

**PENGEMBANGAN *E-MODULE* BERBASIS STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS*) PADA POKOK BAHASAN SUHU, KALOR DAN PERPINDAHAN KALOR KELAS XI SMA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh:

**EKA WAHYU NENGSIH**

NIM: 1701130390

**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PALANGKARAYA  
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
PROGRAM STUDI TADRIS FISIKA  
TAHUN 2021 M/1442 H**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Eka Wahyu Nengsih  
NIM : 1701130390  
Jurusan/Prodi : Pendidikan MIPA/Tadris Fisika  
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Menyatakan skripsi dengan judul “Pengembangan *E-Module* Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA” adalah benar karya saya sendiri. Jika kemudian hari karya ini terbukti merupakan duplikat atau plagiat, maka skripsi dan gelar yang saya peroleh dibatalkan.

Palangka Raya, Mei 2021  
Yang Membuat Pernyataan,



**Eka Wahyu Nengsih**  
NIM. 1701130390

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Pengembangan *E-Module* Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA

Nama : Eka Wahyu Nengsih

NIM : 1701130390

Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Jurusan : Pendidikan MIPA

Program Studi : Tadris Fisika

Jenjang : Strata Satu (S-1)

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

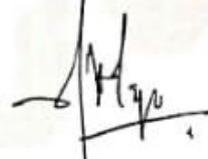
Palangka Raya, 18 Mei 2021

Dosen Pembimbing I



Hadma Yuliani, M.Pd., M.Si  
NIP. 199002172015032009

Dosen Pembimbing II



Nur Inayah Syar, M.Pd  
NIP. 198904262018012002

Mengetahui:

Wakil Dekan Bidang Akademik,



Dr. Nurul Wahdah, M.Pd  
NIP. 198003072006042004

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



Dr. Atin Supriatin, M.Pd  
NIP. 197804242005012005

## NOTA DINAS

Hal : Mohon Diuji Skripsi  
Saudari Eka Wahyu Nengsih

Palangka Raya, 18 Mei 2021

Kepada,

Yth. **Ketua Panitia Ujian Skripsi  
Jurusan Pendidikan MIPA  
FTIK IAIN Palangka Raya**

di-

Palangka Raya

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Setelah membaca, memeriksa dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Eka Wahyu Nengsih

NIM : 1701130390

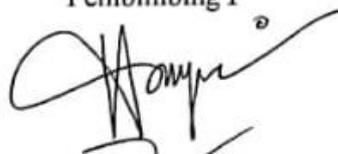
Judul Skripsi : **Pengembangan *E-Module* Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA**

Sudah dapat diujikan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan.

Demikian atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

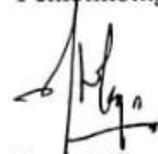
*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Pembimbing I



**Hadma Yuliani, M.Pd., M.Si**  
NIP. 199002172015032009

Pembimbing II



**Nur Inayah Syar, M.Pd**  
NIP. 198904262018012002

## PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Pengembangan *E-Module* Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA

Nama : Eka Wahyu Nengsih

NIM : 1701130390

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 : 27 Mei 2021 M/ 15 Syawal 1442 H

### TIM PENGUJI:

1. Nanik Lestariningsih, M.Pd  
(Ketua Sidang/Penguji)
2. Dr. Atin Supriatin, M.Pd  
(Penguji Utama)
3. Hadma Yuliani, M.Si., 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  
NIP. 196710031993032001

**Pengembangan *E-Module* Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) Pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA**

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan belajar peserta didik SMA Negeri 4 Palangka Raya. Hasil dari penyebaran angket analisis kebutuhan di kelas XI, diketahui bahwa 93,3% peserta didik berpendapat perlu dikembangkannya *E-Module* berbasis STEM.

Penelitian yang dilakukan dengan mengembangkan *E-Module* pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) menggunakan aplikasi Flip Pdf. Adapun tujuan dari penelitian dan pengembangan ini yaitu mendeskripsikan pengembangan *E-Module* yang dikembangkan.

Metode penelitian dan pengembangan *Research and Development* (R&D) model ADDIE. Tahapan-tahapannya adalah *Analysis* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), *Evaluation* (evaluasi). Namun penelitian ini hanya sampai pada tahap *Implementation* (implementasi) saja. Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lembar analisis kebutuhan dan angket wawancara.

Hasil penelitian yang diperoleh adalah; 1) Prosedur pengembangan *E-Module* ini yaitu analisis kebutuhan peserta didik, desain yaitu merancang produk yang akan dikembangkan, pengembangan yaitu menuliskan materi, pembuatan dan pengeditan teks, gambar serta menyatukannya, kemudian dilanjutkan dengan tahap validasi oleh ahli desain, ahli materi dan ahli pembelajaran, implementasi yaitu proses uji coba kelompok kecil dan mencari respons guru. 2) Validitas *E-Module* memperoleh hasil penilaian oleh ahli desain sebesar 84,25% dengan kriteria sangat baik dan kategori sangat baik, ahli materi sebesar 90,51% dengan kriteria sangat baik dan kategori sangat baik, ahli pembelajaran sebesar 89,72% dengan kriteria sangat baik dan kategori sangat baik. 3) Hasil dari respons guru diperoleh hasil sebesar 88,89% dengan kriteria sangat baik dan kategori sangat baik dan hasil respons peserta didik memperoleh hasil sebesar 83,98% dengan kriteria sangat baik dan kategori sangat baik.

Kata Kunci: *E-Module*, fisika, STEM, Flip Pdf, suhu, kalor dan perpindahan kalor.

**STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) E-Module  
Development on the Subject of Temperature, Heat and Heat Transfer for  
Class XI SMA**

**ABSTRACT**

This research was conducted based on the results of the analysis of the learning needs of students in SMA Negeri 4 Palangka Raya. The results of the distribution of needs analysis questionnaires in class XI, it is known that 93.3% of students think it is necessary to develop a STEM-based E-Module.

The research was conducted by developing a STEM-based learning E-Module (Science, Technology, Engineering and Mathematics) using the Flip Pdf application. The purpose of this research and development is to describe the development of the E-Module being developed.

Research and development methods Research and Development (R&D) ADDIE model. The stages are Analysis (analysis), Design (design), Development (development), Implementation (implementation), Evaluation (evaluation). However, this research only reached the implementation stage. The data collection instruments used in this study were the needs analysis sheet and the interview questionnaire.

The research results obtained are; 1) The procedure for developing this E-Module, namely analyzing the needs of students, design, namely designing the product to be developed, development, namely writing material, making and editing text, images and putting them together, then continued with the validation stage by design experts, material experts and learning experts, implementation, namely the process of small group trials and seeking teacher responses. 2) The validity of the E-Module obtained an assessment by design experts of 84.25% with very good criteria and very good categories, material experts at 90.51% with very good criteria and very good categories, learning experts by 89.72% with very good criteria and very good category. 3) The results of the teacher's response were 88.89% with very good criteria and very good categories and the results of students' responses obtained 83.98% results with very good criteria and very good categories.

**Keywords:** E-Module, physics, STEM, Flip Pdf, temperature, heat and heat transfer.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **Pengembangan E-Module Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd). Shalawat serta salam tidak lupa kita curahkan kepada kita Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga sahabat-sahabat beliau yang telah memberikan jalan bagi seluruh alam.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan proposal 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. Bapak Dr. H. Khairil Anwar, M.Ag., Rektor Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya yang telah memberi kan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan studi sampai pada menyelesaikan studi di IAIN Palangka Raya.
2. Ibu Dr. Hj. Rodhatul Jennah, M.Pd., Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, yang telah membantu dan memberikan masukan mengenai keperluan administrasi akademik kepada penulis selama menjalani perkuliahan.

3. Ibu Dr. Nurul Wahdah, M.Pd., Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya yang telah membantu proses akademik dalam penelitian ini.
4. Ibu Dr. Atin Supriatin, M.Pd., Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya yang telah membantu dalam memberikan persetujuan.
5. Ibu Hadma Yuliani, M.Pd., M.Si., Ketua Program Studi Tadris Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya serta selaku Pembimbing I dan sebagai Pembimbing Akademik (PA) yang selama ini telah memberikan masukan motivasi serta bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan kepada penulis sehingga proposal skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Ibu Nur Inayah Syar., M.Pd., Pembimbing II yang selama ini telah memberikan masukannya dan bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
7. Ibu Yenihayati., M.Pd., Kepala SMA Negeri 4 Palangka Raya yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian.
8. Teman-teman serta sahabat seperjuanganku Program Studi Tadris Fisika angkatan 2017, terima kasih atas kebersamaan dan rasa kekeluargaan yang telah terjalin selama ini, dan terima kasih juga atas dukungan dan bantuannya.
9. Semua pihak yang terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu, semoga amal dan perbuatan yang baik dari bapak, ibu dan rekan-rekan berikan kepada penulis mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Penulis menyadari masih banyak keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan proposal skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan. Semoga Allah SWT Selalu memberi kemudahan bagi kita semua. Amin Yaa Rabbal'alamin.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Palangka Raya, Maret 2021  
Penulis,

**EKA WAHYU NENGSIH**  
**NIM. 1701130390**



## MOTTO

لَهُ مُعَقَّبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا  
بِأَنفُسِهِمْ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ وَمَا لَهُمْ مِّنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ

Artinya: “Baginya (manusia) ada malaikat-malaikat yang selalu menjaganya bergiliran, dari depan dan belakangnya. Mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya dan tidak ada pelindung bagi mereka selain Dia”. (Q.S. Ar-Ra’d/13: 11)

## PERSEMBAHAN

*Bismillahirrahmanirrahim.*

*Alhamdulillahirabbil'alamiin*, dengan ini saya mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT karena berkat karunia-Nya skripsi ini bisa terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Dengan rasa hormat dan penuh kasih sayang ku persembahkan karya ini kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Bahrudin dan Ibunda Salbiah yang selalu mendukung, memotivasi, nasehat, bantuan dan doa yang tak hentinya-hentinya.
2. Kedua adikku tersayang Antoni dan Ahmad Maulana yang selalu memberikan dukungan dan doa.
3. Seluruh keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan dukungan dan juga doa untukku.
4. Teman-teman seperjuangan ku di Program Studi Tadris Fisika, jurusan Pendidikan MIPA, IAIN Palangka Raya Angkatan 2017, yang telah memberikan semangat, bantuan serta doa untukku. Ucapan terima kasih yang sangat besar atas semua kebersamaan, perjuangan dan rasa kekeluargaan yang erat selama 4 tahun ini, kita lalui dengan canda tawa, sedih dan bahagia.
5. Dosen-dosen terkasih yang telah membimbingku selama menuntut ilmu di IAIN Palangka Raya, teman-teman seangkatan, adik-adik serta kakak-kakak atas semua pengalaman dan pembelajaran yang sangat berharga bagiku. Semoga ini menjadi awal yang baik bagi hidupku baik dunia maupun akhirat

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI .....	iii
NOTA DINAS .....	iiiv
PENGESAHAN SKRIPSI .....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
MOTTO .....	xi
PERSEMBAHAN.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	6

C. Batasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah .....	7
E. Tujuan Penelitian .....	8
F. Manfaat Penelitian .....	8
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan .....	9
H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan .....	10
1. Asumsi.....	10
2. Keterbatasan Pengembangan.....	11
I. Sistematika Penulisan .....	11
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>13</b>
A. Kajian Teoritis.....	13
1. Penelitian Pengembangan.....	13
2. Bahan Ajar.....	15
3. Pendekatan Pembelajaran STEM ( <i>science, technology, engineering and mathematics</i> ).....	23
4. Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor .....	27
B. Penelitian yang Relevan.....	49
C. Kerangka Berpikir.....	54
<b>BAB III METODE PENGEMBANGAN .....</b>	<b>57</b>
A. Desain penelitian.....	57

1. Jenis Penelitian .....	57
2. Wilayah dan Waktu Penelitian .....	57
3. Model Pengembangan .....	57
B. Prosedur Pengembangan .....	59
C. Sumber Data dan Subjek Penelitian .....	62
1. Sumber Data .....	62
2. Subjek Penelitian .....	63
D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data .....	64
E. Uji Produk .....	68
F. Teknik Analisis Data .....	70
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN PENGEMBANGAN</b> .....	<b>75</b>
A. Hasil Penelitian .....	75
1. Prosedur Pengembangan <i>E-Module</i> .....	75
2. Validitas <i>E-Module</i> .....	99
3. Respons Guru dan Peserta Didik .....	122
B. Pembahasan .....	132
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>149</b>
A. Kesimpulan .....	149
B. Saran .....	150
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>151</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kalor jenis beberapa bahan .....	40
Tabel 2. 2 Titik lebur dan titik didih beberapa bahan .....	43
Tabel 2. 3 Konduktivitas termal berbagai zat .....	45
Tabel 3. 4 Langkah-langkah pengembangan ADDIE .....	58
Tabel 3. 5 Kisi-kisi angket validasi desain .....	65
Tabel 3. 6 Kisi-kisi angket validasi materi .....	65
Tabel 3. 7 Kisi-kisi evaluasi aspek STEM .....	66
Tabel 3. 8 Kisi-kisi respons peserta didik .....	67
Tabel 3. 9 Kisi-kisi respons guru .....	67
Tabel 3. 10 Skor penilaian .....	71
Tabel 3. 11 Kriteria penilaian .....	72
Tabel 3. 12 skor penilaian .....	73
Tabel 4. 13 Penilaian Ahli Desain Pertama dan Kedua pada Aspek Penggarfikan .....	100
Tabel 4. 14 Penilaian Ahli Desain Pertama dan Kedua pada Aspek Penyajian..	102
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Penilaian Ahli Desain Pertama dan Kedua .....	104
Tabel 4.16 Sebelum dan sesudah revisi produk .....	104
Tabel 4. 17 Penilaian Ahli Materi Pertama dan Kedua pada Aspek Isi .....	105
Tabel 4. 18 Penilaian Ahli Materi Pertama dan Kedua pada Aspek Penyajian ..	107
Tabel 4. 19 Penilaian Ahli Materi Pertama dan Kedua pada Aspek Bahasa .....	108
Tabel 4. 20 Penilaian Ahli Materi Pertama dan Kedua pada Aspek STEM .....	110

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Penilaian Ahli Materi Pertama Dan Kedua.....	112
Tabel 4.22 Sebelum dan sesudah revisi produk .....	113
Tabel 4. 23 Penilaian Ahli Pembelajaran Pertama dan Kedua pada Aspek Isi...	115
Tabel 4. 24 Penilaian Ahli Pembelajaran Pertama dan Kedua pada Aspek Penyajian.....	117
Tabel 4. 25 Penilaian Ahli Pembelajaran Pertama dan Kedua pada Aspek Bahasa .....	118
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Penilaian Ahli Pembelajaran Pertama dan Kedua.....	120
Tabel 4.27 Sebelum dan sesudah revisi produk .....	120
Tabel 4. 28 Hasil Penilaian respons guru pada Aspek Isi .....	123
Tabel 4. 29 Hasil Penilaian Respons Guru pada Aspek Penyajian .....	124
Tabel 4. 30 Hasil Penilaian Respons Guru pada Aspek Kemenarikan .....	125
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Penilaian Respons Guru .....	126
Tabel 4. 32 Hasil Penilaian Uji Coba pada Aspek Penyajian .....	127
Tabel 4. 33 Hasil Penilaian Uji Coba pada Aspek Isi .....	129
Tabel 4. 34 Hasil Penilaian Uji Coba Pada Aspek Bahasa .....	130
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Penilaian Uji Coba Kelompok Kecil.....	132

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Termometer raksa.....	28
Gambar 2. 2. Termometer bimetal .....	29
Gambar 2. 3. Termometer hambatan.....	29
Gambar 2. 4. Termometer gas.....	30
Gambar 2. 5. Pyrometer .....	30
Gambar 2. 6. Hubungan skala Celcius dengan skala Reamur .....	32
Gambar 2. 7. Pemuaian pada kabel listrik.....	34
Gambar 2. 8. Pemuaian pada kerupuk .....	35
Gambar 2. 9. Pemuaian pada bola voli .....	35
Gambar 2. 10. Pemuaian pada zat cair.....	36
Gambar 2. 11. Pemuaian gas pada balon .....	37
Gambar 2. 12. Perubahan wujud zat .....	42
Gambar 2. 13. Kerangka berpikir.....	56
Gambar 4. 1 Sampul E-Module .....	78
Gambar 4. 2 Kata pengantar .....	78
Gambar 4. 3 Daftar isi.....	79
Gambar 4. 4 Peta konsep .....	80
Gambar 4. 5 Petunjuk penggunaan modul.....	80
Gambar 4. 6 Kompetensi inti dan kompetensi dasar.....	81
Gambar 4. 7 Indikator pencapaian kompetensi.....	82
Gambar 4. 8 Tujuan pembelajaran.....	82

Gambar 4. 9 Materi suhu .....	83
Gambar 4. 10 Alat ukur suhu .....	84
Gambar 4. 11 Skala pengukuran .....	84
Gambar 4. 12 Contoh soal materi skala pengukuran .....	85
Gambar 4. 13 Lembar kerja peserta didik materi suhu .....	85
Gambar 4. 14 Pemuaiian .....	86
Gambar 4. 15 Contoh soal materi pemuaiian .....	86
Gambar 4. 16 Lembar kerja peserta didik materi suhu dan termometer .....	87
Gambar 4. 17 Materi kalor .....	87
Gambar 4. 18 Kalor laten, kalor jenis dan kapasitas kalor .....	88
Gambar 4. 19 Asas black .....	88
Gambar 4. 20 Perubahan wujud zat .....	89
Gambar 4. 21 Contoh soal materi kalor .....	89
Gambar 4. 22 Lembar kerja peserta didik materi perubahan wujud zat .....	90
Gambar 4. 23 Video perpindahan kalor .....	91
Gambar 4. 24 Lembar kerja peserta didik materi perpindahan kalor .....	92
Gambar 4. 25 Perpindahan kalor secara konduksi .....	92
Gambar 4. 26 Perpindahan kalor secara konveksi .....	93
Gambar 4. 27 Perpindahan kalor secara radiasi .....	94
Gambar 4. 28 Contoh soal materi perpindahan kalor .....	94
Gambar 4. 29 Penutup .....	95
Gambar 4. 30 Uji pemahaman tipe soal pilihan ganda .....	96
Gambar 4. 31 Uji pemahaman tipe soal essay .....	96
Gambar 4. 32 Uji pemahaman tipe soal menemukan kata .....	96

Gambar 4. 33 Glossarium .....	97
Gambar 4. 34 Daftar Pustaka .....	98
Gambar 4. 35 Kunci jawaban.....	98
Gambar 4. 36 Biografi penulis .....	99
Gambar 4. 37 Hasil penilaian ahli desain pada aspek penggrafikan.....	102
Gambar 4. 38 Hasil penilaian ahli desain pada aspek penyajian .....	103
Gambar 4. 39 Hasil penilaian ahli materi pada aspek isi .....	106
Gambar 4. 40 Hasil penilaian ahli materi pada aspek penyajian .....	108
Gambar 4. 41 Hasil penilaian ahli materi pada aspek Bahasa .....	110
Gambar 4. 42 Hasil penilaian ahli materi pada aspek STEM .....	112
Gambar 4. 43 Hasil penilaian ahli pembelajaran pada aspek isi.....	116
Gambar 4. 44 Hasil penilaian ahli pembelajaran pada aspek penyajian .....	118
Gambar 4. 45 Hasil penilaian ahli pembelajaran pada aspek bahasa.....	120
Gambar 4. 46 Hasil penilaian respons guru pada aspek isi.....	124
Gambar 4. 47 Hasil penilaian respons guru pada aspek penyajian .....	125
Gambar 4. 48 Hasil penilaian respons guru pada aspek kemenarikan .....	126
Gambar 4. 49 Hasil penilaian uji coba pada aspek penyajian.....	128
Gambar 4. 50 Hasil penilaian uji coba pada aspek isi.....	130
Gambar 4. 51 Hasil penilaian uji coba pada aspek bahasa .....	131
Gambar 4. 52 Tampilan E-Module .....	136
Gambar 4. 53 Tampilan awal aplikasi Flip PDF.....	137
Gambar 4. 54 Tampilan select version aplikasi Flip PDF .....	138
Gambar 4. 55 Tampilan memilih dan memasukkan file E-Module.....	138
Gambar 4. 56 Tampilan E-Module pada aplikasi Flip Pdf .....	139

Gambar 4. 57 Memasukkan video ke halaman yang diinginkan .....	139
Gambar 4. 58 Tahap publish E-Module.....	140
Gambar 4. 59 Tampilan E-Module di convert .....	140
Gambar 4. 60 Upload online E-Module.....	141
Gambar 4. 61 Tampilan E-Module secara online .....	142



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Surat Penetapan Judul & Pembimbing Skripsi

Lampiran 2 Berita Acara Hasil Seminar Proposal

Lampiran 3 Surat Keterangan Lulus Seminar Proposal

Lampiran 4 Surat Izin Penelitian

Lampiran 5 Surat Selesai Penelitian Dari Sekolah

Lampiran 6 Berita acara Hasil Munaqasah Skripsi

Lampiran 7 Draf Wawancara

Lampiran 8 Jadwal Penelitian

Lampiran 9 Instrumen Pengumpulan Data

Lampiran 10 Hasil Validasi Instrumen Evaluasi Ahli

Lampiran 11 Hasil Validasi Ahli

Lampiran 12 Foto-Foto Penelitian

Lampiran 13 Tampilan Produk Pengembangan

Lampiran 14 RPP

Lampiran 15 Surat Penetapan Validator

Lampiran 16 Daftar Riwayat Hidup

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan pada saat ini semakin pesat sehingga menuntut peserta didik sebagai sumber daya bangsa harus memiliki pengetahuan, keterampilan, serta metode dan cara belajar yang efektif (Laras, 2016). Proses belajar mengajar sangat membutuhkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mendorong upaya proses belajar mengajar menjadi lebih baik lagi (Indah, 2019). Fisika merupakan salah satu cabang sains yang menjadi dasar dari perkembangan teknologi dan konsep hidup yang harmonis dengan alam. Fisika juga memberikan pelajaran yang baik untuk hidup selaras berdasarkan hukum alam (Daton, 2007).

Fisika sebagai bagian dari ilmu sains merupakan suatu kesatuan produk, proses dan sikap ilmiah yang menjelaskan bahwa paling tidak terapat tiga fokus utama dalam pembelajaran sains (Fisika) di sekolah yaitu (1) Produk dari sains, berupa pengetahuan ilmiah yang dianggap penting untuk diketahui oleh peserta didik (*hard skills*), (2) Sains sebagai proses, yang berfokus pada sains sebagai metode untuk pemecahan masalah guna mengembangkan kemampuan peserta didik untuk memecahkan masalah (*hard skills* dan *soft skills*), dan (3) Sains sebagai pendekatan sikap dan nilai ilmiah (*soft skills*). Keberhasilan peserta didik dalam belajar bergantung dari metode dan media berupa bahan ajar yang digunakan oleh seorang guru (Sumintono, 2010).

Bahan ajar merupakan alat untuk memberikan perangsang bagi peserta didik supaya terjadi proses belajar (Susilana, 2009). Sehingga bahan ajar sangat berperan dalam proses pembelajaran karena dengan pemilihan bahan ajar yang tepat dapat menarik minat dan perhatian peserta didik dan dalam proses pembelajaran yang menggunakan bahan ajar dapat merangsang kegiatan belajar dan bahkan membawa pengaruh psikologis terhadap peserta didik (Bakhtiar, 2016). Terdapat berbagai jenis bahan ajar yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran, salah satunya adalah bahan ajar berupa modul, bahan ajar berupa modul sangat beragam ada yang berupa cetak maupun noncetak (Kelana, 2019).

Modul merupakan salah satu bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, didalamnya terdapat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu peserta didik menguasai tujuan belajar yang spesifik (Daryanto, 2013). Proses pembelajaran menggunakan modul mengharuskan peserta didik belajar secara mandiri dan mampu memecahkan masalah dengan cara mengeluarkan ide-ide yang baru, dengan dibagikannya modul ini guru dapat melihat seberapa jauh kemampuan peserta didik dalam berpikir secara kreatif untuk memecahkan suatu masalah (Haryati, 2016). Bahan ajar noncetak atau elektronik merupakan bahan ajar yang isi materinya dimuat dalam bentuk elektronik yaitu dapat berupa audio, audio visual, ataupun gambar-gambar yang menarik (Indah, 2019).

Elektronik modul atau biasa disebut dengan *E-Module* merupakan pengembangan dari modul yang berbentuk cetak, disusun secara sistematis dan

disajikan dalam format elektronik yang dapat diakses secara *online* sehingga dapat digunakan peserta didik secara mandiri (Tia, 2020; Widiana, 2016; Sugihartini, 2017). Kelebihan *E-Module* dibandingkan dengan modul cetak seperti terdapatnya gambar, audio, animasi serta dilengkapi dengan umpan balik (Widiana, 2016). Dapat diakses melalui *smartphone*, laptop atau komputer; dengan penggunaan *E-Module* peserta didik dapat belajar secara mandiri dimana saja dan kapan saja. Awet atau tidak mudah rusak dan lapuk seperti modul cetak; disajikan dengan berbagai gambar, audio, animasi dan juga soal-soal; dapat meningkatkan berpikir kritis, memecahkan masalah, mengembangkan sikap positif dan percaya diri pada peserta didik (Simamora, 2018).

*E-Module* adalah salah satu bahan ajar yang menggunakan teknologi, sesuai dengan pembelajaran pada abad 21 yang salah satunya berhubungan dengan pemanfaatan teknologi (Effendi, 2019). Aminingsih (2020), menyebutkan bahwa keterampilan pada abad ini menuntut sumber daya manusia kompeten dalam bidang sains, teknologi, desain teknik dan matematika, sehingga diharapkan pada seorang guru agar dapat menggabungkan empat disipin ilmu tersebut. Seorang guru dapat mengembangkan bahan ajar sendiri sesuai dengan kebutuhan pembelajaran yang dapat dikembangkan dengan berbagai pendekatan. Salah satu pendekatan yang cocok dengan kurikulum 2013 dan mampu menjawab tuntutan keterampilan abad 21 ini adalah pendekatan yang berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

Pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) merupakan pendekatan pembelajaran yang mengaitkan empat bidang ilmu yaitu Sains, Teknologi, Teknik dan Matematika. Pembelajaran berbasis STEM ini diharapkan agar peserta didik memiliki kesiapan untuk menghadapi globalisasi yang semakin pesat (Oktavia, 2019). Menurut Susanti (2018) STEM adalah suatu pendekatan yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, pendekatan STEM ini menuntut peserta didik untuk memecahkan masalah, sadar teknologi dan membuat mereka berpikir secara logis.

Kelebihan dari pendekatan STEM ini diantaranya seperti memungkinkan peserta didik dapat mempelajari konsep secara tepat dengan menerapkan empat disiplin ilmu dalam pembelajaran secara bersamaan (Pangesti, 2017). Penggunaan pendekatan STEM dalam pembelajaran memberikan efek yang positif yaitu peserta didik dapat menjadi penemu, memiliki inovasi, mampu berpikir logis secara mandiri, paham teknologi (Oktavia, 2019). Dengan menggunakan pendekatan STEM yang dikaitkan pada pembelajaran memberikan kesempatan pada peserta didik untuk memahami konsep yang dikaitkan atau dipadukan dengan berbagai bidang ilmu seperti sains, teknologi, teknik/rekayasa dan juga matematika (Pangesti, 2017). Penerapan pendekatan STEM ini diharapkan peserta didik dapat mempunyai keahlian belajar, berinovasi, berpikir kritis, mampu berkomunikasi serta berkolaborasi (Aminingsih, 2020).

Wawancara telah dilakukan kepada guru fisika di sekolah untuk memperoleh informasi mengenai proses belajar mengajar dimasa pandemi ini.

Menurut pemaparan dari guru dalam melakukan belajar mengajar secara daring ini masih menggunakan buku paket, terkadang bisa juga menggunakan *power point* (PPT) namun belum menggunakan bahan ajar yang dapat diakses peserta didik secara online. Proses belajar peserta didik dirumah juga masih menggunakan buku paket yang memungkinkan untuk mereka mengambil dulu bukunya dari sekolah untuk nantinya digunakan belajar dirumah.

Hasil sebaran angket *via google form* kepada peserta didik kelas XI IPA SMAN 4 Palangka Raya, memperoleh hasil bahwa sebanyak 51,7% peserta didik tidak memiliki buku pegangan untuk belajar dirumah. Peserta didik sebagian hanya mengandalkan pemaparan materi oleh guru saja saat pembelajaran sedang berlangsung tanpa adanya buku pegangan untuk belajar mandiri dirumah. Sekitar 82,8% peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari dan memahami materi fisika seperti kurangnya kelengkapan materi, teknik penjelasan ataupun lainnya. Ada sekitar 82,8% peserta didik belum pernah menggunakan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), sedangkan tuntutan pada abad 21 ini peserta didik diharapkan kompeten dalam bidang sains, teknologi, desain teknik dan matematika.

Hasil Penelitian yang telah dilakukan oleh Suryani (2020) menunjukkan bahwa modul digital berbasis STEM yang dikembangkan mendapatkan kategori valid dan praktis. Farida (2019), menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan mendapatkan kategori sangat layak dan didukung respon peserta didik dengan kategori baik, kemampuan berpikir kreatif peserta didik

mendapatkan hasil dengan kategori tinggi. Salah satu pokok bahasan pada mata pelajaran fisika yaitu materi Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor, serta dalam kurikulum 2013 materi ini adalah salah satu kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh peserta didik. Proses pembelajaran pada materi ini juga dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

Berangkat dari uraian latar belakang di atas maka perlu dikembangkan *E-Module* pembelajaran yang berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) yang mana dapat memadukan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan diharapkan dengan *E-Module* berbasis STEM ini pembelajaran lebih bermakna. Maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul **“Pengembangan *E-Module* Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) Pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA”**

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Bahan ajar yang digunakan peserta didik untuk belajar secara mandiri di rumah masih menggunakan buku paket yang harus datang terlebih dahulu ke sekolah untuk mengambilnya.
2. Peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mempelajari dan memahami materi fisika.

3. Tuntutan keterampilan pada abad 21 ini peserta didik diharapkan kompeten dalam bidang sains, teknologi, desain teknik dan matematika.
4. Peserta didik kelas XI SMAN 4 Palangka Raya belum pernah menggunakan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada pembelajaran.

### C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Modul yang dikembangkan berbentuk elektronik yang dapat diakses secara *online*.
2. Modul yang dikembangkan berdasarkan langkah-langkah model pengembangan ADDIE, namun dibatasi hanya sampai pada tahap *implementation*.
3. Penelitian sampai pada tahap uji coba kelompok kecil dengan diperolehnya data respons peserta didik terhadap produk yang telah dikembangkan.
4. Penelitian hanya dilakukan di sekolah SMAN 4 Palangka Raya yaitu kelas XI IPA.

### D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses pengembangan *E-Module* Fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada pokok bahasan suhu, kalor dan perpindahan kalor ?

2. Bagaimana validitas *E-Module* Fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada pokok bahasan suhu, kalor dan perpindahan kalor ?
3. Bagaimana tanggapan guru dan peserta didik tentang *E-Module* Fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada pokok bahasan suhu, kalor dan perpindahan kalor ?

#### **E. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui proses pengembangan *E-Module* Fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada pokok bahasan suhu, kalor dan perpindahan kalor.
2. Untuk mengetahui validitas dari *E-Module* Fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada pokok bahasan suhu, kalor dan perpindahan kalor.
3. Untuk mengetahui tanggapan guru dan peserta didik tentang *E-Module* Fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada pokok bahasan suhu, kalor dan perpindahan kalor.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Dari penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat teoretis
  - a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan tentang Pendidikan khususnya dalam membahas proses pengembangan *E-Module* Fisika berbasis STEM (*Science,*

*Technology, Engineering and Mathematics*) pada pokok bahasan suhu, kalor dan perpindahan kalor.

- b. Sebagai bahan untuk menambah referensi atau sumber pustaka bagi peneliti selanjutnya.

## 2. Manfaat praktis

- a. Sebagai acuan bagi instansi pendidikan untuk menciptakan suasana belajar lebih kondusif.
- b. Sebagai acuan bagi guru/pendidik untuk menambah sumber bahan ajar berupa *E-Module* Fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada pokok bahasan suhu, kalor dan perpindahan kalor
- c. Sebagai acuan bagi peserta didik agar lebih mandiri dan lebih terampil dalam belajar sains, tidak selalu bergantung pada guru yang menyampaikan materi pelajaran.
- d. Sebagai acuan bagi masyarakat (orang tua) untuk lebih memperhatikan faktor pendukung kelancaran proses pembelajaran, dan mengacu minat serta mengarahkan anaknya.

## G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Modul dirumuskan sesuai dengan kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran Fisika.

2. Produk yang dihasilkan berupa modul yang dimuat dalam aplikasi Flip Pdf yang dapat diakses secara *online* pada pembelajaran Fisika kelas XI.
3. Modul ini disusun dengan komponen yang dapat membuat peserta didik lebih mudah dalam memahami materi suhu, kalor dan perpindahan kalor pada materi Fisika kelas XI.
4. Modul ini diperuntukkan bagi peserta didik SMA kelas XI IPA untuk menambah pengetahuan dan wawasan.

## H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

### 1. Asumsi

- a. SMAN 4 Palangka Raya memiliki fasilitas pendukung seperti LCD dan proyektor sehingga dapat digunakan bagi pendidik saat melakukan pembelajaran dikelas, maupun peserta didik belajar secara mandiri diluar jam pelajaran kelas.
- b. Peserta didik memiliki kemampuan yang baik dalam mengoperasikan modul pembelajaran menggunakan laptop dan *handphone* dalam menggunakan *E-Module* ini.
- c. *E-Module* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) ini dapat digunakan untuk mendalami pemahaman baru selain dari buku utama.
- d. Peserta didik telah memiliki kemampuan untuk membaca, memahami, menilai serta memberikan masukan terhadap penelitian ini.
- e. *E-Module* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) ini akan menimbulkan ketertarikan peserta didik karena

dalam modul ini mengaitkan empat sekaligus bidang ilmu seperti sains, teknologi, teknik/rekayasa dan matematika.

- f. Memberikan pengetahuan bermakna kepada peserta didik.

## 2. Keterbatasan Pengembangan

- a. *E-Module* yang dikembangkan hanya dapat diakses atau diaplikasikan menggunakan laptop, komputer dan *handphone*.
- b. Pengembangan *E-Module* ini terbatas hanya pada mata pelajaran Fisika pada bab suhu, kalor dan perpindahan kalor kelas XI IPA.
- c. Pengembangan *E-Module* ini dibatasi dan hanya menyesuaikan dengan kondisi waktu, tenaga, serta keahlian peneliti dalam pembuatan *E-Module* mata pelajaran Fisika pada bab suhu, kalor dan perpindahan kalor kelas XI IPA dengan menggunakan aplikasi Flip Pdf. Kemudian, pada tahap pengembangan tidak sampai menguji keefektifan, hanya sampai pada uji coba terbatas atau skala kecil pada peserta didik.

### I. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika pembahasan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa bab. Dalam penulisan proposal ini masing-masing bab diuraikan menjadi beberapa sub bab, yaitu:

BAB I Pendahuluan terdiri dari latar belakang masalah, identitas masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, spesifikasi produk yang dikembangkan, asumsi dan keterbatasan pengembangan dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II Kajian Pustaka yang memaparkan tentang teori yang berkaitan dengan penelitian sebagai teori pendukung terkait penelitian ini. Teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan meliputi: *E-Module* pembelajaran, pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) serta materi suhu, kalor dan perpindahan kalor. Kemudian membahas hasil penelitian yang relevan dan kerangka berpikir.

BAB III Metode Penelitian berisi tentang rancangan penelitian yang akan dilakukan peneliti. Rancangan tersebut meliputi: desain penelitian, prosedur penelitian, sumber data dan subjek penelitian, teknik dan instrumen pengumpulan data, uji produk dan teknik analisis data.

BAB IV Hasil dan Pembahasan berisi tentang hasil yang didapatkan pada penelitian yaitu mengenai proses pengembangan *E-Module*, validasi kepada ahli desain, materi dan pembelajaran, mencari respons guru serta melakukan uji coba pada kelompok kecil, kemudian membahas hasil yang telah didapatkan tersebut.

BAB V Penutup berisi kesimpulan dari hasil yang telah didapatkan dan saran yang diberikan untuk peneliti selanjutnya.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teoritis**

##### **1. Penelitian Pengembangan**

###### **a. Pengertian Penelitian dan Pengembangan**

Penelitian dan pengembangan yang biasa disebut dalam Bahasa Inggrisnya *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian yang menghasilkan produk tertentu, dan kemudian menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2019). Penelitian dan pengembangan adalah kegiatan yang menggambarkan tentang pembuatan ataupun penemuan hal yang baru, metode, produk, ataupun jasa baru yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan (Putra, 2011).

Penelitian dan pengembangan adalah suatu proses pengembangan yang dilakukan pada perangkat pendidikan, dilakukan dengan berbagai rangkaian atau langkah-langkah pengembangan untuk menghasilkan produk tertentu, menguji serta menggunakan produk tersebut (Ali, 2014). Penelitian dan pengembangan ini mempunyai fungsi untuk memvalidasi dan mengembangkan produk baru, dimana memvalidasi berarti produknya telah ada sebelumnya sedangkan mengembangkan berarti mengembangkan produk dapat berupa memperbaharui produk

yang telah ada ataupun menciptakan produk yang baru untuk dikembangkan (Sugiyono, 2019).

Berlandaskan pada beberapa pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa penelitian dan pengembangan adalah kegiatan meneliti, merancang, membuat, ataupun menguji suatu produk dengan melalui beberapa langkah-langkah pengembangan untuk menghasilkan suatu produk tertentu.

#### b. Pengembangan Model ADDIE

Model penelitian dan pengembangan dalam penelitian ini yaitu model penelitian ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*), yang mana model ini dikembangkan oleh Robert Maribe Branch pada tahun 2009. *Analysis* pada model ini berkaitan dengan kegiatan-kegiatan analisis yang dilakukan pada situasi kerja dan lingkungan sehingga dapat ditemukan produk apa yang perlu dilakukannya pengembangan. Bagian *Design* adalah proses perancangan dari produk yang akan dikembangkan. *Development*, merupakan kegiatan yang dilakukan untuk membuat ataupun menguji dari produk yang dikembangkan. Adapun pada *Implementation* merupakan kegiatan untuk menggunakan produk yang telah dikembangkan sebelumnya dan *Evaluation* disini merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menilai produk ataupun langkah-langkah kegiatan sudah sesuai atau belum dengan spesifikasi (Sugiyono, 2019).

Kelebihan model pengembangan ADDIE yaitu model pengembangan ini lebih sederhana, sistematis serta terstruktur. Model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation*) ini mempunyai komponen-komponen yang saling berkaitan dari tahap ketahapnya sehingga akan lebih mudah untuk dipelajari oleh pendidik (Pribadi, 2009).

Kekurangan model pengembangan ADDIE yaitu memerlukan waktu yang cukup lama untuk melakukan tahap analisisnya. Tahap analisis ini dilakukan kegiatan penganalisisan terhadap dua komponen dari peserta didik yaitu analisis kerja dan analisis kebutuhan. Hasil dari dua komponen yang dianalisis tersebut nantinya yang akan mempengaruhi tahap pendesaian pembelajaran selanjutnya (Pribadi, 2009).

## **2. Bahan Ajar**

### **a. Pengertian bahan ajar**

Bahan ajar merupakan seperangkat materi yang tersusun secara sistematis, dapat berupa cetak ataupun noncetak, sehingga dapat menciptakan suasana yang memungkinkan peserta didik untuk belajar (Lestari, 2018). Bahan ajar adalah segala bahan yang dapat berupa informasi, alat maupun teks disusun secara sistematis, digunakan dalam proses pembelajaran yang mempunyai tujuan perencanaan dan penelaahan dalam pembelajaran (Oktavia, 2019). Bahan ajar adalah seperangkat materi pelajaran yang disusun secara sistematis, yang memuat kompetensi yang

akan dicapai oleh peserta didik, yang memiliki fungsi pada pendidik seperti penghematan waktu mengajar, mengubah peran pendidik menjadi fasilitator serta pembelajaran menjadi lebih efektif (Agustina, 2018).

Adapun keuntungan yang didapatkan dengan penggunaan bahan ajar dalam pembelajaran seperti (1) penggunaan bahan ajar dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik; (2) hasil yang diperoleh peserta didik sesuai dengan kemampuannya; (3) dengan penggunaan bahan ajar dapat membagi bahan pelajaran persemesternya dengan merata; (4) Pendidikan lebih berdaya guna, karena bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran disusun sesuai dengan jenjang akademik (Tampubolon, 2015).

Dunia Pendidikan di Indonesia memperhatikan kelayakan dari bahan ajar yang digunakan oleh seorang guru, dimana menguji kelayakan bahan ini merupakan tugas dari Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP). Kualitas yang dinilai oleh BNSP ini seperti kesesuaian isi dengan kurikulum yang berlaku, kesesuaian bahasa dengan perkembangan bahasa peserta didik, penyajian dan penggrafikan (Pradita, 2020). Terdapat tiga indikator yang perlu diperhatikan dalam kelayakan isi dari bahan ajar yaitu (1) Kesesuaian uraian materi dengan kompetensi inti (SK) serta kompetensi dasar (KD) pada kurikulum mata pelajaran yang bersangkutan; (2) keakuratan materi; (3) materi pendukung pembelajaran (Muslics, 2010). Penggunaan bahasa dalam bahan ajar harus diperhatikan, karena informasi dan pesan akan tersampaikan dengan baik jika bahasa yang digunakan baik. Komponen-komponen yang perlu diperhatikan dalam penggunaan Bahasa

yaitu (1) kemampuan berbahasa peserta didik; (2) kaidah bahasa; (3) pilihan kata; (4) gaya bahasa; (5) keterbacaan (Sitepu, 2012).

Jadi dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa bahan ajar adalah seperangkat bahan yang memuat materi pelajaran, informasi serta kompetensi yang akan dicapai oleh peserta didik, bahan ajar tersusun secara sistematis dan dapat berupa cetak ataupun noncetak.

#### b. Jenis-jenis bahan ajar

Adapun jenis bahan ajar beragam ada yang dicetak ataupun noncetak, yaitu sebagai berikut:

##### 1) Bahan Ajar Cetak

Bahan ajar cetak merupakan bahan yang disiapkan dalam kertas, ada beberapa jenis bahan ajar yang berupa cetak ini diantaranya:

##### a) *Handout*

*Handout* berisi point-point penting dari sebuah materi pelajaran, pembuatan *handout* ini bertujuan membantu peserta didik dalam memahami suatu materi pelajaran secara ringkas dan juga tepat sasaran.

##### b) Modul

###### ❖ Pengertian Modul

Modul adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis yang dapat disusun oleh seorang guru, berisi petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, isi materi pelajaran, informasi pendukung, soal-soal Latihan, evaluasi serta umpan balik. Dibuat untuk keperluan pembelajaran serta dapat digunakan secara mandiri (Kelana, 2019).

Bahan ajar berupa modul mempunyai peran yang penting dalam pembelajaran. Modul adalah seperangkat media berupa bahan ajar yang disajikan secara sistematis sehingga peserta didik dapat belajar ada atau tanpa seorang guru (Kususa, 2017). Bahan ajar berupa modul menggunakan bahasa yang mudah dipahami, sesuai dengan tingkatan pengetahuan dan usia dari peserta didik, modul juga dapat digunakan sebagai bahan belajar mandiri dengan bimbingan minimal dari pendidik. Penyajian materi dalam modul berbeda dengan buku teks, yaitu pada modul menyajikan materi secara mendalam dan disusun berdasarkan sebuah pendekatan pembelajaran sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung secara komprehensif dan peserta didik dapat menggunakannya secara mandiri (Bustami, 2018).

Sebuah modul disusun dengan beberapa tujuan. Menurut Direktorat Tenaga Kependidikan (2008) tujuan penulisan modul yaitu: (1) memperjelas dan mempermudah penyajian pesan agar tidak terlalu verbal, (2) mengatasi keterbatasan waktu, ruang dan daya indera, baik peserta didik maupun guru, (3) dapat digunakan secara tepat dan bervariasi, seperti untuk meningkatkan minat dan motivasi belajar peserta didik, mengembangkan kemampuan dalam melakukan interaksi langsung dengan sumber belajar dan lingkungan yang memungkinkan peserta didik dapat belajar secara mandiri, dan (4) memungkinkan peserta didik dapat mengukur kemampuan dan mengevaluasi hasil belajarnya.

Jadi dapat disimpulkan bahwa modul adalah alat atau media pembelajaran yang berisi materi, metode, petunjuk kegiatan belajar, latihan dan cara mengevaluasi yang disusun secara sistematis dengan menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik sehingga dapat digunakan secara mandiri dengan bimbingan yang minimal dari guru.

#### ❖ Karakteristik Modul

Modul merupakan suatu media pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan serta evaluasi yang disusun secara sistematis dan juga menarik dengan tujuan mencapai kompetensi yang diinginkan, dan suatu modul menurut Tim Direktorat Pendidikan (2008) dapat dikatakan baik dan menarik apabila sudah terdapat karakteristik sebagai berikut:

##### 1) *Self Instruction*

Yaitu dengan menggunakan modul tersebut seseorang atau peserta didik mampu belajar secara mandiri atau membelajarkan diri sendiri dan tidak tergantung pada orang lain.

##### 2) *Self Contained*

Yaitu dalam suatu modul baiknya memuat seluruh materi pembelajarn dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang utuh. Dimaksudkan demikian agar peserta didik mempelajari materi dengan tuntas yang dikemas dalam satu kesatuan yang utuh.

### 3) *Stand Alone*

Yaitu modul yang dikembangkan dapat digunakan secara mandiri atau sendiri dengan kata lain tidak bergantung dan tidak memerlukan media lain secara bersama-sama dalam penggunaannya.

### 4) *Adaptive*

Yaitu modul yang dikembangkan mengikuti perkembangan jaman seperti ilmu pengetahuan dan teknologi serta fleksibel saat digunakan.

### 5) *User Friendly*

Modul yang dikembangkan bersahabat dengan penggunanya yaitu dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami.

Jadi, modul yang baik itu harusnya memenuhi karakteristik dari modul itu sendiri agar peserta didik mudah belajar secara mandiri, memuat materi yang lengkap dan terdapat ilustrasi yang membantu dalam memahami isi modul, serta menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik.

### c) *Lembar Kerja Siswa*

Lembar kerja siswa (LKS) merupakan bahan ajar ajar yang berisi latihan-latihan, ataupun petunjuk untuk melakukan suatu kegiatan yang akan dikerjakan oleh peserta didik.

### d) *Buku Teks*

Buku teks adalah buku yang menyajikan ilmu pengetahuan atau buah pikiran dari penulisnya tersusun secara sistematis, yang dapat digunakan sebagai buku pegangan oleh guru (Agustina, 2018).

## 2) Bahan Ajar Noncetak

Bahan ajar noncetak merupakan bahan ajar yang tidak dicetak, dirancang lebih praktis, mudah untuk dibawa kemana-mana, tidak menggunakan biaya yang terlalu besar dan dapat digunakan untuk belajar secara mandiri dengan bantuan internet dan android, diantaranya berbentuk audio, *display*, model, *overhead transparencies* (OHT), video dan bahan ajar yang berbantuan komputer seperti *E-Module* (Iswandari, 2020).

### a) Pengertian *E-Module*

*E-Module* merupakan salah satu modul pembelajaran yang berbasis TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) yang memuat gambar, audio, video, animasi serta soal-soal dan umpan balik yang disusun secara sistematis (Widiana, 2016). Elektronik modul atau yang disingkat dengan *E-Module* merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis dan dapat digunakan secara mandiri (Sugihartini, 2017). Menurut Abidin (2017) menyatakan bahwa elektronik modul atau *E-Module* itu adalah suatu bahan ajar yang termuat dalam digital yang dapat digunakan secara *online*, serta dapat dimasukkan audio, video, gambar ataupun animasi pembelajaran. Sejalan dengan pendapat Imansari (2017) yang menyatakan bahwa *E-Module* itu adalah suatu bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik, terdiri dari materi, metode, batasan-batasan serta evaluasi.

Modul elektronik atau *E-Module* merupakan modifikasi dari modul cetak yang mana modul elektronik ini memadukan pemanfaata teknologi informasi, sehingga modul elektronik lebih menarik (Suryani, 2020). *E-*

*Module* dalam format elektronik atau tidak cetak, sehingga memudahkan untuk dibawa bepergian oleh peserta didik dan dapat diakses melalui perangkat elektronik seperti *handphone* dan laptop (Solikin, 2018).

Jadi dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa *E-Module* merupakan bahan ajar yang berbentuk elektronik dapat diakses secara *online*, yang memuat materi, metode, batasan-batasan, evaluasi serta dilengkapi dengan gambar, audio, video yang disusun secara sistematis serta menarik.

#### b) Kelebihan dan kekurangan *E-Module*

Adapun kelebihan dari *E-Module* itu sendiri menurut Simamora (2018) antara lain sebagai berikut:

- 1) Mudah dibawa kemana saja karena dapat diakses melalui *smartphone*, laptop ataupun komputer.
- 2) Penggunaan *E-Module* dapat digunakan peserta didik secara mandiri
- 3) *E-Module* tidak mudah rusak karena penggunaannya dalam bentuk digital atau tidak dicetak (Suryani, 2020).
- 4) *E-Module* lebih menarik dibandingkan modul cetak karena memuat gambar, audio, video bahkan animasi yang dapat menarik perhatian peserta didik.
- 5) Dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, percaya diri serta mengembangkan sikap positif dari peserta didik.

Adapun kekurangan dari *E-Module* sendiri antara lain sebagai berikut:

- 1) Waktu dalam pengembangan bahan ajar berupa *E-Module* yang cukup lama.

- 2) Tidak semua orang dapat mengoperasikan *E-Module*.
- 3) Memerlukan perangkat digital seperti *smartphone*, laptop ataupun komputer untuk mengakses *E-Module*.

### **3. Pendekatan Pembelajaran STEM (*science, technology, engineering and mathematics*)**

#### **a. Pengertian STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*)**

Istilah STEM dikenalkan oleh NSF (*National Science Foundation*) Amerika Serikat pada tahun 1990-an dimana merupakan singkatan dari “*Science, Technology, Engineering and Mathematics*”. Menurut Febrianti (2018), pendekatan STEM merujuk pada empat bidang ilmu pengetahuan, yaitu sains, teknologi, Teknik dan matematika dimana pendekatan dari keempat aspek ini sangat serasi antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan juga pembelajaran yang berbasis masalah. STEM merupakan sebuah pendekatan dalam pendidikan dengan tujuan mengaitkan empat disiplin ilmu yang mana pendekatan ini mempunyai peran penting dan saling menunjang untuk kemajuan pada bidang lain (Handayani, 2019).

Pendekatan STEM merupakan sebuah pendekatan pembelajaran yang menggabungkan beberapa bidang ilmu diantara sains, teknologi, Teknik/rekayasa dan matematika (Utami, 2018). STEM merupakan sebuah pendekatan yang integrasikan empat bidang ilmu yaitu sains, teknologi, Teknik dan matematika dalam pembelajaran. Penerapan dalam pembelajaran berbasis STEM didampingi oleh pembelajaran aktif berbasis masalah pula (Siswanto, 2018).

Empat disiplin ilmu dalam pembelajaran STEM yaitu: *Sains*, pada disiplin ilmu sains ini mengaitkan materi ataupun permasalahan yang dihadapi dengan ilmu-ilmu alam; *Technology*, pada disiplin ilmu ini yaitu mengaitkan antara teknologi dengan sains; *Engineering*, pada disiplin ilmu ini mengajarkan bagaimana mengoperasikan atau menggunakan serta mendesain prosedur yang tepat dan benar dalam memecahkan permasalahan yang sedang dihadapi; dan dengan disiplin ilmu *Mathematics* dapat membahasakan sains, teknologi serta teknik dengan bahasa dalam ilmu eksak (*STEM Task Force, 2014*).

Berangkat dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) adalah pendekatan yang melibatkan empat bidang ilmu yaitu sains, teknologi, teknik dan matematika yang mana pendekatan ini dapat membantu peserta didik untuk mengumpulkan dan menganalisis serta memecahkan masalah yang terjadi. Penggunaan pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat memahami hubungan antara suatu masalah satu dengan masalah lainnya sehingga mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran yang aktif karena keempat bidang ilmu itu digunakan secara bersamaan dalam menyelesaikan suatu permasalahan.

b. Tujuan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*)

Tujuan dari pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM ini untuk mendapatkan pengetahuan yang kompleks dalam suatu pembelajaran. Digunakannya pendekatan STEM dimaksudkan untuk

mempersiapkan peserta didik untuk masa yang akan datang agar dapat bersaing dan siap untuk bekerja sesuai dengan bidangnya (Febriyanti, 2018). Pendidikan yang berbasis STEM mempunyai tujuan untuk mengembangkan peserta didik, hal yang dapat dikembangkan diantaranya: (1) Dengan berbasis STEM peserta didik dapat mengembangkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang terjadi dalam kehidupannya, dapat menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta dapat menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti mengenai isu yang terkait dengan STEM. (2) Dapat mempersiapkan peserta didik agar dapat bersaing dan siap bekerja sesuai dengan bidang yang digelutinya (Simarmata, 2020).

Menurut Winarni (2016) menyebutkan bahwa tujuan dari pembelajaran yang berbasis STEM bagi peserta didik yaitu dapat memiliki keterampilan belajar dan berinovasi. Adapun keterampilan belajar dan berinovasi yang dimaksudkan meliputi berpikir kritis, mampu memecahkan masalah, kreatif, inovatif, serta dapat berkomunikasi dan berkolaborasi, terampil dalam menggunakan media, teknologi, informasi dan komunikasi. Pembelajaran yang menerapkan STEM dapat mendorong peserta didik untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, dapat mengasah aspek kognitif, psikomotor, maupun afektifnya serta mengaplikasikan pengetahuannya (Permanasari, 2016).

### 1) Langkah-langkah Pembelajaran STEM

Pembelajaran yang terintegrasi pendekatan STEM memiliki langkah-langkah dalam setiap pelaksanaannya di kelas yaitu *science*, *technology*, *engineering* dan *mathematics*. (1) aspek *science* (sains) dalam pendekatan STEM ini yaitu kemampuan peserta didik dalam menggunakan pengetahuan dan proses sains yang dimiliki dalam memahami gejala alam. (2) Aspek *technology* (teknologi) dari pendekatan ini yaitu keterampilan dari peserta didik dalam menggunakan teknologi dan bagaimana teknologi itu dapat digunakan untuk memudahkan suatu pekerjaan. (3) Aspek *engineering* (teknik/rekayasa) dari pendekatan ini yaitu kemampuan dari seseorang untuk dapat mengoperasikan, menjalankan ataupun merangkai sesuatu. (4) Aspek *mathematics* (matematika) dari pendekatan ini yaitu keterampilan dan kemampuan yang digunakan seseorang untuk menganalisis, mengkomunikasikan ide secara efektif, memberi alasan atas suatu hal, menyelesaikan masalah dan menginterpretasikan solusi tersebut berdasarkan perhitungan dan data yang dianalisis secara matematis (Riyani, 2020).

### 2) Kelebihan dan Kekurangan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*)

Kelebihan dari pendekatan STEM ini diantaranya seperti (1) dengan menggunakan pendekatan STEM yang dikaitkan pada pembelajaran memberikan kesempatan pada peserta didik untuk memahami konsep yang dikaitkan atau dipadukan dengan berbagai bidang ilmu seperti sains,

teknologi, teknik/rekayasa dan juga matematika (Pangesti, 2017); (2) penggunaan pendekatan STEM dalam pembelajaran memberikan efek yang positif bagi peserta didik seperti mampu melatih aspek afektif, kognitif ataupun psikomotor (Utami, 2018). (3) kelebihan lainnya ialah peserta didik mampu memecahkan masalah, menjadi pemikir yang logis dan mampu berpikir secara kritis serta memiliki pengetahuan yang luas (Winarni, 2016).

Kekurangan dari pendekatan STEM ini (1) memerlukan waktu yang banyak dalam menyelesaikan masalah; (2) kesulitan akan terjadi pada peserta didik yang memiliki kelemahan dalam melakukan percobaan dan pengumpulan data; (3) ada kemungkinan tidak semua peserta didik bekerja dalam kelompoknya; (4) dikhawatirkan peserta didik belum mampu memahami topik secara keseluruhan (Izzani, 2019).

#### **4. Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor**

##### **a. Suhu**

##### **1) Pengertian Suhu**

Pada saat kita menyentuh benda yang bersuhu tinggi maka tangan kita akan merasakan panas, hal tersebut terjadi karena energi panas pada benda tersebut mengalir ketangan kita. Begitupun sebaliknya, jika kita menyentuh benda yang bersuhu rendah maka tangan kita akan merasakan dingin, karena energi panas dari tangan kita mengalir menuju benda bersuhu rendah tersebut, karena kehilangan panas maka tangan kita akan terasa dingin (Surya, 2009).

Arah perpindahan energi panas ini selalu mengalir dari benda yang bersuhu tinggi menuju benda yang bersuhu rendah. Sehingga suhu atau temperatur dapat dinyatakan sebagai besaran yang menyatakan panas atau dinginnya suatu benda terhadap suatu ukuran standar (Surya, 2009).

## 2) Pengukuran Suhu

Saat melakukan pengukuran suhu perasaan ataupun indera kita tidak dapat dipercaya untuk mengukur suhu karena tidak akurat, sehingga dalam pengukuran suhu diperlukan alat ukur suhu (Surya, 2009). Alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu dinamakan dengan termometer. Istilah termometer ini ini berasal dari Bahasa Latin yaitu *thermos* yang berarti suhu dan *meter* yang berarti mengukur (Freedman & Young, 2002). Adapun beberapa termometer antara lain :

### a) Termometer Raksa atau Termometer Alkohol



Gambar 2. 1 Termometer raksa

Sumber: [www.fisikaabc.com](http://www.fisikaabc.com)

Termometer ini biasanya terdiri dari sebuah pipa kecil yang diisi dengan air raksa atau alkohol berwarna. Air raksa atau alkohol diberi warna ini dimaksudkan untuk memudahkan saat pembacaan suhu pada termometer.

Cara kerja dari termometer ini memanfaatkan sifat perubahan volume raksa atau alkohol ketika terjadi perubahan suhu, yaitu memuai saat suhu naik dan menyusut Ketika suhu turun.

b) Termometer Bimetal



Gambar 2. 2 Termometer bimetal

Sumber: [www.fisikaabc.com](http://www.fisikaabc.com)

Termometer bimetal dibuat dari dua logam yang disatukan dan digulung seperti spiral, dengan sifat yang berbeda yaitu satu logam mudah memuai (perubahan panjang) dibandingkan dengan satunya.

Cara kerja dari termometer bimetal yaitu berdasarkan pemuaian zat padat. Ketika suhunya dinaikkan logam yang mudah memuai akan lebih cepat memuai dibandingkan logam satunya, sehingga akan terjadi pembelokan kearah logam yang sulit memuai.

c) Termometer Hambatan



Gambar 2. 3 Termometer hambatan

Sumber: [www.fisikaabc.com](http://www.fisikaabc.com)

Termometer hambatan pada umumnya menggunakan logam platina karena mampu menahan suhu yang tinggi. Cara kerja dari termometer ini berdasarkan dari sifat listrik dari suatu logam yaitu Ketika suhu dinaikkan maka hambatan listrik juga akan berubah.

d) Termometer Gas



Gambar 2. 4 Termometer gas  
Sumber: [www.fisikaabc.com](http://www.fisikaabc.com)

Cara kerja dari termometer gas ini yaitu ketika suhu dinaikkan maka tekanan juga akan bertambah. Dilihat dari perubahan tekanan gas ini maka kita akan dapat mengamati perubahan suhu dari suatu gas.

e) *Pyrometer*



Gambar 2. 5 *Pyrometer*  
Sumber: [www.fisikaabc.com](http://www.fisikaabc.com)

Termometer *pyrometer* merupakan alat pengukur untuk suhu dan dapat mengukur pada suhu yang tinggi sekali. Termometer ini dapat

digunakan untuk mengukur banyaknya radiasi panas yang dipancarkan oleh suatu benda misalnya saja untuk mengukur dapur api (Surya, 2009).

### 3) Skala Termometer

Saat ini termometer mempunyai skala yang berbeda-beda yaitu dikenal dengan skala Celsius, skala Reamur, Kelvin dan skala Fahrenheit.

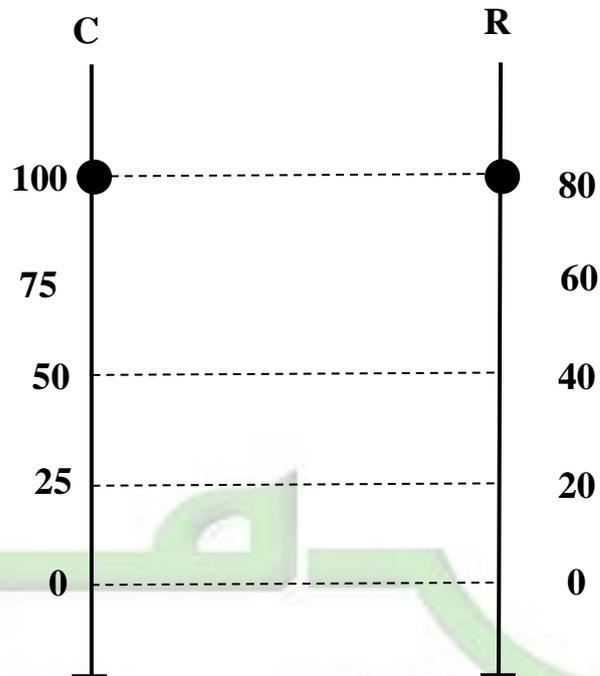
#### a) Skala Celsius

Skala termometer Celsius ini pertama kali dibuat oleh Anders Celsius pada tahun 1701-1744. Penentuan skala Celsius pada termometer yaitu angka 0 untuk es murni sedang mencair (camuran air-es) atau dapat dikatakan bahwa es mencair pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  dan angka 100 untuk air mendidih pada saat tekanan udara sebesar 1 atm. Antara angka 0 sampai 100 terdapat garis-garis, dimana garis-garis tersebut terbagi menjadi 100 garis dengan jarak skala yang sama dan garis atau skala tersebut dinamakan derajat atau skala Celsius (Surya, 2009).

#### b) Skala Reamur

Penentuan skala Reamur pada termometer yaitu angka 0 ketika es murni sedang mencair dan angka 80 ketika air sedang mendidih. Antara angka 0 sampai 80 terdapat garis-garis, dimana garis-garis tersebut terbagi menjadi 80 garis dengan jarak skala yang sama dan garis atau skala tersebut dinamakan derajat atau skala Reamur (Surya, 2009).

Skala Celsius dengan skala Reamur terdapat suatu hubungan yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. 6 Hubungan skala Celcius dengan skala Reamur

Dari gambar diatas terlihat bahwa 100 skala Celsius setara dengan 80 skala Reamur atau dapat dikatakan bahwa 1 skala Celsius setara dengan  $\frac{5}{4}$  skala Reamur, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{T^{\circ}\text{C}}{T^{\circ}\text{R}} = \frac{5}{4}$$

$$T^{\circ}\text{R} = \frac{5}{4} T^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots (2.1)$$

c) Skala Kelvin

Skala Kelvin disebut juga dengan skala temperatur mutlak (absolut), hal ini karena pada temperatur 0 skala Kelvin benar-benar nol atau tidak ada zat yang bertemperatur dibawah 0 K. Skala Kelvin ketika temperatur pada kesetimbangan termal dengan titik beku normal air, temperatur ini setara

dengan 273 K, sedangkan pada kesetimbangan termal dengan titik didih normal air setara dengan 373 K pada skala Kelvin (Ishaq, 2007).

$$K = T^{\circ}\text{C} + 273 \dots\dots\dots (2. 2)$$

#### d) Skala Fahrenheit

Berbeda dengan skala Celsius dan Reamur, penentuan pada skala Fahrenheit yaitu angka 32 ketika es murni sedang mencair dan angka 212 ketika air sedang mendidih. Antara angka 32 sampai 212 terdapat garis-garis, dimana garis-garis tersebut terbagi menjadi 180 garis dengan jarak skala yang sama dan garis atau skala tersebut dinamakan derajat atau skala Fahrenheit (Surya, 2009).

Jadi 180 skala Fahrenheit setara dengan 100 skala Celsius atau dapat disederhanakan menjadi 9 skala Fahrenheit setara dengan 5 skala Celsius. Karena angka 0 pada skala Celsius sama dengan 32 skala Fahrenheit, maka hubungan yang ditunjukkan antara skala Celsius dengan skala Fahrenheit yaitu:

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

$$T^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}T^{\circ}\text{C} + 32 \dots\dots\dots (2. 3)$$

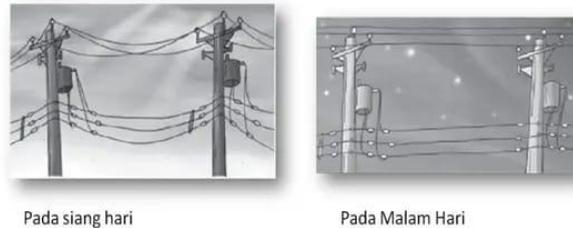
#### 4) Pemuaian

Pemuaian adalah proses bertambahnya ukuran suatu materi/zat dikarenakan menerima kalor atau adanya perubahan suhu, pada pemuaian umumnya terbagi menjadi tiga pemuaian yaitu:

## a) Pemuaian Padat

Pemuaian pada zat padat ini umumnya terdapat tiga pemuaian yaitu:

## 1) Pemuaian Panjang



Gambar 2. 7 Pemuaian pada kabel listrik

Sumber: [www.gurupendidikan.co.id](http://www.gurupendidikan.co.id)

Pemuaian Panjang adalah bertambahnya ukuran panjang dari suatu materi/zat karena adanya kalor yang diterima oleh zat tersebut, suatu batang misalkan mempunyai Panjang mula-mula  $l_0$  kemudian diberi kalor sebanyak  $\Delta T$ .

Sehingga panjang mula-mula  $l_0$  sebanding dengan  $\Delta T$  dan sebanding pula dengan pertambahan panjangnya.

$$\Delta l \propto l_0 \Delta T$$

Sehingga secara sistematis dirumuskan sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\Delta l / l_0}{\Delta T} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

$\alpha$  = Koefisien muai Panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$  atau  $\text{K}^{-1}$ )

$\Delta l$  = Perubahan panjang ( $m$ )

$l_0$  = Panjang mula-mula ( $m$ )

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

## 2) Pemuaiian Luas



a) Sebelum digoreng



b) Sesudah digoreng

Gambar 2. 8 Pemuaiian pada kerupuk

Sumber: [www.food.detik.com](http://www.food.detik.com)

Pemuaiian luas adalah bertambahnya luas dari suatu materi/zat karena menerima kalor. Besarnya pertambahan luas dapat ditulis secara matematis sebagai berikut:

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T \quad \dots\dots\dots (2. 5)$$

Keterangan:

 $\Delta A$  = Perubahan luas ( $m^2$ ) $A_0$  = Luas mula-mula ( $m^2$ ) $\beta$  = Koefisien muai luas ( $^{\circ}C^{-1}$ ) $\Delta T$  = Perubahan suhu ( $^{\circ}C$  atau K)

## b) Pemuaiian Volume



Gambar 2. 9 Pemuaiian pada bola voli

Sumber: [www.lgvb973.com](http://www.lgvb973.com)

Pemuaian volume adalah bertambahnya volume suatu materi/zat karena menerima kalor. Pertambahan volume pada suatu zat ini dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

$\Delta V$  = Perubahan volume ( $m^3$ )

$V_0$  = Volume mula-mula ( $m^3$ )

$\gamma$  = Koefisien muai volume ( $^{\circ}C^{-1}$ )

$\Delta T$  = Perubahan suhu ( $^{\circ}C$  atau K)

#### b) Pemuaian Cair



Gambar 2. 10 Pemuaian pada zat cair

Sumber: [www.amongguru.com](http://www.amongguru.com)

Zat cair akan memuai jika dipanaskan atau diberikan kalor, dan pada pemuaian zat cair ini yang memuai yaitu volumenya. Pada pemuaian zat cair ini akan terjadi jika dipanaskan suhunya pada  $4^{\circ}C$  atau lebih, namun akan mengerut jika dipanaskan dari suhu  $0^{\circ}C$  ke suhu  $4^{\circ}C$ . Sifat yang tidak teratur dari pemuaian air ini dinamakan dengan anomali air.

## c) Pemuaiian Gas



Gambar 2. 11 Pemuaiian gas pada balon  
 Sumber: [www.cerdika.com](http://www.cerdika.com)

Pemuaiian gas adalah bertambahnya volume gas karena adanya kalor yang diterimanya. Seperti pada gambar disamping, ketika balon tersebut dipanaskan dibawah terik matahari lama kelamaan akan meletus karena gas yang ada didalam balon tersebut memuai.

Sehingga dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut:

$$V \propto T$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Suhu dan volume mula-mula dinyatakan oleh  $T_1$  dan  $V_1$ , sedangkan perubahan dari suhu dan volume dinyatakan oleh  $T_2$  dan  $V_2$ .

Namun ketika diberikan kalor atau dipanaskan pada keadaan volume konstan maka tekanan akan bertambah, yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P \propto T$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Rumus pada volume dan suhu digabungkan dengan rumus tekanan dan suhu akan memperoleh suatu persamaan yang disebut dengan persamaan Boyle Gay Lussac.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \dots\dots\dots (2. 7)$$

(Sumber: Surya, 2009)

### c. Kalor

#### 1) Pengertian Kalor

Kalor dan temperatur sering kali tercampur aduk, padahal keduanya berbeda. Pada abad ke-18 kalor digambarkan sebagai pergerakan sebuah benda cair yang disebut *kalorik*, namun *kalorik* ini belum pernah dapat terdeteksi. Namun pada abad ke-19 sudah dapat ditemukan bahwa kalor bias digambarkan secara konsisten (Giancoli, 2014).

James Prescott Joule pada tahun 1818-1889 membuat suatu percobaan dan menemukan bahwa untuk menaikkan suhu 1 gram air setinggi 1 °C memerlukan energi sebesar 4,18 Joule, dan energi sebesar ini dinamakan dengan 1 kalori. Dikatakan bahwa kalor merupakan perpindahan energi panas dari suatu benda ke benda lain yang diakibatkan perbedaan temperatur (Surya, 2009). Sehingga satuan umum untuk kalor saat ini masih berasal dari kalorik yaitu kal (Giancoli, 2014). Namun pada Satuan Internasional (SI) adalah joule, namun sebagian orang lebih suka menggunakan satuan kalori atau kilokalori (kkal).

$$1 \text{ kal} = 4,18 \text{ Joule}$$

$$1 \text{ kkal} = 1.000 \text{ kal}$$

(Sumber: Surya, 2009)

## 2) Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor

Bila kalor mengalir dari satu objek ke objek lain maka temperatur dari objek yang dialiri kalor tersebut akan naik. Dimana diketahui bahwa jumlah kalor  $Q$  yang diperlukan untuk mengubah ataupun menaikkan suatu temperatur dari material adalah sebanding terhadap massa  $m$  dari material yang ada dan juga perubahan temperatur itu sendiri.

$$Q \propto m$$

Dimana  $Q$  menyatakan banyaknya kalor yang diberikan pada suatu benda dan  $m$  menyatakan massa benda yang menerima kalor tersebut.

$$Q \propto \Delta T$$

Dan semakin banyak kalor yang diberikan maka akan semakin tinggi kenaikan suhu dari material tersebut. sehingga didefinisikan bahwa kalor jenis ( $c$ ) adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu atau temperatur 1 kg zat/material sebesar 1 K (Surya, 2009).

Secara matematis ditulis dengan rumus:

$$Q = mc\Delta T \dots\dots\dots(2. 8)$$

Keterangan:

$Q$  = Banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu benda (J)

$m$  = Massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

$c$  = Kalor jenis zat (J/kg°C) atau kkal/kg°C

$\Delta T$  = Perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Untuk air pada temperatur  $15^{\circ}\text{C}$  dan tekanan tetap sebesar 1 atm nilai  $c = 4,19 \times 10^3 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$  atau  $1,00 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$ , dan untuk temperatur  $20^{\circ}\text{C}$  ditunjukkan pada tabel berikut:

**Tabel 2. 1 Kalor jenis beberapa bahan**

Zat	Kalor Jenis (c)	
	J/kg $^{\circ}\text{C}$	kkal/kg $^{\circ}\text{C}$
Aluminium	900	0,22
Alkohol (etil)	2400	0,58
Tembaga	390	0,093
Kaca	840	0,20
Besi atau baja	450	0,11
Timbal	130	0,031
Marmar	860	0,21
Air raksa	140	0,033
Perak	230	0,056
Kayu	1700	0,056
Air Es ( $-5^{\circ}\text{C}$ )	2100	0,50
Cairan ( $15^{\circ}\text{C}$ )	4186	1,00
Uap ( $110^{\circ}\text{C}$ )	2010	0,48
Tubuh manusia	3470	0,83
protein	1700	0,4

(Sumber: Giancoli, 2014)

Namun berbeda halnya dengan kapasitas kalor (kapasitas panas), dimana kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda 1 K.

Secara matematis ditulis dengan rumus:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = C\Delta T \dots\dots\dots (2. 9)$$

Keterangan:

C = Kapasitar kalor (J/K) atau (J/ $^{\circ}\text{C}$ )

$Q$  = Banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu benda (J)

$\Delta T$  = Perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Sumber: Surya, 2009)

### 3) Asas Black

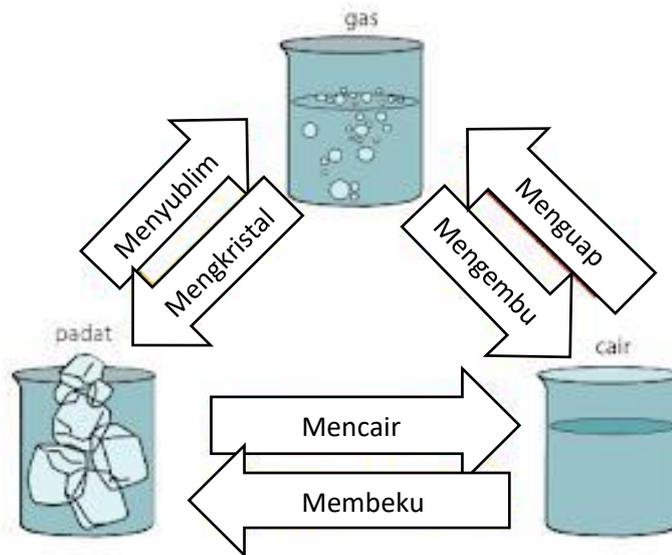
Ilmuan asal Inggris bernama Joseph Black pada tahun 1761 menyatakan bahwa kalor yang dilepas sama dengan kalor yang diterima benda lain dalam suatu sistem tertutup (Utomo, 2007). Sehingga apabila ada dua benda dengan suhu yang berbeda kemudian disatukan atau dicampur maka akan terjadi aliran kalor. Aliran kalor ini terjadi dari benda yang bersuhu tinggi menuju benda yang bersuhu rendah sampai terjadi keseimbangan termal atau kedua benda memiliki suhu yang sama (Muhsin, 2018). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

Kemudian persamaan ini dikenal dengan nama asas Black atau hukum kekekalan energi kalor (Utomo, 2007).

### 4) Perubahan Wujud Zat

Suatu zat seperti zat padat, cair ataupun gas dapat berubah wujud. Misalnya seperti air yang didinginkan lama kelamaan akan menjadi beku atau membeku sehingga terjadi perubahan wujud dari air menjadi padat, dan jika air dipanaskan dengan suhu yang tinggi lama kelamaan akan mendidih sehingga terjadi perubahan wujud zat dari air menjadi gas.



Gambar 2. 12 Perubahan wujud zat

Dari gambar diatas diketahui bahwa perubahan wujud zat terbagi menjadi beberapa, yaitu:

- a) Melebur, adalah perubahan wujud zat dari wujud padat ke cair.
- b) Membeku, adalah perubahan wujud zat dari wujud cair ke padat.
- c) Menguap, adalah perubahan wujud zat dari wujud cair ke gas.
- d) Mengembun, adalah perubahan wujud zat dari wujud gas ke cair.
- e) Menyublim, adalah perubahan wujud zat dari wujud gas ke padat ataupun sebaliknya.

Suhu dimana zat cair mendidih dan berubah wujud menjadi gas disebut titik didih atau bias juga dikatakan dengan titik uap. Titik embun adalah perubahan wujud dari gas ke cair dan suhunya sama tinggi seperti titik didih. Titik beku adalah ketika suhu zat cair berubah wujud menjadi padat. Titik lebur atau titik leleh adalah ketika suhu benda pada zat padat meningkat sehingga menjadi cair atau meleleh.

**Tabel 2. 2 Titik lebur dan titik didih beberapa bahan**

Zat	Titik Lebur (°C)	Titik Didih (°C)
Helium	-271	-269
Oksigen	-219	-183
Nitrogen	-210	-196
Alcohol (etil)	-114	78
Raksa	-39	357
Air	0	100
Emas	1.063	2.933
Besi	1.535	3.000

(Sumber: Surya, 2009)

#### d. Perpindahan Kalor

Terdapat tiga cara yang berbeda bagaimana kalor bisa berpindah dari satu objek atau benda ke objek atau benda lain yaitu konduksi, konveksi dan radiasi.

##### 1) Konduksi

ءَاثُونِي رُبْرَ الْحَدِيدِ حَتَّىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ أَنفُخُوا حَتَّىٰ إِذَا جَعَلَهُ نَارًا قَالَ ءَاثُونِي أُفْرِغْ عَلَيْهِ قَطْرًا ۙ ٩٦

Artinya:

“Berilah aku potongan-potongan besi”. Hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, berkatalah Dzulkarnain: "Tiuplah (api itu)". Hingga apabila besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, diapun berkata: "Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar aku kutuangkan ke atas besi panas itu" (QS. Al-Kahfi: 96).

Ayat ini menceritakan tentang Dzulkarnain yang membangun sebuah bangun setinggi bukit atau gunung dan Ia menyebutkan bahwa “berilah aku tembaga (yang mendidih) agar aku tuangkan ke atas besi panas itu”, yang berarti bahwa besi yang dituangkan dengan tembaga

mendidih akan menyatu menjadi panas seluruhnya karena perpindahan kalor secara konduksi terjadi pada benda yang saling bersentuhan dan energinya akan saling berpindah (Sani, 2015).

Merekapun mengumpulkan potongan-potongan besi, setelahnya ditumpuk di dataran dan lorong yang terbuka diantaranya dua gunung itu. *“.....Hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu.....”*. sampai pada tumpukan besi itu sama rata dengan kedua gunung. *“.....Berkatalah Zulkarnain, Tiuplah (api itu)....”* Dia menyuruh untuk meniup api itu guna membakar besi hingga merah”,....*Hingga apabila besi itu telah menjadi (merah seperti) api,....”* Besi itu merah karena sangat panas dan mendidih, diapun berkata, *“Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atas besi panas itu”* (Quthb, 2003).

Konduksi adalah perpindahan kalor atau panas yang mengalir melalui media penghantar panas tetap, tanpa disertai perpindahan zat penghantarnya (Sulaiman, 2015). Objek atau benda yang dapat menghantarkan panas dengan baik disebut dengan konduktor, contohnya seperti perak, tembaga aluminium, dan besi. Sedangkan objek atau benda yang tidak baik dalam menghantarkan panas disebut dengan isolator, contohnya seperti wol, kayu, dan kertas (Surya, 2009).

Laju perpindahan kalor atau panas dari satu benda ke benda lain bergantung pada beberapa hal, yaitu:

- a) Perbedaan suhu pada kedua permukaan benda, karena semakin besar perbedaan suhu antara dua permukaan maka semakin cepat pula perpindahan kalornya.
- b) Ketebalan dinding benda, karena semakin tebal dinding suatu benda maka makin lambat kalornya akan berpindah.
- c) Luas permukaan benda, karena semakin luas permukaan suatu benda yang dialiri kalor maka akan semakin cepat pula kalor tersebut berpindah.
- d) Konduktivitas termal zat  $k$ , karena semakin besar kemampuan menghantarkan kalor ( $k$ ) suatu benda maka akan semakin cepat pula kalor akan berpindah.

**Tabel 2. 3 Konduktivitas termal berbagai zat**

Zat	$k$ (W/m.K)
Perak	406
Aluminium	205
Perunggu	109
Besi	50
Es	1,6
Kaca	0,8
Air	0,6
kayu	0,13
Gabus	0,04
Bulu halus	0,02
Kapuk	0,03
Gas	0,13
Hidrogen	0,024

Secara matematis laju perpindahan kalor dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta T}{d} \dots\dots\dots (2. 10)$$

Keterangan:

Q = Banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu benda (J)

t = waktu (s)

k = konduktivitas termal zat (W/m.K)

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

ΔT = Perubahan suhu (°C)

d = panjang (m) (Sumber: Surya, 2009)

## 2) Konveksi

وَإِذَا الْبَحَارُ سُجِّرَتْ ٦

Artinya:

“Dan apabila lautan dijadikan meluap” (QS. At-Takwir: 6)

Ayat diatas memiliki arti “lautan dijadikan meluap” dimana penguapan itu terjadi karena pemanasan pada air laut yang disebabkan oleh panasnya matahari sehingga terjadinya perbedaan suhu. Suhu panas pada air laut akan mengakibatkan penguapan keatas sehingga akan terjadi sirkulasi, terdapatnya angin akan menyebabkan air laut menjadi bergelombang dan ombak yang akan menimbulkan awan hitam dan terjadilah hujan (Sudiby, 2012).

Ibnu Abas Radhiyallahu Anhuma berkata tentang firman Allah SWT pada ayat ini bahwa “lautan itu kelak akan dinyatakan, sehingga

berubah menjadi api”. Sedangkan Ibnu Wahab menuturkan dari Atha’ bin Yasar bahwa dia membacakan bahwa keduanya akan dikumpulkan pada hari akhir, kemudian dilemparkan ke dalam neraka, maka terciptalah api Allah yang sangat besar (Al-Qurthubi, 2005).

Konveksi adalah perpindahan kalor atau panas yang terjadi antara permukaan padat dengan fluida yang ada disekitarnya, dengan menggunakan media penghantar fluida.

Laju perpindahan kalor secara konveksi dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = hA\Delta T \dots\dots\dots (2. 11)$$

Keterangan:

Q = Kalor yang dipindahkan (J)

h = Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m<sup>2</sup>K)

A = Luas penampang melintang (m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = Perubahan suhu (°C)

Perpindahan dengan cara konveksi ini terbagi menjadi dua macam, yaitu:

- a) Konveksi bebas

Konveksi bebas atau konveksi yang terjadi secara alamiah adalah perpindahan kalor atau panas yang terjadi karena adanya beda suhu dan beda rapat saja atau tidak adanya gaya dari luar yang mendorongnya.

b) Konveksi paksaan

Konveksi paksaan adalah perpindahan panas aliran gas atau cairan yang terjadi karena adanya tenaga dari luar yang mendorongnya (Surya, 2009).

3) Radiasi

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ  
وَالْأَسَابِقَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ٥

Artinya :

“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui” (QS. Yunus: 6).

Ayat diatas menerangkan bahwa “matahari bersinar dan bulan bercahaya”, dimana yang dimaksud matahari bersinar yaitu sinarnya menyinari bumi tanpa adanya zat perantara. Sinar yang dimaksud yaitu cahaya dan panas yang dipancarkan oleh matahari untuk sampai kebumi tanpa adanya zat ataupun medium perantara untuk menyalurkannya. Hal tersebut berarti bahwa perpindahan panas atau kalor yang dilakukan tanpa zat perantara merupakan perpindahan kalor secara radiasi (Sabry, 2015).

Radiasi adalah perpindahan kalor atau panas yang terjadi tanpa melalui medium perantara (Sulaiman, 2015). Dimana radiasi ini

merupakan perpindahan energi terdiri dari gelombang elektromagnetik, seperti matahari. Energi yang dipancarkan ataupun diserap tergantung pada sifat permukaan, jika pada permukaan gelap lebih banyak menyerap dan memancarkan energi namun terjadi sebaliknya pada permukaan terang (Giancoli, 2014).

Radiasi kalor tidak hanya dari matahari saja namun semua benda yang mempunyai suhu akan memancarkan energi berupa kalor. Besarnya energi yang diradiasikan oleh suatu benda yang bersuhu tiap detiknya dirumuskan sebagai berikut:

$$P = e\sigma AT^4 \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

P = Daya yang diradiasikan (*watt*)

e = Emisivitas suatu benda

$\sigma$  = Konstanta Stefan-Boltzman  $5,67 \times 10^8 \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

A = Luas Suatu benda yang memancarkan radiasi ( $m^2$ )

$T^4$  = Suhu mutlak (K)

(Sumber: Surya, 2009)

## B. Penelitian yang Relevan

1. Suryani (2020) dalam jurnal yang berjudul “Pengembangan Modul Digital Berbasis STEM Menggunakan Aplikasi 3D Flipbook pada Mata Kuliah Sistem Operasi”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul digital

berbasis STEM yang dikembangkan mendapatkan kategori valid dan praktis.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada pengembangan modul yang berupa modul digital, berbasis *science, technology, engineering and mathematics* (STEM) dan sama-sama menggunakan model penelitian dan pengembangan ADDIE. Sedangkan perbedaannya terletak pada materi yang terdapat pada modul dan populasi yang digunakan dalam penelitian, jika pada penelitian sebelumnya menggunakan materi Sistem Operasi dengan populasinya adalah mahasiswa namun pada penelitian ini menggunakan materi suhu, kalor dan perpindahan kalor dengan populasinya adalah peserta didik kelas XI SMAN 4 Palangka Raya.

2. Sudirman (2018) dalam jurnal yang berjudul “Pengembangan Modul Mata Kuliah Gelombang Berbasis STEM (*Science Technology Engineering And Mathematics*) Pada Program Studi Pendidikan Fisika”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul Fisika berbasis STEM yang dikembangkan mendapatkan kategori valid dari validator dengan perolehan nilai rata-rata 87,5 dan mendapatkan kategori praktis dengan nilai rata-rata 86,75.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada pengembangan modul yang berbasis *science, technology, engineering and mathematics* (STEM), sedangkan perbedaannya terletak pada pendekatan yang digunakan dalam penelitian dan pengembangannya jika pada penelitian sebelumnya menggunakan pendekatan penelitian dan

pengembangan 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan dengan populasi adalah peserta didik kelas XI MIPA MAN Yogyakarta 3, namun pada penelitian ini menggunakan model penelitian dan pengembangan ADDIE yang dikemukakan oleh Robert Maribe Branch dengan populasi adalah peserta didik kelas XI SMAN 4 Palangka Raya.

3. Susanti, Hasanah dan Khirzin (2018) dalam jurnal yang berjudul “Penerapan Media Pembelajaran Berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik Peserta didik SMA/SMK Pada Materi Reaksi Redoks”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara hasil belajar dan afektik dari peserta didik dengan media pembelajaran berbasis STEM yang digunakan dinyatakan valid berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada pendekatan pembelajaran yang digunakan yaitu pendekatan pembelajaran berbasis STEM, sedangkan perbedaan terletak pada tujuan dan pendekatan yang digunakan, pada penelitian sebelumnya melakukan peneparan media pembelajaran berbasis STEM dan mempunyai tujuan untuk mengetahui pengaruh media pembelajaran berbasis STEM terhadap hasil belajar dengan populasi 20 peserta didik SMKN 5 Surabaya dan SMAN 16 Surabaya, namun pada ini penelitian ini mempunyai tujuan untuk melakukan pengembangan modul pembelajaran berbasis STEM yang memiliki tujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan dan respons dari guru dan peserta didik

dengan populasi kelas XI SMA 4 Palangka Raya dan menggunakan model penelitian dan pengembangan model ADDIE.

4. Pangesti, Yulianti dan Sugianto (2017) dalam jurnal yang berjudul “Bahan Ajar Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan termasuk kedalam kategori layak digunakan dilihat dari hasil uji kelayakan dan termasuk kategori mudah dipahami berdasarkan hasil dari uji keterbacaan.

Kesamaan dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada penelitian dan pengembangan yang berbasis STEM, sedangkan perbedaannya terletak pada model penelitian dan pengembangan yang digunakan jika pada penelitian sebelumnya menggunakan model 4D dengan populasi peserta didik kelas XII MIPA 6 dan XI MIPA 3 SMA Negeru 1 Wonosobo dan pada penelitian ini menggunakan model penelitian dan pengembangan ADDIE dengan populasi peserta didik kelas XI SMAN 4 Palangka Raya.

5. Aminingsih dan Izzati (2020) dalam jurnal yang berjudul “Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis STEM pada Materi Himpunan Kelas VII SMP”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul pembelajaran berbasis STEM yang dikembangkan termasuk pada kategori sangat layak dengan tingkat kelayakan 92%, dengan tingkat kemenarikan mencapai 76,77% menurut pendidik dengan kategori menarik.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada pengembangan modul pembelajaran yang berbasis STEM (*Science, Techonology, Engineering and Mathematics*), sedangkan perbedaannya terletak pada model pengembangan yang digunakan untuk mengembangkan modul dan populasi dari penelitiannya. Model pengembangan penelitian ini yaitu ADDIE dengan populasinya yaitu peserta didik kelas VII SMPN 7 Tanjungpinang, sedangkan model penelitian pengembangan pada penelitian sebelumnya menggunakan model Borg dan Gall dengan menggunakan populasi yaitu peserta didik kelas XI SMAN 4 Palangka Raya.

6. Almuharomah, Mayasari dan Kurniadi (2019) dalam jurnal yang berjudul “Pengembangan Modul Fisika STEM Terintegrasi Kearifan Lokal Beduk untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan layak untuk digunakan berdasarkan validasi ahli dengan kategori sangat layak, didukung dari respons peserta didik yaitu mendapatkan kategori baik dan juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dengan N-gain sebesar 0,92 yaitu termasuk pada kategori tinggi.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada pengembangan modul pembelajaran yang berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) dan juga model penelitian dan pengembangan yang menggunakan model ADDIE. Sedangkan perbedaannya jika pada penelitian sebelumnya menggunakan populasi peserta didik kelas VIII SMP Negeri 2 Kecamatan Balong dan

mengembangkan modul untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik namun pada penelitian ini menggunakan populasi kelas XI SMAN 4 Palangka Raya dan tidak mengukur kemampuan berpikir peserta didik.

7. Kasim dan Ahmad (2018) dalam jurnal yang berjudul *PRO-STEM Module: The Development and Validation*, hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa modul PRO-STEM memiliki validitas yang baik. Kesamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada pengembangan modul yang terintegrasi STEM, sedangkan perbedaannya terletak pada modul yang dikembangkan dan populasi penelitian yaitu penelitian sebelumnya berupa modul cetak dengan populasi peserta didik sekolah menengah pertama (SMP) dan pada penelitian ini mengembangkan modul noncetak atau *E-Module* dengan populasi penelitian di kelas XI sekolah menengah atas (SMA).

### C. Kerangka Berpikir

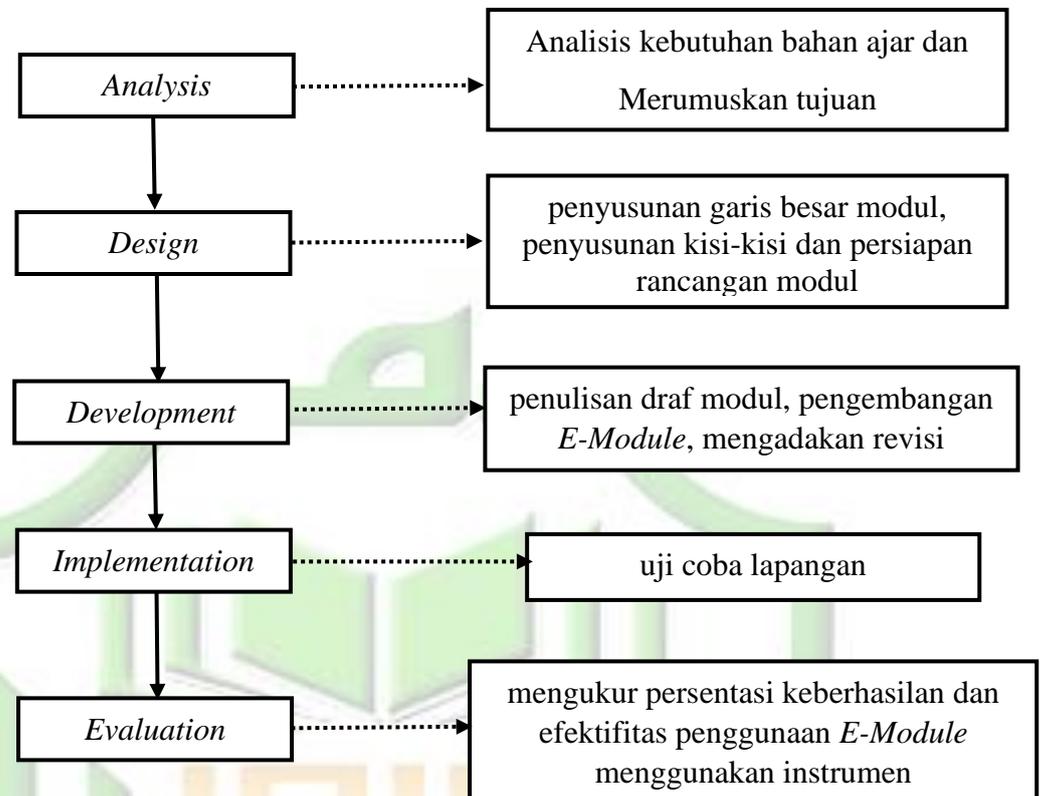
Pembelajaran Fisika menggunakan modul berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) merupakan salah satu media pembelajaran. Hal ini dikarenakan modul berbasis STEM ini dapat membantu peserta didik belajar secara mandiri, selain itu menggunakan modul yang mengaitkan empat disiplin ilmu ini dapat membantu peserta didik untuk mengumpulkan dan menganalisis serta memecahkan masalah yang terjadi, dengan demikian peserta didik dapat memahami hubungan antara suatu

masalah satu dengan masalah lainnya sehingga mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran yang aktif.

Untuk menunjang tercapainya tujuan pembelajaran, guru dan peserta didik memerlukan media pembelajaran. Salah satu media pembelajaran yang tepat digunakan yaitu modul terutama modul untuk peserta didik. Dengan adanya modul pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) peserta didik dapat belajar secara mandiri. Modul yang ditulis oleh penulis ini merupakan modul pembelajaran untuk peserta didik yang berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) dengan menyajikan materi, berbagai contoh soal yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik sehingga peserta didik akan mampu menghubungkan kemampuan dan pengetahuan yang dimilikinya dengan kehidupan sehari-hari.

Prosedur pengembangan modul pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) ini berdasarkan penelitian dan pengembangan dengan menggunakan model ADDIE, yaitu terdapat menjadi lima tahapan: (1) *Analysis*, meliputi analisis kebutuhan, merumuskan tujuan dan penyampaian potensi produk; (2) *Design*, penyusunan garis besar modul, penyusunan kisi-kisi dan persiapan rancangan modul; (3) *Development*, penulisan draf modul, pengembangan panduan peserta didik, mengadakan revisi, dan pengadaan test; (4) *Implementation*, meliputi uji coba lapangan; (5) *Evaluation*, meliputi mengukur persentasi keberhasilan dan efektifitas penggunaan *E-Module* menggunakan instrumen.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan dan dibuat kerangka berpikir sebagai berikut:



Gambar 2. 13 Kerangka berpikir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Desain penelitian**

##### **1. Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan R&D, metode penelitian dan pengembangan atau dalam Bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2019). Produk yang akan dikembangkan peneliti berupa *E-Module* Fisika untuk sekolah Menengah Atas (SMA) kelas XI IPA Palangka Raya menggunakan aplikasi Flip Pdf yang difokuskan pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor.

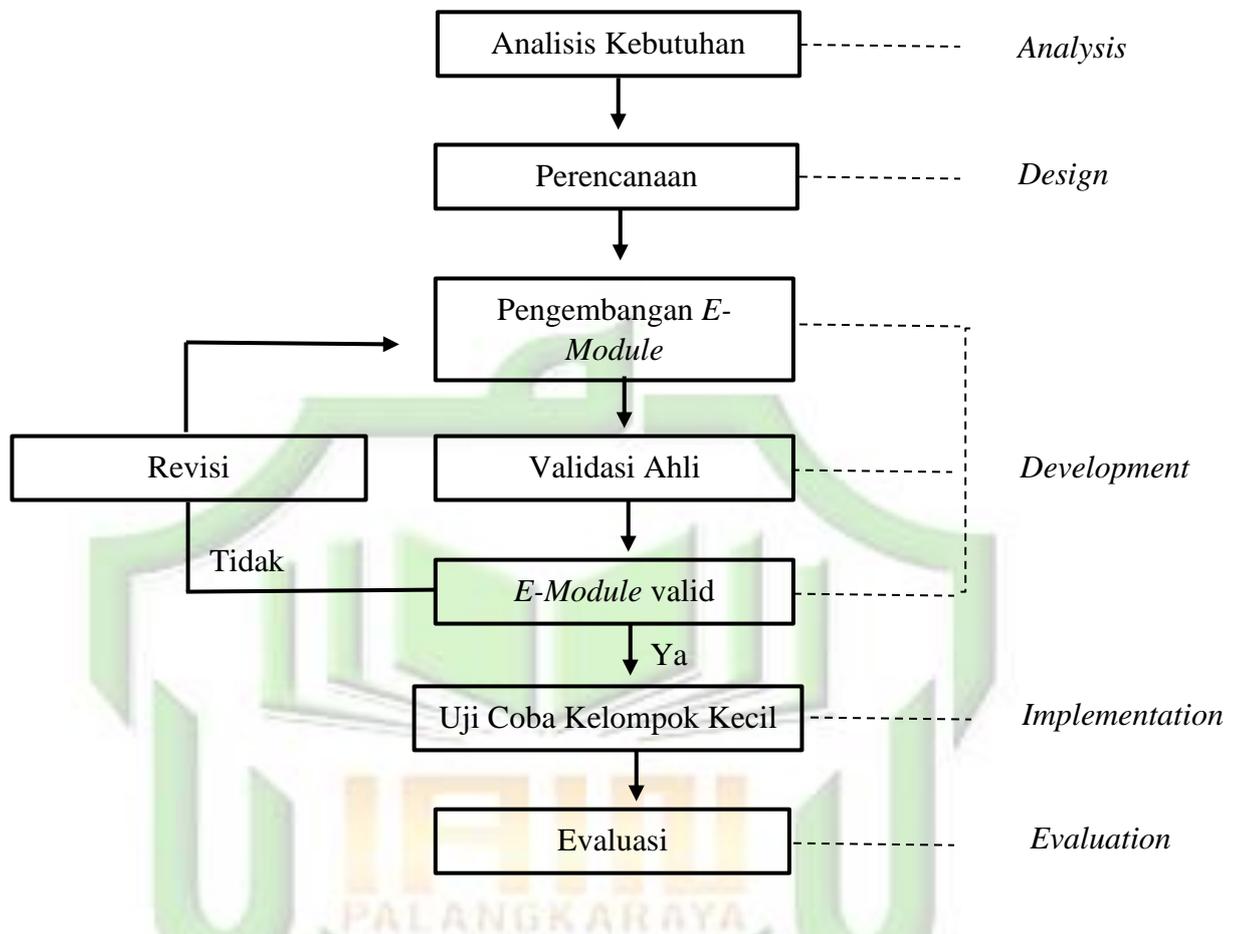
##### **2. Wilayah dan Waktu Penelitian**

Berangkat dari latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka penelitian ini akan dilakukan di SMAN 4 Palangka Raya dikelas XI IPA. Adapun waktu penelitian akan dilaksanakan setelah seminar proposal, yaitu sekitar bulan maret dan April tahun 2021.

##### **3. Model Pengembangan**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model ADDIE. Adapun langkah-langkah pengembangan modul pembelajaran dapat dikelompokkan menjadi lima tahapan, yaitu: (1) *Analysis*; (2) *Design*; (3) *Development*; (4)

*Implementation; (5) Evaluation* (Priyadi, 2009), langkah yang dilakukan peneliti yaitu sebagai berikut:



Dengan kegiatan-kegiatan yang dilakukan sesuai dengan tahapan ADDIE adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. 4 Langkah-langkah pengembangan ADDIE**

No	Langkah-Langkah Pengembangan ADDIE	Instrumen
1	<p><i>Analysis:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis kebutuhan bahan ajar</li> <li>- Merumuskan tujuan pembelajaran</li> <li>- Menentukan potensi penyampaian produk berupa modul pembelajaran</li> </ul>	<p>Angket analisis kebutuhan bahan ajar berupa modul pembelajaran kepada peserta didik</p>

No	Langkah-Langkah Pengembangan ADDIE	Instrumen
		menggunakan <i>google form</i> , dan wawancara dengan guru fisika disekolah
2	<i>Design:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penyusunan garis besar isi modul</li> <li>- Menyusun kisi-kisi instrumen validasi</li> <li>- Merancang modul</li> </ul>	-
3	<i>Development:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penulisan draf modul</li> <li>- Mengembangkan <i>E-Module</i></li> <li>- Melakukan validasi ahli desain, materi dan pembelajaran</li> <li>- Mengadakan revisi evaluasi formatif oleh validasi ahli materi, validasi ahli desain dan validasi ahli pembelajaran.</li> <li>- Melihat kembali kebenaran dan kelengkapan modul</li> </ul>	Angket validasi oleh ahli desain, ahli materi dan ahli pembelajaran
4	<i>Implementation:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan uji coba lapangan kelompok kecil</li> </ul>	Angket respons peserta didik
5	<i>Evaluation:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan perbaikan terhadap kesalahan-kesalahan yang terjadi selama pembelajaran.</li> <li>- Mengukur efektifitas produk yang dikembangkan.</li> </ul>	-

(Adaptasi: Pribadi, 2009)

## B. Prosedur Pengembangan

Prosedur penelitian dan pengembangan yang dilakukan yaitu mengacu pada model penelitian dan pengembangan ADDIE anatar lain:

### 1. *Analysis* (Tahap Analisis)

Tahap analisis ini merupakan tahap untuk mencari informasi dilapangan, dimana pada tahap ini dilakukan sebuah analisis kebutuhan

dalam mengembangkan suatu bahan ajar yaitu berupa *E-Module*, yang mana dapat digunakan sebagai alasan perlunya dikembangkan sebuah bahan ajar. Peneliti pada tahap analisis ini melakukan analisis dengan mewawancarai guru fisika yang ada disekolah SMAN 4 Palangka Raya dan juga menyebarkan angket analisis kebutuhan pada peserta didik melalui *google form*.

## 2. *Design* (Tahap Perancangan)

Tahap perancangan atau pendesaian bahan ajar fisika ini, yang dikembangkan yaitu *E-Module* dan tidak berupa media cetak, melainkan berupa elektronik yang didesain menggunakan aplikasi Flip Pdf yang dapat diakses secara *online* melalui android, laptop ataupun komputer. Bahan ajar fisika berupa *E-Module* ini menyajikan materi yang dikaitkan dengan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, teknik/rekayasa dan matematika yang digunakan secara bersamaan dalam memecahkan suatu masalah.

## 3. *Development* (Tahap Pengembangan)

Tahap pengembangan ini terdapat tiga langkah atau tahap yang dilakukan yaitu:

### a. Pengembangan *E-Module*

Tahap pengembangan *E-Module* ini terdiri dari kegiatan memasukkan materi, pembuatan dan pengeditan teks, gambar serta menyatukannya. Tahap ini akan dilakukan pembuatan *E-Module* yang berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*)

pada materi fisika yaitu suhu, kalor dan perpindahan kalor pada kelas XI SMA.

Pembuatan, pengembangan serta pengeditan komponen-komponen yang ada dalam *E-Module* memerlukan sebuah aplikasi. Adapun aplikasi yang digunakan peneliti dalam pembuatan, pengembangan serta pengeditan *E-Module* ini yaitu Flip Pdf, dimana aplikasi Flip Pdf ini dapat dimanfaatkan untuk membuat bahan ajar berupa *E-Module* (Rachmah 2018).

b. Validasi oleh ahli

*E-Module* berupa bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) yang telah dikembangkan kemudian dilakukan uji coba atau uji validasi oleh beberapa ahli seperti ahli desain dan ahli materi untuk menilai kevalidan dari *E-Module* yang telah dikembangkan.

c. *E-Module* valid

Hasil uji validasi dari beberapa ahli terhadap *E-Module* berupa bahan ajar Fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) kemudian dilakukan analisis untuk diketahui apakah *E-Module* yang telah dikembangkan sudah valid atau belum, jika sudah valid maka dilanjutkan ketahap berikutnya yaitu *implementation* atau tahap penerapan pada kelompok kecil, namun jika belum valid maka berlandaskan dari tanggapan dan komentar beberapa ahli dilakukan revisi pada *E-Module* tersebut.

#### 4. *Implementation* (Tahap implementasi)

Tahap implementasi ini akan dilakukan uji coba kelompok kecil pada peserta didik kelas XI, untuk mengetahui respons peserta didik mengenai *E-Module* fisika berbasis STEM (*science, technology, engineering and mathematics*) yang telah dikembangkan.

#### 5. *Evaluation* (Tahap Evaluasi)

Tahap ini merupakan tahap untuk mengukur dan mengetahui efektifitas dari produk yang telah dikembangkan oleh peneliti yaitu berupa *E-Module* berbasis STEM (*science, technology, engineering and mathematics*). Namun dalam penelitian yang dilakukan tidak sampai pada pengukuran efektifitas dari produk, hanya sampai pada tahap *implementation* atau penerapan berupa uji coba kelompok kecil.

### C. Sumber Data dan Subjek Penelitian

#### 1. Sumber Data

Sumber data dari penelitian yang dilakukan ini berdasarkan referensi-referensi seperti buku dan artikel jurnal yang berkaitan dengan bahan ajar yang dikembangkan yaitu berupa *E-Module*, adapun sumber data yang didapatkan dari ahli berupa hasil validasi seperti ahli desain, ahli materi dan ahli pembelajaran, untuk uji coba produk pada skala kecil dengan memperoleh hasil angket berupa respons dari peserta didik dan referensi-referensi relevan terdahulu seperti skripsi dan artikel jurnal. Penelitian dan pengisian angket validasi oleh ahli desain dan ahli pembelajaran dilakukan

di IAIN Palangka Raya, untuk pengisian angket validasi oleh ahli materi dan serta uji coba pada skala kecil dilakukan disekolah SMAN 4 Palangka Raya.

## 2. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### a. Ahli Desain

Ahli dalam pendesaian ini yaitu dosen IAIN Palangka Raya yang berkompeten dalam bidangnya, dimana ahli desain inilah yang akan menilai pendesaian dari *E-Module* yang dikembangkan oleh peneliti yang mana tanggapan dan saran dari ahli desain ini yang nantinya yang akan dijadikan patokan oleh peneliti dalam mengembangkan dan menyempurnakan produk yang dikembangkan.

### b. Ahli Materi dalam Mengajar Fisika

Ahli materi dalam pembelajaran Fisika ini yaitu dosen IAIN Palangka Raya yang berkompeten dalam bidangnya, yang mana dosen tersebut akan menilai materi yang digunakan peneliti dalam bahan ajar berupa *E-Module* yang dikembangkan, tanggapan dan saran dari ahli materi ini yang akan dijadikan patokan bagi peneliti dalam penggunaan materi didalam modul yang dikembangkan.

### c. Ahli Pembelajaran Fisika

Ahli pembelajaran dalam hal ini adalah guru fisika yang ada di sekolah tempat penelitian dilakukan, yang mana guru tersebut merupakan guru mata pelajaran fisika khususnya. Bahan ajar berupa *E-*

*Module* yang akan dilakukan uji coba, terlebih dahulu dilakukan penilaian.

d. Peserta Didik kelas XI di SMAN 4 Palangka Raya

Peserta didik yang menjadi sasaran dalam uji coba produk adalah peserta didik kelas XI di SMAN 4 Palangka Raya. Uji coba yang dilakukan berupa uji coba kelompok kecil yang mana hanya terdiri dari 15 orang peserta didik.

#### **D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data**

Teknik dan instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan ini yaitu sebagai berikut:

1) Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan berdasarkan pada jenis data dalam penelitian dan pengembangan. Beberapa macam Teknik pengumpulan data sebagai berikut:

- a) Jenis data kualitatif berdasarkan dari hasil wawancara dan angket berupa tanggapan dan masukan dari validator.
- b) Jenis data kuantitatif berdasarkan angka-angka berupa nilai dari hasil angket yang diberikan oleh validator dan juga hasil dari angket respons guru dan uji coba kelompok kecil kepada peserta didik.

Adapun data-data yang ingin diketahui dalam penelitian dan pengembangan ini yaitu:

- a) Data rancangan produk atau pengembangan *E-Module* diperoleh dari hasil evaluasi ahli desain dengan menggunakan sebuah angket.
  - b) Kevalidan, ketepatan serta kesesuaian materi pembelajaran diperoleh dari data hasil evaluasi ahli materi fisika dan ahli pembelajaran.
  - c) Tanggapan atau respons peserta didik diperoleh dari mengisi angket mengenai produk yang telah dikembangkan.
- 2) Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan lembar angket validasi dan angket respons guru dan peserta didik.

**Tabel 3. 5 Kisi-kisi angket validasi desain**

No	Aspek	Kriteria
1	Kelayakan penggrafikan	Konsistensi penyusunan tata latak pada <i>E-Module</i>
		Kesesuaian ilustrasi dengan gambar
		Pengaturan tipografi
		Pengaturan desain sampul dan ukuran kertas
		Pengaturan desain <i>layout</i> halaman ini
		Memberikan kesempatan belajar
2	Kelayakan Penyajian	Penyusunan <i>E-Module</i>
		Kelengkapan komponen
		Penggunaan tata bahasa

(Adaptasi: Arsyad, 2009)

Instrumen ahli materi mengacu pada instrumen penilaian buku teks oleh BSNP Tahun 2014. Aspek dan indikator dari penilaian dari ahli materi.

**Tabel 3. 6 Kisi-kisi angket validasi materi**

No	Aspek	Kriteria
1	Kelayakan isi	Cakupan materi

		Akurasi materi
		Kemutakhiran dan kontekstual
		Ketaatan pada hukum dan perundang-undangan
2	Komponen penyajian	Teknik penyajian
		Pendukung penyajian
		Penyajian pembelajaran
		Kelengkapan penyajian
3	Komponen kebahasaan	Sesuai dengan perkembangan peserta didik
		Komunikatif, dialigis, menarik dan lugas
		Koherensi dan tuntutan alur pikir
		Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia
		Penggunaan istilah, simbol dan lambang

(BSNP, 2014)

**Tabel 3. 7 Kisi-kisi evaluasi aspek STEM**

No	Aspek	Butir Pernyataan
1	<i>Science</i>	Materi yang disajikan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik.
		Ilmu-ilmu ilmiah atau sains yang disajikan pada modul mudah dikuasai peserta didik.
2	<i>Technology</i>	Modul yang disajikan memberikan pengetahuan perkembangan teknologi.
		Modul yang disajikan memberi pengetahuan mengenai pemanfaatan teknologi dalam kehidupan sehari-hari.
		Modul mengarahkan peserta didik untuk melakukan pemanfaatan teknologi.
3	<i>Engineering</i>	Modul yang disajikan memberikan pemahaman kepada peserta didik mengenai teknik-teknik penggunaan dari teknologi yang terdapat pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor.
		Modul yang disajikan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merekaya atau menggunakan pembelajaran berbasis teknik.
4	<i>Mathematics</i>	Modul yang disajikan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghitung, mengolah, menganalisis serta menafsirkan solusi permasalahan

No	Aspek	Butir Pernyataan
		dengan menggunakan data berupa angka-angka.

(Adaptasi: Khairiyah, 2019)

**Tabel 3. 8 Kisi-kisi respons peserta didik**

No	Aspek	Butir Pernyataan
1	Komponen penyajian	Gambar-gambar yang ada pada <i>E-Module</i> ini mendukung pemahaman anda
		Anda tertarik dengan desain sampul, pewarnaan dan pemilihan jenis huruf pada <i>E-Module</i> ini
		Anda senang jika pembelajaran fisika menggunakan <i>E-Module</i> ini
		<i>E-Module</i> ini dapat memotivasi anda untuk belajar
2	Komponen isi	Materi yang disajikan dalam <i>E-Module</i> ini mudah dipahami
		<i>E-Module</i> ini berguna dalam pembelajaran fisika
		<i>E-Module</i> ini membantu anda dalam memahami konsep suhu, kalor dan perpindahan kalor
3	Komponen Bahasa	Anda mudah dalam memahami bahasa yang digunakan dalam <i>E-Module</i> ini
		Anda memahami penggunaan simbol, istilah dan lambang yang ada dalam <i>E-Module</i> ini
		Anda memahami penjelasan dan arahan dalam mempelajari materi pada <i>E-Module</i> ini

(Adaptasi: Sawitri, 2017)

**Tabel 3. 9 Kisi-kisi respons guru**

No	Aspek	Butir Pernyataan
1	Komponen isi	Materi modul mudah dipahami peserta didik
		Materi sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar

No	Aspek	Butir Pernyataan
		Isi modul sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik
		Ketepatan gambar yang mendukung pengetahuan materi
		Interaktif dalam memahami materi
2	Komponen penyajian	Bacaan teks tata penulisan
		Penempatan gambar
		Desain sampul dan halaman
3	Kemenarikan	Dengan modul elektronik ini peserta didik tidak merasa bosan dalam belajar
		Peserta didik merasa senang menggunakan modul elektronik sebagai bahan belajar
		Belajar dengan menggunakan modul elektronik ini memotivasi peserta didik untuk belajar lebih giat
		Belajar dengan menggunakan modul elektronik ini lebih menarik
		Belajar dengan menggunakan modul elektronik ini dapat memusatkan perhatian peserta didik saat mempelajari materi

(Adaptasi: Ardianti, 2019)

## E. Uji Produk

### 1. Validasi ahli desain

Validasi dilakukan oleh ahli dalam pendesaian dengan cara menilai desain media pembelajaran yang telah dibuat oleh peneliti. Validator memberikan masukan berupa perbaikan buku ajar yang telah dikembangkan oleh peneliti (Akbar, 2013). Instrumen yang digunakan yaitu berupa pengisian angket validasi ahli desain, dimana tujuan dari validasi ini untuk

menilai desain dari *E-Module* yang telah dibuat dan melakukan revisi pada media untuk penyempurnaan sehingga dapat digunakan di lapangan.

## **2. Validasi ahli materi**

Validasi dilakukan oleh ahli materi pembelajaran dengan cara menilai materi pembelajaran yang dimuat dalam *E-Module*. Validator memberikan masukan berupa perbaikan buku ajar yang telah dikembangkan oleh peneliti (Akbar, 2013). Instrumen yang digunakan dalam validasi ini berupa pengisian angket validasi ahli materi, dimana tujuan dari validasi ini untuk menilai materi yang dimuat dalam *E-Module* dan melakukan revisi pada materi untuk penyempurnaan sehingga dapat digunakan di lapangan.

## **3. Validasi ahli pembelajaran**

Validasi dilakukan oleh ahli pembelajaran dengan cara menilai produk yang dikembangkan oleh peneliti. Validator memberikan masukan berupa perbaikan buku ajar yang telah dikembangkan oleh peneliti (Akbar, 2013). Instrumen yang digunakan dalam validasi ini berupa pengisian angket validasi ahli pembelajaran, yang bertujuan untuk penyempurnaan produk yang dikembangkan agar dapat digunakan dilapangan.

## **4. Uji coba kelompok kecil**

Uji coba kelompok ini dilakukan kepada 15 orang peserta didik kelas XI di SMAN 4 Palangka Raya. Kelompok kecil yang telah dipilih ini diusahakan dapat mencerminkan karakteristik populasi, seperti tingkat kemampuan, jenis kelamin, usia ataupun latar belakang (Sungkono, 2012).

Instrumen yang digunakan dalam uji coba kelompok kecil ini berupa lembar penilaian uji coba kelompok kecil.

## **F. Teknik Analisis Data**

Data yang sudah diperoleh kemudian dianalisis dengan teknik penelitian, Adapun dalam penelitian ini teknik penelitian yang digunakan yaitu teknik analisis kualitatif deskriptif dan teknik analisis kuantitatif deskriptif.

### **1. Pengembangan *E-Module* Fisika**

Pada tahap ini teknik penelitian yang digunakan yaitu teknik analisis kualitatif deskriptif terhadap pengembangan *E-Module* yang dikembangkan, dimana tujuannya untuk menjawab rumusan masalah pertama mengenai pengembangan *E-Module* fisika. Dari data tersebut didapatkan hasil yang kemudian dijadikan sebagai landasan untuk memperbaharui dan merevisi *E-Module* yang dikembangkan.

### **2. Validasi *E-Module* oleh ahli**

Uji validasi yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari uji validasi oleh ahli desain dan ahli materi. Adapun uji validasi ini dilakukan untuk menilai tentang produk yang dikembangkan sebagai sumber belajar, untuk menilai kesesuaian materi yang termuat dalam modul, dan aspek keterbacaan pada *E-Module* yang dikembangkan. Penilaian uji media dan uji materi pembelajaran dilakukan oleh ahli menggunakan angket. Data yang telah diperoleh dari angket validasi kemudian dikonversikan ke data kualitatif dengan menggunakan skala Likert. Skala Likert digunakan untuk

mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang ataupun sekelompok orang tentang fenomena sosial yang telah ditetapkan secara spesifik oleh peneliti dan selanjutnya disebut sebagai variabel penelitian (Sugiyono, 2019).

- a) Mengkonversi bentuk kualitatif yang diperoleh dari validator kedalam bentuk kuantitatif

Penulisan dalam setiap instrumen yang dibuat menggunakan skala Likert menggunakan gradasi dari yang sangat positif sampai dengan sangat negatif dengan kata-kata: Sangat Setuju (ST), Setuju (ST), Tidak Setuju (TS) dan Sangat Tidak Setuju (STS), dengan penskoran sebagai berikut:

**Tabel 3. 10 Skor penilaian**

Skala Nilai	Pilihan Jawaban
4	Sangat Setuju
3	Setuju
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

(Sumber: Sugiyono, 2019)

Skala yang digunakan pada angket validasi oleh ahli dilakukan dengan pengisian angket yang menggunakan metode pemberian tanda *checklist* (✓) pada angket yang diberikan pada validator.

- b) Menghitung skor rata-rata seluruh aspek penilaian untuk *E-Module* dengan menggunakan rumus (Djaali, 2008).

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = Skor rata-rata penilaian

$\Sigma X$  = Jumlah skor penilaian yang diperoleh

N = Jumlah skor total

c) Menghitung persentase seluruh aspek penilaian

Tahap ini dilakukan pengkonversian kedalam bentuk persentase dari data yang telah didapatkan pada penilaian oleh validator yang sebelumnya telah dihitung nilai rata-ratanya. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Arikunto, 2010).

$$\text{Persentase setiap aspek} = \frac{\text{Total skor yang didapatkan}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100\%$$

d) Mengubah skor rata-rata dalam bentuk kuantitatif kedalam bentuk kualitatif

Sehingga setelah dihitung persentase penilaian dari validator maka akan diketahui kriteria penilaian dari pengembangan *E-Module* Fisika pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor berdasarkan tabel berikut:

**Tabel 3. 11 Kriteria penilaian hasil validasi**

Kriteria	Persentase	Kategori	Tindak lanjut
SB	$76\% \leq x \leq 100\%$	Sangat Valid	Dapat digunakan tanpa revisi
B	$51\% \leq x \leq 75\%$	Valid	Dapat digunakan dengan revisi sedikit
K	$26\% \leq x \leq 50\%$	Tidak valid	<i>E-Module</i> dilakukan revisi ulang kemudian dikaji ulang baru dapat digunakan

<b>Kriteria</b>	<b>Persentase</b>	<b>Kategori</b>	<b>Tindak lanjut</b>
SK	$0\% \leq x \leq 25\%$	Sangat Tidak Valid	<i>E-Module</i> terlebih dahulu direvisi keseluruhan/revisi total baru dapat digunakan

(Adaptasi: Arikunto, 1996)

### 3. Analisis data respons guru dan peserta didik

Analisis data hasil respon guru berupa hasil sebaran angket yang diberikan oleh peneliti kepada guru, dan analisis data peserta didik ini merupakan uji coba modul yang dikembangkan yaitu berupa respon yang diberikan oleh peserta didik dengan mengisi angket yang disebarkan.

**Tabel 3. 12 Skor penilaian**

<b>Skala Nilai</b>	<b>Pilihan Jawaban</b>
1	Sangat tidak baik
2	Tidak Baik
3	Baik
4	Sangat baik

(Sumber: Sugiyono, 2019)

Skala dari analisis respon peserta didik dilakukan dengan pengisian angket yang menggunakan metode pemberian tanda *checklist* ( $\surd$ ) pada angket yang diberikan pada peserta didik. Data interval yang diperoleh juga dapat dianalisis dengan menghitung rata-rata jawaban yang diberikan berdasarkan pada skoring setiap jawaban dari responden (Sugiyono, 2019).

**Tabel 13 Kriteria penilaian angket respons**

<b>Kriteria</b>	<b>Persentase</b>
Sangat Baik	$76\% \leq x \leq 100\%$
Baik	$51\% \leq x \leq 75\%$
Kurang	$26\% \leq x \leq 50\%$
Sangat Kurang	$0\% \leq x \leq 25\%$

(Adaptasi: Arikunto, 1996)



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN PENGEMBANGAN

#### A. Hasil Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian R&D (*Research and Development*) dengan menggunakan model pengembangan ADDIE. Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan sebuah produk berupa *E-Module* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor untuk kelas XI.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal Februari sampai Mei 2021. Adapun sampel pada penelitian ini adalah peserta didik kelas XI IPA SMAN 4 Palangka Raya, yang dilakukan uji coba skala kecil dengan jumlah peserta didik 15 orang.

#### 1. Prosedur Pengembangan *E-Module*

##### a. *Analysis* (Analisis)

Analisis kebutuhan merupakan langkah pertama yang dilakukan oleh peneliti yaitu untuk mengetahui kebutuhan bahan ajar peserta didik. Peneliti melakukan wawancara kepada guru fisika dan menyebarkan angket kebutuhan kepada peserta didik melalui *google form*.

Hasil angket analisis kebutuhan peserta didik mendapatkan hasil bahwa guru lebih sering menggunakan buku paket dengan persentase 37,21%. Peserta didik masih banyak yang belum mempunyai buku pegangan untuk belajar secara mandiri di rumah dengan persentase 51,7%,

sehingga peserta didik kesulitan dalam memahami materi fisika dengan persentase 83,3%. Peserta didik juga belum mengetahui pendekatan yang berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) dengan persentase 83,3%, sehingga diperlukannya pengembangan modul yang berbasis STEM.

Langkah selanjutnya yang dilakukan oleh peneliti adalah mencari literatur maupun referensi yang berkaitan dengan pengembangan bahan ajar berupa *E-Module* berbasis STEM ini, baik dalam bentuk jurnal, skripsi ataupun tesis pendidikan. Peneliti juga mencari referensi-referensi yang berkaitan dengan materi suhu, kalor dan perpindahan kalor sebagai penunjang isi dari *E-Module* yang dikembangkan.

b. *Design* (Desain)

Langkah selanjutnya setelah melakukan langkah analisis adalah langkah mendesain atau merancang produk yang dikembangkan. Langkah mendesain ini peneliti merencanakan cara penyajian materi dalam *E-Module*, mulai dari bagian sampul halaman yang berisi tulisan “Modul Berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* pada materi Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor untuk Kelas XI SMA/MA Sederajat”. Dilanjutkan dengan kata pengantar, daftar isi, bab I pendahuluan yang berisi peta konsep, petunjuk penggunaan modul, kompetensi dan indikator serta tujuan pembelajaran. Bab II kegiatan belajar berisi materi pembelajaran yaitu suhu, kalor dan perpindahan kalor yang dilengkapi dengan contoh soal, dan percobaan-percobaan. Bab III penutup berisi tindak lanjut dan harapan,

dilanjutkan dengan uji pemahaman, glossarium, daftar pustaka, kunci jawaban serta biografi penulis.

Modul ini dibuat dalam bentuk elektronik dengan format *portrait* dan *font: Comic San MS, Andulus, Franklin Gothic Book dan Tempus Sans ITC* dan modul ini menggunakan aplikasi Flip Pdf. Pada bagian dalam modul ini berkaitan dengan beberapa aspek STEM yaitu sains, teknologi, teknik maupun matematika.

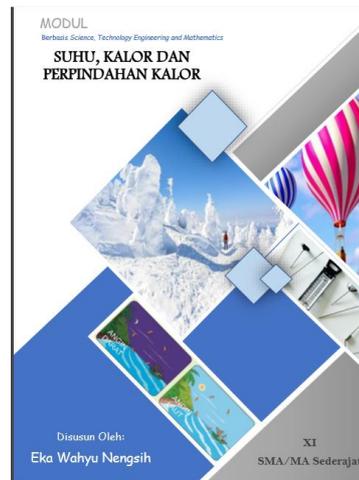
c. *Development* (Pengembangan)

Langkah yang dilakukan setelah *design* (desain) adalah langkah pengembangan *E-Module*. Langkah pertama pada tahap ini yaitu penentuan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang sesuai dengan berdasarkan kompetensi dasar (KD) dari materi suhu, kalor dan perpindahan kalor. Pada langkah ini terdapat perubahan-perubahan dalam *E-Module* berdasarkan saran dan masukan dari pembimbing dan validator.

Adapun dalam penyusunan *E-Module* terdapat komponen-komponen sebagai berikut:

1) Sampul *E-Module*

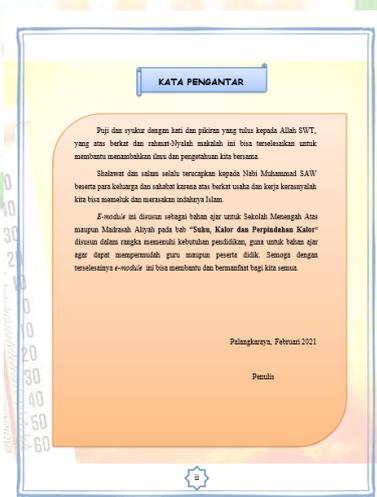
Sampul halaman merupakan halaman depan modul yang terdiri dari satu halaman. Halaman sampul ini terdiri dari judul *E-Module*, gambar-gambar yang berkaitan dengan judul, nama penulis serta dicantumkan untuk kelas XI Sederajat, sampul *E-Module* tertera pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Sampul *E-Module*

## 2) Kata Pengantar

Kata pengantar merupakan halaman selanjutnya setelah sampul *E-Module*. Kata pengantar ini berisikan ungkapan rasa syukur dan terima kasih penulis kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan *E-Module* ini, kata pengantar tertera pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Kata pengantar

### 3) Daftar Isi

Daftar isi berfungsi mempermudah dalam melihat halaman-halaman dan juga isi atau komponen-komponen dari *E-Module*, daftar isi tertera pada gambar 4.3.

DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Peta Konsep	1
B. Petunjuk Penggunaan Modul	2
C. Kompetensi dan Indikator	3
D. Tujuan Pembelajaran	4
BAB II KEGIATAN BELAJAR	5
A. UNIT 1: Suhu	5
B. UNIT 2: Kalor	32
C. UNIT 3: Perpindahan Kalor	49
BAB III PENUTUP	53
A. Tindak Lanjut	53
B. Harapan	53
UJI PEMAHAMAN	54
GLOSARIUM	63
DAFTAR PUSTAKA	64
KUNCI JAWABAN	65
BIOGRAFI PENULIS	67

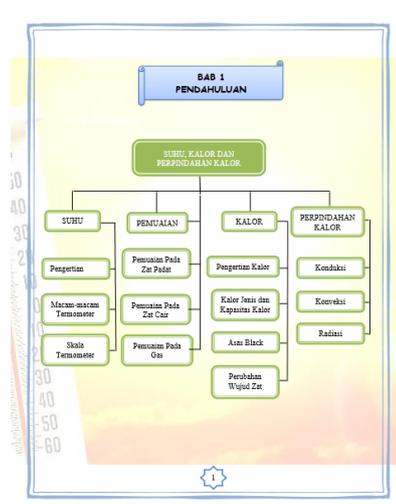
Gambar 4. 3 Daftar isi

### 4) Bab I Pendahuluan

Halaman selanjutnya adalah bab I Pendahuluan yang berisi empat komponen yaitu:

#### a) Peta konsep

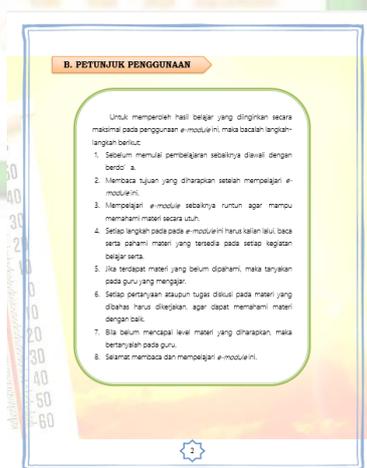
Peta konsep merupakan pemaparan materi secara singkat yang terdapat dalam *E-Module*, peta konsep tertera pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Peta konsep

b) Petunjuk penggunaan *E-Module*

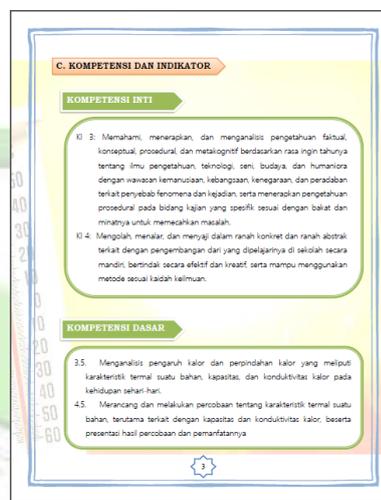
Petunjuk penggunaan *E-Module* bertujuan untuk mengarahkan pembaca atau pengguna dalam mempelajari *E-Module*, sehingga pembaca dapat memahami materi secara runtun, petunjuk penggunaan *E-Module* tertera pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Petunjuk penggunaan modul

### c) Kompetensi dan indikator

Halaman selanjutnya setelah petunjuk dari penggunaan modul adalah kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD). Kompetensi inti dan kompetensi dasar ini merupakan acuan untuk merumuskan indikator pencapaian kompetensi nantinya, kompetensi inti dan kompetensi dasar tertera pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Kompetensi inti dan kompetensi dasar

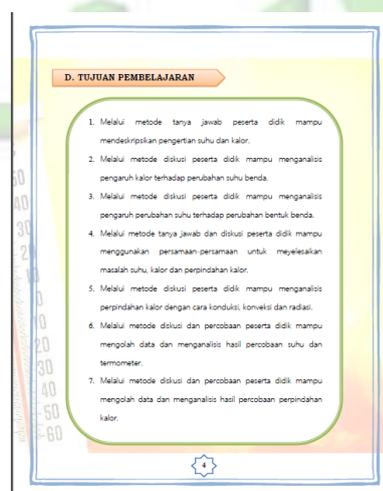
Setelah mencantumkan kompetensi inti dan kompetensi dasar selanjutnya adalah perumusan indikator pencapaian kompetensi yang tertera pada gambar 4.7



Gambar 4. 7 Indikator pencapaian kompetensi

#### d) Tujuan pembelajaran

Tujuan pembelajaran yang dibuat berdasarkan dari indikator pencapaian kompetensi, yang dimaksudkan agar peserta didik dapat mengetahui apa saja yang perlu dicapai dalam mempelajari materi suhu, kalor dan perpindahan kalor ini, tujuan pembelajaran diterapkan pada gambar 4.8.



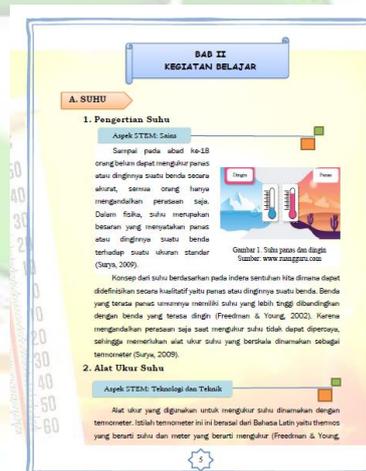
Gambar 4. 8 Tujuan pembelajaran

## 5) Bab II Kegiatan Belajar

Halaman selanjutnya setelah tujuan pembelajaran adalah bab II yaitu kegiatan belajar yang terdiri dari tiga bagian, yaitu:

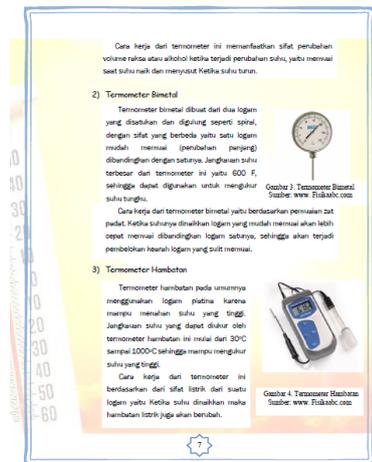
### a) Unit 1: Suhu

Materi pertama pada kegiatan belajar ini adalah suhu. Materi suhu ini memiliki beberapa bagian, yang pertama adalah menjelaskan mengenai pengertian dari suhu yang tertera pada gambar 4.9.



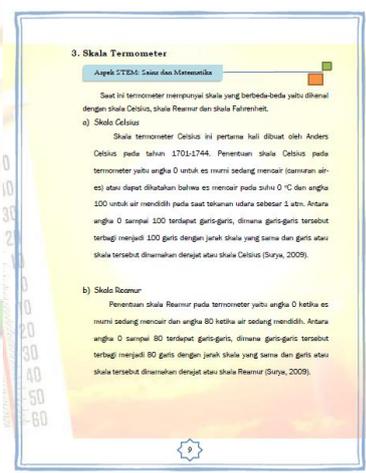
Gambar 4. 9 Materi suhu

Setelah menjelaskan pengertian suhu dilanjutkan dengan penjelasan mengenai alat ukur suhu, seperti nama macam-macam alat ukur suhu, cara kerja serta bahan pembentuk alat ukur tersebut, yang tertera pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Alat ukur suhu

Selanjutnya adalah penjelasan mengenai macam-macam skala dari alat ukur suhu yaitu termometer yang terdiri dari empat macam skala, skala pengukuran tersebut tertera pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Skala pengukuran

Setelah mempelajari materi mengenai suhu ini dilanjutkan dengan contoh soal, yang tertera pada gambar 4.12.

**Contoh Soal**

1. Sebuah zat cair diukur suhunya menggunakan termometer Celsius diperoleh angka 60°C, berapakah suhu zat cair tersebut jika diukur menggunakan termometer Reaumur ?

**Penyelesaian:**  
 Diketahui:  
 $T^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$   
 Ditanya:  
 $T^{\circ}\text{R} = \dots ?$   
 Jawab:  
 $T^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5} T^{\circ}\text{C}$   
 $T^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5} 60$   
 $T^{\circ}\text{R} = \frac{240}{5}$   
 $T^{\circ}\text{R} = 75$

Jadi, Ketika suhu zat cair tersebut diukur menggunakan termometer Reaumur akan memperoleh suhu sebesar 75°R.

Gambar 4. 12 Contoh soal materi skala pengukuran

Halaman berikutnya setelah contoh soal adalah percobaan suhu yang dilengkapi dengan lembar kerja peserta didik, tertera pada gambar 4.13.

**Lembar Kerja Peserta Didik**

Aspek STEM: Sains dan Teknik

Nama Kelompok : 1.  
 : 2.  
 : 3.  
 Nama Pelajar :  
 Masi : Sidi  
 Hari/Tanggal :

I. Topik Percobaan  
 Topik percobaan kali ini yaitu adalah:

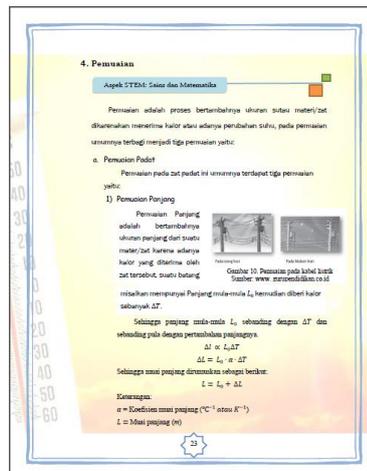
II. Tujuan  
 Adapun tujuan dari percobaan ini untuk mengetahui pengaruh tekanan terhadap pada beberapa benda padat.

1. Persepsi kamu saat lagi berjalan-jalan tiba-tiba teman bajus, apakah yang kamu rasakan ?

Jawab: \_\_\_\_\_

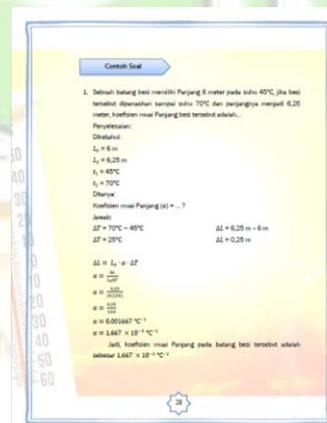
Gambar 4. 13 Lembar kerja peserta didik materi suhu

Materi tentang suhu ini dilanjutkan lagi dengan pembahasan mengenai pemuain, dimana pada pembahasan ini menjelaskan mengenai pemuain yang terjadi pada zat padat, cair dan gas, yang tertera pada gambar 4.14.



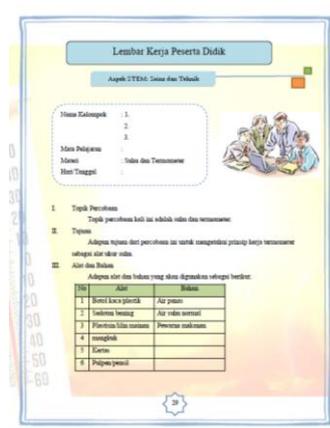
Gambar 4. 14 Pemuasaan

Setelah mempelajari materi pemuasaan dilanjutkan lagi dengan contoh soal mengenai pemuasaan, yang tertera pada gambar 4.15.



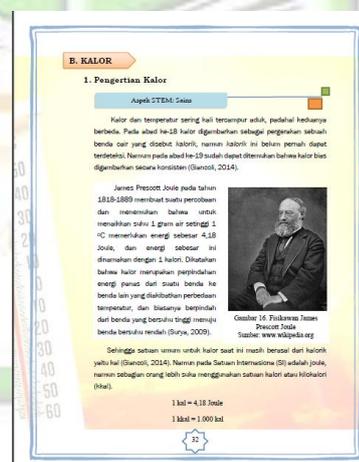
Gambar 4. 15 Contoh soal materi pemuasaan

Kemudian peserta didik diajak untuk melakukan percobaan lagi setelah mempelajari materi pemuasaan tadi, dimana percobaan ini dilengkapi dengan lembar kerja peserta didik untuk mempermudah dalam melakukan suatu percobaan tersebut. lembar kerja peserta didik tersebut tertera pada gambar 4.16.



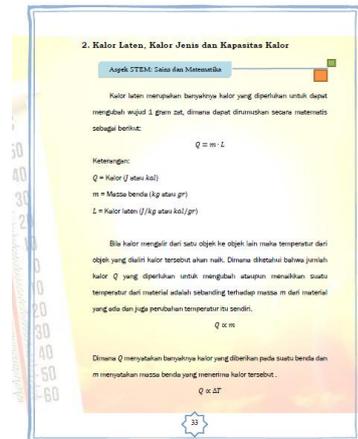
Gambar 4. 16 Lembar kerja peserta didik materi suhu dan termometer  
b) Unit 2: Kalor

Materi yang kedua dalam kegiatan belajar adalah materi mengenai kalor, dimana pada bagian pertama ini menjelaskan mengenai pengertian dari kalor itu sendiri, yang tertera pada gambar 4.17.



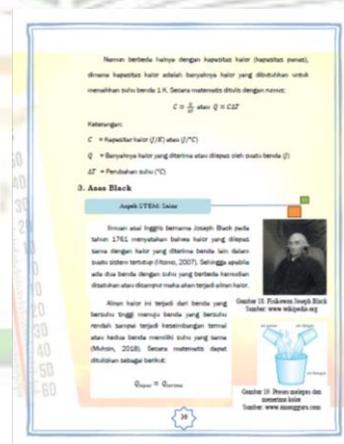
Gambar 4. 17 Materi kalor

Setelah penjelasan mengenai pengertian kalor materi dilanjutkan pada materi kalor laten, kalor jenis dan kapasitas kalor, yang tertera pada gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Kalor laten, kalor jenis dan kapasitas kalor

Materi selanjutnya pada pembahasan kalor adalah asas black, dimana pada halaman ini terdapat penjelasan mengenai asas black, gambar proses pelepasan dan penerimaan kalor serta rumus dari asas black, lebih jelasnya tertera pada gambar 4.19.



Gambar 4. 19 Asas black

Materi selanjutnya setelah dari asas black adalah perubahan wujud zat, dimana pada pembahasan ini terdapat gambar skema

dari perubahan wujud zat itu sendiri, dengan lebih jelasnya tertera pada gambar 4.20.



Gambar 4. 20 Perubahan wujud zat

Halaman selanjutnya adalah contoh soal yang berkaitan dengan materi yang telah dipelajari sebelumnya, contoh soal tertera pada gambar 4.21.

**Contoh Soal**

1. Sebuah tembaga bermassa 4500 gram yang memiliki suhu 45°C, diberikan kalor sebesar 17 kJ. Jika kalor jenis tembaga adalah 390 J/kg°C, berapakah suhu akhir dari tembaga tersebut?

**Penyelesaian:**

Diketahui:  
 $m = 4500 \text{ gr} \rightarrow \frac{4500}{1000} = 4,5 \text{ kg}$   
 $T_1 = 45^\circ\text{C}$   
 $Q = 17 \text{ kJ} \rightarrow 17 \cdot 1000 = 17000 \text{ J}$   
 $c = 390 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

Ditanya:  
 $T_2 = \dots ?$

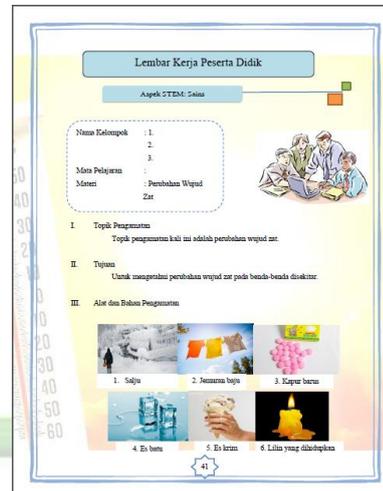
Jawab:  
 $Q = mc\Delta T$   
 $\Delta T = \frac{Q}{mc}$   
 $\Delta T = \frac{17000}{(4,5)(390)}$   
 $\Delta T = \frac{10000}{513}$   
 $\Delta T = 9,69^\circ\text{C}$   
 $T_2 = T_1 + \Delta T$   
 $T_2 = 45 + 9,69$   
 $T_2 = 54,69^\circ\text{C}$

Jadi suhu akhir dari tembaga setelah diberi kalor sebesar 17 kJ adalah 54,69°C.

Gambar 4. 21 Contoh soal materi kalor

Setelah selesai mempelajari materi kalor maka selanjutnya peserta didik diajak untuk melakukan pengamatan mengenai

perubahan wujud zat dengan dilengkapi lembar kerja peserta didik, yang tertera pada gambar 4.22.



Gambar 4. 22 Lembar kerja peserta didik materi perubahan wujud zat

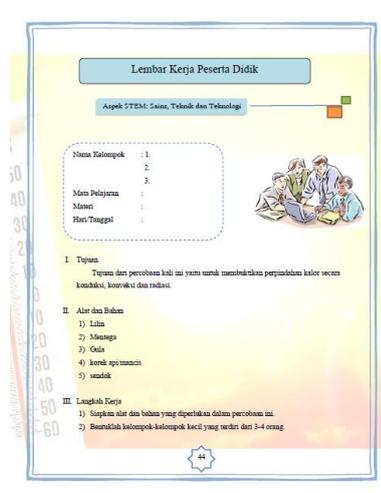
### c) Unit 3: Perpindahan kalor

Materi ketiga dalam kegiatan belajar selanjutnya adalah perpindahan kalor. Dimana pada halaman pertama pembahasan ini peserta didik diajak untuk menonton cuplikan video singkat mengenai materi yang akan dibahas, dan juga pada halaman ini peserta didik diajak untuk berpikir mengapa saat benda seperti panci contohnya jika dipanaskan akan terasa panas, lebih rincinya tertera pada gambar 4.23.



Gambar 4. 23 Video perpindahan kalor

Halaman selanjutnya dikegiatan ketiga ini peserta didik diajak untuk melakukan percobaan mengenai perpindahan kalor. Dimana pada percobaan ini telah dipersiapkan lembar kerja peserta didik agar percobaan lebih terarah dan sesuai dengan keinginan. Pada percobaan ini peserta didik diminta untuk menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan percobaan nantinya, kemudian peserta didik diberikan kebebasan untuk mengkonsep serta merangkai dengan caranya sendiri bagaimana melakukan percobaan ini namun tentunya harus berpegang dengan konsep dasar dari percobaan ini yaitu perpindahan kalor, lebih rincinya dapat dilihat pada gambar 4.24.



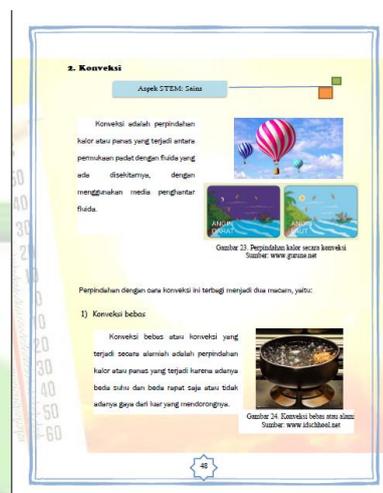
Gambar 4. 24 Lembar kerja peserta didik materi perpindahan kalor

Halaman selanjutnya masuk pada pembahasan materi perpindahan kalor yang pertama, yaitu perpindahan kalor secara konduksi dengan dilengkapi gambar contoh dari perpindahan kalor secara konduksi yang sering dijumpai pada kehidupan sehari-hari peserta didik, lebih rincinya dapat dilihat pada gambar 4.25.



Gambar 4. 25 Perpindahan kalor secara konduksi

Halaman selanjutnya adalah pembahasan mengenai perpindahan kalor secara konveksi dengan dilengkapi gambar contoh dari perpindahan kalor secara konveksi yang mana contoh tersebut sering dijumpai peserta didik dalam kehidupan sehari-harinya, lebih rincinya dapat dilihat pada gambar 4.26.



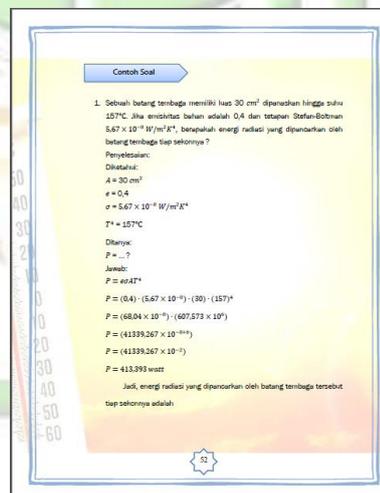
Gambar 4. 26 Perpindahan kalor secara konveksi

Halaman selanjutnya adalah pembahasan mengenai perpindahan kalor secara radiasi yang dilengkapi dengan gambar contoh dari perpindahan kalor secara radiasi yang dapat dijumpai peserta didik dalam kehidupan sehari-harinya, lebih rincinya dapat dilihat pada gambar 4.27.



Gambar 4. 27 Perpindahan kalor secara radiasi

Halaman berikutnya adalah contoh soal yang berkaitan dengan pembahasan sebelumnya yaitu perpindahan kalor, lebih rincinya dapat dilihat pada gambar 4.28.

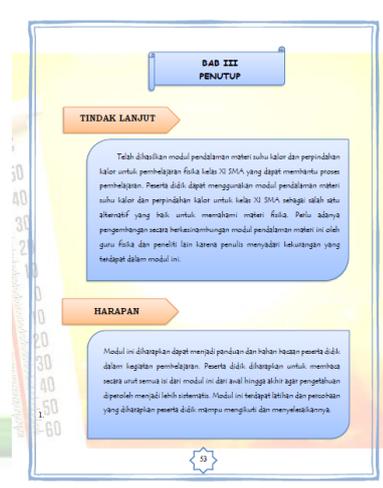


Gambar 4. 28 Contoh soal materi perpindahan kalor

## 6) Bab III Penutup

Halaman selanjutnya adalah bab III penutup, dimana pada bagian penutup ini berisi tindak lanjut serta harapan dari penulis

pada modul ini untuk semua pembaca atau pengguna dari modul ini, yang tertera pada gambar 4.29.



Gambar 4. 29 Penutup

## 7) Uji Pemahaman

Kemudian setelah dari bab III ada uji pemahaman dihalaman selanjutnya, dimana dalam uji pemahaman ini berisikan soal-soal mengenai keseluruhan materi yang telah dipelajari oleh peserta didik sebelumnya. Uji pemahaman ini terdiri dari tiga jenis bentuk soal yaitu pilihan ganda, essay serta menemukan kata, yang tertera pada gambar 4.30 untuk bentuk soal pilihan ganda, gambar 4.31 untuk bentuk soal essay serta gambar 4.32 untuk bentuk soal menemukan kata.

**UJI PEMAHAMAN**

**Aspek STEM: Sains dan Matematika**

1. Pilihlah salah satu jawaban yang benar pada pilihan dibawah dengan membuat tanda (X) pada opsi A, B, C, D atau E!

1. Kebanyakan orang mengatakan bahwa air dingin berarti memiliki suhu yang rendah sedangkan air panas berarti memiliki suhu yang tinggi. Sehingga suhu lebih tepat didefinisikan sebagai...

- Banyaknya energi yang dimiliki oleh suatu benda
- Tinggi derajat panas atau derajat suatu benda
- Turunan perubahan panas suatu benda
- Tinggi perubahan wujud suatu benda
- Banyaknya jumlah energi yang terfandung dalam suatu benda

2.

Sebuah kalorimeter memiliki suhu 15°C, air bermassa 300g kemudian dimasukkan ke dalam kalorimeter. Jika suhu akhirnya 20°C, dan angka saja perubahan kalor hanya terjadi antara air dan kalorimeter. Tentukan kapasitas kalor dari kalorimeter (kalor jenis air 4200 J/kg°C)!

- 387,69 J/°C
- 387,69 J/°C
- 378,69 J/°C
- 1.820 J/°C

Gambar 4. 30 Uji pemahaman tipe soal pilihan ganda

Suhu akhir setelah pencampuran tersebut....°K

- 374,44
- 434,74
- 344,74
- 743,34
- 344,47

15. Saat besi diletakkan di atas lampu yang menyala selama 5 jam terdapat hangit, peristiwa tersebut merupakan contoh peristiwa perpindahan kalor secara....

- Konduktor
- Isolator
- Konduksi
- Konveksi
- Radiasi

II. ESSAY

Jawab pertanyaan dibawah ini dengan tepat dan benar!

- Jelaskan perbedaan antara suhu dan kalor!
- Kalor sebesar 350 kJ digunakan sebuah besi untuk menaikkan suhu dari 20°C menjadi 80°C. Hitunglah massa dari besi tersebut!
- Berikan masing masing 3 contoh dari peristiwa memuai, membesar dan mengembang!
- Apakah yang dimaksud dengan konduktor? Berikan contohnya!
- Sebuah logam dengan luas permukaan 300 cm<sup>2</sup> bersuhu 27°C. Menititit emissivitas sebesar 0,8. Hitunglah daya radiasi pada papan tersebut!

Gambar 4. 31 Uji pemahaman tipe soal essay

III. Perhatikan huruf/huruf pada kotak berikut! Temukan 10 kata yang tersembunyi pada kotak yang merupakan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan berikut. Cari kata-kata tersebut secara mendatar, menurun atau diagonal (miring). Berilah tanda jika sudah menemukan.

A	N	M	N	E	G	E	H	N	Y	M	E	W	N	P	
R	I	A	S	R	E	A	R	E	A	U	M	T	D	A	
T	R	S	D	I	A	I	N	S	M	A	N	S	E	N	
R	E	A	K	U	R	I	S	U	O	U	S	A	U	A	
K	G	S	L	A	A	R	A	S	M	L	I	R	K	R	
S	P	Y	R	D	M	E	T	E	R	A	R	U	I	A	
A	A	H	E	A	E	M	P	Y	R	M	O	T	R	A	
W	N	I	A	N	D	U	E	I	I	T	A	P	A	O	
A	J	L	M	A	T	I	R	K	A	K	S	A	D	I	
I	G	Y	U	A	H	K	A	L	O	R	I	N	A	S	
S	R	M	R	N	I	O	R	S	Y	I	R	J	I	A	
B	A	D	E	U	O	N	W	H	I	S	H	A	S	I	
U	D	R	X	D	R	V	X	L	E	K	T	N	I	D	
W	K	I	I	O	D	A	E	Y	E	L	T	M	G	L	O
Y	R	T	M	S	N	K	O	N	D	U	K	S	I	B	
K	A	Y	R	E	U	S	M	G	E	L	F	U	S	O	
L	S	I	E	S	R	I	E	U	H	A	H	A	L	K	
E	I	N	A	H	R	N	A	Y	I	L	H	E	I	T	
A	G	K	M	U	P	A	S	P	T	I	Y	E	I	W	L

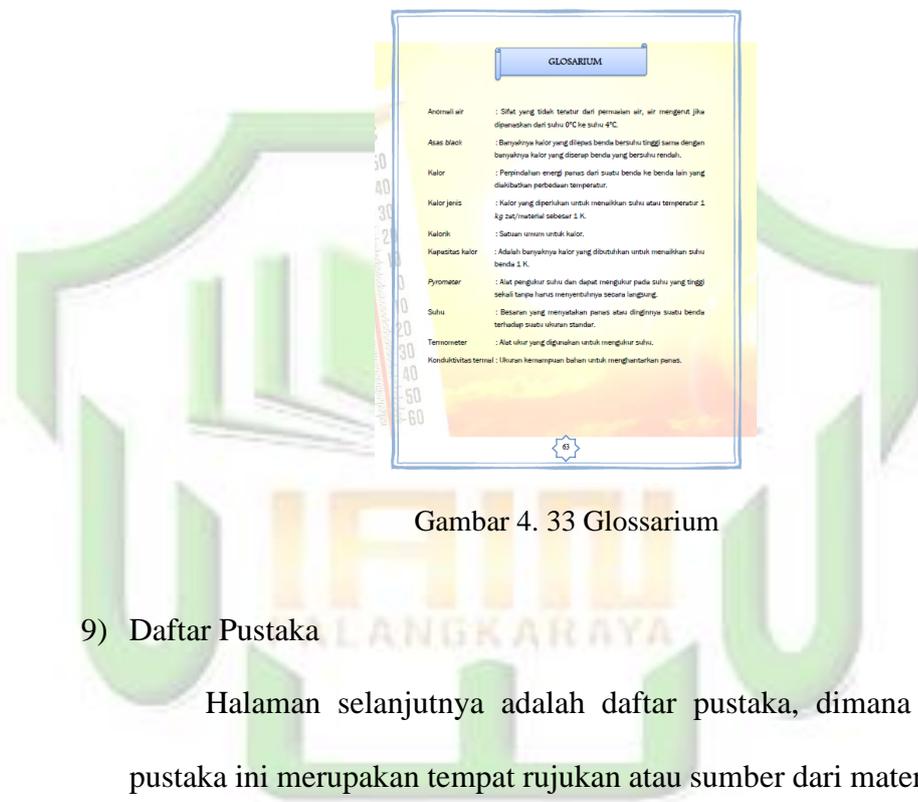
**PERTANYAAN**

- Termometer yang dapat mengukur suhu tinggi selalu tanpa menyertakan skala lengkung adalah....
- Siapa yang memiliki 80 skala dan titik beku sampai titik dididnya adalah skala....

Gambar 4. 32 Uji pemahaman tipe soal menemukan kata

## 8) Glossarium

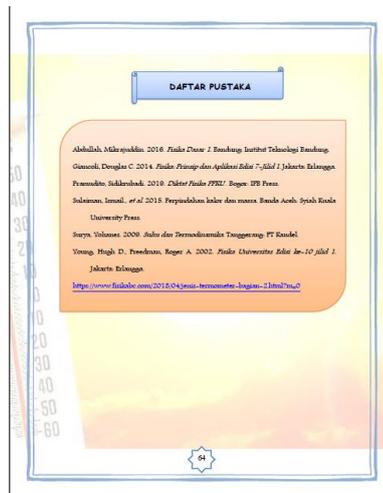
Dihalaman selanjutnya adalah glossarium, dimana pada glossarium ini berisikan istilah-istilah yang ada pada materi, yang dibuat dengan tujuan untuk mempermudah peserta didik dalam memahami materi suhu, kalor dan perpindahan kalor, glossarium tertera pada gambar 4.33.



Gambar 4. 33 Glossarium

## 9) Daftar Pustaka

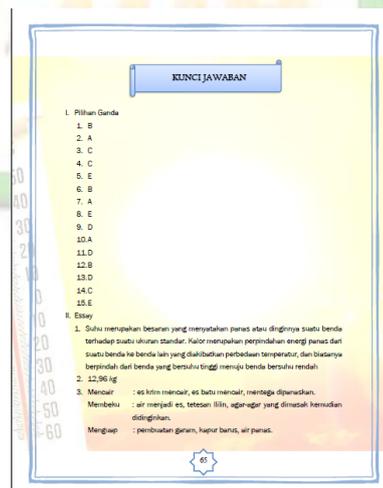
Halaman selanjutnya adalah daftar pustaka, dimana daftar pustaka ini merupakan tempat rujukan atau sumber dari materi yang termuat dalam modul ini, tampilan daftar pustaka tertera pada gambar 4.34.



Gambar 4. 34 Daftar Pustaka

### 10) Kunci Jawaban

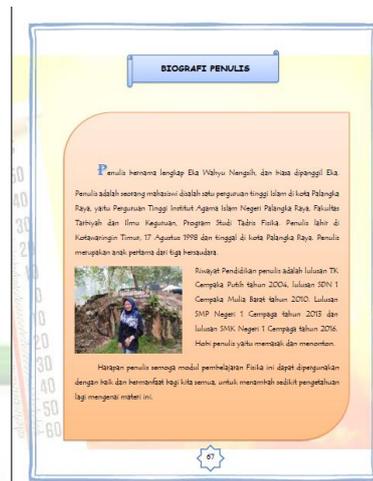
Halaman berikutnya adalah kunci jawaban, dimana kunci jawaban ini merupakan jawaban dari soal-soal yang ada pada uji pemahaman di halaman sebelumnya, tampilan kunci jawaban tertera pada gambar 4.35



Gambar 4. 35 Kunci jawaban

## 11) Biografi Penulis

Kemudian pada halaman yang terakhir adalah biografi dari penulis, dimana tampilan biografi penulis tertera pada gambar 4.36.



Gambar 4. 36 Biografi penulis

## 2. Validitas *E-Module*

### a. Penilaian ahli desain

Penilaian validitas *E-Module* yang pertama adalah menilai desain dari *E-Module*. Proses ini dilakukan dengan menyerahkan angket validasi kepada ahli desain untuk dilakukannya penilaian terhadap *E-Module* yang telah dikembangkan guna penyempurnaan dari *E-Module*. Berikut adalah data hasil uji validitas oleh ahli pertama dan kedua pada aspek penggrafikan pada tabel 4. 13.

**Tabel 4. 14 Penilaian Ahli Desain Pertama dan Kedua pada Aspek Penggarfikan**

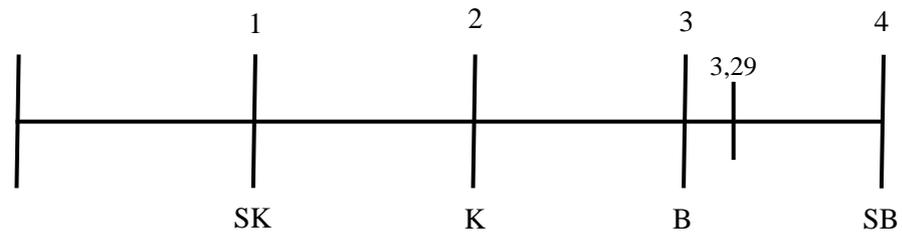
Aspek	Butir Penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
Penggarfikan	Penempatan unsur tata letak (judul, sub judul, uraian materi) berdasarkan pola untuk setiap kegiatan	3	4	7
	Keruntunan dan keterpaduan antar kegiatan	3	4	7
	Penerapan judul, sub judul, video dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman	3	4	7
	Video dan gambar disajikan secara proporsional	3	4	7
	Gambar yang digunakan sesuai dengan masalah yang disajikan	3	2	5
	Ilustrasi menggambarkan isi atau materi	3	3	6
	Ilustrasi yang digunakan jelas	3	3	6
	Keakuratan sumber gambar diagram ilustrasi	2	2	4
	Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf	4	3	7
	Tidak menggunakan jenis huruf hias	4	4	8
	Ukuran huruf proporsional	3	3	6
	Ketepatan penggunaan variasi huruf <b>bolt</b> <i>italic</i> <u>underline</u> dan lain-lain	3	4	7
	Ukuran dan kombinasi dari unsur tata letak (judul, ilustrasi, dan lain-lain) seimbang dan seirama dengan tata letak isi	3	4	7
	Ilustrasi sampul sesuai materi	3	4	7
	Warna dan unsur tata letak sampul yang harmonis	3	4	7

Aspek	Butir Penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
	Menampilkan pusat pandang <i>centerpoint</i> yang baik	3	4	7
	Ukuran huruf judul buku lebih dominan dibandingkan nama pengarang dan penerbit	3	4	7
	Penempatan unsur tata letak judul, sub judul, ilustrasi konsisten sesuai pola	3	4	7
	Pemberian tempat untuk meletakkan ilustrasi	3	3	6
	Kesederhanaan penggunaan warna pada halaman isi	3	3	6
	Spasi antar teks proporsional	3	4	7
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )				138
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )				3,29
Persentase (%)				82,14
Kategori				Sangat Valid
Kriteria				Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 13, maka dapat diketahui bahwa penilaian ahli desain pertama dan kedua terhadap aspek penggrafikan diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,29 dengan persentase 82,14% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{138}{168} \times 100\% = 82,14\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek penggrafikan *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.37.



Gambar 4. 37 Hasil penilaian ahli desain pada aspek penggrafikan

Selanjutnya penilaian ahli desain pertama dan kedua pada aspek penyajian pada tabel 4. 14.

**Tabel 4. 15 Penilaian Ahli Desain Pertama dan Kedua pada Aspek Penyajian**

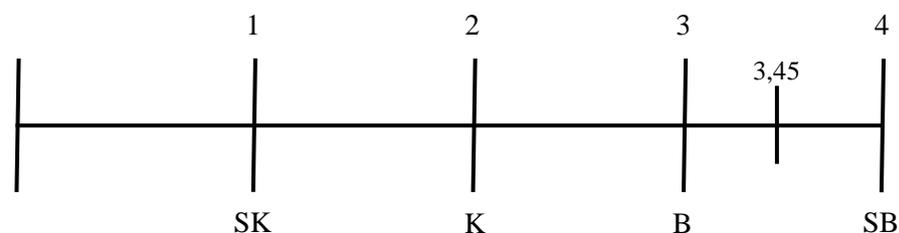
Aspek	Butir Penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
Penyajian	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir peserta didik	3	4	7
	Keterpaduan antar kegiatan belajar	4	4	8
	Petunjuk penggunaan berisi penjelasan tujuan isi modul petunjuk penggunaan modul untuk peserta didik	4	3	7
	Adanya kompetensi yang harus dicapai atau dikuasai	3	3	6
	Soal Latihan dan tes formatif yang disajikan mengukur kemampuan peserta didik	3	4	7
	Adanya umpan balik yang berfungsi untuk mengetahui ketepatan dalam setiap kegiatan belajar	3	4	7
	Glossarium berisi istilah-istilah penting dalam <i>E-Module</i>	3	4	7
	Daftar Pustaka sebagai acuan dalam menulis <i>E-Module</i>	3	3	6

Aspek	Butir Penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
	Terdapat penyajian kunci jawaban pada soal latihan	4	3	7
	Ketepatan tata bahasa	3	4	7
	Ketepatan tata ejaan	3	4	7
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )				76
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )				3,45
Persentase (%)				86,36
Kategori				Sangat Valid
Kriteria				Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 14, maka dapat diketahui bahwa penilaian ahli desain pertama dan kedua terhadap aspek penyajian diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,45 dengan persentase 86,36% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{76}{88} \times 100\% = 86,36\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek penyajian *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.38.



Gambar 4. 38 Hasil penilaian ahli desain pada aspek penyajian

Berdasarkan hasil penilaian dari ahli desain pertama dan kedua terhadap aspek penggrafikan dan penyajian, sehingga rekapitulasi dari penilaian ahli desain tertera pada tabel 4. 15 berikut:

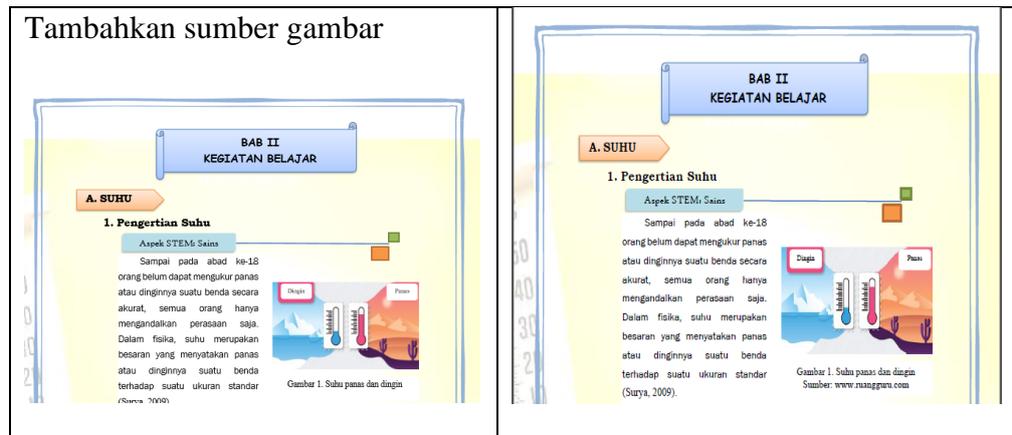
**Tabel 4. 16 Rekapitulasi Penilaian Ahli Desain Pertama dan Kedua**

Aspek	Skor yang diperoleh	Persentase	Kriteria	Kategori
Penggrafikan	138	82,14%	SB	Sangat Valid
Penyajian	76	86,36%	SB	Sangat Valid
Rata-rata persentase		84,25%	SB	Sangat Valid

Berdasarkan penilaian dari ahli desain pertama dan kedua dapat diketahui bahwa rata-rata persentase penilaian ahli terhadap desain *E-Module* adalah 84,25%. Adapun saran dan perbaikan oleh ahli desain terdapat pada tabel 4.16.

**Tabel 4.17 Sebelum dan sesudah revisi produk**

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
<p>Menggunakan kompetensi inti</p> 	<p>Menggunakan kompetensi inti</p> <p><b>KOMPETENSI INTI</b></p> <p>KI 3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p> <p>KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.</p>



#### b. Penilaian ahli materi

Penilaian validitas *E-Module* yang kedua adalah menilai materi dari *E-Module*. Proses ini dilakukan dengan menyerahkan angket validasi kepada ahli materi untuk dilakukannya penilaian terhadap *E-Module* yang telah dikembangkan guna penyempurnaan dari *E-Module*. Berikut adalah data hasil uji validitas oleh ahli pertama dan kedua pada aspek isi yang tertera pada tabel 4. 17.

**Tabel 4. 18 Penilaian Ahli Materi Pertama dan Kedua pada Aspek Isi**

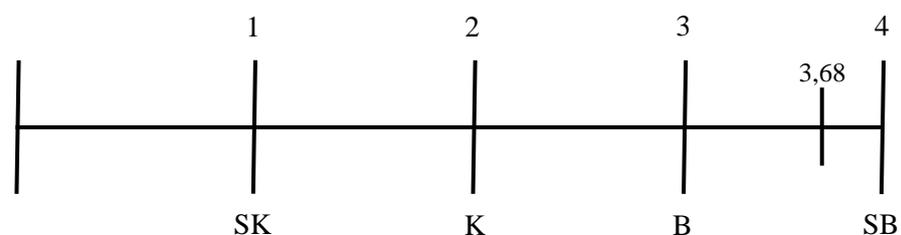
Aspek	Butir penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
Isi	Kelengkapan materi	4	4	8
	Kesesuaian materi	4	4	8
	Kedalaman materi	4	3	7
	Keakuratan konsep dan definisi	4	4	8
	Keakuratan prinsip	4	4	8
	Keakuratan fakta dan data	4	4	8
	Keakuratan contoh	4	4	8
	Keakuratan soal	4	3	7

	Keakuratan gambar dan diagram	4	3	7
	Keakuratan notasi, simbol dan ikon	4	4	8
	Gambar, diagram dan aktual	4	3	7
	Ketaatan pada HAKI	3	2	5
	Bebas dari sara/pornografi/bias	4	3	7
	Mendorong rasa ingin tahu	4	3	7
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )				103
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )				3,68
Persentase (%)				91,96
Kategori				Sangat Valid
Kriteria				Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 16, maka dapat diketahui bahwa penilaian ahli materi pertama dan kedua terhadap aspek isi diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,68 dengan persentase 91,96% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{103}{112} \times 100\% = 91,96 \%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek isi *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.39.



Gambar 4. 39 Hasil penilaian ahli materi pada aspek isi

Selanjutnya penilaian ahli materi pertama dan kedua pada aspek penyajian pada tabel 4. 18.

**Tabel 4. 19 Penilaian Ahli Materi Pertama dan Kedua pada Aspek Penyajian**

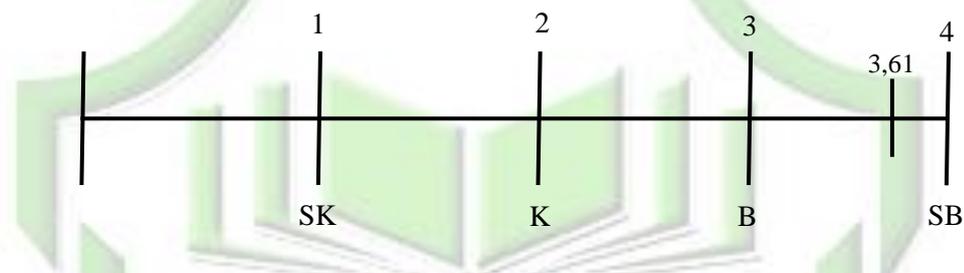
Aspek	Butir penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
Penyajian	Kelengkapan Materi	4	4	8
	Kelogisan penyajian	4	4	8
	Keruntunan penyajian	4	4	8
	Koherensi	4	3	7
	Kesesuaian dan ketepatan video dengan materi	4	3	7
	Peta konsep pada BAB awal	4	3	7
	Contoh-contoh soal dalam setiap kegiatan belajar	4	3	7
	Soal latihan pada akhir kegiatan	4	3	7
	Kunci jawaban soal latihan	4	4	8
	Umpan balik soal Latihan	4	4	8
	Rujukan/sumber acuan termasa untuk teks, tabel, gambar dan lampiran	3	3	6
	Glossarium	4	3	7
	Daftar Pustaka	4	3	7
	Keterlibatan aktif peserta didik	4	3	7
	Berpusat pada peserta didik	4	3	7
	Komunikasi interaktif	4	3	7
	Pendekatan ilmiah	4	3	7
	Variasi dalam penyajian	4	3	7
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )				130
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )				3,61
Persentase (%)				90,27
Kategori				Sangat Valid
Kriteria				Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 18, maka dapat diketahui bahwa penilaian ahli materi pertama dan kedua terhadap aspek penyajian diperoleh data rata-rata

skor yang diperoleh sebesar 3,61 dengan persentase 90,27% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{130}{144} \times 100\% = 90,27\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek penyajian *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.40.



Gambar 4. 40 Hasil penilaian ahli materi pada aspek penyajian

Selanjutnya penilaian ahli materi pertama dan kedua pada aspek bahasa pada tabel 4. 19.

**Tabel 4. 20 Penilaian Ahli Materi Pertama dan Kedua pada Aspek Bahasa**

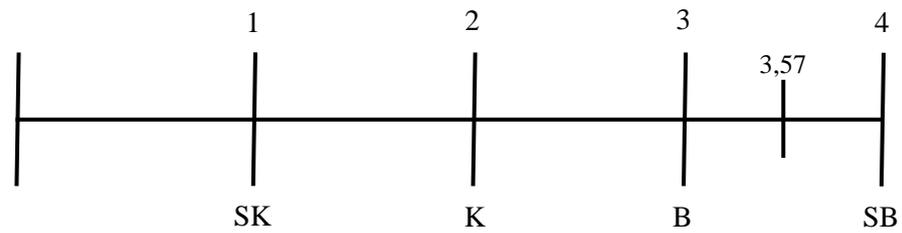
Aspek	Butir penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir peserta didik	4	3	7
	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial emosional peserta didik	4	3	7
	Ketepatan struktur kalimat	4	3	7

Bahasa	Keefektifan kalimat	4	3	7
	Kebakuan istilah	4	4	8
	Keterbacaan pesan	4	4	8
	Ketepatan penggunaan kaidah bahasa	4	3	7
	Kemampuan memotivasi peserta didik	4	3	7
	Kemampuan mendorong berpikir kritis	4	3	7
	Keruntunan dan keterpaduan antar kegiatan belajar	4	3	7
	Keruntunan dan keterpaduan antar paragraf	4	3	7
	Konsistensi penggunaan istilah	4	3	7
	Konsistensi penggunaan simbol/lambang	4	3	7
	Ketepatan tata bahasa	4	3	7
	Ketepatan tata ejaan	4	3	7
	Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )			
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )				3,57
Persentase (%)				89,17
Kategori				Sangat Valid
Kriteria				Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 19, maka dapat diketahui bahwa penilaian ahli materi pertama dan kedua terhadap aspek bahasa diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,57 dengan persentase 89,17% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{107}{120} \times 100\% = 89,17\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek bahasa *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.41.



Gambar 4. 41 Hasil penilaian ahli materi pada aspek Bahasa

Selanjutnya penilaian ahli materi pertama dan kedua pada aspek STEM pada tabel 4. 20.

**Tabel 4. 21 Penilaian Ahli Materi Pertama dan Kedua pada Aspek STEM**

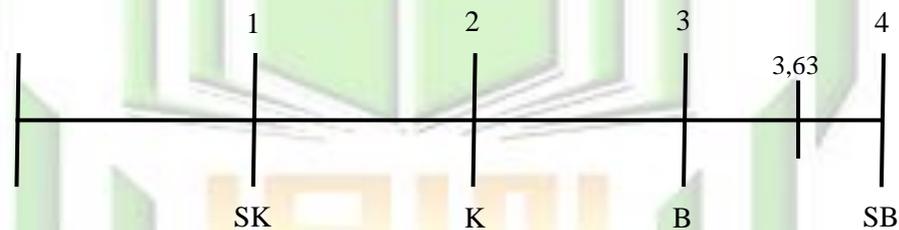
Aspek	Butir penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
STEM	Materi yang disajikan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik.	4	4	8
	Ilmu-ilmu ilmiah atau sains yang disajikan pada modul mudah dipahami dan dikuasai peserta didik.	4	4	8
	Modul yang disajikan memberikan pengetahuan perkembangan teknologi.	4	3	7
	Modul yang disajikan memberi pengetahuan mengenai pemanfaatan teknologi dalam kehidupan sehari-hari.	4	4	8
	Modul mengarahkan peserta didik untuk melakukan pemanfaatan teknologi.	4	3	7
	Modul yang disajikan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan pemanfaatan teknologi.	4	3	7
	Modul yang disajikan memberikan pemahaman	4	3	7

	kepada peserta didik mengenai teknik-teknik penggunaan dari teknologi yang terdapat pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor.			
	Modul yang disajikan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merencanakan atau menggunakan pembelajaran berbasis teknik.	4	3	7
	Modul yang disajikan memberikan pemahaman kepada peserta didik untuk menghitung dan mengolah solusi permasalahan dengan menggunakan data berupa angka-angka.	4	3	7
	Modul yang disajikan memberikan pemahaman kepada peserta didik untuk menganalisis dan menafsirkan solusi permasalahan dengan menggunakan data berupa angka-angka.	4	3	7
	Modul yang disajikan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghitung dan mengolah solusi permasalahan dengan menggunakan data berupa angka-angka.	4	3	7
	Modul yang disajikan memberikan pemahaman kepada peserta didik untuk menganalisis dan menafsirkan solusi permasalahan dengan menggunakan data berupa angka-angka.	4	3	7
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )				87
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )				3,63
Persentase (%)				90,63
Kategori				Sangat Valid
Kriteria				Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 20, maka dapat diketahui bahwa penilaian ahli materi pertama dan kedua terhadap aspek STEM diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,63 dengan persentase 90,63% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{87}{96} \times 100\% = 90,63\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek STEM *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.42.



Gambar 4. 42 Hasil penilaian ahli materi pada aspek STEM

Berdasarkan hasil penilaian dari ahli materi pertama dan kedua terhadap aspek isi, penyajian, bahasa dan STEM, sehingga rekapitulasi dari penilaian ahli materi tertera pada tabel 4. 21 berikut:

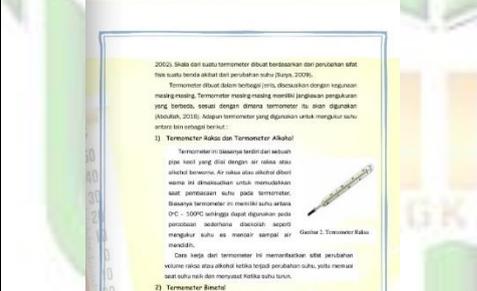
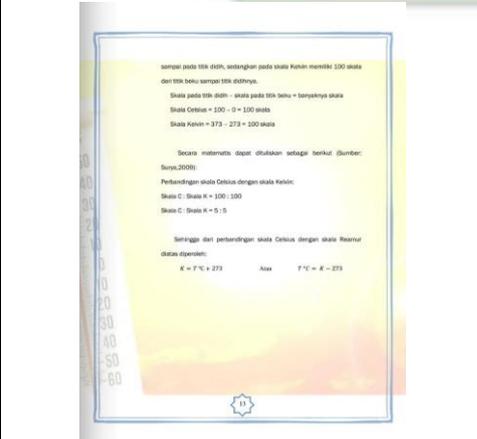
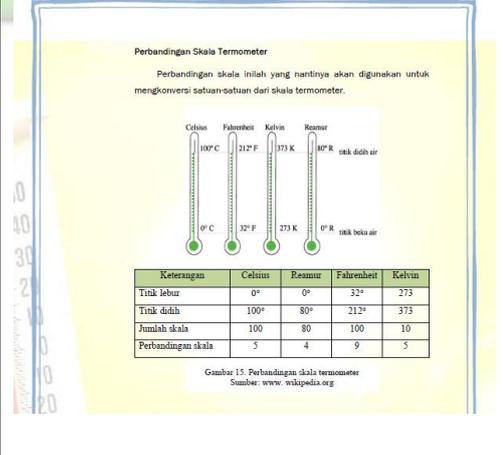
**Tabel 4. 22 Rekapitulasi Penilaian Ahli Materi Pertama Dan Kedua**

Aspek	Skor yang diperoleh	Persentase	Kriteria	kategori
Isi	103	91,96%	SB	Sangat Valid
Penyajian	130	90,27%	SB	Sangat Valid
Bahasa	107	89,17%	SB	Sangat Valid

STEM	87	90,63%	SB	Sangat Valid
Rata-rata persentase		90,51%	SB	Sangat Valid

Berdasarkan penilaian dari ahli materi pertama dan kedua dapat diketahui bahwa rata-rata persentase penilaian ahli terhadap materi *E-Module* adalah 90,51%. Adapun saran dan perbaikan oleh ahli desain tertera pada tabel 4.22.

**Tabel 4.23 Sebelum dan sesudah revisi produk**

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
<p>Sebelum membahas jenis termometer, bahas dulu sifat termometrik suatu bahan</p> 	<p>Setelah Revisi</p> 
<p>Tambahkan perbandingan skala termometer</p> 	<p>Setelah Revisi</p> 

Tiap tabel ketik 1 spasi

e) Mengkristal, adalah perubahan wujud zat dari wujud padat ke gas.

f) Mengkristal, adalah perubahan wujud zat dari wujud gas ke padat.

Suhu dimana zat cair membeku dan berubah wujud menjadi gas disebut titik didih atau titik jenuh. Titik didih bergantung titik uap. Titik embun adalah perubahan wujud dari gas ke cair dan sebaliknya sama tinggi seperti titik didih. Titik beku adalah ketika suhu zat cair berubah wujud menjadi padat. Titik lebur atau titik leleh adalah ketika suhu benda pada zat padat mencair sehingga menjadi cair atau meleleh.

Tabel. Titik lebur dan titik didih benda

Zat	Titik Lebur (°C)	Titik Didih (°C)
Helium	-271	-269
Oksigen	-219	-183
Nitrogen	-210	-196
Alkohol (etil)	-114	78
Raksa	-39	357
Air	0	100
Emas	1.063	2.933
Besi	1.535	3.000

(Sumber: Surya, 2009)

f) Mengkristal, adalah perubahan wujud zat dari wujud gas ke padat.

Suhu dimana zat cair mendidih dan berubah wujud menjadi gas disebut titik didih atau titik jenuh. Titik embun adalah perubahan wujud dari gas ke cair dan sebaliknya sama tinggi seperti titik didih. Titik beku adalah ketika suhu zat cair berubah wujud menjadi padat. Titik lebur atau titik leleh adalah ketika suhu benda pada zat padat mencair sehingga menjadi cair atau meleleh (Suaber, Surya, 2009).

Tabel. Titik lebur dan titik didih benda

Zat	Titik Lebur (°C)	Titik Didih (°C)
Helium	-271	-269
Oksigen	-219	-183
Nitrogen	-210	-196
Alkohol (etil)	-114	78
Raksa	-39	357
Air	0	100
Emas	1.063	2.933
Besi	1.535	3.000

Tambah soal terkait hantaran panas

$\epsilon$  = Efisiensi suatu benda  
 $\sigma$  = Konstanta Stefan-Boltzman  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$   
 $A$  = Luas Suatu benda yang memancarkan radiasi (m<sup>2</sup>)  
 $T^4$  = Suhu mutlak (K) (Sumber: Surya, 2009)

**Contoh Soal**

1. Sebuah batang tembaga memiliki luas 30 cm<sup>2</sup> dipanaskan hingga suhu 157°C. Jika emisivitas bahan adalah 0,4 dan tetapan Stefan-Boltzman  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ , berapakah energi radiasi yang dipancarkan oleh batang tembaga tiap sekonnya ?

Penyelesaian:  
 Diketahui:  
 $A = 30 \text{ cm}^2$   
 $\epsilon = 0,4$   
 $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$   
 $T^4 = 157^\circ\text{C}$

Ditanya:  
 $P = \dots ?$   
 Jawab:  
 $P = \epsilon \sigma A T^4$   
 $P = (0,4) \cdot (5,67 \times 10^{-8}) \cdot (30) \cdot (157)^4$   
 $P = (88,04 \times 10^{-8}) \cdot (607,573 \times 10^6)$   
 $P = (41339,267 \times 10^{-8+6})$   
 $P = (41339,267 \times 10^{-2})$   
 $P = 413,393 \text{ watt}$

Jadi, energi radiasi yang dipancarkan oleh batang tembaga tersebut tiap sekonnya adalah

Persamaan asas black diturunkan lebih lanjut dan berikan contoh soal penerapannya.

namun berbeda halnya dengan kapasitas kalor (kapasitas panas), dimana kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda 1 K. Secara matematis ditulis dengan rumus:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = C \Delta T$$

Keterangan:  
 $C$  = Kapasitas kalor (J/K) atau (J/°C)  
 $Q$  = Banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu benda (J)  
 $\Delta T$  = Perubahan suhu (°C)

**3. Asas Black**

Apakah STEM tahu

Iman asal Inggris bernama Joseph Black pada tahun 1762 menyatakan bahwa kalor yang diterima suatu benda dengan kalor yang dilepaskan benda lain dalam suatu sistem tertutup (Karna, 2007). Sehingga apabila ada dua benda dengan suhu yang berbeda kemudian dipisahkan atau dipisahkan maka akan terdapat energi kalor.

Atas dasar ini terdapat dua benda yang berbeda bermula hingga menjadi benda yang berbeda rendah sampai terjadi keseimbangan termal atau kedua benda memiliki suhu yang sama (Makhsin, 2018). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

Kemudian persamaan ini dikenal dengan nama asas Black atau hukum kekekalan energi kalor (Karna, 2007).

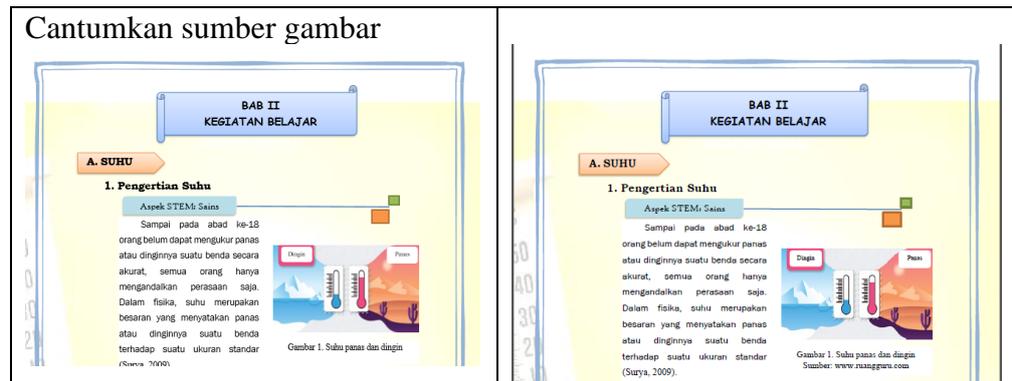
Gambar 17. Fokussus Joseph Black  
 Gambar 18. Proses endapan dan reentansi kalor

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$(m_1 c_1 \Delta T)_{lepas} = (m_2 c_2 \Delta T)_{terima}$$

$$(m_1 c_1 (T_1 - T_0))_{lepas} = (m_2 c_2 (T_0 - T_2))_{terima}$$

Kemudian persamaan ini dikenal dengan nama asas Black atau hukum kekekalan energi kalor (Iltomo, 2007).



c. Penilaian ahli pembelajaran

Penilaian validitas *E-Module* yang ketiga adalah menilai dari segi pembelajaran terhadap *E-Module*. Proses ini dilakukan dengan menyerahkan angket validasi kepada ahli pembelajaran untuk dilakukannya penilaian terhadap *E-Module* yang telah dikembangkan guna penyempurnaan dari *E-Module*. Berikut adalah data hasil uji validitas oleh ahli pertama dan kedua pada aspek penggrafikan pada tabel 4. 23.

**Tabel 4. 24 Penilaian Ahli Pembelajaran Pertama dan Kedua pada Aspek Isi**

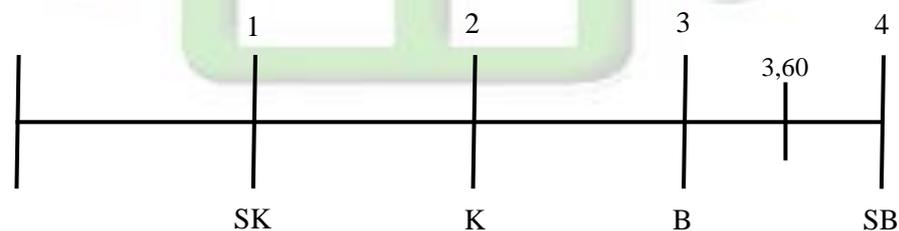
Aspek	Butir penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
Isi	Kesesuaian materi dengan kompetensi yang harus dikuasai	4	4	8
	Kedalaman uraian	3	4	8
	Kelengkapan uraian	4	3	7
	Kesesuaian soal dengan kompetensi yang harus dikuasai	4	3	7
	Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu pengetahuan	4	3	7
	Kekuatan konsep dengan definisi	4	3	7
	Keakuratan fakta	4	3	7

	Keakuratan soal	4	3	7
	Keakuratan gambar dan video	4	3	7
	Keakuratan notasi dan simbol	4	3	7
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )				72
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )				3,60
Persentase (%)				90
Kategori				Sangat Valid
Kriteria				Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 23, maka dapat diketahui bahwa penilaian ahli pembelajaran pertama dan kedua terhadap aspek isi diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,60 dengan persentase 90% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{72}{80} \times 100\% = 90\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek isi *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.43.



Gambar 4. 43 Hasil penilaian ahli pembelajaran pada aspek isi

Selanjutnya penilaian ahli pembelajaran pertama dan kedua pada aspek penyajian pada tabel 4. 24.

**Tabel 4. 25 Penilaian Ahli Pembelajaran Pertama dan Kedua pada Aspek Penyajian**

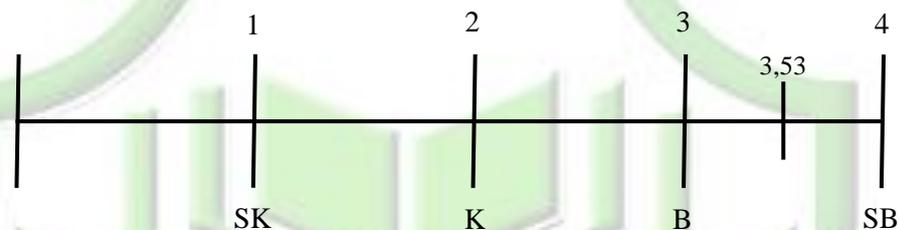
Aspek	Butir penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
Penyajian	Menyajikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik	4	4	8
	Contoh-contoh soal dalam setiap kegiatan-kegiatan	4	4	8
	Soal latihan pada akhir kegiatan belajar	3	3	6
	Glossarium	4	3	7
	Daftar Pustaka	4	3	7
	Bagian pendahuluan	4	3	7
	Bagian isi	4	3	7
	Bagian penutup	3	3	6
	Keruntunan penyajian	4	3	7
	Uraian materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks	3	3	6
	Mendorong rasa ingin tahu peserta didik	4	4	8
	Mendorong terjadinya interaksi peserta didik dengan sumber belajar	4	4	8
	Mendorong untuk mencari informasi lebih lanjut	4	4	8
	Mendorong peserta didik membangun pengetahuannya	4	3	7
	Mendorong peserta didik untuk mengamalkan atau mengikuti isi bacaan	3	3	6
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )				106
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )				3,53
Persentase (%)				88,33
Kategori				Sangat Valid
Kriteria				Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 24, maka dapat diketahui bahwa penilaian ahli pembelajaran pertama dan kedua terhadap aspek penyajian diperoleh data

rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,53 dengan persentase 88,33% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{106}{120} \times 100\% = 88,33\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek penyajian *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.44.



Gambar 4. 44 Hasil penilaian ahli pembelajaran pada aspek penyajian

Selanjutnya penilaian ahli pembelajaran pertama dan kedua pada aspek bahasa pada tabel 4. 25.

**Tabel 4. 26 Penilaian Ahli Pembelajaran Pertama dan Kedua pada Aspek Bahasa**

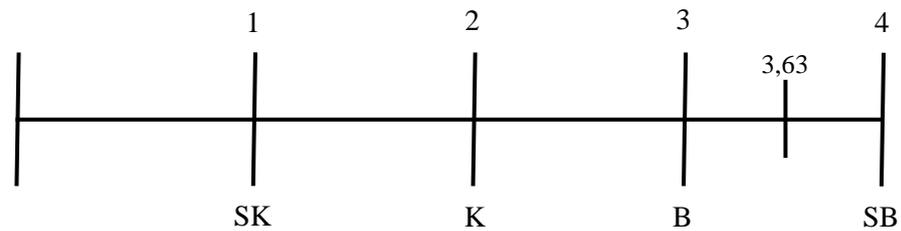
Aspek	Butir penilaian (N)	Validator (n=2)		Jumlah skor tiap butir
		1	2	
	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir peserta didik	4	3	7
	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial emosional peserta didik	4	3	7
	Ketepatan struktur kalimat	4	3	7

Bahasa	Keefektifan kalimat	4	3	7
	Kebakuan istilah	4	3	7
	Keterbacaan pesan	4	3	7
	Ketepatan penggunaan kaidah bahasa	4	3	7
	Kemampuan memotivasi peserta didik	4	4	8
	Kemampuan mendorong berpikir kritis	4	4	8
	Keruntunan dan keterpaduan antar kegiatan belajar	4	3	7
	Keruntunan dan keterpaduan antar paragraf	4	3	7
	Konsisten penggunaan istilah	4	4	8
	Konsistensi penggunaan simbol/lambang	4	4	8
	Ketepatan tata bahasa	4	3	7
	Ketepatan tata ejaan	4	3	7
	Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )			
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )				3,63
Persentase (%)				90,83
Kategori				Sangat Valid
Kriteria				Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 25, maka dapat diketahui bahwa penilaian ahli pembelajaran pertama dan kedua terhadap aspek bahasa diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,63 dengan persentase 90,83% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{109}{120} \times 100\% = 90,83\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek bahasa *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.45.



Gambar 4. 45 Hasil penilaian ahli pembelajaran pada aspek bahasa

Berdasarkan hasil penilaian dari ahli pembelajaran pertama dan kedua terhadap aspek isi, penyajian dan bahasa, sehingga rekapitulasi dari penilaian ahli pembelajaran tertera pada tabel 4. 26 berikut:

**Tabel 4. 27 Rekapitulasi Penilaian Ahli Pembelajaran Pertama dan Kedua**

Aspek	Skor yang diperoleh	Persentase	Kriteria	Kategori
Isi	72	90%	SB	Sangat Valid
Penyajian	106	88,33%	SB	Sangat Valid
Bahasa	109	90,83%	SB	Sangat Valid
Rata-rata persentase		89,72%	SB	Sangat Valid

Berdasarkan penilaian dari ahli pembelajaran pertama dan kedua dapat diketahui bahwa rata-rata persentase penilaian ahli dari segi pembelajaran terhadap *E-Module* adalah 89,72%. Adapun saran dan perbaikan oleh ahli pembelajaran tertera pada tabel 4.27.

**Tabel 4.28 Sebelum dan sesudah revisi produk**

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
Pada kompetensi dasar menggunakan nomor 3.5 dan 4.5. pada indikator pencapaian	

kompetensi menggunakan nomor 3.5.1 dan seterusnya.

**KOMPETENSI DASAR**

1. Mendeskripsikan pengertian suhu dan kalor.
2. Menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan suhu benda.
3. Menganalisis pengaruh perubahan suhu terhadap perubahan bentuk benda.
4. Menggunakan persamaan-persamaan untuk menyelesaikan masalah suhu, kalor dan perpindahan kalor.
5. Menganalisis perpindahan kalor dengan cara konduksi, konveksi dan radiasi.
6. Melakukan percobaan suhu dan termometer.

**INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI**

1. Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari.
2. Merancang dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya

**KOMPETENSI DASAR**

- 3.5. Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari.
- 4.5. Merancang dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya

**INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI**

- 3.5.1. Mendeskripsikan pengertian suhu dan kalor.
- 3.5.2. Menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan suhu benda.
- 3.5.3. Menganalisis pengaruh perubahan suhu terhadap perubahan bentuk benda.
- 3.5.4. Menggunakan persamaan-persamaan untuk menyelesaikan masalah suhu, kalor dan perpindahan kalor.
- 3.5.5. Menganalisis perpindahan kalor dengan cara konduksi, konveksi dan radiasi.
- 4.5.1. Melakukan percobaan suhu dan termometer.
- 4.5.2. Melakukan percobaan perpindahan kalor.

Ganti opsi yang A dengan akhiran meter juga.

3. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu dinamakan dengan...

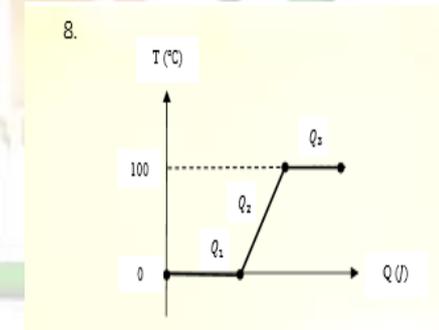
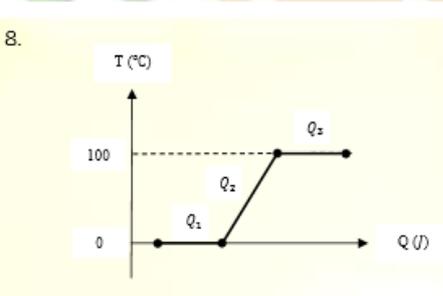
- A. Indera peraba
- B. Hydrometer
- C. Termometer
- D. Kalorimeter
- E. Barometer

E.  $-1.820 / ^\circ\text{C}$

3. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu dinamakan dengan...

- A. Testermeter
- B. Hydrometer
- C. Termometer
- D. Kalorimeter
- E. Barometer

Titik  $Q_1$  diletakkan tepat pada garis 0



Soal nomor 10 belum ada pertanyaannya.

10. Sebuah pelat logam terbuat dari bahan perunggu ( $\alpha = 1,8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) dipanaskan dari suhu  $0^\circ\text{C}$  sampai  $60^\circ\text{C}$  dengan ukuran seperti pada gambar berikut.



A.  $9,72 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$   
 B.  $972 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$   
 C.  $9,27 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$   
 D.  $927 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$   
 E.  $9,72 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$

10. Sebuah pelat logam terbuat dari bahan perunggu ( $\alpha = 1,8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) dipanaskan dari suhu  $0^\circ\text{C}$  sampai  $60^\circ\text{C}$  dengan ukuran seperti pada gambar berikut.



Berapakah pemuaian luas yang terjadi pada pelat logam tersebut ?

A.  $9,72 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$   
 B.  $972 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$   
 C.  $9,27 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$   
 D.  $927 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$   
 E.  $9,72 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$

### Tambahkan kata konduktivitas pada glossarium

GLOSARIUM

Anomali air	: Sifat yang tidak teratur dari pemuaian air, air mengontraksi jika dipanaskan dari suhu $0^\circ\text{C}$ ke suhu $4^\circ\text{C}$ .
Asas black	: Banyaknya kalor yang dilepas benda bersuhu tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diserap benda yang bersuhu rendah.
Kalor	: Perpindahan energi panas dari suatu benda ke benda lain yang diakibatkan perbedaan temperatur.
Kalor jenis	: Kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu atau temperatur 1 kg zat/material sebesar 1 K.
Kalorik	: Satuan umum untuk kalor.
Kapasitas kalor	: Adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda 1 K.
Pyrometer	: Alat pengukur suhu dan dapat mengukur pada suhu yang tinggi sekali tanpa harus menyentuhnya secara langsung.
Suhu	: Besaran yang menyatakan panas atau dinginnya suatu benda terhadap suatu ukuran standar.
Termometer	: Alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu.

GLOSARIUM

Anomali air	: Sifat yang tidak teratur dari pemuaian air, air mengontraksi jika dipanaskan dari suhu $0^\circ\text{C}$ ke suhu $4^\circ\text{C}$ .
Asas black	: Banyaknya kalor yang dilepas benda bersuhu tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diserap benda yang bersuhu rendah.
Kalor	: Perpindahan energi panas dari suatu benda ke benda lain yang diakibatkan perbedaan temperatur.
Kalor jenis	: Kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu atau temperatur 1 kg zat/material sebesar 1 K.
Kalorik	: Satuan umum untuk kalor.
Kapasitas kalor	: Adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda 1 K.
Pyrometer	: Alat pengukur suhu dan dapat mengukur pada suhu yang tinggi sekali tanpa harus menyentuhnya secara langsung.
Suhu	: Besaran yang menyatakan panas atau dinginnya suatu benda terhadap suatu ukuran standar.
Termometer	: Alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu.
Konduktivitas termal	: Ukuran kemampuan bahan untuk menghantarkan panas.

### 3. Respons Guru dan Peserta Didik

Langkah selanjutnya dari pengembangan ini adalah melihat respons guru dan melakukan uji coba kelompok kecil dengan melibatkan 15 orang peserta didik.

#### a. Respons Guru

Proses ini dilakukan dengan menyerahkan angket respons kepada guru untuk dilakukannya penilaian terhadap *E-Module* yang telah dikembangkan guna penyempurnaan dari *E-Module*. Data angket respons guru dapat dilihat pada tabel 4. 28.

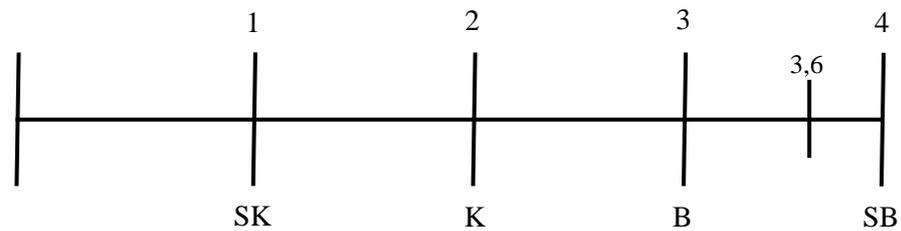
**Tabel 4. 29 Hasil Penilaian respons guru pada Aspek Isi**

No	Butir Penilaian	Total Skor
1	Materi modul mudah dipahami peserta didik	3
2	Materi sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar	4
3	Isi modul sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik	4
4	Ketepatan gambar yang mendukung pengetahuan materi	4
5	Interaktif dalam memahami materi	3
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )		18
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )		3,6
Persentase (%)		90
Kategori		Sangat Valid
Kriteria		Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 28, maka dapat diketahui bahwa penilaian hasil respons guru terhadap aspek isi diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,6 dengan persentase 90% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{18}{20} \times 100\% = 90\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek isi *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11 Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.46.



Gambar 4. 46 Hasil penilaian respons guru pada aspek isi

Selanjutnya data hasil respons guru pada aspek penyajian tertera pada tabel 4. 29.

**Tabel 4. 30 Hasil Penilaian Respons Guru pada Aspek Penyajian**

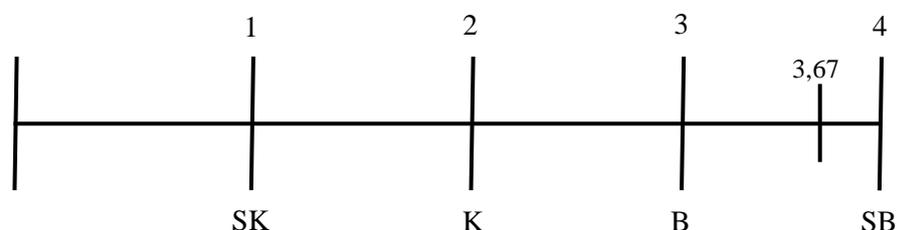
No	Butir Penilaian	Total Skor
1	Bacaan teks tata penulisan	3
2	Penempatan gambar	4
3	Desain sampul dan halaman	4
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )		11
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )		3,67
Persentase (%)		91,67
Kriteria		Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 29, maka dapat diketahui bahwa penilaian hasil respons guru terhadap aspek penyajian diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,67 dengan persentase 91,67% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{11}{12} \times 100\% = 91,67\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek penyajian *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik, hal

ini dapat dilihat dari tabel 3.11 Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.47.



Gambar 4. 47 Hasil penilaian respons guru pada aspek penyajian

Selanjutnya data hasil respons guru pada aspek kemenarikan tertera pada tabel 4. 30.

**Tabel 4. 31 Hasil Penilaian Respons Guru pada Aspek Kemenarikan**

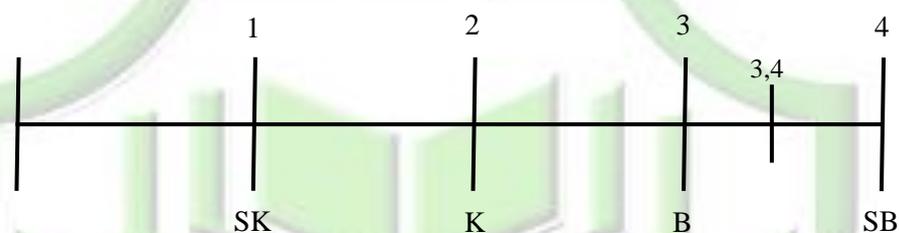
No	Butir Penilaian	Total Skor
1	Dengan modul elektronik ini peserta didik tidak merasa bosan dalam belajar	4
2	Peserta didik merasa senang menggunakan modul elektronik sebagai bahan belajar	3
3	Belajar dengan menggunakan modul elektronik ini memotivasi peserta didik untuk belajar lebih giat	3
4	Belajar dengan menggunakan modul elektronik ini lebih menarik	4
5	Belajar dengan menggunakan modul elektronik ini dapat memusatkan perhatian peserta didik saat mempelajari materi	3
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )		17
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )		3,4
Persentase (%)		85
Kriteria		Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.30, maka dapat diketahui bahwa penilaian hasil respons guru terhadap aspek kemenarikan diperoleh data rata-rata skor yang

diperoleh sebesar 3,4 dengan persentase 85% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{17}{20} \times 100\% = 85\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek kemenarikan *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11 Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.48.



Gambar 4. 48 Hasil penilaian respons guru pada aspek kemenarikan

Berdasarkan penilaian hasil respons guru terhadap aspek isi, penyajian dan kemenarikan, sehingga rekapitulasi dari respons guru tertera pada tabel 4.31 berikut:

**Tabel 4. 32 Rekapitulasi Penilaian Respons Guru**

Aspek	Skor yang diperoleh	Persentase	Kriteria
Isi	18	90%	Sangat Baik
Penyajian	11	91,67%	Sangat Baik
kemenarikan	17	85%	Sangat Baik
Rata-rata persentase		88,89%	Sangat Baik

Berdasarkan penilaian dari hasil respons guru dapat diketahui bahwa rata-rata persentase penilaian respons guru terhadap *E-Module* adalah 88,98%.

b. Hasil uji coba kelompok kecil

Proses selanjutnya setelah mencari respons guru adalah melakukan uji coba kelompok kecil kepada peserta didik dengan melibatkan 15 orang peserta didik. Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap produk yang telah dikembangkan yaitu berupa *E-Module*. Data angket respons peserta didik yang didapat dari hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 4. 32.

**Tabel 4. 33 Hasil Penilaian Uji Coba pada Aspek Penyajian**

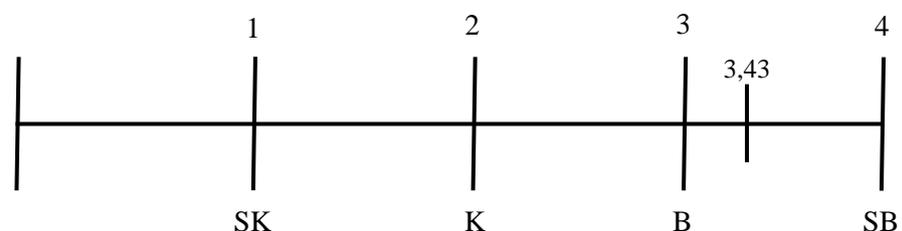
No	Butir Penilaian	Responden Ke-															Total Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Gambar-gambar yang ada pada <i>E-Module</i> ini mendukung pemahaman anda	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	54
2	Anda tertarik dengan desain sampul, pewarnaan dan pemilihan jenis huruf pada <i>E-Module</i> ini	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	48
3	Anda senang jika	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	51

	pembelajaran fisika menggunakan <i>E-Module</i> ini																
4	<i>E-Module</i> ini dapat memotivasi anda untuk belajar	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	53
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )																	206
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )																	3,43
Persentase (%)																	85,83
Kriteria																	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 32, maka dapat diketahui bahwa penilaian hasil uji coba terhadap aspek penyajian diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,43 dengan persentase 85,83% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{206}{240} \times 100\% = 85,83\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek penyajian *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.49.



Gambar 4. 49 Hasil penilaian uji coba pada aspek penyajian

Selanjutnya data hasil uji coba pada aspek isi tertera pada tabel 4. 33.

**Tabel 4. 34 Hasil Penilaian Uji Coba pada Aspek Isi**

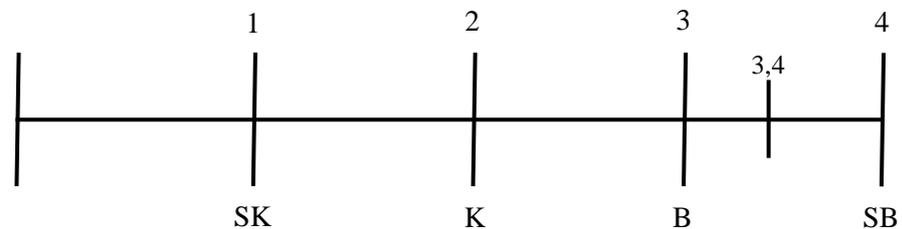
No	Butir Penilaian	Responden Ke-															Total Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Materi yang disajikan dalam <i>E-Module</i> ini mudah dipahami	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	50
2	<i>E-Module</i> ini berguna dalam pembelajaran fisika	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	52
3	<i>E-Module</i> ini membantu anda dalam memahami konsep suhu, kalor dan perpindahan kalor	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	51
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )																	153
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )																	3,4
Persentase (%)																	85
Kriteria																	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4. 33, maka dapat diketahui bahwa penilaian hasil uji coba terhadap aspek isi diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,4 dengan persentase 85%. Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{153}{180} \times 100\% = 85\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek isi *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik, hal ini dapat

dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.50.



Gambar 4. 50 Hasil penilaian uji coba pada aspek isi

Selanjutnya data hasil uji coba pada aspek bahasa tertera pada tabel 4.34.

**Tabel 4. 35 Hasil Penilaian Uji Coba Pada Aspek Bahasa**

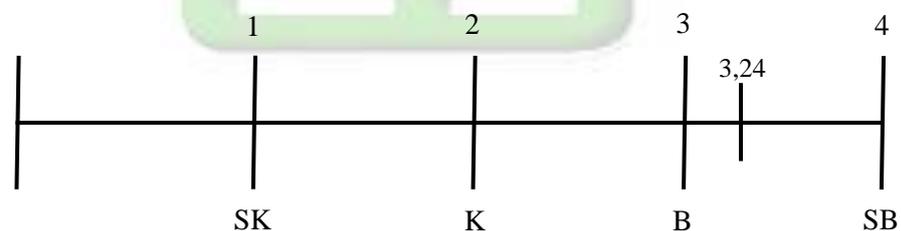
No	Butir Penilaian	Responden Ke-															Total Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Anda mudah dalam memahami bahasa yang digunakan dalam <i>E-Module</i> ini	3	3	3	3	3	4	4	3	2	3	3	3	4	3	3	47
2	Anda memahami penggunaan simbol, istilah dan lambang yang ada dalam <i>E-Module</i> ini	3	3	3	4	3	3	4	3	3	2	3	4	3	4	3	48
3	Anda memahami penjelasan dan arahan dalam	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	51

mempelajari materi pada <i>E-Module</i> ini																			
Jumlah skor aspek ( $\sum X$ )																			146
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )																			3,24
Persentase (%)																			81,11
Kriteria																			Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.34, maka dapat diketahui bahwa penilaian hasil uji coba terhadap aspek bahasa diperoleh data rata-rata skor yang diperoleh sebesar 3,24 dengan persentase 81,11% Jika dihitung melalui persentase, yaitu:

$$\text{Hasil} = \frac{146}{180} \times 100\% = 81,11\%$$

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa aspek bahasa *E-Module* ini berada pada kriteria sangat baik dengan kategori sangat valid, hal ini dapat dilihat dari tabel 3.11. Secara keseluruhan, interval hasil penilaian pada gambar 4.51.



Gambar 4. 51 Hasil penilaian uji coba pada aspek bahasa

Berdasarkan penilaian hasil uji coba terhadap aspek isi, penyajian dan bahasa, sehingga rekapitulasi dari hasil uji coba tertera pada tabel 4.35 berikut:

**Tabel 4. 36 Rekapitulasi Penilaian Uji Coba Kelompok Kecil**

Aspek	Skor yang diperoleh	Persentase	Kriteria
Isi	206	85,83	Sangat Baik
Penyajian	153	85	Sangat Baik
Bahasa	146	81,11	Sangat Baik
Rata-rata persentase		83,98	Sangat Baik

Berdasarkan penilaian dari hasil uji coba kelompok kecil dapat diketahui bahwa rata-rata persentase penilaian uji coba terhadap *E-Module* adalah 83,98%.

## B. Pembahasan

### 1. Proses pengembangan *E-Module* menggunakan model ADDIE

Elektronik modul atau biasa dikenal dengan *E-Module* adalah suatu bahan ajar yang berbentuk digital yang dapat digunakan secara *online* (Abidin, 2017). Suatu modul disusun dengan tujuan kepentingan dari peserta didik dan guru, dimana dalam modul berisi serangkaian kegiatan belajar yang disesuaikan dengan kompetensi yang akan dicapai (Suryani, 2020). Kelebihan *E-Module* dibandingkan dengan modul cetak adalah lebih praktis dibawa kemana-mana, lebih tahan lama atau tidak mudah lapuk, terdapatnya gambar,

audio, video serta dilengkapi dengan umpan balik dapat diakses secara *online* melalui *smartphone*, laptop atau komputer (Widiana, 2016; Abidin, 2017; Simamora, 2018). Berdasarkan dari hasil analisis kebutuhan diketahui bahwa peserta didik belum semuanya memiliki buku pegangan untuk belajar secara mandiri dirumah dan juga diketahui bahwa rata-rata peserta didik memiliki *smartphone*.

Langkah yang kedua setelah analisis kebutuhan adalah *design* atau (rancangan). Langkah ini diawali dengan penyusunan garis besar dari *E-Module*, yaitu mempersiapkan referensi-referensi yang digunakan sebagai rujukan dalam pembuatan *E-Module*. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK).

**Tabel 4.37 Kompetensi inti, kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi**

<b>Kompetensi Inti (KI)</b>	
KI 3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	
KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.	
<b>Kompetensi Dasar (KD)</b>	<b>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)</b>
3.5. Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari.	3.5.1. Mendeskripsikan pengertian suhu dan kalor. 3.5.2. Menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan suhu benda. 3.5.3. Menganalisis pengaruh perubahan suhu terhadap perubahan bentuk benda.
4.5. Merancang dan melakukan percobaan tentang karakteristik	

<p>termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfatannya</p>	<p>3.5.4. Menggunakan persamaan-persamaan untuk meyelesaikan masalah suhu, kalor dan perpindahan kalor.</p> <p>3.5.5. Menganalisis perpindahan kalor dengan cara konduksi, konveksi dan radiasi.</p> <p>4.5.1. Melakukan percobaan suhu dan termometer.</p> <p>4.5.2. Melakukan percobaan perpindahan kalor.</p>
--	--

Setelah penentuan kompetensi inti, kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi selesai, dilanjutkan dengan perumusan tujuan pembelajaran serta menentukan komponen-komponen dari *E-Module*, yaitu merancang sampul *E-Module*, merancang bagian isi seperti kata pengantar, bab I, bab II, bab III, contoh soal, uji pemahaman, glossarium, kunci jawaban dan daftar Pustaka.

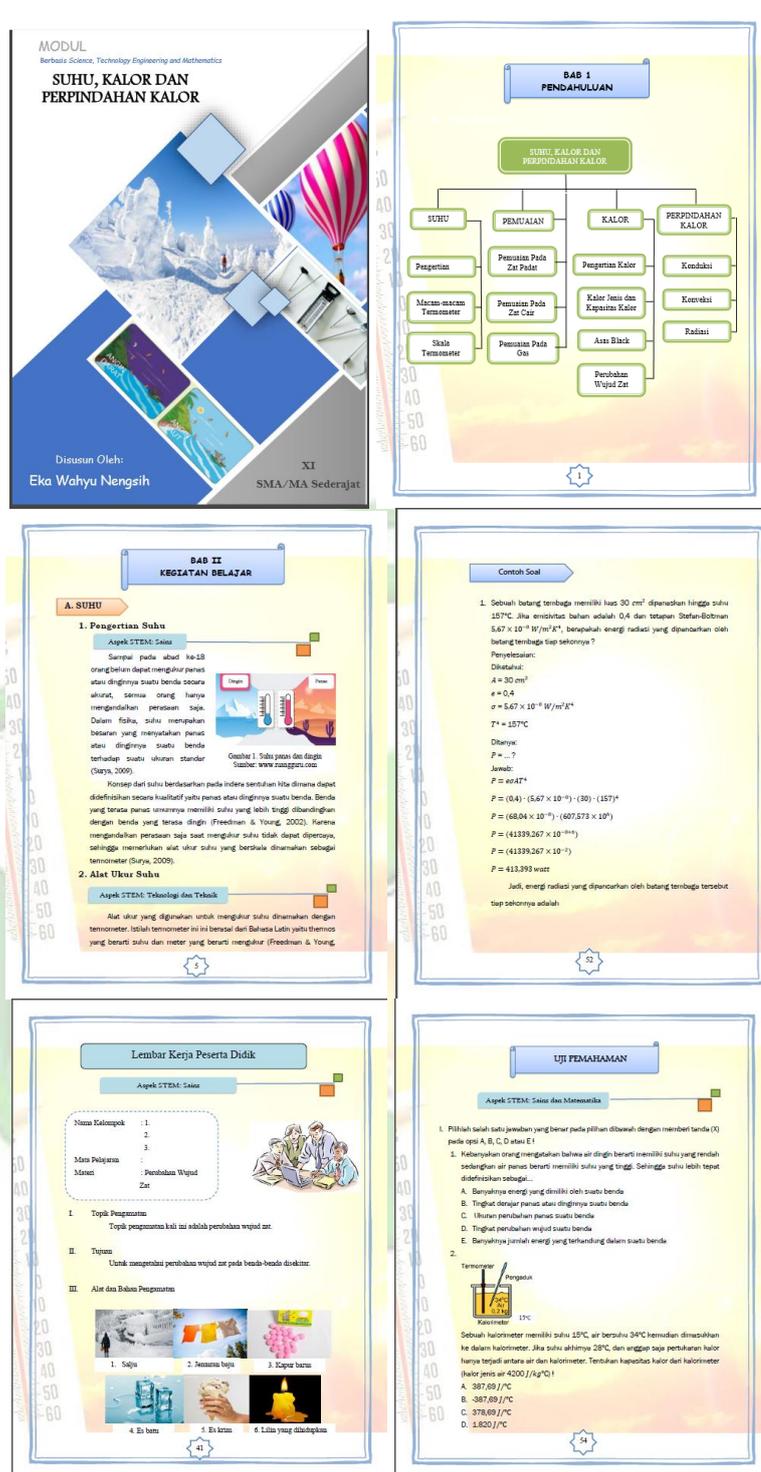
**Tabel 4.38 Tujuan pembelajaran**

<b>Tujuan Pembelajaran</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melalui metode tanya jawab peserta didik mampu mendeskripsikan pengertian suhu dan kalor.</li> <li>2. Melalui metode diskusi peserta didik mampu menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan suhu benda.</li> <li>3. Melalui metode diskusi peserta didik mampu menganalisis pengaruh perubahan suhu terhadap perubahan bentuk benda.</li> <li>4. Melalui metode tanya jawab dan diskusi peserta didik mampu menggunakan persamaan-persamaan untuk meyelesaikan masalah suhu, kalor dan perpindahan kalor.</li> <li>5. Melalui metode diskusi peserta didik mampu menganalisis perpindahan kalor dengan cara konduksi, konveksi dan radiasi.</li> <li>6. Melalui metode diskusi dan percobaan peserta didik mampu mengolah data dan menganalisis hasil percobaan suhu dan termometer.</li> <li>7. Melalui metode diskusi dan percobaan peserta didik mampu mengolah data dan menganalisis hasil percobaan perpindahan kalor.</li> </ol>

**Tabel 4.39** Komponen isi *E-Module*

<b>Komponen Isi <i>E-Module</i></b>
Sampul halaman
Kata pengantar
Daftar isi
BAB I Pendahuluan
A. Peta konsep
B. Petunjuk penggunaan <i>E-Module</i>
C. Kompetensi dan indikator
D. Tujuan pembelajaran
BAB II Kegiatan belajar
A. Unit 1: Suhu
B. Unit 2: Kalor
C. Unit 3: Perpindahan kalor
BAB III Penutup
A. Tindak lanjut
B. Harapan
Uji pemahaman
Glossarium
Daftar pustaka
Kunci jawaban
Biografi penulis

Langkah ketiga adalah *development* (pengembangan), dimana pada langkah ini merupakan tahap melengkapi penyusunan isi dari draf *E-Module*. Komponen yang termuat dalam *E-Module* yaitu sampul, kata pengantar, daftar isi, bab I berisi peta konsep, petunjuk penggunaan *E-Module*, kompetensi dan indikator, tujuan pembelajaran, bab II berisi materi yang akan dibahas yaitu suhu, kalor dan perpindahan kalor, bab III berisi tindak lanjut dan harapan, komponen selanjutnya uji pemahaman berisi tiga tipe soal yaitu pilihan ganda, essay dan menemukan kata, selanjutnya glossarium, kunci jawaban, daftar pustaka dan biografi penulis.

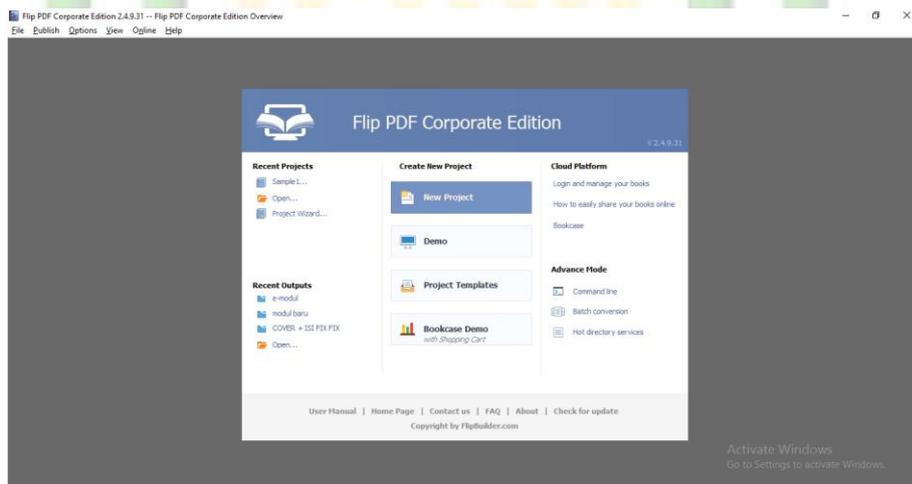


Gambar 4. 52 Tampilan E-Module

Pada awalnya penyusunan pada tiap halaman tidak banyak dimasukkan gambar-gambar. Namun agar lebih memberi pemahaman kepada peserta didik

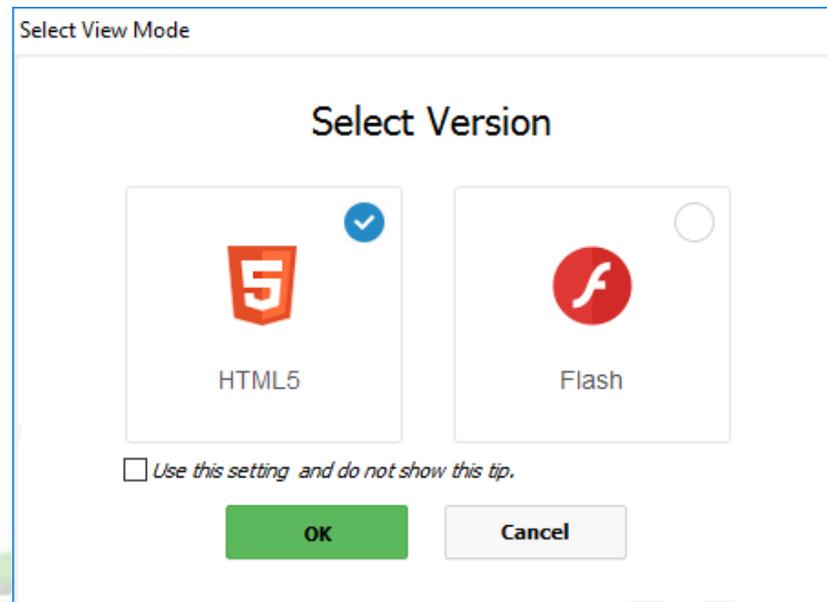
maka pada *E-Module* ini diberikan banyak gambar-gambar yang mencerminkan penerapan dari materi yang termuat dalam kehidupan sehari-hari peserta didik. Pada bagian materi perpindahan kalor dimasukkan video singkat mengenai contoh dari penerapan perpindahan kalor, agar peserta didik lebih memahami materi yang akan dipelajari.

Proses pembuatan *E-Module* ini berlangsung selama kurang lebih 3 bulan dengan adanya kendala yang dihadapi, seperti mempertimbangkan penentuan *backround*, warna-warna yang digunakan serta jenis *font* yang digunakan. Selain itu saat memasukkan video tidak bisa jika dimasukkan kedalam file *word*, jadi tahap memasukkan video dilakukan saat memasukan file *E-Module* ke aplikasi Flip Pdf nya. Setelah penyusunan *E-Module* selesai dalam bentuk *word*, file tersebut diubah kedalam bentuk file Pdf dan dilanjutkan dengan memasukkan file Pdf *E-Module* kedalam aplikasi Flip Pdf dengan memilih menu *new project*.



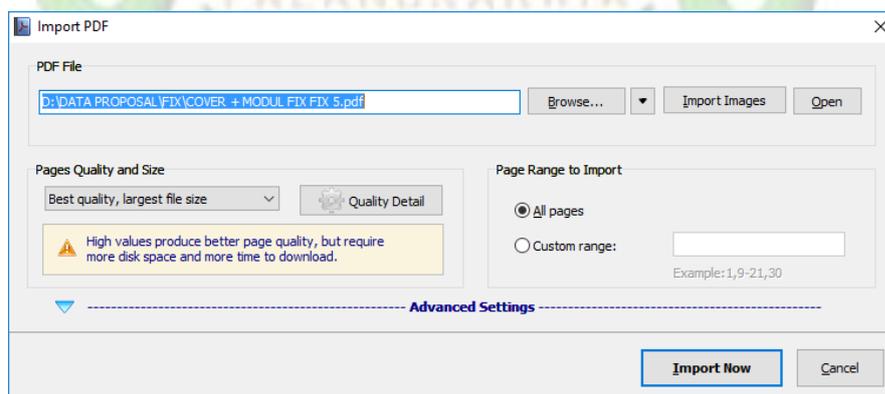
**Gambar 4. 53** Tampilan awal aplikasi Flip PDF

Kemudian tampil layar *select version*, pilih HTML5 agar dapat diakses pada *browser* seperti *smartphone*.



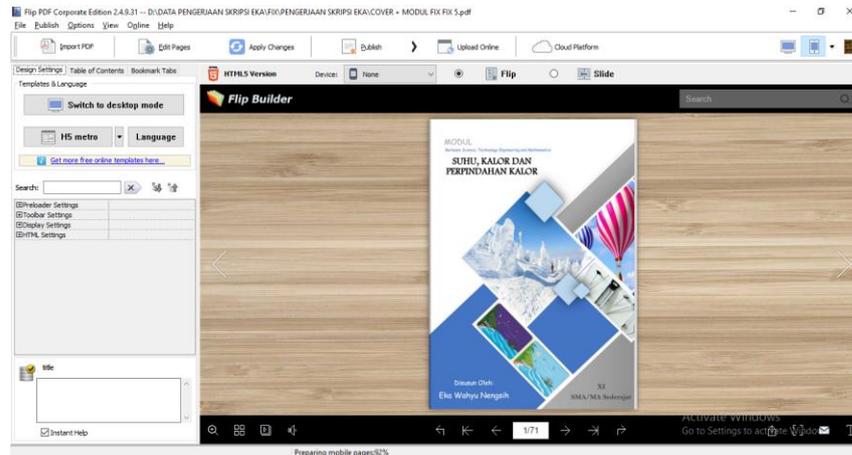
**Gambar 4. 54 Tampilan *select version* aplikasi Flip PDF**

Setelah menu *select version* dipilih maka masuk pada tampilan memasukkan file pdf dengan cara memulih menu *Browser* untuk memilih file yang akan dimasukkan ke dalam aplikasi, jika sudah maka klik *import now*.



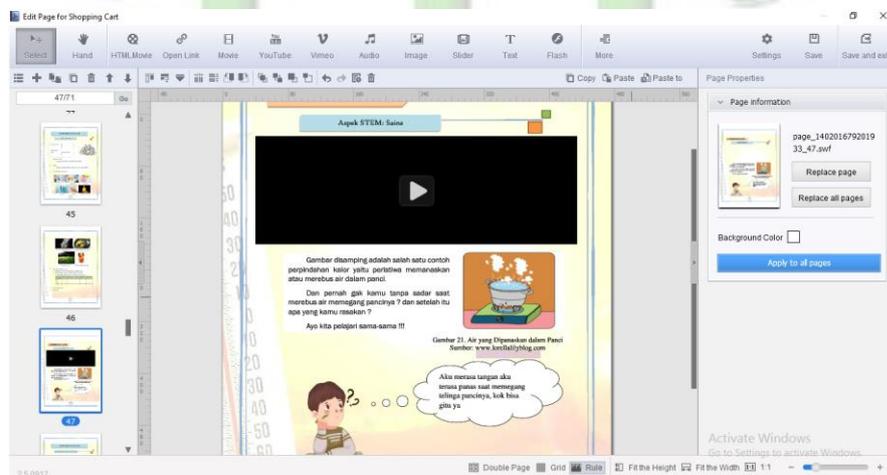
**Gambar 4. 55 Tampilan memilih dan memasukkan file *E-Module***

Setelah file pdf *E-Module* dimasukkan ke dalam aplikasi Flip Pdf, maka akan terlihat pada gambar berikut:



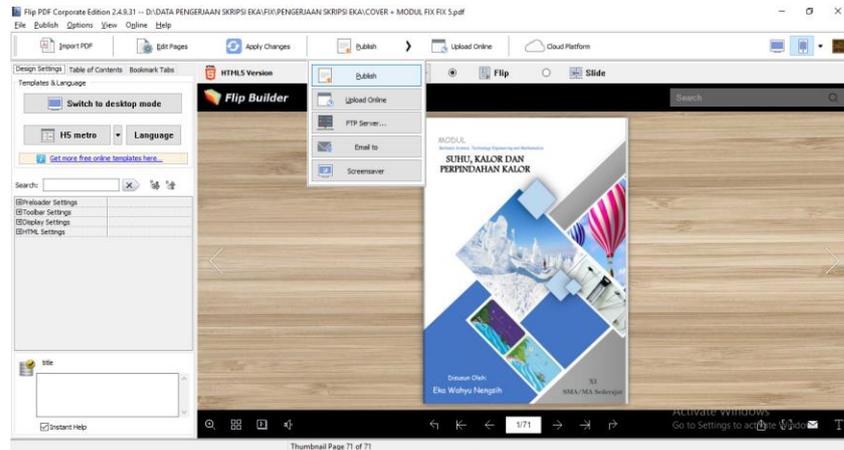
**Gambar 4. 56 Tampilan E-Module pada aplikasi Flip Pdf**

Karena pada file Pdf tidak dapat dimasukkan video maka tahap memasukkan video pada sub materi perpindahan kalor dilakukan dalam aplikasi Flip Pdf. Langkah yang harus dilakukan yaitu pilih edit *page* pada pojok kiri atas, kemudian pilih halaman yang akan dimasukkan video dan pilih video yang diinginkan. Jika telah selesai maka pilih *save and exit* pada pojok kanan atas



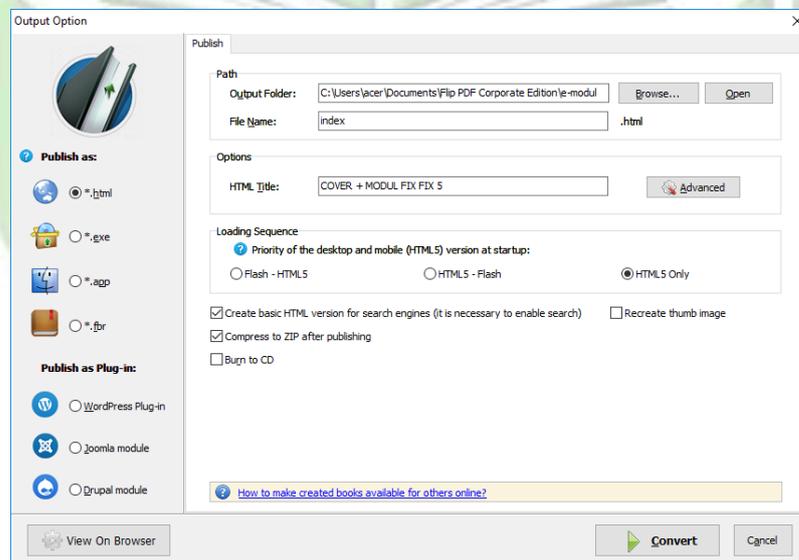
**Gambar 4. 57 Memasukkan video ke halaman yang diinginkan**

Jika tidak ada yang ingin diedit lagi, maka *E-Module* telah siap dilanjutkan ketahap *upload* dengan memilih menu *publish*.

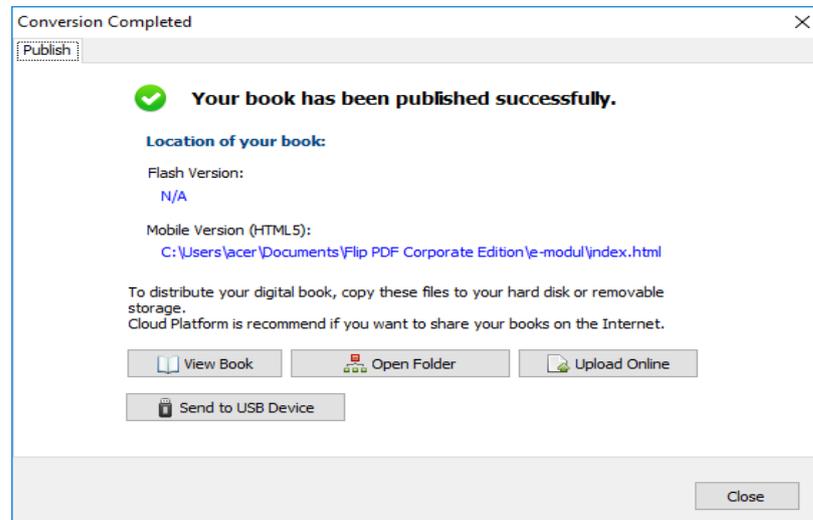


**Gambar 4. 58 Tahap publish *E-Module***

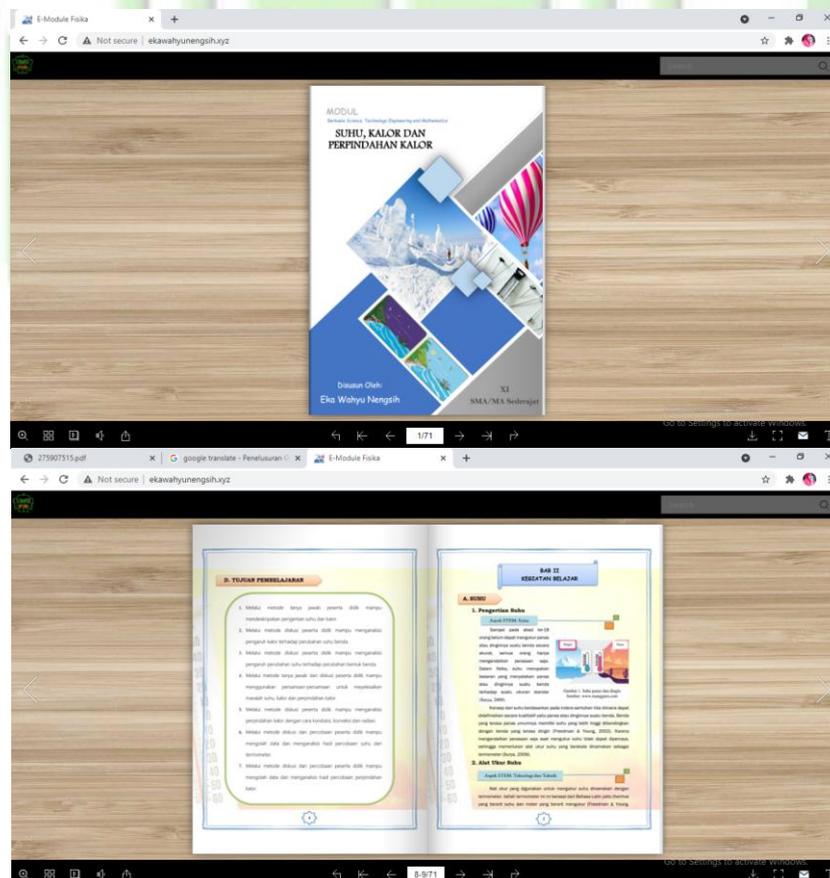
setelah memilih menu *publish* maka dilanjutkan ketahap pengconvertnan file *E-Module*.

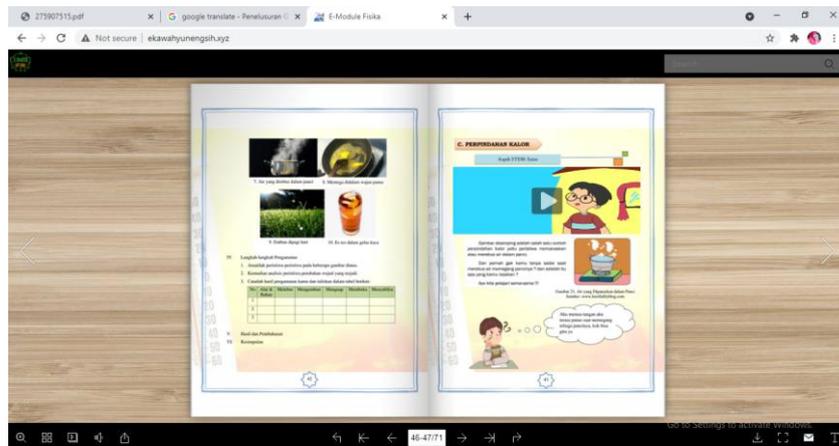


**Gambar 4. 59 Tampilan *E-Module* di convert**



**Gambar 4. 60 Upload online E-Module** setelah penguploadan selesai maka *E-Module* sudah dapat diakses pada laman yang telah disediakan, secara rinci tampilan *E-Module* secara *online* gambae 4.61.





**Gambar 4. 61** Tampilan *E-Module* secara *online*

Setelah *E-Module* selesai di *upload online*, maka langkah selanjutnya adalah validasi *E-Module* oleh ahli dan kemudian melakukan revisi sesuai dengan saran dari validator. Langkah keempat adalah *implementation* (penerapan), setelah langkah ketiga selesai dilanjutkan dengan uji coba pada kelompok kecil kepada peserta didik kelas XI di SMA Negeri 4 Palangka Raya.

Uji coba kelompok kecil ini dilakukan untuk mengetahui respons dari *E-Module* yang telah dikembangkan, kemudian dilanjutkan dengan mencari respons dari guru mata pelajaran fisika di sekolah. Kelebihan dari produk yang dikembangkan ini yaitu dapat digunakan secara *online* maupun *offline*, dan juga karena produk yang dikembangkan berupa elektronik sehingga awet atau tidak mudah lapuk, mudah dibawa kemana saja, lebih menarik karena dilengkapi dengan gambar-gambar yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik serta dapat digunakan secara mandiri.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Simamora (2018) dan Suryani (2020) yang menyebutkan bahwa *E-Module* yang dikembangkan mudah dibawa kemana-mana karena dapat diakses melalui *smartphone*, laptop

ataupun komputer, dalam penggunaannya dapat dilakukan secara mandiri, jangka simpan *E-Module* ini awet karena dalam bentuk elektronik tidak cetak, serta lebih menarik karena dapat dimasukkan video dan gambar-gambar berwarna. Namun tetap terdapat kekurangan dalam pengembangan ini seperti waktu yang diperlukan dalam mengembangkan cukup lama, tidak semua orang dapat mengoperasikannya, serta memerlukan perangkat digital seperti *smartphone*, laptop ataupun komputer dalam penggunaannya.

*E-Module* yang dikembangkan ini berbasis STEM dengan menggunakan aplikasi FlipPdf. *E-Module* ini dapat digunakan secara *online* dengan membuka laman [www.ekawahyunengsih.xyz](http://www.ekawahyunengsih.xyz) menggunakan *handphone*, laptop maupun komputer. Sedangkan secara *offline* dapat digunakan dengan cara download terlebih dahulu *E-Module* menggunakan *handphone*, laptop maupun komputer.

## 2. Validitas *E-Module*

Penilaian yang dilakukan oleh ahli terhadap *E-Module* yang dikembangkan untuk mengetahui validitas dari *E-Module*. Validasi ini dilakukan oleh ahli desain, ahli materi dan ahli pembelajaran disekolah. Hasil dari penilaian oleh ahli ini digunakan sebagai rujukan untuk memperbaiki dan menyempurnakan *E-Module* sebelum dilakukannya uji coba pada kelompok kecil.

### a. Ahli desain

Penilaian validasi ahli desain dilakukan oleh dosen FTIK IAIN Palangka Raya yaitu ibu Luvia Rangi Nastiti, S.Si., M.Pd dan bapak Setria Utama Rizal,

M.Pd, menilai desain dari pengembangan *E-Module* pada aspek penggrafikan dan penyajian. Hasil penilaian ahli desain pada pengembangan *E-Module* ini didapatkan hasil sebesar 82,14% dengan kriteria sangat baik dan sangat valid pada aspek penggrafikan, 86,36% dengan kriteria sangat baik dan sangat valid pada aspek penyajian, sehingga jika dirata-ratakan mendapatkan hasil 84,25% dengan kategori sangat baik dan sangat valid pada penilaian ahli desain.

Tanggapan dari validator bahwa *E-Module* sudah layak digunakan dilapangan dengan revisi sesuai dengan saran yang diberikan. Saran yang diberikan yaitu kalimat yang dituliskan dapat dibuat lebih interaktif, gambar yang dicantumkan sudah cukup jelas, hanya saja belum mencantumkan sumber pengutifannya, pada modul masih mencantumkan kompetensi inti serta perbaiki pada penulisan.

Penelitian ini mendapatkan skor tertinggi pada aspek penyajian dimana penyajian *E-Module* ini menggunakan aplikasi Flip Pdf, yang mana aplikasi ini dapat memasukkan video pada halaman *E-Module* yang diinginkan. *E-Module* juga didesain sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik dan terlebih lagi modul yang dimasukkan pada aplikasi Flip Pdf dapat diupload sehingga dapat diakses secara *online*. Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan aplikasi Flip Pdf juga dilakukan oleh Nurbaiti *et al*, (2021); Watin *et al*, (2017); Agustin *et al*, (2020); Sriwahyuni *et al*, (2019) dengan kategori sangat baik dan valid, dengan tetap melakukan perbaikan sesuai dengan saran yang diberikan oleh validator.

b. Ahli materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh dosen fisika FTIK IAIN Palangka Raya yaitu bapak Muhammad Nasir, M.Pd dan bapak Jhelang Annovasho, S.Pd., M.Si, menilai materi yang termuat dalam pengembangan *E-Module* pada aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kebahasaan dan pada aspek STEM. Hasil penilaian ahli materi pada pengembangan *E-Module* ini didapatkan hasil sebesar 91,96% dengan kriteria sangat baik dan sangat valid pada aspek isi, 90,27% dengan kriteria sangat baik dan sangat valid pada aspek penyajian, 89,17% dengan kriteria sangat baik dan sangat valid pada aspek bahasa, 90,63% dengan kriteria sangat baik dan sangat valid pada aspek STEM, sehingga jika dirata-ratakan mendapatkan hasil 90,51% dengan kategori sangat baik dan sangat valid pada penilaian ahli materi.

Tanggapan dari validator bahwa *E-Module* sudah layak digunakan dilapangan dengan revisi sesuai dengan saran yang diberikan. Saran yang diberikan yaitu perlu diperjelas sumber dari gambar yang dicantumkan, sebelum membahas jenis termometer sebaiknya bahas sifat termometrik terlebih dahulu, tambahkan perbandingan skala termometer, tiap tabel diketik dengan satu spasi saja, tambahkan soal terkait hantaran panas, untuk persamaan asas *black* baiknya dituunkan lebih lanjut dan contoh soal penerapannya.

Hasil penilaian ahli materi pada aspek isi mendapat hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan aspek lainnya, dimana pada aspek isi ini menampilkan penerapan dari materi pada kehidupan sehari-hari peserta didik. Selain itu juga pada isi *E-Module* dilengkapi dengan video yang berkaitan

dengan materi yang dibahas, dilengkapi pula dengan contoh soal, latihan soal. Sejalan dengan penelitian pengembangan *E-Module* berbasis STEM yang telah dilakukan sebelumnya oleh Syahiddah *et al*, (2021); Arnila *et al*, (2021); Sakdiah *et al*, (2020); Suryani *et al*, (2020) dengan kategori sangat baik dan sangat valid, dimana pada *E-Module* yang dikembangkan dilengkapi dengan ilustrasi, animasi, latihan soal serta menyajikan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Namun tetap melakukan perbaikan sesuai dengan saran-saran yang diberikan oleh validator.

c. Ahli pembelajaran

Validasi ahli pembelajaran dilakukan oleh guru disekolah yaitu ibu Sri Winarsih, S.Pd., M.Pd dan bapak Drs. Mardaya, M.Pd, menilai serta mengevaluasi dari segi materi fisika yang termuat dalam *E-Module* dan penilaian ini dilakukan pada aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian dan kebahasaan. Hasil penilaian ahli pembelajaran pada pengembangan *E-Module* ini didapatkan hasil sebesar 90% dengan kriteria sangat baik dan sangat valid pada aspek isi, 88,33% dengan kriteria sangat baik dan sangat valid pada aspek penyajian, 90,83% dengan kriteria sangat baik dan sangat valid pada aspek bahasa, sehingga jika dirata-ratakan mendapatkan hasil 89,72% dengan kategori sangat baik dan sangat valid pada penilaian ahli pembelajaran.

Tanggapan dari validator bahwa *E-Module* sudah layak digunakan dilapangan dengan revisi sesuai dengan saran yang diberikan. Saran yang diberikan yaitu kompetensi disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku saat ini yaitu kurikulum 2013, penggunaan ejaan dan pengetikan diperbaiki

sesuaikan dengan kaidah bahasa Indonesia yang benar, pada kompetensi dasar menggunakan nomor 3.5 dan 4.5 dan untuk indikator pencapaian kompetensi menggunakan nomor 3.5.1 dan seterusnya, pada soal nomor 3 di uji pemahaman ganti opsi A dengan akhiran meter, pada soal nomor 8 letak titik  $Q_1$  diletakkan tepat dititik 0, untuk soal nomor 10 belum mencantumkan pertanyaan dan tambahkan kata konduktivitas pada glossarium.

### 3. Respons guru dan peserta didik

Berdasarkan angket respons yang diberikan kepada guru fisika sebagai responden, mendapatkan persentase sebesar 88,89%. Diketahui bahwa *E-Module* yang dikembangkan mudah dipahami peserta didik, *E-Module* dilengkapi dengan gambar-gambar dan video sehingga peserta didik tidak merasa bosan, desain sampul dan halaman juga menarik. Hal ini selaras dengan hasil uji coba kelompok kecil yang dilakukan yaitu mendapatkan hasil yang positif.

Peneliti melakukan uji coba kepada 15 orang peserta didik kelas XI SMA Negeri 4 Palangka Raya yang dilakukan secara *online* menggunakan laptop. Penelitian ini dilakukan secara *online* karena modul yang dikembangkan peneliti berupa modul elektronik (*E-Module*). Hasil uji coba kelompok kecil memperoleh persentase sebesar 83,98% dengan kriteria sangat baik. Adapun rincian respon peserta didik sebagai berikut:

- a. Aspek penyajian yaitu gambar yang terdapat pada *E-Module*, desain sampul serta halaman, pemilihan jenis hurufnya sangat baik.

- b. Aspek isi yaitu materi yang disajikan mudah dipahami, *E-Module* yang dikembangkan membantu peserta didik dalam memahami konsep suhu, kalor dan perpindahan kalor dengan sangat baik.
- c. Aspek bahasa yaitu bahasa yang digunakan mudah dipahami, penggunaan simbol, istilah dan lambang juga mudah untuk dipahami, serta penjelasan dan arahan yang diberikan untuk mempelajari *E-Module* juga mudah dimengerti oleh peserta didik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *E-Module* yang dikembangkan mendapatkan respon sangat baik oleh peserta didik, yang mana berarti peserta didik tertarik untuk menggunakan *E-Module* ini. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya Sakdiah (2020), Syafutri (2019), JH Solihudin (2018) yang menyatakan bahwa pengembangan *E-Module* berbasis STEM mendapat respons yang baik.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan dengan judul “Pengembangan *E-Module* Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada Pokok Bahasan Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor Kelas XI SMA”, maka dapat disimpulkan:

1. Pengembangan *E-Module* yang dilakukan peneliti berdasarkan model penelitian dan pengembangan ADDIE yaitu *Analysis* (analisis) kebutuhan, *Design* (desain) merancang produk yang akan dikembangkan, *Development* (pengembangan) memasukkan materi, pembuatan dan pengeditan teks, gambar serta menyatukannya, kemudian dilanjutkan dengan tahap validasi oleh ahli, *Implementation* (implementasi) yaitu proses uji coba kelompok kecil dan mencari respons guru.
2. Hasil validasi terhadap *e-Module* yang dikembangkan memperoleh hasil validasi ahli desain 84,25% dengan kategori sangat valid dan kriteria sangat baik, validasi ahli materi 90,51% dengan kategori sangat valid dan kriteria sangat baik, validasi ahli pembelajaran 89,72% dengan kategori sangat valid dan kriteria sangat baik.
3. Uji coba kelompok kecil menghasilkan respons peserta didik bahwa *E-Module* yang dikembangkan mudah dipahami, dapat memotivasi belajar dan peserta didik senang jika *E-Module* ini digunakan. Hasil uji coba

kelompok kecil memperoleh persentase 83,98% dengan kriteria sangat baik dan respon guru memperoleh hasil sebesar 88,89% dengan kriteria sangat baik.

## B. Saran

Adapun saran dari pengembangan *E-Module* pembelajaran ini yaitu:

1. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model ADDIE yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), *Evaluation* (evaluasi), namun peneliti hanya sampai pada tahap implementasi sehingga diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat melanjutkan sampai ketahap evaluasi.
2. Penelitian dan pengembangan ini dapat dilakukan pada uji coba kelompok besar agar dapat diketahui efektivitas *E-Module* ini.
3. Diharapkan *E-Module* ini tidak hanya pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor saja, namun pada materi yang lainnya juga untuk penguatan konsep peserta didik dalam belajar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z & El Wilida, S. 2017. Pengembangan *E-Module* Interaktif Berbasis *Case (Creative, Active, Systematic, Effective)* sebagai Alternatif Media Pembelajaran Geometri Transformasi untuk Mendukung Kemandirian Belajar dan Kompetensi Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya*: 197-202.
- Agustina, Aryanti. 2018. Upaya Meningkatkan Kemampuan Guru Menerapkan Bahan Ajar di SMA Negeri 3 Ogan Komering Ulu. *Journal Of Education Studies* Vol 3, No 1: 2549-4139.
- Agustin, Ririn D. 2020. E-Modul dengan Pendekatan Saintifik Menggunakan Flip Pdf Profesional pada Materi Persegi dan Persegi Panjang. *Prosiding Seminar Nasional Ikip Budi Utomo* E-ISSN: 2774-163X.
- Akbar, Sa'dun. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Ali, Mohammad & Asrori, Muhammad. 2014. *Metodologi dan Aplikasi Riset Pendidikan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Almuharomah, Farida Amrul. 2019. Pengembangan Modul Fisika STEM Terintegrasi Kearifan Lokal Beduk untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa SMP. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika* Vol 7, No 1: 2549-2764.
- Al-Qurthubi, Imam Syamsuddin. 2005. *At-Taadzkirah Jilid 2: Bekal Menghadapi Kehidupan Abadi*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar.
- Aminingsih & Nur Izzati. 2020. Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis STEM Pada Materi Himpunan Kelas VII SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika* Vol 2, No 1: 67-76.
- Angela, Lia., & Riko Aprianto. 2018. Pengembangan Modul Biologi Berbasis *Contextual Teaching And Learning (CTL)* Pada Materi Keanekaragaman Hayati Kelas XI Madrasah Aliyah. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, Vol 6, No 2: 93-102.
- Aprianti, R., Desnita., & Esmar Budi. 2015. Pengembangan Modul Berbasis *Contextual Teaching And Learning (CTL)* Dileengkapi Dengan Media Audio-Visul Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik SMA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Jurnal)*, Vol IV : 2476-9398.

- Ardianti, Sekar, D., Wanabuliandari, S., Wanabuliandario, S., Alimah, S. 2019. Respon Siswa dan Guru Terhadap Modul *Ethno-Edutainment* di Sekolah Islam Terpadu. *Jurnal Penelitian Pendidikan Islam* Vol 14, No 1.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik edisi revisi VI*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 1996. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arnita, Rita., Purwaningsih, Sri & Nehru. 2021. Pengembangan E-Modul Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering And Mathematics*) Pada Materi Fluida Statis dan Fluida Dinamis Menggunakan Kivost Flipbook Maker. *Edumaspul Jurnal Pendidikan* Vol 5, No 1.
- Arsyad, A. 2009. *Media Pembelajaran (edisi 1)*. Jakarta: Rajawali Press.
- Bakhtiar, S.A. 2016. *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web pada Mata Kuliah Mesin Listrik di Prodi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Bustomi, Afif Hasbi., Suparmi., & Sarwanto. 2018. Pengembangan Modul Fisika Berbasis *Contextual* pada Materi Kalor untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, Vol 5, No 1: 2622-3244.
- Cansiz, Sungur., & Oztekin. 2015. Exploring the Development of Science Process Skills Through History of Science Instruction. *Research Gate*: 2735-2741.
- Daton., Goris Seran et al. 2007. *Fisika*. Jakarta: Grasindo.
- Daryanto. 2013. *Menyusun Modul Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar*. Yogyakarta: Gava Media.
- Djaali & Pudji, Muljono. 2008. *Pengukuran dalam Bidang Pendidikan*. Jakarta: Grasindo.
- Direktorat Tenaga Kependidikan. 2008. *Penulisan Modul*. Jakarta: Depdiknas.
- Effendi, Darwin & Wahidy, Achmad. 2019. Pemanfaatan Teknologi dalam Proses Pembelajaran Menuju Pembelajaran Abad 21. *Prossiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana universitas PGRI Palembang*.

- Giancoli, Douglas C. 2014. *Fisika: Prinsip dan Aplikasi Edisi 7-Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Handayani, Eka. 2019. *Implementasi Pembelajaran Fisika Materi Gelombang Cahaya Berpendekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) untuk Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad 21*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Uनेversitas Negeri Semarang: Semarang.
- Febriyanti, Ervina. 2018. *Pengembangan Modul Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) untuk Materi Fluida Statis pada Pembelajaran Fisika Smk-Teknik Kendaraan Ringan Otomotif*. Tesis. Tidak Diterbitkan. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Uनेversitas Jember: Jember
- Haryati, F., & Ardi Saputra, B. 2016. Pengembangan Modul Matematika Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan Flipbook Maker untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Kosep pada Materi Segitiga. *Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol 1. No 2: 147-161.
- Hasbi, Bustani A., Suparmi., & Sarwanto. 2018. Pengembangan Modul Fisika Berbasis *Contextual* Pada Materi Kalor untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Jurnal Teknik, Elektionik, Engine*, Vol 5, No 1: 2622-3244.
- Hasbi, Bustani A., Suparmi., & Sarwanto. 2018. Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika SMA Berbasis *Contextual Teaching and Learning* pada Materi Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Prosiding Nasional Pendidikan Fisika*, Vol 3: 2527-5917.
- Kasim, Nurur H & Ahmad, Che N.C. 2018. PRO-STEM Module: the Development and Validation. *international journal of academic research in business & social sciences* Vol 8, No 1: 2222-6990.
- Imansari, N & Sumaryantiningsih, I. 2017. Pengaruh Penggunaan *E-Modul* Interaktifterhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Materi Kesehatan dan Keselamatan Kerja. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro* Vol 2, No 1.
- Ishaq, M. 2007. *Fisika Dasar (Edisi 2)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Iswandari, Siti N., Jimmi, Copriady., Asmadi, M Noer & Sri, Wilda, A. 2020. Pengembangan *E-Modul* Berbasis Moodle pada Materi Hidrokarbon. *Journal Center for Science Education*, 2(1): 81-88.

- Izzani, Lia Magrhfira. 2019. *Pengaruh Model Pembelajaran STEM Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Asam Basa di SMA Negeri 1 Bitussalam Aceh Besar*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry: Banda Aceh.
- JH Solihudin, Taufik. 2018. Pengembangan E-Modul Berbasis Web untuk Meningkatkan Pencapaian Kompetensi Pengetahuan Fisika pada Materi Listrik Statis dan Dinamis SMA. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika* Vol 3, No 2.
- Kelana, Jajan Bayu & D. Fadly, Pratama. 2019. *Bahana Ajar IPA Berbasis Literasi Sains*. Jakarta: LEKKAS.
- Khairiyah, Nida'ul. 2019. *Pendekatan Science, Technology, Engineering Dan Mathematics (STEM)*. Medan: Guepedia.
- Kususa, Septiani Ari., Sudarti & Pramudya Dwi Aristya. 2017. Pengembangan Modul Fisika Berbasis Kontekstual Pada Materi Alat-Alat Optik dalam Pembelajaran di Kelas XI SMAN 3 Lumajang. *Jurnal Pembelajaran Fisika* Vol 6, No 2.
- Laras, Firdaus., Hanuaepi. 2016. Studies Facilitation Acqusition of Basic Science Process Skills on the 4 Grade Studen Madrasah Ibtida'iyah (MI) NW Kerumut. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi "Bioscientist"*. Vol 4, No 2.
- Lestari, Wulan Muji., Tri, Ariani & Ovilia, Putri Utami Gumay. 2018. Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis *Scientific Approach*. *Science And Physics Education Journal* Vol 2, No 1: 2598-2567.
- Muhsin. 2018. Penerapan Model Pembelajaran *Talking Stick* untuk Meningkatkan Sikap Positif dan Prestasi Belajar IPA Pokok Bahasan Kalor pada Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika* Vol 7, No 1.
- Mulyasa. 2005. *Menjadi Guru Profesional, Menciptakan Pembelajaran Kreatif dan Menyenangkan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Muslich, Masnur. 2010. *Text Book Writing: Dasar-dasar Pemahaman, Penulisan, dan Pemakaian Buku Teks*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.
- Nurbaiti, C., Kurniadewi, F & Nurjayadi, M. 2021. The Development of Electronic Module (E-Module) Carbohydrates Using the Professional Flip Pdf Application In Organic Chemistry Course. *AIP Conference Proceeding* 2331.

- Nurdiasari, Desy., & Sudarti. 2017. Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Kontekstual Disertai Cergam Materi Listrik Dinamis SMA Kelas XI. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, Vol 6.
- Nurhidayah., Ahmad Yani., & Nurlina. Penerapan Model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) terhadap Hasil Belajar Fisika pada Peserta didik Kelas XII SMA Handayani Sungguminasa Kabupaten Gowa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol 4, No 2: 2302-8939.
- Oktavia, Rani. 2019. Bahan Ajar Berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) untuk Mendukung Pembelajaran IPA Terpadu. *Jurnal SEMESTA Pendidikan IPA*: 2598-1951.
- Pangesti, Kurnia Ika., Dwi Yulianti Sugianto. 2017. Bahan Ajar Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering And Mathematics*) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Unnes Physics Education Journal* Vol 6, No 3: 2252-6935.
- Permanasari, Anna. 2016. *STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains. Seminar Nasional Pendidikan Sains*: Surakarta.
- Pradita, Muhammad. R. 2020. Kelayakan Isi dan Bahasa Buku Ajar Bahasa Indonesia Sekolah Menengah Pertama Kelas VIII Kurikulum 2013. *Jurnal Basastra* 9(2).
- Pribadi, Benny. A. 2009. *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Putra, N. 2012. *Research & Development (Penelitian dan Pengembangan Suatu Pengantar)*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Quthb, Sayyid. 2003. *Tafsir Fi Zhilalil-Qur'an dibawah Naungan Al-Qur'an Jilid 7, Terjemahan*. Jakarta: Gema Insani Press.
- Rachmah, Aulia., Julia, Maysarah Rosha & Nur, Devi Vani. 2018. Desain Modul Elektronik Berbasis *3D Pageflip* Profesional untuk Materi Usaha dan Energi. *Research Gate*.
- Rinsiyah, Iis. 2016. Pengembangan Modul Fisika Berbasis CTL untuk Meningkatkan KPS dan Sikap Ilmiah Peserta didik Madrasah Aliyah. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains* Vol.4, No.2: 152-162.
- Riyani, Widya. 2020. *Pengembangan Modul Berbasis STEM Pada Materi Perubahan Lingkungan Untuk Siswa SMA*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang: Semarang.

- Sabry, Muhammad S. 2015. *Tafsir Ilmi*. Jakarta: Alauddin University Press.
- Sakdiah, Halimatus. Novita, Nanda & Muliani. 2020. Pengembangan E-Modul Berbasis STEM Terintegrasi Pembelajaran Inkuiri pada Mata Kuliah Kajian Fisika Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol 9, No 2.
- Sani, Ridwan A. 2015. *Sains Berbasis Alquran*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Sawitri, Ajeng M., Subchan, Wachju & Aisyah, Iis N. 2017. Respon Siswa Terhadap Penggunaan Modul Mnemonik dengan Metode RWP (*Reading-Writing-Presentation*) dalam Pembelajaran Biologi di SMK Analisis Kesehatan. *Jurnal Pembelajaran dan Pendidikan Sains* Vol 2, No 1.
- Sepriangga, Yusuf. 2016. *Pengembangan Modul Fisika dengan Pendekatan Contextual Teaching Learning Pokok Bahasan Tata Surya*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Institut Agama Islam Negeri Raden Intan Lampung: Lampung.
- Simamora, A. H., Sudarma, I. K & Prabawa, D. G. A. P. 2018. Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Pendidikan Undiksha. *Journal of Education Technology* Vol 2, No 1.
- Simarmata, Janner., Lidia, Simanihuruk, *et al.* 2020. *Pembelajaran STEM Berbasis HOTS dan Penerapannya*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Siswanto, J. 2018. Keefektifan pembelajaran Fisika dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan kreativitas mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* Vol. 9, No. 2: 133-137.
- Sitepu, B. P. 2012. *Penulisan Buku Teks Pelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Solikin, I. 2018. Rekayasa Modul Elektronik. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi* 02(02): 492-497.
- Sriwahyuni, Indah., Risdianto, Eko & Johan, Henny. 2019. Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Menggunakan Flip Pdf Professional pada Materi Alat-Alat Optik di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika* Vol 2, No 3.
- STEM Task Force. 2014. *Innovate A Blueprint for STEM in California Public Education*.
- Sudibyoy, Muh M. 2012. *Ensiklopedia Fenomena Alam dalam Alquran*. Solo: Tiga Serangkai.

- Sudirman., Kistiono Taufiq. 2018. Pengembangan Modul Mata Kuliah Gelombang Berbasis STEM (*Science Technology Engineering and Mathematics*) pada Program Studi Pendidikan Fisika. *Journal of Innovation and Physics Learning*: 2657-0971.
- Sugihartini, N & Jayanta, N. L. 2017. Pengembangan *E-Modul* Mata Kuliah Strategi Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan* Vol 14, No 2.
- Sukmadinata., Nana Syaodih. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sulaiman, Ismail., et al. 2015. *Perpindahan Kalor dan Massa*. Banda Aceh: Syariah Kuala University Press.
- Sumintono, B. 2010. Pembelajaran Keterampilan Sains dan Sikap Ilmiah dalam Meningkatkan Kompetensi Guru. *Al Bidayah*, 2(1), 63-85.
- Sungkono, S. 2012. Pengembangan instrumen evaluasi media modul pembelajaran. *Majalah ilmiah pembelajaran*, 8(2).
- Surya, Yohanes. 2009. *Suhu dan Termodinamika*. Tangerang: PT Kandel.
- Suryani, Karmila., Iga, Setia Utami., Khairudin., Ariska & Ade, Fitri Rahmadani. 2020. Pengembangan module digital berbasis STEM menggunakan aplikasi 3D flipBook pada mata kuliah sistem operasi. *Jurnal mimbar ilmu* 25(3): 2685-9033.
- Susanti, Laily Yunita., Rafiatul Hasanah & Muhammad Habbib Khirzin. 2018. Penerapan Media Pembelajaran Ki Berbasis *Science, Technology, Engineering and Matchematics* (STEM) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik SMA/SMK pada Materi Reaksi Redoks. *Jurnal Pendidikan Sains* Vol. 06, No. 02: 32-40.
- Susilana, Rudi & Cepi, Riyana. 2009. *Media Pembelajaran: Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, dan Penilaian*. Bandung: CV Wacana Prima.

- Syafutri, Eka., Widodo, Widodo & Pramudya, Yudhiakto. 2019. Pengembangan E-Modul Fisika Interaktif Pada Materi Fluida Dinamis Menggunakan Pendekatan STES (Science, Environment, Technology, Society). *Prosiding Seminar Nasional MIPA dan Teknologi II* Vol 1, No 1.
- Syahiddah, Dewi. S., A.P Dwi, Pramudya & Supriadi, Bambang. 2021. Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) Pada Materi Bunyi di SMA/MA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika* Vol 2, No 1.
- Tia, Devi Putri Adi. 2020. *Pengembangan Bahan Ajar Teks Prosedur Berbasis E-Modul Interaktif untuk Siswa Kelas XI*. Tesis. Tidak Diterbitkan. Direktorat Program Pascasarjana. Universitas Muhammadiyah Malang: Malang.
- Tampubolon, R., Sahyar & Makmur, S. 2015. Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Inkuiri pada Materi Fluida Statis untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Tabularasa PPS Unimed* Vol 12, No 2: 189-199.
- Utami, Taza Nur., Agus Jatmiko & Suherman. 2018. Pengembangan Modul Matematika Dengan Pendekatan *Science, Technology, Engineering And Mathematics* (STEM) Pada Materi Segiempat. *Jurnal Matematika* Vol. 1, No. 2: 165-172.
- Utomo, Pristiadi. 2007. *Fisika Interaktif, Pelajaran Fisika untuk SMA/MA*. Jakarta: Azka Press.
- Watin, E & Kustijono, R. 2017. Efektivitas Penggunaan E-Book dengan Flip Pdf Professional untuk Melatih Keterampilan Proses Sains. *Seminar Nasional Fisika UNESA*.
- Widiana, I Wayan. 2016. E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Statistik Inferensial. *Seminar Nasional UNMAS Denpasar*: 529.
- Winarni, Juniaty., Siti, Zubaidah & Supriyono, Koes H. 2016. STEM: Apa, Mengapa, dan Bagaimana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM* Vol 1: 978-602.
- Young, Hugh D., Freedman, Roger A. 2002. *Fisika Universitas Edisi ke-10 jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Yuliske., Singgih Bektiarso., & Sudarti. 2019. Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis *Contextual Teaching and Learning* (CTL) pada Pokok

Bahasan Rangkaian Arus Searah di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, Vol 8, No 4.

<http://www.fisikaabc.com/2018/04/jenis-jenis-termometer-bagian-2.html?m=0>

<https://www.food.detik.com/all-you-can-eat/d-1732095/krenyes-empuk-kerupuk-kentang>



