indikator dengan nilai rata-rata *posttest* yang terendah.

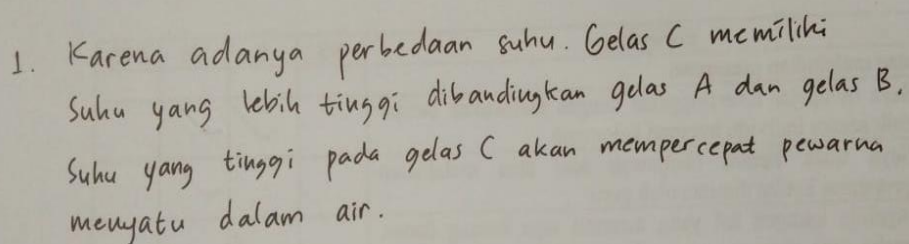
Indikator memecahkan masalah pada saat *pretest* memiliki nilai rata-rata sebesar 17,00 dan meningkat pada saat *posttest* menjadi 48,83. Indikator menyimpulkan pada saat *pretest* memiliki rata-rata nilai sebesar

Jawaban

1. karena yang berisi air dingin akan lebih lama tercampur dibanding gelas yang berisi air biasa, karena air didalam air yang dingin terdapat zat yang memperlambat

28,50, kemudian pada saat *posttest* meningkat menjadi indikator dengan nilai rata-rata *posttest* terbesar yaitu 82,50. Indikator mengevaluasi memiliki nilai rata-rata *pretest* sebesar 12,97 dan meningkat pada saat *posttest* menjadi 52,97. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada setiap indikatornya setelah diberikan pembelajaran dengan menggunakan *e-modul* fisika berbasis STEM. Untuk melihat perbandingan kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan ditunjukkan melalui jawaban hasil *pretest* dan *posttest* salah satu peserta didik pada gambar-gambar berikut.

**Gambar 4.14 Hasil jawaban *pretest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menganalisis**



1. Karena adanya perbedaan suhu. Gelas C memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan gelas A dan gelas B. Suhu yang tinggi pada gelas C akan mempercepat pewarna menyatu dalam air.

**Gambar 4.15 Hasil jawaban *posttest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menganalisis**

Berdasarkan gambar 4.14 dan 4.15 terdapat perbedaan jawaban peserta didik saat *pretest* dan *posttest* pada indikator menganalisis. Jawaban *posttest* peserta didik setelah diberikan perlakuan lebih sesuai dan terarah pada materi dibandingkan jawaban *pretest* sebelum adanya

perlakuan. Pertanyaan yang diberikan adalah menganalisis penyebab perbedaan pergerakan cairan warna yang diberikan kedalam tiga buah gelas dengan masing-masing jenis air yang berbeda, dimana gelas A berisi air dengan suhu ruangan, gelas B berisi air dengan es batu, dan gelas C berisi air panas. Pada saat *pretest* jawaban yang diberikan oleh peserta didik masih belum tepat karena tidak mengaitkan jawabannya dengan teori tentang suhu. Sedangkan saat *posttest* peserta didik mampu memberikan penjelasan yang dikaitkan dengan teori mengenai suhu.

Proses menganalisis terlihat dari jawaban peserta didik dalam menghubungkan suatu permasalahan dengan penyebabnya yang berkaitan dengan konsep-konsep permasalahan tersebut. Pernyataan ini diperlihatkan berdasarkan tabel 4.2 bahwa nilai *N-gain* untuk indikator menganalisis sebesar 0,49 yang berada pada kategori sedang. Hal ini sejalan dengan penelitian Latifah, dkk, yang menyatakan bahwa pemberian *e-modul* membuat peserta didik lebih mudah belajar dan tingkat pemahaman peserta didik lebih baik dengan adanya *e-modul* ini (Latifah, Ashari, & Kurniawan, 2020). Peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik juga terjadi pada indikator menyintesis sebagaimana ditunjukkan dalam jawaban salah satu peserta didik pada gambar berikut.



Diket: jari-jari tabung : 20 cm  
 Tinggi tabung : 20 cm  
 Panjang kubus : 20 cm  
 Ditanyakan : Perpindahan kalor ?  
 Jawab:  $V = \pi r^2 \times t$   
 $V = 3,14 \times 20 \times 20$   
 $V = \frac{1256}{20}$   
 $= 62,8$

**Gambar 4.16** Hasil jawaban *pretest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menyintesis

9) Luas Permukaan bejana yg berbentuk tabung adalah  
 $L = 2\pi r^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 20 \times 10^{-2} = 6,28 \times 4 \times 10^{-4} = 25,12 \times 10^{-4} \text{ m}^2$   
 sedangkan luas Permukaan bejana yg berbentuk kubus adalah  
 $L = 5s^2 = 5 \times 4 \times 10^{-4} = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$   
 Jadi bejana dengan bentuk tabung memiliki luas permukaan lebih besar dibanding dengan bentuk kubus.

**Gambar 4.17** Hasil jawaban *posttest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menyintesis

Berdasarkan gambar 4.16 dan gambar 4.17 diperoleh perbedaan jawaban antara *pretest* dan *posttest* pada indikator menyintesis. Saat *pretest* jawaban yang diberikan peserta didik belum maksimal, sedangkan jawaban *posttest* peserta didik sudah mengarah pada proses menyintesis. Berdasarkan gambar 4.16 peserta didik masih belum mampu menentukan persamaan yang tepat dalam menyelesaikan soal tersebut. Sehingga, jawaban yang diberikan peserta didik tidak tepat. Sedangkan, saat *posttest*, yang ditunjukkan oleh gambar 4.17, peserta didik sudah mampu



menentukan prinsip dan konsep mana yang tepat untuk dihubungkan dalam menemukan penyelesaian soal tersebut. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan menyintesis peserta didik.

Hasil ini pun sejalan dengan penelitian yang dilakukan Fatmawati, dkk (2014), bahwa melalui penggunaan bahan ajar e-modul fisika peserta didik mampu menyusun konsep-konsep mengenai materi bersangkutan menjadi satu kesatuan sehingga memperoleh jawaban dari persoalan yang didapatkan. Peserta didik secara sadar dapat menyusun konsep tentang suatu materi dengan menggunakan logika secara intuitif (Fatmawati, Mardiyana, & Triyanto, 2014). Proses menyusun konsep-konsep yang saling berkaitan menjadi suatu pembahasan yang konkrit ini dapat melatih peserta didik dalam berpikir secara logis untuk menemukan penyelesaian masalah suatu. Berdasarkan tabel 4.2 nilai *N-gain* untuk indikator menyintesis mengalami peningkatan menjadi berada pada kategori sedang sebesar 0,39.

$$2 \cdot F - 32 = 28 \left( \frac{180}{100} \right)$$

$$F - 32 = \frac{9}{5} (28)$$

$$F - 32 = 50,4$$

$$F = 50,4 + 32$$

$$F = 82,4^{\circ}F$$

**Gambar 4.18** Hasil jawaban *pretest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: memecahkan masalah

2. Kelvin  
 $t = 28^{\circ}\text{C}$   
 $28^{\circ}\text{C} + 273 = 301^{\circ}\text{K}$   
 fahrenheit =  
 $t = 28^{\circ}\text{C}$   
 $T_F = \frac{9}{5} \times 28^{\circ}\text{C} + 32$   
 $\frac{C}{100} = \frac{(F - 32)}{180}$   
 $F - 32 = \frac{9}{5} C$   
 $F = \frac{9}{5} C + 32$   
 $F = \frac{9}{5} C + 32$   
 $F = 28 \times \frac{9}{5} + 32$   
 $F = 82,4^{\circ}\text{F}$

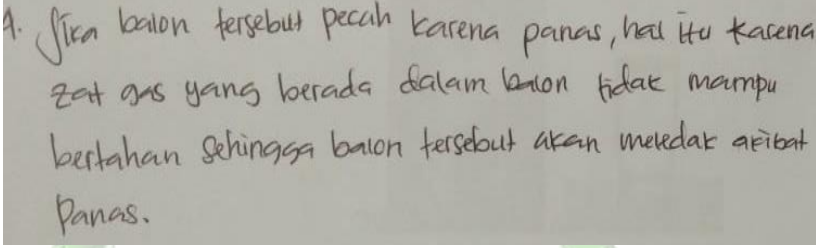
$R = C$   
 $\frac{80}{100} = \frac{C}{100}$   
 $R = C \times \frac{4}{5}$   
 $F = 28 \times \frac{4}{5}$   
 $F = 22,4$   
 Maka  $28^{\circ}\text{C} = 22,4$

**Gambar 4.19** Hasil jawaban *posttest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: memecahkan masalah

Berdasarkan gambar 4.18 dan gambar 4.19 terlihat perbedaan jawaban peserta didik, dimana sebelum adanya perlakuan jawaban peserta didik masih belum sempurna dan tidak lengkap. Saat *pretest* hanya sebagian jawaban peserta didik yang benar, dan yang lainnya tidak memberikan jawaban yang tepat. Saat *pretest* ini sebenarnya jawaban yang diberikan peserta didik untuk soal terkait indikator memecahkan masalah sudah hampir benar, namun kurang teliti dalam melakukan penghitungan dan masih ada kekeliruan dalam penentuan persamaan matematis yang tepat. Setelah diberikan perlakuan dan dilakukan *posttest*, peserta didik pun sudah mampu menemukan penyelesaian masalah melalui persamaan matematis yang diterapkan. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan persamaan matematis secara sistematis untuk dapat mengkonversikan suhu ke dalam jenis termometer yang berbeda.

Indikator memecahkan masalah menjadi indikator dengan nilai *N-gain* atau peningkatan terendah dibandingkan dengan indikator lainnya. Hal ini disebabkan kemampuan memecahkan masalah yang dimiliki oleh peserta didik belum maksimal karena kurangnya latihan soal untuk menyelesaikan masalah. Peserta didik terbiasa menerima pengetahuan tanpa diberikan kesempatan untuk menggali lebih dalam tentang pengetahuan yang diperolehnya. Sebagaimana hasil penelitian yang disampaikan Purwati, dkk (2016), bahwa menyelesaikan soal-soal yang berbasis masalah dapat melatih peserta didik untuk menganalisis dan menemukan strategi yang tepat untuk menyelesaikan masalah (Purwati, Hobri, & Fatahillah, 2016). Sehingga, kurangnya latihan soal menyelesaikan masalah akan memengaruhi tingkat berpikir kritis peserta didik.

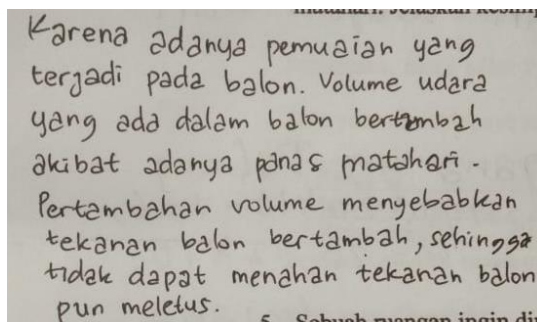
Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Tyas, dkk, bahwa e-modul fisika berbasis STEM mampu mempermudah peserta didik dalam memecahkan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari (Tyas, Harana, & Wahyuningish, 2020). Ririn, dkk, juga menyatakan bahwa



4. Jika balon tersebut pecah karena panas, hal itu karena zat gas yang berada dalam balon tidak mampu bertahan sehingga balon tersebut akan meledak akibat Panas.

menyelesaikan masalah secara pribadi dapat meningkatkan kemandirian dalam belajar, karena adanya dorongan dari dalam diri peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan dan belajar menemukan solusi sendiri (Ririn, Budiman, & Muhammad, 2021). Hal ini diperlihatkan pada tabel 4.2 bahwa nilai *N-gain* untuk indikator menyelesaikan masalah sebesar 0,38 yang berada kategori sedang. Pada indikator menyimpulkan, peserta didik mengalami peningkatan dalam memberikan jawaban berdasarkan pada gambar 4.20 dan 4.21 berikut.

**Gambar 4.20 Hasil jawaban *pretest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menyimpulkan**

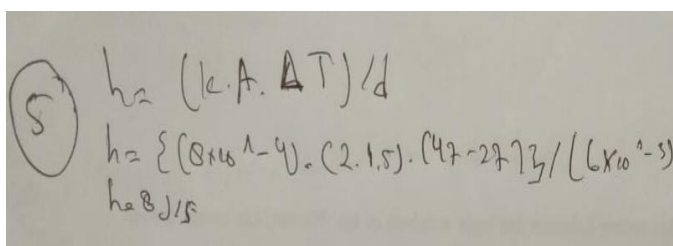


Karena adanya pemuaian yang terjadi pada balon. Volume udara yang ada dalam balon bertambah akibat adanya panas matahari. Pertambahan volume menyebabkan tekanan balon bertambah, sehingga tidak dapat menahan tekanan balon pun meletus.

**Gambar 4.21 Hasil jawaban *posttest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: menyimpulkan**

Gambar 4.20 dan gambar 4.21 menyatakan perbedaan jawaban peserta didik dalam memberikan kesimpulan dari suatu pernyataan. Pada *pretest* jawaban kesimpulan yang diberikan peserta didik belum sesuai dengan materi yang berkaitan. Sedangkan, pada saat *posttest* peserta didik sudah mampu memberikan jawaban sesuai dengan materi terkait yaitu tentang pemuaian. Kemampuan menyimpulkan yang dimiliki peserta didik menjadi salah satu indikator kemampuan berpikir kritis yang memiliki peningkatan tertinggi. Peserta didik mampu menyimpulkan suatu permasalahan atau pernyataan setelah menganalisis permasalahan tersebut.

Tingginya indikator menyimpulkan ini sesuai dengan pendapat Murti (2009), bahwa ciri seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis tinggi adalah mampu menarik kesimpulan guna menemukan solusi atas permasalahannya disertai dengan bukti dan alasan yang kuat (Nugraha, Suyitno, & Susilaningsih, 2017). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Widiyanto, dkk (2021), yang menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis STEM mampu membiaskan peserta didik dalam



$$\begin{aligned}
 h &= (k \cdot A \cdot \Delta T) / d \\
 h &= \{ (0.116 \text{ m}^2 - 4) \cdot (2.1.5) \cdot (47 - 27) \} / (6 \times 10^{-3}) \\
 h &= 0.15
 \end{aligned}$$

menemukan dan menarik kesimpulan dari suatu permasalahan (Widiyanto, Herlina, & Andra, 2021). Hal ini dibuktikan dengan nilai *N-gain* untuk indikator menyimpulkan yang berada pada kategori tinggi, sebesar 0,76. Setelah mampu menyimpulkan, indikator berpikir kritis terakhir yaitu mengevaluasi.

**Gambar 4.22 Hasil jawaban *pretest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: mengevaluasi**

5) Diketahui :

$$A_1 = 2,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 3,75 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 1 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 1,2 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 31^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C} = 7^\circ\text{C}$$

$$d = 3,5 \text{ mm} = 3,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$k = 0,8 \text{ W/mK}$$

Ditanya  $H = \dots ?$

Jawab

kaca Pertama :  $H = kA\Delta Td = 0,8 \cdot 3,75 \cdot 7 \cdot 3,5 \times 10^{-3} = 6 \times 10^3 \text{ J/s}$

kaca 2 :  $H = kA\Delta Td = 0,8 \cdot 1,2 \cdot 7 \cdot 3,5 \times 10^{-3} = 1,92 \times 10^3 \text{ J/s}$

Jadi kaca yg digunakan adalah kaca kedua

**Gambar 4.23 Hasil jawaban *posttest* salah satu peserta didik pada indikator kemampuan berpikir kritis: mengevaluasi**

Gambar 4.22 dan gambar 4.23 menyatakan perbedaan jawaban *pretest* dan *posttest* salah satu peserta didik. Sebelum pembelajaran menggunakan e-modul berbasis STEM, peserta didik masih belum tepat dalam mengevaluasi suatu permasalahan. Setelah diberikan pembelajaran dengan menggunakan e-modul fisika berbasis STEM, peserta didik mampu mengevaluasi suatu permasalahan untuk menentukan solusi dengan melakukan perhitungan sesuai dengan konsep materi. Peserta didik



dapat memberikan penjabaran dalam proses menilai suatu permasalahan yang diperoleh. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Suarsa dan Mahayukti (2013), bahwa pada proses mengevaluasi peserta didik melakukan penilaian kembali untuk menemukan penyelesaian dari suatu persoalan (Suarsa & Mahayukti, 2013). Berdasarkan tabel 4.2 nilai *N-gain* peningkatan kemampuan berpikir kritis untuk indikator mengevaluasi sebesar 0,46 yang berada pada kategori sedang.

Dalam *e-modul* fisika berbasis STEM, aspek-aspek yang ada dalam STEM dihadirkan pada setiap materi pelajaran yang disajikan. Dalam suatu materi atau pokok bahasan yang diuraikan terdapat 2 sampai 4 aspek STEM yang hadir. Setiap aspek STEM memiliki peran besar dalam merangsang kemampuan berpikir kritis peserta didik. Aspek STEM Sains atau pengetahuan yang ada dalam *e-modul* ini lebih menekankan pada kemampuan menganalisis dan menyimpulkan peserta didik. Melalui sains, peristiwa dan fenomena alam yang dihadapkan kepada peserta didik akan dikaji kaitannya dengan materi fisika yang dipelajari dimana dalam hal ini akan melibatkan kegiatan penyelidikan yang mengandalkan kemampuan menganalisis. Peserta didik akan menganalisis teori, konsep, dan prinsip yang ada dalam suatu materi fisika untuk dihubungkan dengan penerapan unsur-unsur STEM dalam kehidupan sehari-hari (Pane, Andra, & Distrik, 2021). Hasil penyelidikan tersebut digunakan sebagai bukti dalam menemukan kesimpulan terhadap permasalahan yang dihadapi, dan disinilah kemampuan menyimpulkan peserta didik akan diandalkan.

Aspek STEM yang memiliki peran besar dalam meningkatkan kemampuan mengevaluasi peserta didik adalah *technology* atau teknologi. Dalam aspek teknologi ini peserta didik akan melakukan pengkajian ulang mengenai suatu pemanfaatan teknologi yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Aktivitas ini melibatkan kemampuan mengevaluasi tentang menentukan cara untuk mengembangkan sebuah produk guna mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan keperluan manusia (Yuanita & Kurnia, 2019). Aspek ini akan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memandang teknologi sebagai sebuah sarana menuju perubahan kearah yang lebih baik dan positif.

Aspek STEM selanjutnya adalah *engineering* atau teknik yang memiliki peran besar dalam membangun kemampuan menyintesis. Aspek teknik akan memberikan peluang kepada peserta didik untuk menyelesaikan masalah dengan membangun koneksi antarkonsep yang berkaitan yang disusun secara sistematis. Proses menghubungkan teori dengan konsep tersebut akan membangun kemampuan menyintesis peserta didik untuk dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi. Hal ini sejalan dengan penelitian Paramita, dkk (2021), bahwa bahan ajar berbasis STEM dapat menuntun peserta didik untuk mengkaji pengetahuan yang diperoleh atau dikemukakan oleh orang lain untuk mengaitkan konsep dalam pemecahan masalah (Paramita, Gustina, & Laratu, 2021). Aspek teknik ini memungkinkan peserta didik untuk menciptakan pengalaman mereka dalam membangun pengetahuan dan kecakapan menyelesaikan masalah.

Aspek STEM matematika berperan besar dalam melatih kemampuan memecahkan masalah peserta didik dan kemampuan mengevaluasi. Kemampuan memecahkan masalah disini melibatkan persamaan matematis dan bahasa numerik untuk menemukan hasil yang tepat. Dalam menghadapi suatu permasalahan diperlukan perhitungan yang tepat dan sesuai agar hasil akhir yang diperoleh tidak menimbulkan kesalahan dan permasalahan baru. Aspek matematika ini sangat diperlukan oleh peserta didik untuk dapat melatih kemampuan berpikir matematika dalam mengevaluasi atau menilai suatu permasalahan dengan melakukan perhitungan (Yuanita & Kurnia, 2019). Sehingga, dalam aspek matematika ini kemampuan berpikir kritis peserta didik untuk memecahkan masalah secara rasional dan mengevaluasi secara terstruktur akan dilatih secara bersamaan.

Pembahasan materi tentang suhu, kalor, dan perpindahan kalor yang disajikan dalam *e-modul* fisika berbasis STEM memberikan pemaparan materi yang lebih mudah diterima dan dipahami oleh peserta didik. Pada tahap inti pembelajaran menggunakan *e-modul* berbasis STEM peserta didik akan diminta untuk merefleksikan hasil pemahamannya kedalam kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dilakukan berdasarkan LKPD yang terdapat di dalam *e-modul* STEM yang digunakan. Berdasarkan konsep dan prinsip yang telah dipelajari sebelumnya, peserta didik akan diarahkan untuk menerapkan konsep-konsep tersebut melalui data hasil pengamatan dan kesimpulan yang mereka temukan. Proses ini akan

merangsang kemampuan intuitif peserta didik dalam mencari solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang dituangkan dalam bentuk data hasil percobaan.

Data hasil percobaan peserta didik tentang suhu dan termometer dapat dilihat pada gambar 4.24 berikut.

Hasil Percobaan

No.	Perlakuan	Hasil
1.	Saat di beri air panas	Air naik setinggi <del>10</del> 17 cm
2.	Sesudah di beri air panas	Air turun menjadi 8 cm
3.	Setelah 10 menit	Air kembali ke posisi awal. Air mengalami kenaikan sebesar 11 cm.

Kesimpulan :

Saat diberi air panas air didalam sedotan naik 17cm dari posisi semula. Setelah 10 menit air turun menjadi 8 cm. Hal ini karena adanya pemuaian pada air didalam botol. Ketika dipanaskan volume air akan bertambah sehingga air akan naik melalui sedotan. Ketika suhu mulai turun volume air akan berkurang. Semakin tinggi suhu maka volume air semakin bertambah, begitu pula sebaliknya.

**Gambar 4.24 Hasil percobaan dan kesimpulan pada praktikum tentang suhu dan termometer**

Pada gambar 4.24 terlihat hasil percobaan peserta didik tentang suhu dan termometer. Pada percobaan ini aspek STEM yang diterapkan adalah sains dan teknik. Aspek teknik ketika peserta didik merangkai alat praktikum dengan menggunakan bahan-bahan sederhana. Kemudian, data hasil dan kesimpulan yang mereka peroleh dihubungkan dengan pengetahuan yang mereka miliki, dimana aspek sains yang bekerja pada tahap ini. Dalam menentukan kesimpulan mereka akan berdiskusi dan saling berkomunikasi untuk menemukan kesimpulan yang tepat. Melalui

kegiatan ini, peserta didik dapat mengasah potensi mereka dalam kemampuan berpikir kritis. Hal ini sejalan dengan penelitian Cahyani, dkk, yang menyatakan bahwa aktivitas pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan *e-modul* melalui diskusi dapat meningkatkan keterampilan berpikir peserta didik (Cahyani, Mayasari, & Sasono, 2020).

Kesimpulan yang dikemukakan peserta didik kemudian akan dikaji kembali melalui kegiatan diskusi. Proses ini melatih kemampuan mengevaluasi peserta didik dalam menilai kembali hasil kesimpulan yang telah diputuskan sehingga diperoleh ketepatan dan relevansi pencapaian tahap berpikir tingkat tinggi yang maksimal. Hal ini dijelaskan dalam penelitian Nugraha, dkk, (2017), bahwa kemampuan berpikir kritis yang termasuk dalam kategori berpikir unggul adalah melalui kegiatan mengevaluasi yang mengarahkan pada ketepatan dan relevansi hasil pemikiran seseorang (Nugraha, Suyitno, & Susilaningsih, 2017).

*E-modul* fisika berbasis STEM yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kelebihan dan kekurangan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kelebihan dari *e-modul* ini adalah terletak pada pengemasan materi yang tersusun secara sistematis dan sesuai dengan aspek-aspek STEM yang berkaitan, sehingga memudahkan pembaca dalam menentukan aspek STEM yang berkaitan dengan materi yang diberikan. Akan tetapi, aspek yang tersebar dalam materi pada *e-modul* ini belum merata. Inilah yang kemudian menjadi kekurangan dari *e-modul* fisika berbasis STEM ini.

Aspek sains memiliki penyebaran yang lebih banyak dibandingkan aspek STEM lainnya. Dalam *e*-modul ini, secara keseluruhan aspek sains tersebar pada 15 submateri dan kegiatan praktikum, yaitu pada submateri pengertian suhu, skala termometer, praktikum tentang suhu, praktikum tentang suhu dan termometer, submateri pemuaian, pengertian kalor, kapasitas kalor, asas Black, perubahan wujud zat, praktikum perubahan wujud zat, praktikum perpindahan kalor, dan pada materi perpindahan kalor. Sedangkan, untuk aspek teknik, teknologi dan matematika hanya 3-6 submateri saja. Hal ini kemudian menyebabkan peningkatan indikator kemampuan berpikir kritis peserta didik menjadi tidak merata.

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.4, terlihat bahwa peningkatan indikator tertinggi berada pada indikator menyimpulkan. Hal ini disebabkan oleh *e*-modul STEM yang digunakan lebih banyak menekankan pada sains, dimana sains disini berperan dalam membangun kemampuan menganalisis dan menyimpulkan. Pada penjelasan materi dan kegiatan praktikum, peserta didik lebih sering terlatih menganalisis dan menyimpulkan masalah selama kegiatan pembelajaran menggunakan *e*-modul ini. Sehingga, kemampuan yang lebih besar peningkatannya berada pada indikator menyimpulkan sebesar 0,76 pada kategori *N-gain* tinggi.

Indikator kemampuan berpikir kritis dengan peningkatan terendah berada pada indikator memecahkan masalah dan menyintesis. Pada *e*-modul yang digunakan, aspek matematika sebagai pendorong kemampuan memecahkan masalah peserta didik tidak terlalu ditonjolkan. Peserta didik



masih belum terbiasa menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah melalui proses perhitungan. Sehingga, kemampuan memecahkan masalah peserta didik belum berkembang secara maksimal.

Pada gambar 4.4, diagram perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* perindikator kemampuan berpikir kritis terlihat bahwa indikator menyintesis menjadi indikator dengan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* yang terendah. Hal ini disebabkan karena aspek teknik pada *e-modul* berbasis STEM yang digunakan sangat sedikit penyebarannya. Padahal aspek ini sangat berperan dalam membangun kemampuan menyintesis peserta didik. Oleh karena itu, indikator menyintesis memiliki peningkatan dengan nilai yang rendah setelah indikator memecahkan masalah.

Berdasarkan paparan diatas, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan *e-modul* fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik di kelas XI MA Hidayatul Insan Palangka Raya. Hal ini dapat dilihat pada rata-rata perolehan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik, yang semula sebesar 18,5 termasuk tidak kritis meningkat menjadi sebesar 55,55 yang termasuk kategori kurang kritis. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang sudah menuju ke tujuan peningkatan yang ingin dicapai, meskipun hasilnya masih berada pada kategori kurang. Pada penelitian ini *e-modul* fisika berbasis STEM telah digunakan secara optimal oleh peneliti untuk dapat

membangun dan mengasah kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui proses pembelajaran dan pengalaman belajar yang dilakukan.

Berdasarkan hasil perhitungan *effect size* yang telah dilakukan, diperoleh nilai *d* (*effect size*) sebesar 2,32 dengan kategori sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa *e*-modul fisika berbasis STEM pada pokok bahasan suhu, kalor, dan perpindahan kalor memiliki dampak yang sangat tinggi terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Sehingga, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *e*-modul fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor efektif terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XI MIA di MA Hidayatul Insan Palangka Raya.

## 2. Kemandirian Belajar Peserta Didik

Kemandirian belajar dalam diri peserta didik dapat dilihat apabila dirinya memiliki kesadaran untuk belajar atas keinginan pribadi tanpa adanya perintah atau paksaan dari orang lain. Kemandirian belajar merupakan suatu perilaku yang dapat dibentuk melalui proses pembelajaran untuk peserta didik dapat terbiasa dengan kemandirian belajar. Seorang peserta didik dapat dikatakan memiliki kemandirian belajar apabila memenuhi indikator-indikator: 1) sikap percaya diri, 2) inisiatif, 3) motivasi, 4) disiplin, dan 5) bertanggung jawab dalam proses pembelajaran (Mudjiman, 2006).

Pada tabel 4.4 memuat data hasil *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* kemandirian belajar peserta didik. Terdapat 6 orang peserta didik dengan nilai *N-gain* pada kategori rendah dan sebanyak 4 orang peserta didik dengan nilai *N-gain* pada kategori sedang. Perolehan nilai *N-gain* ini menunjukkan peningkatan antara sebelum diberikan perlakuan dan sesudah diberikan perlakuan. Rata-rata nilai *N-gain* pada kemandirian belajar peserta didik ini sebesar 0,30 yang berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan antara sebelum perlakuan (*pretest*) dan sesudah diberikan perlakuan (*posttest*).

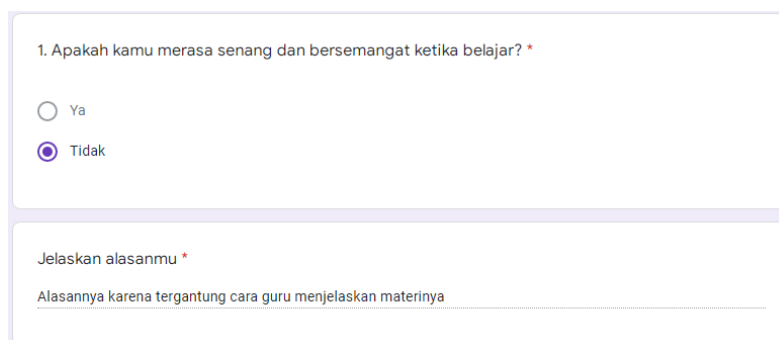
Pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa peserta didik dengan nilai *pretest* kemandirian belajar tertinggi memiliki nilai 77,27 yang berada dalam kategori tinggi dan peserta didik dengan kemandirian belajar terendah memiliki nilai *pretest* sebesar 39,77 yang berada pada kategori sangat rendah. Kemudian setelah diberikan perlakuan, diperoleh peserta didik dengan nilai *posttest* kemandirian belajar tertinggi dengan nilai 85,23 yang termasuk dalam kategori tinggi dan peserta didik dengan nilai *posttest* kemandirian belajar terendah memiliki nilai 62,50 yang termasuk kategori rendah.

Gambar 4.6 memberikan penjelasan bahwa diperoleh rata-rata nilai *pretest* kemandirian belajar peserta didik adalah sebesar 60,57 yang berada pada kategori rendah. Sebelum diberikan perlakuan dengan menggunakan *e-modul* berbasis STEM, kemandirian belajar peserta didik masih rendah. Kemudian setelah diberikan perlakuan dan diberikan *posttest*, rata-rata

nilai kemandirian belajar peserta didik menjadi 72,50 dengan kategori tinggi. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemandirian belajar peserta didik setelah diberikan perlakuan dengan pembelajaran menggunakan *e*-modul fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor.

Gambar 4.7 dan gambar 4.8 menunjukkan diagram hasil kemandirian belajar peserta didik saat *pretest* dan *posttest*. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa terdapat 20% peserta didik dengan kemandirian belajar sangat rendah, 40% peserta didik memiliki kemandirian belajar dengan kategori rendah, 40% peserta didik memiliki kemandirian belajar dengan kategori tinggi dan 0% peserta didik dengan kemandirian belajar yang sangat tinggi. Sedangkan, gambar 4.8 menunjukkan hasil *posttest* kemandirian belajar, dimana sebanyak 80% peserta didik memiliki kemandirian belajar yang tinggi, 20% peserta didik memiliki kemandirian belajar yang rendah dan 0% peserta didik dengan kemandirian sangat tinggi dan sangat rendah pada saat *posttest*.

Berdasarkan hasil angket kemandirian belajar yang dituangkan dalam gambar 4.7, peserta didik dengan kemandirian belajar yang tergolong sangat rendah pada saat *pretest* terdapat 2 orang peserta didik. Hal ini kemudian disampaikan oleh peserta didik melalui wawancara yang dimuat dalam gambar berikut.



1. Apakah kamu merasa senang dan bersemangat ketika belajar? \*

Ya

Tidak

Jelaskan alasanmu \*

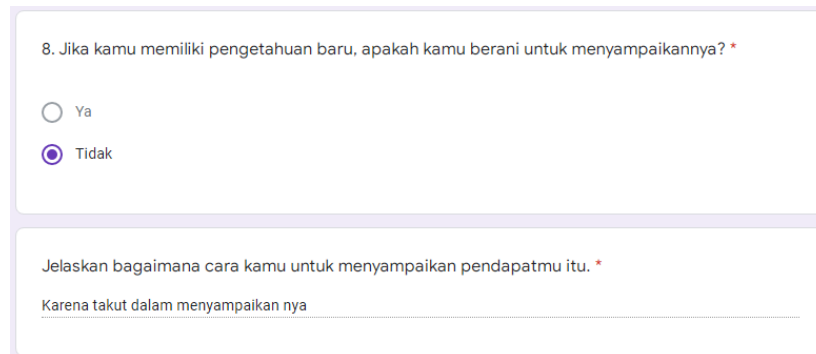
Alasannya karena tergantung cara guru menjelaskan materinya

**Gambar 4.25 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar peserta didik dengan kategori kemandirian sangat rendah**

Berdasarkan gambar 4.25, peserta didik kurang berminat dan bersemangat dalam mengikuti pembelajaran karena masih bergantung pada orang lain. Peserta didik masih belum mampu membangun motivasinya untuk dapat semangat dalam belajar. Peserta didik dengan kemandirian belajar yang terendah atau berada dalam kategori sangat rendah, disebabkan kurangnya motivasi dalam membangun semangat belajarnya. Motivasi yang kurang akan memengaruhi kemampuan berpikir seseorang. Hal ini berdasarkan penelitian Nugraha, dkk, (2017), bahwa peserta didik dengan kemampuan berpikir rendah disebabkan rendahnya motivasi yang ada baik dari dalam diri maupun dari lingkungan sekitarnya, sehingga hal ini pun akan berakibat pada menurunnya hasil belajar (Nugraha, Suyitno, & Susilaningsih, 2017).

Berdasarkan hasil angket kemandirian belajar yang dituangkan dalam gambar 4.7, peserta didik dengan kemandirian belajar yang tergolong rendah pada saat *pretest* terdapat 4 orang peserta didik. Hal ini

kemudian disampaikan oleh salah satu peserta didik melalui wawancara yang dimuat dalam gambar berikut.



8. Jika kamu memiliki pengetahuan baru, apakah kamu berani untuk menyampaikannya? \*

Ya

Tidak

Jelaskan bagaimana cara kamu untuk menyampaikan pendapatmu itu. \*

Karena takut dalam menyampaikannya

**Gambar 4.26 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar peserta didik dengan kategori kemandirian rendah**

Gambar 4.26 menunjukkan peserta didik yang merasa tidak percaya diri dalam menyampaikan pendapatnya karena masih merasa takut. Peserta didik dengan kemandirian belajar yang tergolong rendah disebabkan karena kurangnya sikap percaya diri yang ada didalam diri peserta didik. Peserta didik kurang mampu menguasai pribadinya untuk percaya diri. Kurangnya rasa percaya diri ini akan menyebabkan peserta didik merasa tidak yakin atas usahanya sendiri dan cenderung kurang aktif dalam kegiatan diskusi di kelas.

Hal ini sebagaimana disampaikan dalam penelitian yang dilakukan Aliyyah (2017), bahwa peserta didik yang kurang percaya diri dalam menyampaikan pendapat maupun dalam kegiatan pembelajaran di kelas lainnya memiliki tingkat kemandirian belajar yang tergolong rendah (Aliyyah, Puteri, & Kurniawati, 2017). Sikap percaya diri ini merupakan salah satu indikator kemandirian belajar yang cukup sulit ditanamkan dalam diri peserta didik. Karena, untuk mengubah sikap peserta didik akan



memerlukan waktu yang lama dan harus dilakukan pembiasaan secara berkala.

Berdasarkan hasil angket kemandirian belajar yang dituangkan dalam gambar 4.7, peserta didik dengan kemandirian belajar yang tergolong tinggi pada saat *pretest* terdapat 4 orang peserta didik. Hal ini kemudian disampaikan oleh salah satu peserta didik melalui wawancara yang dimuat dalam gambar berikut.

3. Ketika belajar, apakah kamu mencari referensi baik itu di internet, buku, dan sumber lainnya? \*

Ya

Tidak

Jika "ya", jelaskan sumber apa yang sering kamu gunakan dan alasannya. Dan jika "tidak" jelaskan alasanmu \*

Jika saya tidak paham materi yg diberikan saya akan mencari referensi

**Gambar 4.27 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar peserta didik dengan kategori kemandirian tinggi**

Gambar 4.27 menunjukkan bahwa peserta didik akan mencari referensi mandiri jika tidak memahami suatu materi yang dipelajarinya di sekolah. Peserta didik dengan kemandirian belajar yang tinggi dikarenakan sebagian besar peserta didik memiliki kesadaran dalam dirinya untuk menemukan sendiri pengetahuan yang diperoleh. Inisiatif menjadi indikator yang berpengaruh dalam mengukur tingkat kemandirian belajar seseorang. Sehingga, hal ini pun akhirnya berakibat pada tingkat kemandirian belajar pada indikator-indikator lainnya seperti motivasi, percaya diri, disiplin, dan bertanggung jawab. Hal ini sejalan dengan

penelitian Sobri dan Moerdiyanto (2014), yang menjelaskan bahwa ketika seseorang memiliki inisiatif yang tinggi melakukan suatu hal, maka hal tersebut akan memengaruhi produktivitas dalam kegiatan sehari-hari (Sobri & Moerdiyanto, 2014). Oleh karena itu, indikator inisiatif yang mengalami peningkatan tertinggi menandakan adanya peningkatan terhadap kemandirian belajar peserta didik.

Peserta didik dikatakan memiliki kemandirian belajar yang sangat tinggi apabila dalam segala aktivitas belajarnya tidak lagi bergantung kepada orang lain, memiliki sikap percaya diri, mampu manajemen waktu dengan baik, dan memiliki rasa tanggung jawab yang besar sebagai seorang peserta didik. Hal ini dinyatakan dalam penelitian yang dilakukan Handayani dan Hidayat (2018), bahwa peserta didik yang memiliki kemandirian belajar sangat tinggi mampu mengemukakan pendapat dengan percaya diri, aktif dalam keseharian belajarnya, mandiri dan selalu mempersiapkan materi yang akan dipelajari (Handayani & Hidayat, 2018). Pada penelitian ini tidak ada peserta didik yang memiliki kemandirian belajar pada kategori sangat tinggi, baik itu pada saat *pretest* maupun pada saat *posttest*. Hal ini dikarenakan peserta didik masih belum memenuhi semua kriteria untuk yang ada dalam kemandirian belajar pada kategori sangat tinggi.

Setiap indikator kemandirian belajar yang terdapat dalam penelitian ini juga mengalami peningkatan berdasarkan nilai *N-gain* yang disajikan dalam tabel 4.6. Peningkatan yang terjadi pada setiap indikator

kemandirian belajar peserta didik berbeda-beda dan rata-rata nilai *N-gain* kemandirian belajar peserta didik adalah sebesar 0,30 yang berada dalam kategori sedang. Terdapat dua indikator kemandirian belajar yang menunjukkan nilai peningkatan yang masih belum signifikan atau memiliki nilai *N-gain* dalam kategori rendah, yaitu indikator motivasi dengan nilai *N-gain* 0,22 dan bertanggung jawab dengan nilai *N-gain* 0,29. Sedangkan, tiga buah indikator kemandirian belajar lainnya memiliki nilai *N-gain* yang berada dalam kategori sedang. Indikator sikap percaya diri memiliki nilai *N-gain* sebesar 0,31, indikator inisiatif memiliki nilai *N-gain* 0,34, dan indikator disiplin memiliki nilai *N-gain* 0,32.

Pada indikator sikap percaya diri, dimana peserta didik yakin kepada dirinya sendiri dalam mengambil tindakan dan berani menyampaikan pendapat serta masukan kepada orang lain. Sebagian peserta didik merasa yakin dapat memahami pelajaran dengan baik. Berdasarkan gambar 4.9, saat *pretest* rata-rata nilai indikator percaya diri sebesar 58,00 pada kategori rendah dan meningkat menjadi 71,00 yang termasuk kategori tinggi pada saat *posttest*. Indikator ini mengalami peningkatan sebesar 31% setelah menggunakan *e-modul* fisika berbasis STEM berdasarkan hasil *pretest-posttest* angket kemandirian belajar yang ditunjukkan pada gambar 4.10. Terdapat peningkatan sikap percaya diri peserta didik setelah penggunaan *e-modul* berbasis STEM. Hasil ini terlihat dari hasil wawancara tentang sikap percaya diri peserta didik pada gambar 4.28 berikut.

9. Apakah kamu yakin usaha yang kamu lakukan saat ini telah memberikan hasil yang memuaskan? \*

Ya

Tidak

Jelaskan alasanmu \*

saya yakin dengan usaha yg telah dilakukan

**Gambar 4.28 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator sikap percaya diri**

Gambar 4.28 menunjukkan hasil wawancara peserta didik mengenai sikap percaya diri. Hasil wawancara menyatakan bahwa sebagian besar peserta didik berani untuk menyampaikan pendapat kepada orang lain dan merasa yakin kepada dirinya sendiri atas usaha yang telah dilakukannya. Peserta didik merasa percaya diri karena mereka memiliki sumber dan bahan dalam belajar yang sesuai dan memadai. Hal ini sesuai dengan penelitian Agustia dan Fauzi, bahwa adanya bahan ajar dan media belajar yang sesuai dapat meningkatkan rasa keinginan belajar dan rasa puas peserta didik terhadap pembelajaran (Agustia & Fauzi, 2020). Peningkatan indikator ini berada pada kategori sedang dengan nilai *N-gain* sebesar 0,31.

Indikator inisiatif yaitu peserta didik mampu mencari sumber referensi dan belajar atas keinginannya sendiri, mengalami peningkatan sebesar 34% berdasarkan hasil angket kemandirian belajar yang diberikan kepada peserta didik. Gambar 4.9 menunjukkan pada saat *pretest* rata-rata nilai kemandirian belajar peserta didik pada indikator inisiatif sebesar 58,50 yang berada pada kategori rendah. Kemudian meningkat menjadi

72,50 yang berada pada kategori tinggi .Hasil ini dibuktikan dengan hasil wawancara yang menyatakan bahwa sebesar 70% peserta didik memiliki inisiatif untuk belajar di luar jam pelajaran sekolah ketika ada waktu luang dengan alasan untuk menambah wawasan.

2. Apakah kamu memiliki inisiatif untuk belajar sendiri diluar jam pelajaran sekolah? \*

Ya

Tidak

---

Jelaskan alasanmu \*

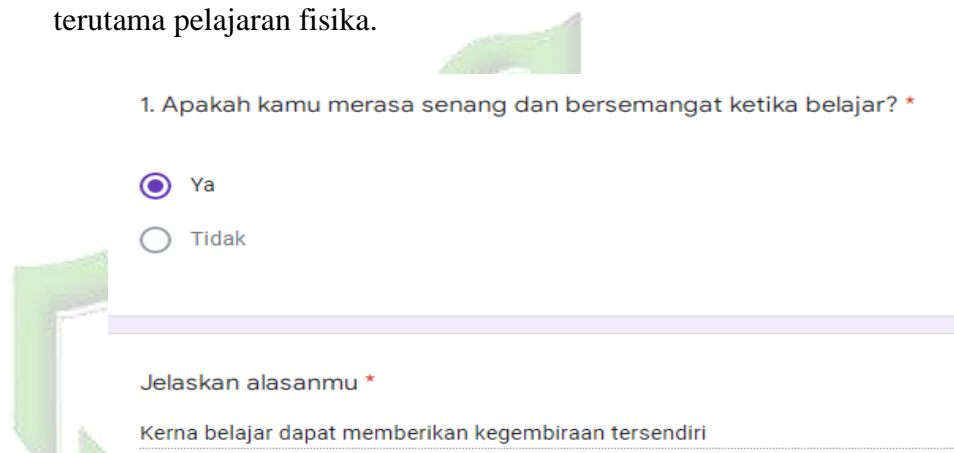
Untuk menambah wawasan

**Gambar 4.29 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator inisiatif**

Gambar 4.29 menunjukkan bahwa peserta didik berinisiatif untuk belajar diluar jam pelajaran di sekolah setelah mengetahui pembelajaran menggunakan *e-modul* fisika. Selain itu, peserta didik juga mencari referensi dan sumber belajar dalam proses belajar untuk dapat memahami materi pelajaran. Hal ini pun sesuai berdasarkan penelitian Fidiana, bahwa inisiatif menjadi indikator kemandirian belajar utama yang dapat membangun kepribadian mandiri dalam diri peserta didik (Fidiana, S, & D, 2012). Peningkatan indikator ini berada pada kategori sedang dengan nilai *N-gain* sebesar 0,34.

Indikator kemandirian belajar motivasi yaitu peserta didik memiliki semangat dalam belajar, terutama belajar fisika dan memiliki tujuan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil *pretest-posttest* angket kemandirian belajar pada gambar 4.10, motivasi peserta didik mengalami

peningkatan sebesar 22% setelah menggunakan *e*-modul fisika berbasis STEM. Pada saat *pretest* nilai rata-rata indikator motivasi adalah sebesar 61,67 yang berada pada kategori rendah. Kemudian, meningkat pada saat *posttest* menjadi 70 yang termasuk kategori tinggi. Hasil wawancara menyatakan bahwa peserta didik memiliki motivasi dalam belajar, terutama pelajaran fisika.



1. Apakah kamu merasa senang dan bersemangat ketika belajar? \*

Ya

Tidak

Jelaskan alasanmu \*

Kerna belajar dapat memberikan kegembiraan tersendiri

**Gambar 4.30 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator motivasi**

Gambar 4.30 menunjukkan hasil wawancara peserta didik yang menyatakan bersemangat ketika belajar fisika dan merasa senang. Meskipun berdasarkan hasil angket kemandirian belajar ada peserta didik yang menyatakan tidak menyukai atau tidak tertarik untuk mempelajari fisika lebih dalam, namun peserta didik tetap memiliki semangat dalam belajar fisika. Ini membuktikan bahwa peserta didik memiliki motivasi dalam melaksanakan pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian Pramana dan Dewi, yang menyatakan bahwa motivasi peserta didik dapat meningkat dalam pembelajaran apabila didukung oleh media dan bahan ajar yang menarik dan sesuai dengan kondisi peserta didik (Pramana &

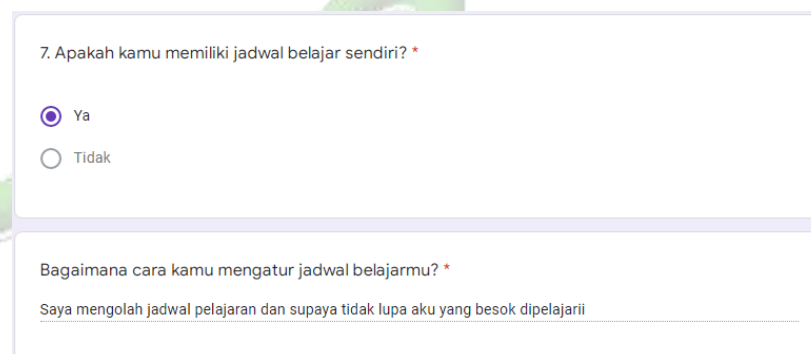


Dewi, 2014). Dalam proses pembelajaran seluruh peserta didik menyatakan memiliki tujuan dalam belajar untuk dapat memahami pelajaran dengan lebih baik lagi dan agar dapat memberikan tanggapan apabila diberikan pertanyaan oleh guru.

Indikator motivasi menjadi indikator kemandirian belajar peserta didik yang terendah. Hal ini disebabkan karena dalam proses pembelajaran peserta didik kurang mampu mengeksplorasi secara bebas *e*-modul STEM yang diberikan. *E*-modul STEM yang digunakan saat pembelajaran di kelas hanya ditampilkan melalui LCD proyektor dikarenakan peraturan sekolah yang tidak memperbolehkan peserta didik untuk membawa *handphone* mandiri. Keterbatasan ini kemudian menyebabkan salah satu karakteristik *e*-modul, yaitu *self instructional* tidak mampu terlaksana dengan baik. Karakteristik *e*-modul yang seharusnya mampu memotivasi peserta didik untuk dapat belajar sendiri tanpa adanya ketergantungan dari orang lain, tidak dapat tercapai secara maksimal disebabkan peserta didik masih bergantung pada guru dalam pengoperasian *e*-modul STEM ini.

Disiplin merupakan salah satu indikator kemandirian belajar, dimana peserta didik memperhatikan penjelasan yang diberikan oleh guru dan mampu manajemen waktu dengan baik serta mengerjakan tugas-tugas yang diberikan. Berdasarkan hasil *pretest-posttest* angket kemandirian belajar pada gambar 4.10, peserta didik mampu memerhatikan setiap penjelasan materi yang disampaikan oleh guru yang dinyatakan dengan peningkatan kedisiplinan peserta didik sebesar 32%. Saat *pretest* nilai rata-

rata pada indikator disiplin sebesar 63,13 yang termasuk rendah dan meningkat pada saat *posttest* menjadi 75 yang termasuk kategori tinggi. Melalui wawancara, 80% peserta didik menyatakan bahwa mereka langsung mengerjakan tugas yang diberikan oleh guru dengan alasan agar tugas tidak menumpuk sehingga dapat mengumpulkan tugas dengan tepat waktu.



7. Apakah kamu memiliki jadwal belajar sendiri? \*

Ya

Tidak

---

Bagaimana cara kamu mengatur jadwal belajarmu? \*

Saya mengolah jadwal pelajaran dan supaya tidak lupa aku yang besok dipelajari

**Gambar 4.31 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator disiplin**

Berdasarkan gambar 4.31, peserta didik mampu mengatur jadwalnya dalam belajar agar tidak melupakan materi pelajaran yang sudah dipelajari dan mempersiapkan materi pelajaran yang akan dipelajari. Penelitian ini sejalan dengan Yatmono (2013), yang menyatakan bahwa disiplin dalam mengatur waktu dengan tepat dan menjalankan aturan jadwal yang dibuat dengan baik mampu memengaruhi tingkat kemandirian peserta didik (Yatmono, 2013). Sobri dan Moerdiyanto (2014) menyatakan bahwa peserta didik yang memiliki kedisiplinan akan memiliki kendali yang stabil atas dirinya pribadi. Ia mampu mengendalikan emosi dan perilaku dirinya untuk mematuhi aturan yang dibuatnya secara pribadi atas kesadaran pribadinya (Sobri & Moerdiyanto, 2014). Kedisiplinan peserta

didik juga dapat terlihat ketika peserta didik diberikan tugas, maka tugas akan langsung dikerjakan dan dikumpulkan tepat waktu. Peningkatan indikator ini berada pada kategori sedang dengan nilai *N-gain* sebesar 0,32.

Indikator kemandirian belajar yang terakhir adalah bertanggung jawab dalam pembelajaran yang berarti peserta didik menyadari tugasnya sebagai peserta didik untuk belajar dan aktif mengikuti kegiatan pembelajaran dengan sungguh-sungguh. Melalui *pretest-posttest* angket kemandirian belajar, peserta didik mampu menyadari tugasnya sebagai peserta didik yang memiliki kewajiban untuk mengikuti pembelajaran dan ikut aktif dalam kegiatan diskusi di kelas. Pada saat *pretest*, nilai rata-rata kemandirian belajar peserta didik pada indikator ini sebesar 62,5 yang termasuk kategori rendah. Peningkatan terjadi pada saat *posttest* dengan nilai rata-rata sebesar 73,5 yang termasuk kategori tinggi. Melalui wawancara yang dilakukan, mereka juga menyatakan bahwa mengerjakan tugas juga merupakan kewajiban sebagai peserta didik. Sebesar 80% peserta didik menyatakan ikut aktif berperan dalam kegiatan diskusi di kelas.

6. Apakah kamu selalu ikut serta dalam setiap kegiatan pembelajaran seperti diskusi, kelompok, dan praktikum? \*

- Ya  
 Tidak

Jika "ya" jelaskan seperti apa bentuk keikutsertaan itu. Jika "tidak" jelaskan alasanmu. \*  
mengeluarkan pendapat kita masing"lalu di gabung kan dgn pendapat yang lain

#### **Gambar 4.32 Hasil jawaban wawancara kemandirian belajar indikator bertanggung jawab**

Gambar 4.32 menyatakan bentuk tanggung jawab peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Dalam kegiatan pembelajaran baik itu diskusi, praktikum, dan kegiatan berkelompok lainnya, peserta didik merasa memiliki kewajiban untuk aktif berperan dalam kegiatan tersebut. Mereka menyadari tanggung jawab mengerjakan tugas dan pekerjaan kelompok secara bersama-sama mampu meringankan tugas-tugas dan pekerjaan kelompok. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ririn, dkk, yang menyatakan bahwa rasa tanggung jawab yang ada pada diri peserta didik akan membangun semangat mereka dalam proses berkembang (Ririn, Budiman, & Muhammad, 2021). Karena indikator bertanggung jawab ini sebelumnya sudah ada pada diri peserta didik, maka peningkatan yang terjadi pada indikator ini berada pada kategori rendah dengan nilai *N-gain* sebesar 0,29.

Indikator bertanggung jawab menjadi indikator dengan peningkatan terendah setelah indikator motivasi. Hal ini disebabkan karena tidak maksimalnya motivasi yang ada di dalam diri peserta didik untuk belajar

mandiri sehingga rasa tanggung jawab peserta didik dalam proses pembelajaran pun masih rendah. Motivasi peserta didik akan berpengaruh terhadap rasa tanggung jawab dalam kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, ketika motivasi peserta didik kurang maka kemampuannya untuk bertanggung jawab dalam belajar pun juga masih kurang.

Peserta didik menyatakan bahwa setelah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan *e*-modul fisika berbasis STEM mereka merasa dapat lebih mudah belajar dan memahami materi. Melalui wawancara yang dilakukan, peserta didik menyatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan *e*-modul tersebut lebih menarik karena terdapat kegiatan praktikum dan diskusi pada setiap materi yang disajikan. Kegiatan praktikum pada *e*-modul mampu menumbuhkan kemandirian belajar peserta didik. Selain itu, *e*-modul berbasis STEM ini dapat memberikan wawasan mereka mengenai materi fisika yang diimplementasikan ke dalam empat bidang ilmu pengetahuan (sains, matematika, teknik, dan teknologi). Mereka lebih dapat memahami materi yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari.

Kemenarikan isi materi *e*-modul yang disajikan akan memancing inisiatif dan motivasi peserta didik untuk dapat belajar dan membaca secara mandiri tanpa adanya paksaan dari orang lain. Inisiatif yang terbangun ini akan membentuk kedisiplinan peserta didik agar melakukan segala kegiatan sesuai dengan waktu dan jadwal yang telah ditentukan. Kegiatan praktikum dan diskusi yang ada pun melatih peserta didik agar

dapat bertanggung jawab dalam kegiatan kelompok yang diberikan. Sikap percaya diri yang ada di dalam diri peserta didik akan terbangun dengan baik ketika peserta didik terlatih berbicara dan menyampaikan pendapatnya di depan teman-temannya. Hal ini sejalan dengan penelitian Roudlo (2020), bahwa penggunaan *e*-modul berbasis STEM berpengaruh mampu meningkatkan kemampuan kognitif, afektif, serta psikomotorik peserta didik yang saling berkaitan satu sama lain dalam kegiatan pembelajaran (Roudlo, 2020).

Berdasarkan penjelasan di atas, diperoleh bahwa penggunaan *e*-modul fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor mengalami peningkatan yang semula rata-rata nilai kemandirian belajar peserta didik sebesar 60,57 yang berada pada kategori rendah, meningkat menjadi sebesar 72,80 yang berada pada kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan kemandirian belajar peserta didik yang sudah menuju ke tujuan peningkatan yang tinggi. Pada penelitian ini *e*-modul fisika berbasis STEM telah digunakan secara optimal oleh peneliti untuk dapat membangun dan melatih kemandirian belajar peserta didik melalui kegiatan pembelajaran yang dilakukan.

Hal ini juga dinyatakan dengan hasil perhitungan menggunakan *effect size* yang menunjukkan nilai  $d$  (*effect size*) sebesar 1,03 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa *e*-modul fisika berbasis STEM pada pokok bahasan suhu, kalor, dan perpindahan kalor memiliki dampak yang tinggi terhadap kemandirian belajar peserta



didik. Sehingga, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *e*-modul fisika berbasis STEM pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor efektif terhadap kemandirian belajar peserta didik kelas XI MIA di MA Hidayatul Insan Palangka Raya.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Hasil analisis data yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah dipaparkan memberikan kesimpulan terhadap penelitian ini bahwa:

1. Terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM, yang dinyatakan dengan rata-rata nilai *N-gain* sebesar 0,47 pada kategori sedang.
2. Hasil pengujian menggunakan *effect size* memberikan nilai sebesar 2,32 yang berada dalam kategori sangat tinggi. Hal ini menyatakan bahwa penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM efektif terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XI MIA di MA Hidayatul Insan Palangka Raya.
3. Terdapat peningkatan kemandirian belajar peserta didik setelah penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM, yang dinyatakan dengan rata-rata nilai *N-gain* sebesar 0,30 pada kategori sedang.
4. Hasil pengujian menggunakan *effect size* memberikan nilai sebesar 1,03 yang berada dalam kategori tinggi. Hal ini menyatakan bahwa penggunaan *e-modul* fisika berbasis STEM efektif terhadap kemandirian belajar peserta didik kelas XI MIA di MA Hidayatul Insan Palangka Raya.

#### B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, demi perbaikan penelitian selanjutnya, maka peneliti memberikan saran agar:

1. Peneliti selanjutnya lebih mampu menguasai *e*-modul fisika berbasis STEM ini.
2. Pengembangan *e*-modul fisika berbasis STEM selanjutnya agar lebih terdistribusi secara merata untuk setiap aspek STEM pada materi yang terdapat di dalam *e*-modul.
3. *E*-modul berbasis STEM ini hendaknya dapat berfungsi secara maksimal dengan menerapkan seluruh karakteristik *e*-modul, terutama karakteristik *self instructional*.
4. Peneliti dapat melakukan uji coba *e*-modul berbasis STEM secara lebih luas pada sekolah yang memiliki karakteristik berbeda.
5. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan perbaikan maupun pembaruan pada *e*-modul berbasis STEM ini.
6. Guru hendaknya dapat lebih sering memberikan latihan penyelesaian soal yang mampu melatih terkait memecahkan masalah pada kemampuan berpikir kritis peserta didik.
7. Penggunaan bahan ajar alternatif seperti *e*-modul kiranya dapat menjadi pegangan dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agustia, F. S., & Fauzi, A. (2020). Efektivitas E-Modul Fisika SMA Terintegrasi Materi Kebakaran Berbasis Model Problem Based Learning. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* , 6 (1), 1-8.
- Akaygun, S., Aslan, & Tutak, F. (2016). STEM Images Revealing STEM Conceptions of Pre-Service Chemistry and Mathematics Teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* , 4 (1), 56.
- Ali, M., & Asrori, M. (2005). *Psikologi Remaja: Perkembangan Peserta Didik*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Aliyyah, R., Puteri, F., & Kurniawati, A. (2017). Pengaruh Kemandirian Belajar Terhadap Hasil Belajar IPA. *Jurnal Sosial Humaniora* , 8 (2), 126-143.
- Almuharomah, F. A., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2019). Pengembangan Modul Fisika STEM Terintegrasi Kearifan Lokal "Beduk" untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika* , 7 (1), 1-10.
- Amri, S., & Khoiru, I. (2011). *Proses Pembelajaran Kreatif dan Inovatif dalam Kelas*. Jakarta: Prestasi Pustakarya.
- Anggraini, R., Hendri, M., & Basuki, F. R. (2017). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Gerak Melingkar Untuk SMA/MA Kelas X. - , 1-11.
- Arikunto, S. (2003). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ariyati, E. (2010). Pembelajaran Berbasis Praktikum Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Matematika dan IPA* , 1 (2), 1-12.
- Arnita, R., Purwaningsih, S., & Nehru. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) Pada Materi Fluida Statis dan Fluida Dinamis Menggunakan Kivosft Flipbook Maker. *Edumaspul Jurnal Pendidikan* , 5 (1), 551-556.

- Bueche, F. J. (1989). *Seri Buku Schaum: Teori dan Soal-Soal Fisika Edisi Kedelapan*. Jakarta: Erlangga.
- Cahyani, A. E., Mayasari, T., & Sasono, M. (2020). Efektivitas E-Modul Project Based Learning Berintegrasi STEM Terhadap Kreativitas Siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika* , 4 (1), 15-22.
- Charli, L., Amin, A., & Agustina, D. (2018). Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Fisika Pada Materi Suhu dan Kalor di Kelas X SMA Ar-Risalah Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2016/2017. *JOEAI (Journal of Education and Instruction)* , 1 (1), 42-50.
- Dudelianny, J., Mahardika, I., & Maryani. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) Disertai LKS Berbasis Multipresentasi Pada Pembelajaran IPA-Fisika di SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika* , 3 (3), 255.
- Dunst, C., Hamby, D., & Trivette, C. (2004). Guidelines for Calculating Effect Sizes for Practice-Based Research Syntheses. *Centerscope* , 3 (1), 1-10.
- Ennis, R. (1985). A Logical Basic for Measuring Critical Thinking Skills. *Educational Leadership* , 43 (2), 44-48.
- Ennis, R. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. Chicago: University of Illinois.
- Fatmawati, H., Mardiyana, & Triyanto. (2014). Analisis Berpikir Kritis Siswa dalam Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Polya Pada Pokok Bahasan Persamaan Kuadrat. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika* , 2 (9), 899-910.
- Febriastuti, Y. D. (2013). Peningkatan Kemandirian Belajar Siswa SMP Negeri 2 Geyer Melalui Pembelajaran Inkuiri Berbasis Proyek. *Skripsi: Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang* , 10-12.
- Fidiana, L., S, B., & D, P. (2012). Pembuatan dan Implementasi Modul Praktikum Fisika Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa Kelas XI. *Unnes Physics Education Journal (UPEJ)* , 1 (1), 38-44.
- Firman, H. (1987). *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Gabriel, J. F. (2001). *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Hipokrates.

- Giancoli, D. C. (2014). *FISIKA: Prinsipdan Aplikasi Edisi ke 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Gustria, A., & Fauzi, A. (2020). Efektivitas E-Modul Pembelajaran Fisika Berbasis STEM Education Terintegrasi Materi Perubahan Iklim Terhadap Kompetensi Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika* , 9 (2), 105-111.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2010). *Fisika Dasar, Edisi Ketujuh Jilid 1*. (E. Sustini, S. Viridi, F. Iskandar, & F. A. Noor, Penerj.) Jakarta: Erlangga.
- Handayani, N., & Hidayat, F. (2018). Hubungan Kemandirian Terhadap Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Matematika di Kelas X SMK Kota Cimahi. *Journalon Education* , 1 (2), 1-8.
- Hidayatulloh, A. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Fisika Materi Elastisitas dan Hukum Hooke Dalam Penyelesaian Soal-Soal Fisika. *Kappa Journal* , 4 (1), 70.
- Hutahean, L. A., Siswandari, & Harini. (2019). Pemanfaatan E-Module Interaktif sebagai Media Pembelajaran Di Era Digital. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pascasarjana UNIMED* , 298-305.
- Ishaq, M. (2007). *Fisika Dasar Edisi Kedua*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Johnson, E. B. (2014). *Contextual Teaching and Learning: Menjadikan Kegiatan Belajar-Mengajar Mengasyikkan dan Bermakna*. Bandung: Kaifa.
- Khoiriyah, N., Abdurrahman, & Wahyudi, I. (2018). Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Pada Materi Gelombang Bunyi. *JRKPF UAD* , 5 (2), 1-10.
- Latifah, N., Ashari, & Kurniawan, E. S. (2020). Pengembangan e-Modul Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *JIPS: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains* , 01 (01), 1-7.
- Linda, R., Zulfarina, Mas'ud, & Putra, T. P. (2021). Peningkatan Kemandirian dan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Implementasi E-Modul Interaktif IPA Terpadu Tipe Connected Pada Materi Energi SMP/MTs. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia* , 9 (2), 191-200.



- Mariyam, R., Setiawati, S., & Ekasari, M. (2007). *Buku Ajar Berpikir Kritis dalam Proses Keperawatan*. Jakarta: EGC.
- Mayanty, S., Astra, I. M., & Rustana, C. E. (2018). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. *Prosiding Seminar Nasional Quantum* , 13.
- Miarso, Y. (2004). *Menyemai Benih Teknologi Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- Morissan. (2016). *Metode Penelitian Survei Edisi Pertama*. Jakarta: Kencana.
- Mudjiman, H. (2006). *Belajar Mandiri*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Najuah, Lukitoyo, P. S., & Wirianti, W. (2020). *Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya*. Indonesia: Yayasan Kita Menulis.
- Nana. (2020). *Pengembangan Bahan Ajar*. Klaten: Lakeisha.
- Nengsih, E. W. (2021). *Pengembangan E-Module Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathemaics) Pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor, dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA*. Skripsi. Palangka Raya: IAIN Palangka Raya.
- Nikita, P. M., Leksmono, A. D., & Harijanto, A. (2018). Pengembangan E-Modul Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas XI. *Jurnal Pembelajaran Fisika* , 7 (2), 175-180.
- Nugraha, A. J., Suyitno, H., & Susilaningsih, 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.
- Pane, A. N., Andra, D., & Distrik, I. W. (2021). The development physics e-module based PBL-Integrated STEM to improve higher-order thinking skills on static fluid material. *Journal of Physics: Conference Series* , 1-6.
- Paramita, I., Gustina, & Laratu, W. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pada Materi Fisika Instrumentasi. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako* , 9 (3), 56-63.

- Penulis, T., & PMPTK, D. (2008). *Penulisan Modul*. Jakarta: Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan.
- Pramana, W. D., & Dewi, N. R. (2014). Pengembangan E-Book IPA Terpadu Tema Suhu dan Pengukuran Untuk Menumbuhkan Kemandirian Belajar Siswa. *Unnes Science Education Journal (USEJ)*, 3 (3), 602-608.
- Prasodjo, B., & dkk. (2006). *Teori dan Aplikasi Fisika SMP Kelas VII*. Yudhistira: Yogyakarta.
- Purbonugroho, H., Wibowo, T., & Kurniawan, H. (2020). Analisis Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Open Ended Matematika. *MAJU*, 7 (2), 53-62.
- Purwanto. (2015). *Metodologi Penelitian Kuantitatif Untuk Psikologi dan Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Purwati, R., Hobri, & Fatahillah, A. (2016). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Persamaan Kuadrat pada Pembelajaran Model Creative Problem Solving. *Kadikma*, 7 (1), 84-93.
- Puspitasari, E., Putra, P. D., & Handayani, R. D. (2021). Pengembangan Buku Ajar Fisika Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Pokok Bahasan Suhu dan Kalor di SMA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 2 (1), 44-52.
- Pustaka, R. K. (2006). *Mudah Menguasai Fisika: SMP Kelas 2*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Putri, I. T., Aminoto, T., & Pujaningsih, F. B. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Teori Kinetik Gas. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5 (1), 52-62.
- Putri, S. R., & Festiyed. (2019). Meta-Analisis Implementasi Landasan Ilmu Pendidikan Dalam Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Pendekatan Sets (Science Environments Tehcnology Society) Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 5 (1), 57-64.
- Ramadayanty, M., Sutarno, & Risdianto, E. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Multiple Representation untuk Melatihkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4 (1), 17-24.

- Redhana, I. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke 21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia* , 13 (1), 2240.
- Ririn, R., Budiman, H., & Muhammad, G. M. (2021). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa melalui Model Pembelajaran Problem Solving. *Mathema Journal* , 3 (1), 1-13.
- Rochintaniawati, D., Agustin, R. R., & Rusyati, L. (2019). The aesthetics display, program and learning features: A validation toward STEM based e-module for learning integrated science. *Journal of Physics: Conference Series* , 1-6.
- Roudlo, M. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Melalui Model Pembelajaran Flipped Classroom dengan Pendekatan STEM. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES 2020* , 2 (1), 292-297.
- Saadi, F., Siti, H., & Kartono. (2013). Peningkatan Efektivitas Belajar Peserta Didik Dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial Menggunakan Media Tepat Guna di Kelas IV Sekolah Dasar Negeri 02 Toho. *Artikel Penelitian Skripsi* , 3-18.
- Sanjaya, W. (2013). *Penelitian Pendidikan Jenis, Metode dan Prosedur*. Jakarta: Kencana.
- Santoso, H. (2009). Pengaruh Penggunaan Laboratorium Rill dan Laboratorium Virtuul pada Pembelajaran Fisika Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Tesis: Program Pascasarjana Program Studi Pendidikan Sains Universitas Sebelas Maret Surakarta* , 31-37.
- Satriani, A. (2017). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Kimia dengan Mengintegrasikan Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Berbasis Masalah. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017* , 207-213.
- Setiadi, H. (2016). Pelaksanaan Penilaian Pada Kurikulum 2013. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan* , 20 (2), 166-178.
- Sidik, F. D., & Kartika, I. (2020). Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan Problem Based Learning untuk Peserta Didik SMA/MA Kelas XI Materi Gejala Gelombang. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* , 11 (2), 185-201.

- Simarmata, J., Simanihuruk, L., Ramadhani, R., Safitri, M., Wahyuni, D., & Iskandar, A. (2020). *Pembelajaran STEM Berbasis HOTS dan Penerapannya*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Siregar, S., Asmaidah, S., & Mutiara. (2021). Analisis Faktor Penyebab Kesulitan Belajar Peserta Didik Pada Materi Termodinamika. *Jurnal PhysEdu Pendidikan Fisika IPTS* , 3 (1), 15.
- Sobri, M., & Moerdiyanto. (2014). Pengaruh Kedisiplinan dan Kemandirian Belajar Terhadap Hasil Belajar Ekonomi Madrasah Aliyah di Kecamatan Praya. *Jurnal Harmoni Sosial* , 1 (1), 43-56.
- Soyomukti, N. (2013). *Teori-Teori Pendidikan* . Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Suarsa, I., & Mahayukti, G. A. (2013). Pengembangan E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia* , 2 (2), 264-275.
- Sudrajat, Anang, Syatibi, Dan Abdul Aziz Sidqi. 2007. *Departemen Agama Ri Al-Qur'an Dan Terjemahan Special For Woman*. Bogor: Sygma Exagrafika.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan)*. Bandung: Alfabeta.
- Sukawirja, G. B., Arthana, I. K., & Sugihartini, N. (2017). Pengembangan E-Modul Pada Mata Pelajaran Pemrograman Perangkat Bergerak Kelas XII Rekayasa Perangkat Lunak Berbasis Project Based Learning di SMK Negeri 2 Tabanan. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)* , 6 (1), 203-214.
- Sumarmo, U. (2003). *Makalah Pembelajaran Matematika untuk Mendukung Pelaksanaan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: UPI.
- Suriati, A., Sundaygara, C., & Kurniawati, M. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis pada Siswa Kelas X SMA Islam Kepanjen. *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains dan Teknologi* , 3 (3), 176-185.
- Surya, H. (2011). *Strategi Jitu Mencapai Kesuksesan Belajar*. Jakarta: Gramedia.
- Surya, Y. (2009). *Suhu dan Termodinamika*. Tangerang: PT Kandel.

- Syahiddah, D. S., A.P, P. D., & Supriadi, B. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM (Science,Technology, Engineering, and Mathematics) Pada Materi Bunyi di SMA/MA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika* , 2 (1), 1-8.
- Takege, M. (2017). Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Pembelajaran SMA YPPGI Nabire. *Jurnal FATESKA: Jurnal Teknologi dan Rekayasa* , 2 (1), 44.
- Thoah, C. (1996). *Kapita Selekta Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Tipler. (1998). *Fisika Jilid I untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Tyas, L., Harana, & Wahyuningish, D. (2020). Identification the Need of Electronic-Based Physics Teaching Materials for Increasing Problem Solving Ability in the 21st Century. *Prosiding SNFA* , 129-133.
- Umam, H., & Jiddiyah, S. (2021). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Ilmiah Sebagai Salah Satu Keterampilan Abad 21. *Jurnal Basicedu* , 5 (1), 350-356.
- Walgito, B. (1997). *Pengantar Psikologi Umum*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Widiyanto, R., Herlina, K., & Andra, D. (2021). The need analysis of using physic e-module based PjBL-integrated STEM: The preliminary study research as a solution to improve problem-solving skills on light refraction material. *Journal of Physics: Conference Series* , 1-6.
- Wulandari, K., Muntoiyah, S., & Prihatiningtyas, S. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Karakter Dengan Pendekatan Sainifik. *EPiC: Exact Paper in Compilation* , 2 (3), 299-306.
- Yatmono. (2013). Bahan Ajar Fisika Online Untuk Mengembangkan Kemandirian dan Minat Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Kalor. *Skripsi* , 40-44.
- Yaumi, M. (2012). *Pembelajaran Berbasis Multiple Intelligences*. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2002). *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.



- Yuanita, & Kurnia, F. (2019). Analisis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Materi Kelistrikan pada Buku Tematik Tema 3 Kelas 6 Sekolah Dasar. *SinaMu: Simposium Nasional Multidisiplin Universitas Muhammadiyah Tangerang* , 1, 1-8.
- Yuliati, Y., & Saputra, D. S. (2020). Efektivitas Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Berbasis Moodle Terhadap Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia* , 3 (2), 310.
- Zubaidah, S. (2019). STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Pembelajaran untuk Memberdayakan Keterampilan Abad ke-21. *Seminar Nasional Matematika dan Sains Universitas Wiralodra* , 1-18.
- Zulaiha, F., & Kusuma, D. (2020). Pengembangan Modul Berbasis STEM Untuk Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi (JPFT)* , 6 (2), 246-255.

