

SKRIPSI
PENGEMBANGAN MODUL INTERAKTIF *FLIP-MIND*
BERBASIS HTML5 UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA PADA
MATERI SUHU DAN KALOR

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh :
Wahyu Noor Intan
NIM : 2108066061

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Wahyu Noor Intan

NIM : 21080660601

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Pengembangan Modul Interaktif *Flip-Mind* Berbasis HTML5
Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa
SMA pada Materi Suhu dan Kalor**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 10 Juni 2025

Pembuat Pernyataan,



The image shows a handwritten signature in black ink. Below the signature is a red circular official stamp with the text 'KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KULTUR' and 'KEMAHAMATAN'. To the right of the signature is a yellow rectangular stamp with the text 'METERAI TEMPEL' and 'APUR 1AMX351437561'.

Wahyu Noor Intan

NIM. 21080660601



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jln Prof. Dr. Hamka Km 1, Semarang Telp. 02476433366 Semarang 50185
Email: info@iainwalisongo.ac.id Web : <http://iainwalisongo.ac.id>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Modul Interaktif *Fli-Mind* Berbasis HTML5
untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa
SMA pada Materi Suhu dan Kalor

Penulis : Wahyu Noor Intan

NIM : 2108066061

Prodi : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas
Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai
salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 8 Juli 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Dr. Susilawati, M.Pd.
NIP: 198605122019032010

Penguji II,

Drs. H. Jasuri, M.Si.
NIP: 196710141994031005

Penguji III,

Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP: 19760214 2008011011

Penguji IV,

Rina Susi Cahyawati, M.Pd.
NIP: 198705072020122003

Pembimbing I,

Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd.M.Sc.
NIP: 197703202009121002

Pembimbing II,

Dr. Susilawati, M.Pd.
NIP: 198605122019032010

NOTA DINAS

Semarang, 23 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan,
arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

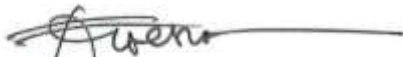
Judul : Pengembangan Modul Interaktif *Flip-Mind* Berbasis
HTML5 Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir
Kritis Siswa SMA Pada Materi Suhu dan Kalor

Nama : Wahyu Noor Intan
NIM : 2108066061
Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat
diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk
diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I,



Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc.

NIP. 197703202009121002

NOTA DINAS

Semarang, 23 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Modul Interaktif *Flip-Mind* Berbasis HTML5 Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Pada Materi Suhu dan Kalor

Nama : Wahyu Noor Intan

NIM : 2108066061

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II,



Dr. Susilawati, M.Pd.

NIP. 198605122019032010

ABSTRAK

Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan dasar yang wajib dimiliki siswa dalam menghadapi era revolusi industri 4.0. Modul pembelajaran dirancang sebagai pemenuhan kebutuhan siswa untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Modul pembelajaran yang dikembangkan disajikan dalam bentuk *flipbook*. Penelitian ini bertujuan menganalisis kelayakan modul interaktif *Flip-Mind*, menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritis, dan mendapatkan gambaran respons siswa terhadap penggunaan modul interaktif dalam pembelajaran suhu dan kalor. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan atau *Research & Development* (R&D) dan menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 8 Semarang dan sampel yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu kelas XI-3 sebagai kelas eksperimen, dan kelas XI-2 sebagai kelas kontrol. Desain penelitian yang digunakan adalah *pre-test post-test control group design*. Hasil penelitian dinyatakan bahwa hasil validasi oleh ahli materi dan media menunjukkan bahwa modul interaktif *Flip-Mind* memperoleh persentase kelayakan yang masuk dalam kategori “sangat layak”. Berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*, keterampilan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan rata-rata sebesar 11% dengan nilai N-Gain sebesar 62,7% yang masuk dalam kategori “sedang”. Selain itu, hasil angket menunjukkan bahwa siswa memberikan respons persentase sebesar 82% (sangat baik) terhadap penggunaan modul interaktif karena tampilannya yang interaktif, mudah digunakan, dan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Dengan demikian, modul interaktif *Flip-Mind* sangat layak digunakan sebagai bahan ajar inovatif dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Kata Kunci: Modul Interaktif, *Flip-Mind*, Suhu dan Kalor, Keterampilan Berpikir Kritis

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin segala puji dan syukur peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat, inayah dan hidayahNya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengembangan Modul Interaktif *Flip-Mind* Berbasis HTML5 Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis SMA Pada Materi Suhu dan Kalor”.

Peneliti menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, terutama kedua orang tua, Bapak Nur Hadi dan Ibu Sri Wahyuni yang selalu memberikan semangat, dukungan, dorongan, kasih sayang, dan doa yang tiada henti kepada penulis. Dengan ketulusan hati, peneliti juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. Musahadi, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Edi Daenuri Anwar, M.Si, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah membantu proses perizinan penelitian.
4. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc selaku pembimbing I dan Dr. Susilawati, M.Pd selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk

memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini.

5. Joko Budi Poernomo, M.Pd selaku validator I dan Agus Sudarmanto, M.Si selaku validator II yang telah memberikan arahan, perbaikan, dan penilaian terhadap produk yang dikembangkan.
6. Seluruh dosen, pegawai, dan seluruh civitas akademik lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
7. Suparmi, M.Pd, selaku kepala sekolah SMA Negeri 8 Semarang dan staf yang telah memberikan izin kepada peneliti.
8. Poniman, S.Pd, M.Kom, selaku guru fisika kelas XI SMA N 8 Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian di kelas XI.
9. Sahabat-sahabatku satu perjuangan, Zulfina Ariestya, Salsabila Zakiyyah, Mira Mar'ah, Miftahida, dan Nafisah yang selalu menemani dan memberikan semangat.
10. Siswa-siswi SMA Negeri 8 Semarang Kelas XI-2 dan XI-3 yang selalu bersemangat mengikuti kegiatan belajar selama penelitian.
11. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika 2021 Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang selalu kebersamai selama menyelesaikan perkuliahan.

12. Semua pihak yang telah ikut berjasa dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Harapan dan doa penulis, semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan semua pihak dan dapat menjadi ladang pahala di surgaNya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat peneliti harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi pembaca. *Aamiin*.

Semarang, 10 Juni 2025

Penulis

Wahyu Noor Intan

2108066061

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Pembatasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah.....	8
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Manfaat Penelitian	9
G. Spesifikasi Produk.....	10
BAB II KAJIAN TEORI.....	12

A. Kajian Teori	12
B. Kajian Pustaka	39
C. Kerangka Berpikir	42
BAB III METODE PENELITIAN	42
A. Jenis Penelitian	44
B. Uji Coba Produk.....	54
C. Instrumen Pengumpulan Data	57
D. Teknik Analisis Data	59
E. Analisis Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	63
F. Analisis Hasil Angket Validasi Ahli	66
G. Analisis Hasil Respon Siswa dan Kelayakan Modul	67
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	69
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	69
B. Hasil Uji Coba Instrumen Tes.....	81
C. Hasil Uji Coba Produk	97
D. Revisi Produk	114
E. Kajian Produk Akhir	117
F. Keterbatasan Penelitian	121
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	123
A. Kesimpulan.....	123
B. Saran	124
C. Diseminasi dan Pengembangan Lebih Lanjut.....	125

DAFTAR PUSTAKA	126
LAMPIRAN	133
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	261

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	15
Tabel 2.2	Keunggulan Modul Elektronik	22
Tabel 2.3	Rentang Skala Suhu Termometer	29
Tabel 3.1	Syarat Validitas Instrumen	60
Tabel 3.2	Kriteria Reliabilitas Model Rasch	61
Tabel 3.3	Kriteria Nilai <i>Cronbach Alpha</i>	61
Tabel 3.4	Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal	62
Tabel 3.5	Interpretasi Daya Beda	63
Tabel 3.6	Kriteria N-Gain	65
Tabel 3.7	Penilaian Skala Likert	66
Tabel 3.8	Kualifikasi Tingkat Pencapaian	67
Tabel 3.9	Persentase Kelayakan Modul	67
Tabel 4.1	Interpretasi Unidimensioanlitas	85
Tabel 4.2	Kriteria <i>Outfit MNSQ</i> , <i>ZSTD</i> , dan <i>PT. MEASURE CORR</i>	87
Tabel 4.3	Interpretasi Kualitas Butir Instrumen Tes	87
Tabel 4.4	Hasil Uji Validitas <i>Item</i> Instrumen Tes	88

Tabel 4.5	Rincian Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis	89
Tabel 4.6	Hasil Reliabilitas dan <i>Separation</i> Instrumen	90
Tabel 4.7	Hasil Interpretasi Tingkat Kesukaran Tes Berpikir Kritis	93
Tabel 4.8	Hasil Interpretasi Daya Beda Instrumen Tes	95
Tabel 4.9	Rekapitulasi Hasil Penilaian Validasi Bahan Ajar	99
Tabel 4.10	Rekapitulasi Hasil Penilaian Angket Respons Siswa Pada Uji Coba Skala Kecil	101
Tabel 4.11	Hasil Uji Normalitas dengan SPSS 22	107
Tabel 4.12	Hasil Analisis Uji Homogenitas	108
Tabel 4.13	Hasil Analisis <i>Independent Sample t-Test</i>	110
Tabel 4.14	Hasil Analisis N-Gain SPSS Versi 22	111
Tabel 4.15	Rekapitulasi Hasil Penilaian Angket Respons Siswa Pada Uji Coba Skala Besar	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Pemuaian Panjang Benda	32
Gambar 2.2	Pemuaian Luas Benda	33
Gambar 2.3	Pemuaian Volume Benda	34
Gambar 2.4	Grafik Anomali Air	36
Gambar 2.5	Kerangka Berpikir	43
Gambar 3.1	Prosedur Pengembangan 4D	45
Gambar 4.1	Tujuan Pembelajaran Dalam E-Modul	72
Gambar 4.2	Petunjuk Penggunaan E-Modul	73
Gambar 4.3	Peta Konsep E-Modul	74
Gambar 4.4	Cuplikan Materi Dalam E-Modul	76
Gambar 4.5	E-Modul Berisikan Fakta Menarik	77
Gambar 4.6	<i>Flip-story</i> Sejarah Ditemukannya Kalor Laten	78
Gambar 4.7	Rangkuman Dalam E-Modul	79
Gambar 4.8	Video Modul Interaktif	80
Gambar 4.9	E-Modul Bermuatan Pertanyaan Berpikir Kritis	81
Gambar 4.10	Grafik Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis	104

Gambar 4.11	Gambar Balon Udara Sebelum Revisi	115
Gambar 4.12	Revisi Gambar Balon Udara	115
Gambar 4.13	Penambahan Fitur Navigasi E-Modul	116

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Surat Izin Wawancara	133
Lampiran 2	Lembar Hasil Wawancara	134
Lampiran 3	Lembar Hasil Analisis Angket Kebutuhan Siswa	137
Lampiran 4	Kisi-kisi Lembar Angket Validasi Bahan Ajar	139
Lampiran 5	Lembar Penilaian Validasi Bahan Ajar	140
Lampiran 6	Rubrik Penskoran Angket Validator	141
Lampiran 7	Permohonan Validasi Instrumen	142
Lampiran 8	Surat Izin Melaksanakan Penelitian	143
Lampiran 9	Lembar Hasil Angket Validator 1	144
Lampiran 10	Lembar Hasil Angket Validator 2	149
Lampiran 11	Rekapitulasi Hasil Penilaian Angket Validasi	154
Lampiran 12	Rekapitulasi Data Hasil Uji Coba Skala Kecil	155
Lampiran 13	Rekapitulasi Data Hasil Uji Coba Lapangan	156
Lampiran 14	Angket Respons Siswa Uji Skala Kecil	157

Lampiran 15	Daftar Nama Responden Uji Skala Kecil	159
Lampiran 16	Angket Respons Siswa Uji Coba Lapangan	160
Lampiran 17	Soal Uji Coba Instrumen Tes	164
Lampiran 18	Soal <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	169
Lampiran 19	Rubrik Penilaian <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	174
Lampiran 20	Hasil Pengukuran Validitas	175
Lampiran 21	Hasil Pengukuran Tingkat Kesukaran	176
Lampiran 22	Hasil Pengukuran Daya Beda	177
Lampiran 23	Hasil Pengukuran Reliabilitas Soal	178
Lampiran 24	Hasil <i>Unidimensionality</i>	179
Lampiran 25	Hasil Uji Normalitas	180
Lampiran 26	Hasil Uji Homogenitas	181
Lampiran 27	Hasil Uji Hipotesis	182
Lampiran 28	Hasil Uji N-Gain	183
Lampiran 29	Rekapitulasi Hasil Penilaian Uji Coba Instrumen Tes	184
Lampiran 30	Daftar Nama Responden Uji Coba Lapangan	186
Lampiran 31	Nilai Hasil <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Kontrol	187

Lampiran 32	Nilai Hasil <i>Pre-test dan Post-test</i> Eksperimen	190
Lampiran 33	Analisis Peningkatan Berpikir Kritis Siswa setiap Indikator	192
Lampiran 34	Hasil <i>Post-Test</i> dan <i>Pre-Test</i> Pengerjaan Siswa	194
Lampiran 35	Rekapitulasi Angket Respons Siswa terhadap Kelayakan E-Modul	199
Lampiran 36	Angket Respons Terhadap Kelayakan Modul (Uji Coba Lapangan)	200
Lampiran 37	Kisi-Kisi Teslet dan Kartu Soal	204
Lampiran 38	Tangkapan Layar Hasil Akhir E-Modul Suhu dan Kalor	232
Lampiran 39	Dokumentasi Penelitian	255
Lampiran 40	Surat Pasca Penelitian	259
Lampiran 41	Hasil Turnitin Naskah Skripsi	260

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ke-21 membawa pengaruh besar terhadap berbagai aspek kehidupan, terutama di dunia pendidikan (Gaol et al., 2022). Pendidikan abad 21 difokuskan pada kompetensi 4C, yaitu keterampilan berpikir kritis, kerja sama, komunikasi, dan berpikir kreatif (Khusna et al., 2023). Salah satu keterampilan yang wajib dimiliki oleh siswa di era modern ini adalah keterampilan berpikir kritis (Cynthia & Sihotang, 2023).

Keterampilan berpikir kritis dibutuhkan untuk memahami materi yang memiliki daya nalar tinggi seperti mata pelajaran fisika (Sulistiyono, 2022). Materi dalam mata pelajaran fisika memuat berbagai persoalan dari yang terkecil hingga sampai pada fenomena yang ada di alam semesta (Simamora et al., 2021). Pembelajaran fisika memerlukan daya pikir yang cukup tinggi sehingga untuk membiasakannya siswa harus memperbanyak menganalisis persoalan, menemukan konsep, dan memperbanyak studi kasus untuk memecahkan masalah atau menyelesaikan latihan soal (Balqist et al., 2019).

Analisis hasil ulangan harian siswa di SMA Negeri 8 Semarang menyatakan bahwa nilai ulangan harian materi fisika

di dua kelas, yakni XI-2 dan XI-3 pada bab suhu dan kalor ternyata cukup rendah. Setelah dilakukan wawancara dengan guru fisika kelas XI, hal yang menjadi penyebab rendahnya nilai pada bab suhu dan kalor adalah rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa dalam menganalisis persoalan, keterbatasan bahan ajar, dan kurangnya umpan balik antara siswa dan guru pada saat di kelas.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sahbana (2017), dikemukakan bahwa nilai rata-rata fisika siswa cukup rendah, nilai rerata hanya mencapai kategori cukup. Ghaliyah dkk, (2015) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa terbilang cukup rendah sehingga siswa mengalami kendala dalam menguasai konsep dasar fisika. Situasi ini terjadi karena siswa tidak memiliki bahan belajar. Kajian yang telah dilakukan oleh Hayati dkk, (2017) mengungkapkan bahwa proses belajar di kelas masih berpusat pada peran guru sebagai sumber utama memperoleh informasi, bahan ajar yang diimplementasikan tidak interaktif, pemahaman konsep fisika yang rendah, dan bosan dengan konten dan isi materi selama pembelajaran. Akibatnya, hasil belajar siswa tidak mencapai harapan.

Hasil wawancara yang dilakukan oleh Nafisa (2024), menyebutkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa di SMA Negeri 5 Purworejo tergolong rendah. Hal ini tercermin melalui

hasil analisis yang mengindikasikan bahwa siswa menghadapi kendala dalam mengerjakan soal yang diberikan dan siswa takut untuk bertanya serta berpendapat selama proses pembelajaran, pembelajaran masih menerapkan *teacher centered learning*, dan aktivitas belajar siswa bergantung pada bimbingan guru. Buku teks yang dimiliki siswa hanya memuat penjelasan materi dan kumpulan soal yang belum memberikan dukungan yang optimal bagi siswa untuk mengasah keterampilan berpikir kritis.

Permasalahan tersebut mengindikasikan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa yang masih rendah pada mata pelajaran fisika disebabkan oleh terbatasnya bahan ajar yang dimanfaatkan oleh guru. Keterampilan berpikir kritis siswa yang rendah dapat dibantu dengan penambahan bahan ajar yang interaktif (Puspitasari, 2019). Sumber belajar yang umum digunakan di sekolah masih berupa buku teks yang terkesan membebani siswa karena harganya yang terus meningkat dan isi buku teks yang kurang interaktif bagi siswa (Sugiarto, 2019).

Raible (2014), mengemukakan bahwa buku teks fisika yang diimplementasikan dalam pembelajaran dinilai kurang efisien untuk dibawa dan sulit dimengerti oleh siswa. Solusi yang mungkin dilakukan berdasarkan permasalahan tersebut adalah digunakannya bahan ajar yang memuat efek visual,

audio, maupun video yang menarik siswa untuk menyimak materi pembelajaran dan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis terhadap materi fisika yang sedang diajarkan (Hidayatin et al., 2022).

Keterampilan berpikir kritis mampu dioptimalkan dengan pemanfaatan bahan ajar yang terintegrasi dengan *software* atau aplikasi berbasis komputer (Arman Cahyanto et al., 2022). Pendekatan ini sejalan dengan paradigma pembelajaran abad ke-21 yang memanfaatkan teknologi digital dalam proses pembelajaran. Pengaplikasian teknologi digital dalam pendidikan dikemukakan oleh Permendikbud No.12 tahun 2024 mengenai kurikulum dan standar proses pendidikan dalam pembelajaran yang mendorong pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan tingkat efektivitas pembelajaran di dalam kelas. Pengintegrasian teknologi dalam pembelajaran menciptakan suasana belajar yang lebih menarik sehingga motivasi belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa dapat dioptimalkan (Hydayat & Ariani, 2022).

Perkembangan teknologi yang makin pesat menjadikan bahan ajar makin berkembang. Bahan ajar yang dikembangkan dengan memanfaatkan *software* salah satunya adalah modul elektronik. Modul elektronik dinilai lebih interaktif karena memuat berbagai komponen multimedia yang diaplikasikan pada saat pembelajaran fisika. Elemen multimedia tersebut diantaranya dapat berupa teks, gambar, video, animasi,

simulasi, kuis, dan evaluasi yang memudahkan aktivitas pembelajaran guru dan siswa (Sahidin & Prajono, 2022). Pemanfaatan bahan ajar interaktif seperti modul elektronik dapat mengefektifkan kemampuan menelaah dan cocok untuk diimplementasikan dalam pembelajaran fisika yang sifatnya abstrak sehingga memudahkan siswa memahami materi yang ada dalam konten tersebut (Arif et al., 2019).

Modul elektronik muncul sebagai hasil inovasi terhadap penggunaan modul cetak yang dikembangkan secara kreatif sehingga modul ini memudahkan siswa dalam memahami konsep fisika dengan baik (Husein et al., 2017). Modul elektronik yang interaktif menjadikan siswa semangat untuk belajar mandiri, mereka dapat mengukur kecakapan potensi yang dimiliki, serta mengetahui tingkat keberhasilan yang dicapai. Modul elektronik yang interaktif diperlukan untuk meningkatkan efektivitas, ketercapaian, dan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran fisika.

Modul elektronik dapat dikembangkan menjadi bahan ajar *Flip-Mind* berbasis HTML5 (*Hypertext Mark Up Language* 5) untuk memudahkan siswa dalam pembelajaran. Pengembangan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 memudahkan siswa dalam pembelajaran fisika karena produk tersebut dikemas dengan menarik dan memudahkan siswa untuk mengoperasikannya melalui *browser* di ponsel maupun tablet PC (Taufiq & Hendrastomo, 2019). Aplikasi modul dalam

Flip-Mind HTML5 berfungsi untuk memindahkan *file* PDF ke dalam bentuk *flipbook* beserta tombol-tombol interaktif sehingga modul elektronik menjadi interaktif dan komunikatif. Aplikasi ini didukung dengan fitur canggih dari segi tampilan, *background sound*, dan *flip sound* pada saat dibukanya halaman utama (Rahima et al., 2022).

Keunggulan lain yang dimiliki modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 ini adalah *free* (tidak berbayar), didukung tujuh belas bahasa, pengguna dapat menambahkan animasi, konten web dapat disesuaikan dengan kebutuhan, dan berkinerja tinggi. Pembuatan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dapat dipilih sebagai bahan ajar yang efektif untuk dikembangkan dan dinilai mampu meningkatkan pemahaman konsep fisika sehingga keterampilan berpikir kritis siswa dapat ditingkatkan.

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 8 Semarang karena keterampilan dalam berpikir kritis pada materi suhu dan kalor masih rendah dan terbatasnya bahan ajar yang diterapkan selama proses pembelajaran. Pernyataan ini sesuai dengan hasil wawancara dengan guru fisika di SMA N 8 Semarang. Siswa di SMA N 8 Semarang memiliki keterbatasan bahan untuk belajar dan catatan hanya bergantung pada penjelasan guru melalui PPT. Penggunaan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan siswa melalui pendekatan yang lebih interaktif, responsif, dan menciptakan

pengalaman belajar yang bermakna untuk siswa sehingga keterampilan berpikir kritis siswa dapat ditingkatkan.

Merujuk pada penjelasan sebelumnya, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas penggunaan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5. Modul ini dirancang sebagai bahan ajar yang inovatif dan menarik untuk mendukung proses belajar siswa. Penelitian ini secara khusus menyoroti apakah penggunaan modul mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan bahan ajar yang lebih kontekstual dan bermakna.

B. Identifikasi Masalah

Melalui latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Siswa kesulitan memahami konsep fisika dan menganggap bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sulit dipahami.
2. Rendahnya capaian pembelajaran siswa pada mata pelajaran fisika dikarenakan kurangnya kemampuan berpikir kritis siswa.
3. Kurangnya pengintegrasian media interaktif dalam pembelajaran fisika seperti gambar, audio, dan video dalam pembelajaran agar memudahkan siswa dalam mendalami konsep fisika.

C. Pembatasan Masalah

Mengacu pada latar belakang serta identifikasi masalah, cakupan penelitian ini terbatas pada:

1. Belum digunakannya bahan ajar modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5.
2. Kurangnya kemampuan berpikir kritis siswa pada materi suhu dan kalor untuk kelas XI semester genap.
3. Keterampilan berpikir kritis siswa difokuskan pada lima indikator keterampilan berpikir kritis Ennis.

D. Rumusan Masalah

Mengacu pada identifikasi dan batasan masalah, perumusan masalah dinyatakan sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI?
2. Bagaimana peningkatan berpikir kritis siswa pada materi suhu dan kalor di kelas XI setelah digunakannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 di dalam pembelajaran?
3. Bagaimana respons siswa terhadap modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 pada materi suhu dan kalor?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan kelayakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 terhadap peningkatan berpikir kritis siswa dalam materi suhu dan kalor.
2. Menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah digunakannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 pada materi suhu dan kalor.
3. Mendapatkan gambaran respons siswa terhadap modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 terhadap penggunaan elemen multimedia di dalam materi suhu dan kalor.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat siswa, guru, dan peneliti dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi Siswa

Modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 diharapkan dapat mengaktifkan berpikir kritis siswa dalam memahami materi melalui konten yang tersedia. Modul ini diharapkan mampu mendorong siswa menjadi mandiri, reflektif, dan mampu menyelesaikan masalah secara logis dan sistematis.

2. Manfaat bagi Guru

Hasil penelitian ini menjadi alternatif bahan ajar yang mendukung pelaksanaan Kurikulum Merdeka, khususnya

dalam mendorong pembelajaran berdiferensiasi dan berpusat pada siswa. Modul interaktif ini memudahkan guru dalam menyajikan materi dengan cara yang lebih menarik dan adaptif terhadap kebutuhan belajar siswa.

3. Manfaat bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah bagi peneliti dan pengembang bahan ajar, khususnya dalam hal inovasi digital berbasis HTML5 yang mendukung keterampilan abad 21. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk pengembangan modul interaktif lain di berbagai mata pelajaran yang bertujuan meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

G. Spesifikasi Produk

Penelitian ini menghasilkan spesifikasi produk sebagai berikut:

1. Modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 bersifat praktis dan dinamis.
2. Modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dapat dijadikan sebagai pedoman belajar untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
3. Modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 memuat tombol navigasi yang mudah, integrasi multimedia, dan kuis interaktif sehingga pengalaman pembelajaran melibatkan komunikasi dua arah.

4. Penggunaan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dapat dijangkau melalui *Google chrome*, *Mozilla Firefox*, *Safari*, dan *Microsoft Edge*.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan yang patut dikembangkan oleh siswa pada abad ke-21 adalah keterampilan berpikir kritis. Keterampilan ini dianggap sebagai keterampilan yang substansial karena keberadaannya mempermudah siswa untuk berpikir secara logis, memudahkan siswa dalam menyelesaikan masalah, dan dapat mengambil tindakan yang bijaksana (Hidayatin et al., 2022).

Berpikir kritis adalah strategi untuk meningkatkan performa hasil pemikiran dengan menerapkan metode sistematis dalam mendalami konsep (Husein et al., 2017). Keterampilan ini merupakan keterampilan dasar yang harus dimiliki oleh masing-masing siswa untuk menjadi bekal dalam memecahkan suatu masalah (Wahyuni et al., 2020).

Siswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis relatif lebih mudah untuk mengidentifikasi suatu masalah, memudahkan dalam pengumpulan informasi yang relevan, memiliki solusi alternatif saat memecahkan masalah, dan memudahkan siswa menarik kesimpulan (Latifah et al., 2020). Keterampilan ini dapat diupayakan dengan cara mengorelasikan materi pembelajaran dengan kehidupan

sehari-hari. Karakteristik berpikir kritis menurut Ennis dalam Costa (1985) dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. *Basic operations of reasoning*, berpikir kritis membutuhkan kecakapan dalam menginterpretasikan, menjelaskan secara umum, membuat kesimpulan, dan membentuk alur berpikir logis secara mental,
- b. *Domain-specific knowledge*, berpikir kritis membutuhkan landasan pengetahuan yang kuat mengenai topik permasalahan yang sedang dihadapi,
- c. *Metakognitive knowledge*, seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis seharusnya pandai dalam mengelola, memahami ide, dan mengumpulkan berbagai informasi,
- d. *Values, beliefs, and dispositions*, Individu dengan kemampuan berpikir kritis mampu menilai secara objektif dan pemikirannya sudah mengarah pada solusi (Pertiwi et al., 2023).

Menurut Ennis dalam Costa (1985), terdapat lima indikator kemampuan berpikir kritis, diantaranya: memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar untuk pengambilan keputusan, merumuskan kesimpulan serta mempertimbangkan keputusan, menginterpretasikan lebih lanjut, mempertimbangkan dan mempertahankan keputusan dengan alasan yang masuk akal (Arif et al., 2019).

Kelima indikator berpikir kritis yang dikemukakan oleh Ennis (1985) secara lengkap dinyatakan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Menurut Ennis (1985)

Langkah	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub-indikator
1	<i>Elementary Clarification</i> (Menjelaskan secara sederhana)	1. Berorientasi pada pertanyaan 2. Mengkaji argumen 3. Klarifikasi berdasarkan tanya jawab
2	<i>Basic Support</i> (Mengkonstruksi Keterampilan Dasar)	4. Menentukan dan mempertimbangkan sumber yang dapat dipercaya 5. Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi
3	<i>Inference</i> (Membuat Kesimpulan)	6. Melakukan deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi 7. Melakukan induksi dan mempertimbangkan hasil induksi 8. Membuat dan mempertimbangkan keputusan
4	<i>Advanced Clarification</i> (Menjelaskan lebih lanjut)	9. Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan maknanya 10. Mengidentifikasi dugaan
5	<i>Strategies and tactics</i> (strategi dan taktik)	11. Menentukan langkah untuk bertindak 12. Berinteraksi dengan teman sejawat

Keterampilan berpikir kritis didasarkan pada pengalaman siswa dalam menganalisis, mengintegrasikan, dan mengevaluasi suatu informasi (Wahyuni et al., 2020). Mengonstruksi keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan dengan cara “IDEALS”, yakni:

- a. *Identify* adalah menentukan gagasan utama permasalahan,
- b. *Define* adalah menemukan fakta dan membatasi permasalahan,
- c. *Enumerate* adalah merumuskan jawaban dari masalah secara masuk akal,
- d. *Analyze* adalah menganalisis dan mengambil keputusan dalam mengambil satu pilihan,
- e. *List* adalah menyebutkan alasan mengapa memilih jawaban tersebut, dan
- f. *Self-Correct* adalah melakukan evaluasi dan memperbaiki kesalahan.

2. Modul Pembelajaran

Modul merupakan bahan ajar yang diciptakan oleh guru yang didedikasikan untuk siswa untuk dipelajari secara mandiri. Modul pembelajaran secara komprehensif diartikan sebagai perangkat pengajaran yang mencakup perencanaan pembelajaran yang selaras dengan kurikulum dengan tujuan mencapai standar kompetensi yang telah ditetapkan (Maulinda, 2022). Jenis modul yang dikembangkan oleh guru dalam yaitu

modul cetak dan modul elektronik. Modul tersebut digunakan sesuai dengan kebutuhan dan analisis dari permasalahan siswa (Najuah et al., 2020). Modul memiliki beberapa tujuan diantaranya sebagai berikut.

- a. Memudahkan siswa dalam memahami isi materi atau konten yang disajikan,
- b. Efisiensi waktu, ruang, dan tenaga baik dari sisi guru maupun siswa,
- c. Meningkatkan kemampuan metakognisi yang memungkinkan siswa untuk mengevaluasi dan mengukur sejauh mana keterampilan mereka telah berkembang.

Isi konten dalam modul disajikan secara menyeluruh dan bentuknya berupa unit terkecil, berisikan kegiatan belajar yang sistematis, tujuan pembelajaran jelas dan khusus, dan kecakapan metakognisi siswa dapat dilatih. Langkah penyusunan modul yang diuraikan oleh Widodo (2008), memiliki beberapa komponen berikut.

- a. Penetapan standar kompetensi serta perencanaan aktivitas pembelajaran,
- b. Analisis kebutuhan terhadap modul pembelajaran,
- c. Draf modul pembelajaran yang sudah disusun,
- d. Uji coba, dan
- e. Validasi, revisi, dan produksi.

Modul pembelajaran memiliki peran penting sebagai sarana bagi guru dalam merancang kegiatan pembelajaran. Proses

pembuatan modul pembelajaran menekankan pentingnya guru untuk meningkatkan kemampuan berpikir, kreativitas, dan inovasi. Oleh karena itu, diperlukan perkembangan kemampuan pengajaran guru agar proses pembelajaran di kelas dapat berjalan lebih efektif, efisien, dan sesuai dengan arah indikator pencapaian (Maulinda, 2022). Manfaat yang didapat jika modul digunakan dalam pembelajaran diantaranya adalah: guru dapat menganalisis kemampuan siswa dan hasil belajar siswa yang bersandarkan pada kompetensi yang wajib dicapai sehingga terdapat keterkaitan antara pembelajaran dan hasil yang diperoleh.

Modul pembelajaran berperan utama pada abad ke-21 karena dinilai mampu meningkatkan keterampilan dan menjadi sumber belajar mandiri oleh siswa (Nesri & Kristanto, 2020). Lahirnya modul pembelajaran diharapkan siswa dapat meningkatkan kemampuan metakognitifnya tanpa atau bimbingan guru secara terus-menerus. Modul diciptakan agar motivasi dan gairah belajar siswa dapat meningkat sehingga menunjang keterampilan siswa dalam berpikir tingkat tinggi dan kreatif. Pembelajaran yang mengintegrasikan modul pembelajaran memiliki kelebihan sebagai berikut, diantaranya:

- a. Guru dapat fokus pada kemampuan individu siswa,
- b. Guru dapat melakukan kontrol dan pengawasan terhadap capaian hasil belajar siswa terhadap standar kompetensi yang telah ditetapkan di dalam modul,

- c. Siswa dengan mudah mengetahui hubungan antara pembelajaran dan hasil yang akan dicapainya melalui kesesuaian kurikulum yang memuat tujuan dan metode pencapaiannya (A. D. Puspitasari, 2019).

Pemerintah menetapkan kriteria yang harus terdapat di dalam modul pembelajaran, diantaranya:

- a. Bersifat mendasar, pemahaman konsep diperoleh melalui pengalaman belajar serta keterhubungan antar disiplin ilmu,
- b. Siswa berpartisipasi aktif pada saat mengikuti pembelajaran sehingga modul pembelajaran harus dibuat menarik, menantang, dan bermakna,
- c. Relevan dan kontekstual, pembelajaran dilakukan sesuai dengan konteks waktu, tempat, dan kondisi lingkungan siswa,
- d. Memiliki hubungan antara alur dan fase belajar siswa (Marlina, 2023).

Pengembangan modul diklasifikasikan menjadi dua fungsi, yaitu modul untuk perangkat pendukung pembelajaran bagi siswa ketika di rumah dan dijadikan guru sebagai bahan ajar pendukung untuk mengajar di kelas (Sugiarto, 2019). Pada era pendidikan masa kini, terdapat dua jenis modul yang sedang berkembang, yakni modul cetak dan modul elektronik.

3. Modul Elektronik

Modul elektronik merupakan penyajian materi pembelajaran mandiri yang dirancang secara terstruktur dan matematis ke dalam elemen pembelajaran terkecil agar tujuan pembelajaran tercapai. Elemen tersebut disajikan dalam format elektronik yang mencakup audio, video, animasi, tes atau kuis formatif, dan navigasi sehingga pengguna merasa terlibat dengan program tersebut. Modul elektronik berisikan informasi atau teks yang dapat diaplikasikan dengan *hard disk*, *compact disc*, atau *flashdisk* dan dapat dibaca melalui komputer, buku elektronik, dan *smartphone* (Zaini Miftach, 2018).

Modul elektronik mampu menciptakan pengalaman pembelajaran yang praktis, menarik, interaktif, sehingga menunjang peningkatan kualitas pembelajaran. Modul elektronik dimaknai sebagai perangkat pengajaran mandiri yang didukung dengan penggunaan multimedia. Kelengkapan informasi maupun konten yang terdapat dalam modul elektronik membuat siswa nyaman dalam melakukan belajar secara mandiri sehingga motivasi siswa untuk belajar meningkat (A. D. Puspitasari, 2019).

Modul elektronik hampir mirip dengan *e-book*. Perbedaan yang ditemukan hanya terletak pada isi. *Encyclopedia Britannica Ultimate Reference Suite* menyatakan bahwa *e-book* adalah *file* yang dikemas dalam bentuk digital yang berisikan

gambar dan teks kemudian disalurkan secara elektronik yang dapat ditampilkan pada layar monitor sehingga mirip dengan buku cetak. Jadi, modul elektronik adalah modul yang berisikan teks, gambar, atau simulasi yang berisikan materi dan layak untuk dijadikan bahan ajar saat pembelajaran (Amril & Thahar, 2022).

Departemen Pendidikan Nasional tahun 2008 mengemukakan bahwa modul elektronik mengadopsi karakteristik yang ada dalam modul cetak, diantaranya adalah *self instructional* (membelajarkan diri sendiri), *stand alone* (independen), *adaptive* (penyesuaian), dan *user friendly* (ramah pengguna). Karakteristik tersebut dapat diartikan bahwa pembelajaran secara mandiri dapat memenuhi kebutuhan belajar dan pemahaman siswa. Karakteristik dari modul elektronik yang memiliki nilai lebih terletak pada ukuran *file* yang relatif kecil sehingga modul elektronik memiliki nilai kepraktisan, yakni dapat dibawa di manapun dan kapanpun. Modul elektronik memiliki kelebihan yang dinyatakan dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2 Keunggulan Modul Elektronik

No.	Aspek	Kelebihan Modul Elektronik
1.	Ketertarikan	- Motivasi belajar siswa meningkat karena ada batasan materi yang jelas dan sesuai dengan kemampuan. - Bahan pelajaran terstruktur menjadikan pendidikan berdaya guna.
2.	Isi materi	- Materi pelajaran terbagi rata dalam setiap semester. - Materi disajikan secara interaktif dan dinamis.
3.	Hasil belajar	- Guru dan siswa sama-sama mengetahui ketercapaian hasil pembelajaran.

(Tim Direktorat Pembinaan SMA, 2017)

Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan dalam mengembangkan modul elektronik diantaranya: isi modul mampu membangkitkan minat siswa dan dapat dimanfaatkan oleh siswa, menjelaskan tujuan pembelajaran, konten belajar disusun secara fleksibel, disusun berdasarkan kebutuhan dan capaian belajar siswa, mampu mengatasi kesulitan belajar siswa, membutuhkan sistem navigasi yang cermat, memberikan rangkuman, isi materi harus interaktif dan komunikatif, membutuhkan strategi pembelajaran, serta menunjang *self assessment*.

Modul memiliki bagian-bagian yang isinya berupa: lembar kegiatan yang disesuaikan dengan materi dan capaian

pembelajaran, lembar kerja atau soal latihan yang dapat dijawab oleh siswa guna melihat keberhasilan siswa dalam mempelajari materi dalam modul, kunci lembar kerja, dan lembar soal guna untuk mengevaluasi hasil pekerjaan siswa (Najuah et al., 2020). Modul dirancang secara matematis dan mempertimbangkan kemudahan berbahasa agar dapat dipahami oleh siswa sesuai pengetahuan yang mereka miliki. Hal ini bertujuan agar siswa tidak merasa ketergantungan dengan bimbingan dari guru.

4. *Flip-Mind*

Flip-Mind merupakan desain bahan ajar inovatif yang dirancang untuk mendorong siswa berpikir kritis dan sistematis dalam proses pembelajaran. Nama "*Flip-Mind*" berasal dari kata "*Flip*" yang bermakna lembaran yang dapat dibalik dan "*Mind*" yang berkaitan dengan proses berpikir. Konsep ini mengajak siswa untuk aktif berpikir pada setiap lembaran yang disajikan selama kegiatan belajar.

Modul interaktif *Flip-Mind* bersifat interaktif memungkinkan siswa dalam memahami konsep secara mendalam. Dalam modul interaktif ini, siswa akan menemukan deskripsi teks yang menjelaskan materi suhu dan kalor, lembar berpikir kritis berbasis studi kasus, soal latihan untuk menguji pemahaman, video animasi sebagai ilustrasi konsep, serta kuis interaktif untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam

pembelajaran. Karakteristik modul interaktif *Flip-Mind* diantaranya sebagai berikut:

- a. Berbasis pemikiran sistematis (menuntut siswa untuk berpikir secara bertahap dan terstruktur dalam memahami materi),
- b. Interaktif dan beragam (menggabungkan berbagai elemen multimedia pembelajaran seperti teks, studi kasus, latihan soal, animasi, dan kuis interaktif),
- c. Mendorong berpikir kritis (menyediakan lembar berpikir kritis berdasarkan studi kasus sehingga diharapkan siswa dapat mengembangkan kemampuan analisis dan pemecahan masalah), dan
- d. Meningkatkan pemahaman konsep (materi dalam modul interaktif disajikan secara bertahap).

Melalui pendekatan yang inovatif dan interaktif, modul interaktif *Flip-Mind* diharapkan dapat meningkatkan keterampilan proses berpikir kritis siswa sehingga proses belajar lebih efektif dan menyenangkan. Keunggulan yang dimiliki oleh modul interaktif *Flip-Mind* ini adalah penerapan studi kasus yang menghubungkan konsep-konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari serta peristiwa sejarah yang pernah dialami oleh dunia. Pendekatan ini bertujuan untuk menjadikan pembelajaran lebih kontekstual, relevan, dan bermakna bagi siswa.

Flip-Mind menerapkan studi kasus sebagai elemen utama dalam pembelajaran karena studi kasus lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor utama, diantaranya:

a. Menghubungkan Konsep dengan Konteks Nyata

Studi kasus dalam *Flip-Mind* mengajak siswa untuk menerapkan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari. Pemahaman teori yang digunakan dalam kehidupan nyata dipaparkan dalam modul interaktif *Flip-Mind* agar siswa terdorong untuk berpikir lebih kritis dan analitis.

b. Mendorong Analisis dan Pemecahan Masalah

Ketika siswa dihadapkan dengan studi kasus, siswa tidak hanya menerima informasi melainkan menganalisis, mengevaluasi, dan mencari solusi terhadap permasalahan yang diberikan. Proses ini melatih keterampilan berpikir kritis siswa dengan mempertimbangkan berbagai sudut pandang sebelum mengambil kesimpulan.

c. Mengembangkan Kemampuan Berpikir Reflektif

Penyajian modul interaktif yang mengintegrasikan studi kasus berdasarkan fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari dan sejarah menjadikan siswa lebih memahami dan menyadari dampak ilmu pengetahuan dalam kehidupan. Pendekatan ini membuat pembelajaran lebih kontekstual, menarik, dan mendorong siswa untuk berpikir kritis

d. Menstimulasi Diskusi dan Argumentasi Ilmiah

Modul interaktif yang dikembangkan menggunakan desain *Flip-Mind* mendorong siswa untuk berdiskusi dengan teman sebaya, mengemukakan pendapat dan membangun argumen berbasis fakta. Aktivitas ini membantu siswa untuk mengembangkan kemampuan komunikasi serta berpikir logis dalam mempertahankan pendapat.

e. Meningkatkan Kemandirian Berpikir

Modul interaktif *Flip-Mind* didesain untuk siswa agar mereka tidak hanya menghafal konsep, tetapi juga memahami dan menerapkan konsep fisika secara kontekstual. Siswa terdorong untuk mencari ilmu tambahan dan mengambil keputusan berdasarkan pemahaman yang matang.

5. HTML5 (*Hypertext Markup Language 5*)

HTML5 (*Hypertext Markup Language 5*) merupakan teknologi canggih yang mengonstruksi sebuah aplikasi yang dapat diakses melalui perangkat apapun melalui browser yang di dalamnya memuat *chrome*, *safari*, *UC Browser*, dan lain sebagainya (Taufiq & Hendrastomo, 2019). Program tersebut dimanfaatkan oleh guru untuk merancang, mengembangkan, dan mempublikasikan materi pembelajaran berbasis web tanpa memerlukan keahlian khusus dalam menulis HTML, XML, atau program aplikasi pembuatan web.

HTML5 merupakan bentuk adaptasi proyek W3C (*World Wide Consortium*) dan WHATWG (*Web Hypertext Application Technology Working Group*) yang dimanfaatkan untuk pembuatan kerangka dan tampilan halaman web. Aplikasi ini sudah direvisi sebanyak lima kali sejak diciptakannya HTML (*Hypertext Markup Language*).

HTML5 memiliki beberapa fungsi, diantaranya adalah dapat membentuk tata letak pada dokumen (termasuk penentuan jenis huruf, gambar, dan elemen dokumen lainnya). HTML memuat *file* berstandar ASCII yang berisi kode untuk mengatur ukuran, tulisan, gambar, mengaplikasikan tulisan dengan gambar, menggabungkan suara dan animasi, dan membuat isian interaktif (*form* interaktif).

HTML5 memiliki fitur baru untuk membantu agar halaman web menjadi modern dan interaktif. Beberapa fitur yang dikembangkan diantaranya:

- a. *Semantic tags* untuk memudahkan pengembang dalam memberikan arti pada struktur halaman web seperti *header footer, nav, section, dan article*.
- b. Elemen audio dan video untuk menambahkan konten multimedia ke halaman web tanpa menggunakan *plug-in* eksternal.
- c. Canvas untuk memudahkan pengembang dalam mendesain grafik dan animasi interaktif.

- d. *Drag-and-drop* untuk memudahkan pengembang memasukkan *file* ke halaman web.

Program HTML5 dapat diakses oleh semua pengguna *smartphone*. Namun, untuk menjalankan aplikasi tersebut, perangkat harus terhubung dengan jaringan internet dan kecepatan kinerjanya dipengaruhi oleh kualitas koneksi internet yang digunakan oleh pengguna. Program ini umumnya digunakan untuk pembuatan bahan ajar agar hasilnya menjadi lebih menarik.

6. Suhu dan Kalor

a. Suhu

Suhu adalah tingkat derajat panas atau dinginnya suatu benda. Lambang suhu diberi dengan huruf “T” dengan satuan internasionalnya adalah Kelvin. Alat pengukur suhu disebut termometer. Skala yang terdapat di dalam termometer memiliki berbagai macam yaitu skala Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin.

1) Termometer

Termometer merupakan alat untuk mengukur suhu. Beberapa jenis termometer diantaranya adalah termometer analog, termometer digital, termometer air raksa, dan termometer infra merah. Prinsip cara kerja termometer analog adalah dengan memanfaatkan perubahan wujud suatu materi yang diakibatkan oleh perubahan suhu (Giancoli, 2001). Adapun prinsip kerja termometer infra merah adalah

mengubah gelombang panas benda melalui pancaran infra merah pada bagian yang ditembakkan menjadi energi listrik sehingga besaran suhu dapat ditampilkan di monitor.

2) Skala Suhu

Menurut (Giancoli,2001) setiap termometer memiliki standar tertentu dalam menetapkan titik beku dan titik didih. Beberapa skala dalam termometer, diantaranya adalah skala Celcius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), Reamur ($^{\circ}\text{R}$), dan skala Kelvin (K). Tabel 2.3 menampilkan perbandingan melalui rentang skala termometer dalam berbagai satuan suhu.

No	Satuan Termometer	Titik Beku	Titik didih	Interval skala
1.	Celcius	0°C	100°C	100
2.	Reamur	0°R	80°R	80
3.	Fahrenheit	32°F	212°F	180
4.	Kelvin	273 K	373K	100

(Giancoli, 2001)

b. Kalor

Kalor adalah proses transfer energi antara dua zat yang terjadi akibat perbedaan suhu. Satuan internasional kalor adalah Joule ($1\text{ kal} = 4,18\text{ joule}$ atau $1\text{ joule} = 0,24\text{ kal}$).

Kalor dilambangkan dengan huruf “Q” yang didefinisikan sebagai zat bermassa m yang dipanaskan untuk mengubah suhu sebesar ΔT . Kalor jenis suatu benda dimaknai sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk meningkatkan suhu satu kilogram

zat sebesar satu derajat Celcius. Kalor jenis dapat didefinisikan pula sebagai kapasitas suatu benda dalam menyerap kalor. Hubungan kalor dan kalor jenis ditulis melalui Persamaan 2.1.

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \quad (2.1)$$

Keterangan:

Q = Banyak kalor yang diperlukan (J)

m = Massa suatu zat (kg)

ΔT = Perubahan Suhu ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

c = Kalor jenis zat (J/kg $^{\circ}\text{C}$ atau J/kg K)

Kapasitas kalor merupakan upaya sejumlah kalor yang dibutuhkan atau dilepaskan untuk mengubah suhu benda sebesar 1 K atau 1°C . Persamaan 2.2 menggambarkan keterkaitan antara kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor.

$$Q = m_c \Delta T$$

$$Q = c \Delta T$$

$$c = \frac{Q}{\Delta T} \quad (2.2)$$

Kalor yang dibutuhkan sebuah benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa disebut kalor laten. Keterkaitan antara kalor dan kalor laten ditunjukkan melalui Persamaan 2.3.

$$L = \frac{Q}{m} \quad (2.3)$$

Keterangan:

L = kalor laten proses zat tertentu (J/kg)

m = massa zat (kg)

Q = kalor (J)

1) Asas Black

Prinsip Asas Black ditemukan oleh ilmuwan fisika yang bernama Joseph Black yang berbunyi: “Pada proses pencampuran dua zat, zat yang bersuhu tinggi akan membuang kalor sebanyak kalor yang diterima oleh zat yang bersuhu lebih rendah” (Giancoli,2001).

Apabila dalam suatu sistem terisolasi (tidak dipengaruhi oleh energi eksternal) apabila terdapat dua zat dengan suhu yang berbeda, maka zat dengan suhu lebih tinggi akan melepaskan energi (kalor) sebesar Q_{lepas} , sedangkan zat dengan suhu lebih rendah akan menerima energi sebesar Q_{terima} dengan jumlah yang sama besar (Giancoli,2001). Pernyataan tersebut dapat ditulis melalui Persamaan 2.4.

$$Q_{lepas} = Q_{terima} \quad (2.4)$$

Keterangan:

Q_{lepas} = jumlah kalor yang dilepaskan oleh zat (Joule)

Q_{terima} = jumlah kalor yang diterima oleh zat (Joule)

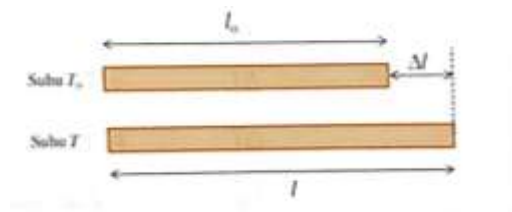
2) Pemuaian Zat

Salah satu fenomena yang berkaitan dengan suhu adalah pemuaian, yaitu bertambahnya ukuran benda (panjang, lebar, luas, tinggi, dan volume) akibat peningkatan suhu (Mikarjudin, 2016). Pemuaian diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yaitu pemuaian zat padat, cair, dan gas.

a) Pemuaian Zat Padat

(1) Pemuaian Panjang (α)

Benda akan mengalami perubahan panjang ketika suhu meningkat, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Pemuaian Panjang Benda

(Sumber: Tipler, 1998)

Menurut (Tipler, 1998) sebuah batang yang memiliki panjang awal (L_0) pada temperatur (T_0), apabila dipanaskan hingga mencapai temperatur (T), akan mengalami perubahan panjang sebesar (ΔL) seperti Gambar 2.1. Pemuaian panjang dituliskan melalui Persamaan 2.5

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (2.5)$$

Koefisien muai linier atau koefisien muai panjang dilambangkan dengan α merupakan rasio fraksi pertambahan panjang terhadap perubahan temperatur dan panjang mula-mula. Secara matematis dapat dituliskan melalui Persamaan 2.6

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T} \quad (2.6)$$

Keterangan :

α = Koefisien muai panjang ($/^{\circ}\text{C}$)

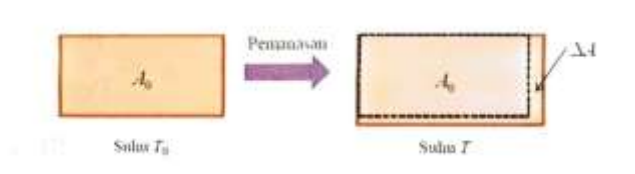
ΔL = Pertambahan panjang (m)

ΔT = Pertambahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

L_0 = Panjang awal (m)

(2) Pemuaian Luas (β)

Benda akan mengalami perubahan luas ketika suhu meningkat, seperti yang terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pemuaian Luas Benda

(Sumber: Tipler, 1998)

Sebuah plat berbentuk persegi dengan luas awal (A_0) pada temperatur (T_0), apabila dipanaskan hingga temperatur (T),

maka akan mengalami perubahan luas (ΔA). Secara matematis dapat dituliskan melalui Persamaan 2.7.

$$\Delta A = \beta A_0 \Delta T \quad (2.7)$$

Koefisien muai luas dilambangkan dengan β merupakan rasio fraksi pertambahan luas terhadap perubahan temperatur dan luas benda mula-mula. Koefisien muai luas suatu bahan adalah dua kali lipat dari koefisien muai panjang ($\beta = 2\alpha$). Secara matematis dapat ditulis melalui Persamaan 2.8.

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta T} \quad (2.8)$$

Keterangan :

A_0 = Luas awal (m^2)

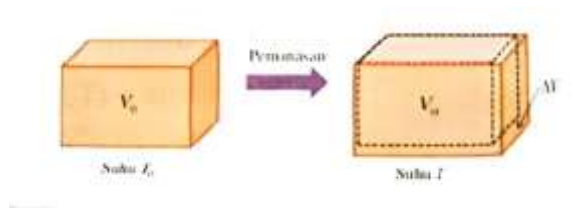
ΔT = Pertambahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

ΔA = Pertambahan Luas (m^2)

β = Koefisien muai luas ($/^{\circ}\text{C}$)

(3) Pemuaian Volume (γ)

Perubahan suhu menyebabkan perubahan volume pada benda, seperti pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Pemuaian Volume Benda

(Sumber : Tipler, 1998)

Suatu benda berbentuk kubus yang memiliki volume awal (V_0) pada suhu awal (T_0), ketika dipanaskan hingga mencapai suhu akhir (T), maka akan mengalami perubahan volume sebesar (ΔV), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.3. Hubungan tersebut secara matematis dinyatakan dalam Persamaan 2.9.

$$\Delta v = \gamma V_0 \Delta T \quad (2.9)$$

Koefisien muai volume yang disimbolkan dengan γ merupakan perbandingan antara perubahan volume terhadap hasil kali perubahan suhu dan volume awal benda. Besarnya koefisien muai volume untuk suatu material sebanding dengan tiga kali koefisien muai panjang ($\gamma = 3\alpha$). Hubungan ini secara matematis dinyatakan dalam Persamaan 2.10.

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T} \quad (2.10)$$

Keterangan:

V_0 = Volume awal (m^3)

ΔT = Perubahan Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

ΔV = Pertambahan volume (m^3)

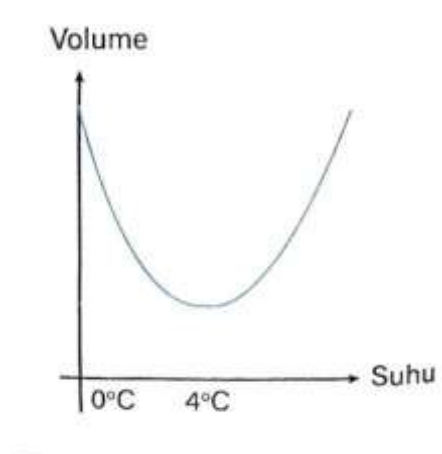
γ = Koefisien muai volume ($/^{\circ}\text{C}$)

b) Pemuaian Zat Cair

Zat cair mengalami pemuaian volume karena sifatnya yang menyesuaikan bentuk wadahnya. Dengan kenaikan suhu (ΔT) dan koefisien muai volume (γ), maka terjadi perubahan volume

(ΔV). Dalam bentuk matematis, dapat ditulis melalui Persamaan 2.9.

Setiap zat akan mengalami pemuaian saat dipanaskan, kecuali air. Hal ini disebabkan oleh sifat anomali air, dimana ekspansi volumenya berbeda pada rentang suhu 0°C hingga 4°C . Anomali air merupakan ketidakaturan dalam proses pemuaian dan penyusutan air. Ketika air dipanaskan di atas 4°C , volumenya bertambah akibat pemuaian. Namun, jika dipanaskan dalam rentang suhu 0°C hingga 4°C , air justru mengalami penyusutan mencapai volume terkecil pada saat suhunya 4°C seperti terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Grafik Anomali Air
(Sumber: Mikrajudin, 2016)

(4) Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor dibedakan menjadi tiga macam, diantaranya perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

a) Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan kalor pada suatu zat tanpa diikuti oleh pergerakan partikel-partikelnya. Jumlah kalor yang berpindah dalam satuan waktu dinyatakan melalui Persamaan 2.14.

$$H = \frac{Q}{t} = kA \frac{\Delta T}{L} \quad (2.11)$$

Keterangan:

H = kalor yang merambat per satuan waktu (J/s)

Q = kalor (J)

t = waktu (s)

k = konduktivitas termal (W/mk)

A = luas penampang (m^2)

ΔT = perubahan suhu (K)

L = panjang benda (m)

Fenomena konduksi dalam Al-Qur'an dijelaskan dalam surat Al-Kahfi ayat 96, yang berbunyi:

اَتُونِي زُبَرَ الْحَدِيدِ حَتَّىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ انْفُخُوا حَتَّىٰ إِذَا جَعَلَهُ نَارًا قَالَ ائُونِي أُفْرِغْ عَلَيْهِ قِطْرًا

Artinya: "Berilah aku potongan-potongan besi." Hingga ketika (potongan besi) itu telah (terpasang) sama rata dengan kedua

(puncak) gunung itu, dia (Zulqarnain) berkata, “Tiuplah (api itu).” Ketika (besi) itu sudah menjadi (merah seperti) api, dia pun berkata, “Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atasnya (besi panas itu).” (*Q.S. al-Kahfi:96*)

Menurut Quraish Shihab dalam tafsir Al-Misbah mengatakan bahwa kata *zubur* adalah bentuk jamak dari *zubrah* yang maknanya potongan besi yang besar yang berarti “kekukuhan”. Ayat ini menjelaskan bahwa potongan besi yang diminta oleh Zulqarnain sudah menumpuk yang kemudian ia membakar besi tersebut hingga apinya berwarna merah. Dzulqarnain kemudian memerintahkan untuk tembaga yang mendidih dituang di atasnya hingga menjadikan bangunan tersebut kokoh dan sempurna (Shihab,2005).

b) Konveksi

Perpindahan kalor yang terjadi bersamaan dengan pergerakan partikel atau massa zat perantara disebut konveksi. Laju perpindahan kalor melalui perpindahan panas secara konveksi dinyatakan dalam Persmaan 2.12.

$$H = hA\Delta T \quad (2.12)$$

Keterangan:

H = laju perpindahan kalor secara konveksi(J/s)

A = luas penampang (m^2)

h = konduktansi termal (J/s. m^2 .K)

ΔT = perubahan suhu (K)

c) Radiasi

Perpindahan kalor yang terjadi tanpa disertai zat perantaranya disebut dengan perpindahan panas secara radiasi. Definisi tersebut sejalan dengan besaran laju pada kalor yang mengalir seperti Persamaan 2.12.

$$\frac{Q}{t} = e\sigma AT^4 \quad (2.13)$$

Keterangan:

Q = kalor (J)

t = waktu (s)

e = koefisien emisivitas

σ = konstanta Stefan-Boltzman ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)

A = luas penampang (m^2)

T = suhu mutlak (K)

B. Kajian Pustaka

Penelitian sejenis yang berkaitan dengan topik ini telah dilakukan oleh Liana (2019) mengenai pengembangan modul interaktif berbasis android berbasis aplikasi sigil *software* pada materi listrik dinamis. Modul ini merupakan salah satu modul interaktif yang tervalidasi oleh ahli media. Hasil validasi media, materi, dan hasil tanggapan guru fisika masuk dalam kategori sangat baik. Persamaanya dengan penelitian yang sedang dikembangkan adalah keduanya mengembangkan modul interaktif yang di dalamnya memuat peta konsep, uraian materi,

dan video pembelajaran. Perbedaan yang terdapat dalam penelitian tersebut terletak pada *software* yang digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Febriani (2020) mengenai pengembangan komik digital fisika berbasis *Hypertext Markup Language* (HTML). Penelitian ini menggunakan model 4D dengan hasil validasi dan respon siswa baik dengan menggunakan markah berbasis Web HTML5. Penelitian ini sama-sama menggunakan HTML5 dalam proses pengembangannya, perbedaan yang didapat dengan penelitian yang sedang dikembangkan adalah *output* yang dihasilkan dari penelitian ini berupa komik digital fisika yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Penelitian yang dilakukan oleh Zaki (2022) tentang pengembangan modul elektronik fisika yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi hukum newton merupakan modul elektronik yang dikembangkan secara valid. Modul ini sama-sama dikembangkan dengan mengintegrasikan beberapa multimedia di dalamnya. Sementara perbedaan penelitiannya adalah penelitian ini tidak berbasiskan *Flip* HTML5 dalam pengaplikasiannya.

Hasil penelitian Latifah, dkk. (2020) menyatakan bahwa penggunaan e-modul fisika sebagai media pembelajaran memberikan kontribusi yang signifikan terhadap proses pembelajaran. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa perolehan

nilai e-modul dengan menggunakan aplikasi *Kvisoft Flipbook Maker* mendapatkan nilai dengan kategori cukup baik, selain itu keterampilan berpikir kritis siswa setelah digunakannya e-modul diperoleh N-Gain dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul fisika yang telah dikembangkan layak untuk dijadikan bahan ajar.

Hasil penelitian Arman,dkk. (2022) memaparkan bahwa pemanfaatan e-modul interaktif dengan menggunakan aplikasi berbasis *Articulate Storyline 3* terbukti mendukung siswa dalam mengasah kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas eksplorasi dan pemecahan masalah. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa implementasi e-modul berbasis *Articulate Storyline* dapat meningkatkan hasil berpikir kritis siswa melalui hasil *test* dengan N-Gain sebesar 68% dengan kategori sedang. Perbedaan e-modul *Articulate Storyline 3* dengan modul interaktif *flip-mind* berbasis HTML5 adalah dari sisi fitur yang tersedia. Desain *Articulate Storyline 3* memiliki keterbatasan pada templat dan fitur yang tersedia, sementara HTML5 memiliki desain dan tata letak yang bebas dalam menyesuaikan kebutuhan pengguna.

Modul interaktif yang dikembangkan memiliki kesamaan dengan penelitian sebelumnya dalam hal penggunaan teknologi sebagai bahan ajar pembelajaran interaktif. Modul interaktif *Flip-Mind* sama seperti e-modul lainnya, modul ini dirancang untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran terutama dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Beberapa

penelitian terdahulu menyatakan bahwa pengintegrasian multimedia seperti video, peta konsep, dan animasi dilakukan untuk memperjelas isi materi.

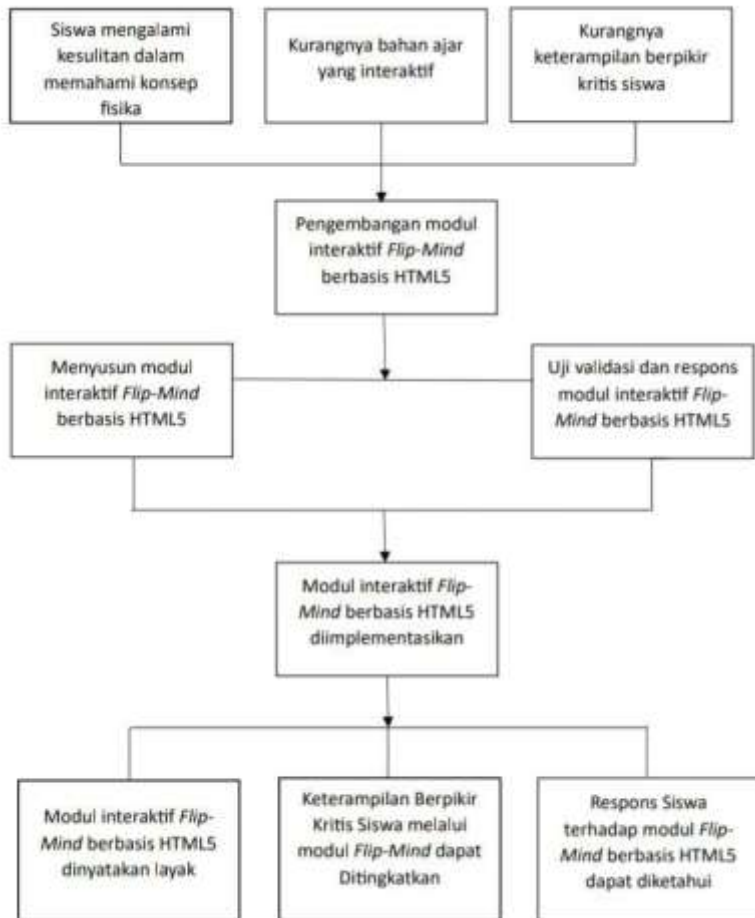
Perbedaan utama terletak pada perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan modul interaktif. Penelitian sebelumnya menggunakan berbagai *platform* seperti *Sigil*, *Kvisoft Flipbook Maker*, dan *Articulate Storyline 3*, sedangkan penelitian ini menggunakan HTML5 dengan fitur yang lebih fleksibel dalam desain dan tata letak.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah suatu konsep atau pendekatan yang menjembatani teori dengan permasalahan yang menjadi dasar dilakukannya penelitian (Sugiyono, 2023). Dalam penelitian ini, kerangka berpikir disusun untuk menggambarkan tahapan sistematis dalam pengembangan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 pada materi suhu dan kalor.

Pengembangan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dilatarbelakangi oleh kesulitan siswa dalam memahami konsep fisika, keterbatasan bahan ajar yang interaktif, dan rendahnya keterampilan berpikir kritis. Berdasarkan permasalahan tersebut, dikembangkan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5. Modul divalidasi oleh ahli dan diuji responsnya oleh siswa sebelum diujicobakan dalam lapangan. Implementasi modul interaktif *Flip-Mind* diharapkan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hubungan

antar komponen dalam kerangka berpikir ditunjukkan secara sistematis pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

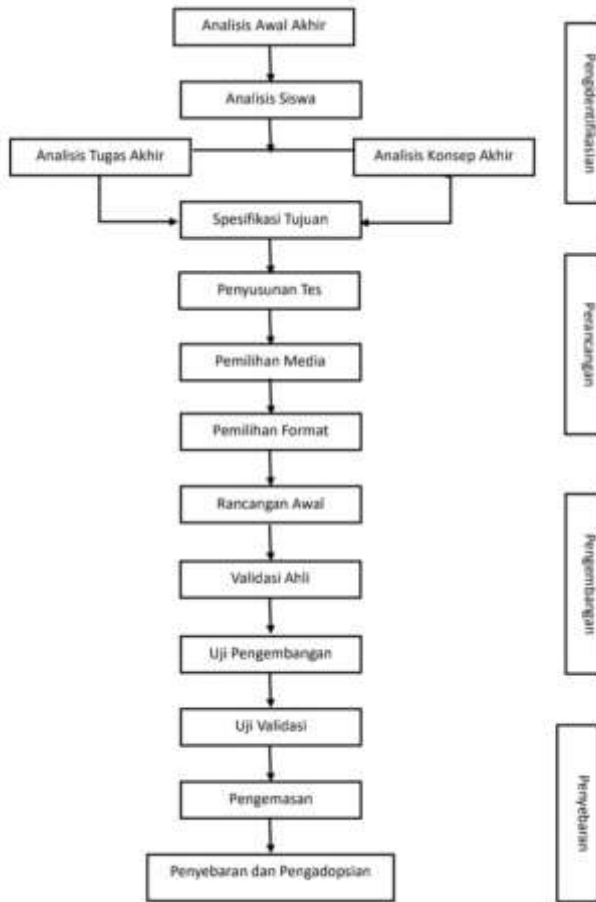
A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode R&D (*Research and Development*) dengan mengembangkan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5. Metode penelitian ini ditujukan untuk menciptakan sebuah produk baru atau meningkatkan kualitas produk sebelumnya agar produk yang dihasilkan memiliki nilai keefektifan dan kebermanfaatan yang lebih tinggi (Sugiyono, 2023). Metode R&D merupakan metode yang diawali dengan analisis kebutuhan dan langkah akhirnya menghasilkan produk yang telah teruji kevalidannya. Hasil dari produk pengembangan diuji kelayakannya melalui validitas dan uji coba dengan menggunakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 pada materi suhu dan kalor.

1. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Metode penelitian R&D merupakan metode yang bersifat fundamental yang bermanfaat untuk mendapatkan informasi tentang kebutuhan penggunaan dan dilanjutkan dengan kegiatan pengembangan agar menghasilkan sebuah produk dan diuji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2023). Thiagarajan (1974:5), menyatakan bahwa desain penelitian pengembangan model 4D mencakup empat tahapan inti, yakni pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), serta tahap penyebaran (*disseminate*). Alasan digunakannya model 4D

dalam penelitian ini adalah karena model ini memberikan pendekatan yang sistematis dan terstruktur dalam menghasilkan produk pembelajaran yang valid, efektif, dan layak digunakan. Model pengembangan 4D dapat dilihat melalui Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur Pengembangan Model 4-D

(Sumber : Diadaptasi dari Thiagarajan)

a. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian merupakan tahap yang bertujuan untuk memaparkan berbagai komponen yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran dan menghimpun berbagai informasi terkait produk yang akan dirancang. Tahap ini penting untuk dilakukan agar memastikan bahwa produk yang akan dikembangkan sesuai dengan kondisi, keperluan, dan karakteristik siswa. Langkah ini mencakup:

1) Analisis Awal

Analisis awal dibutuhkan untuk mengidentifikasi masalah yang dialami siswa saat pembelajaran fisika, terutama terkait bahan ajar yang perlu dikembangkan agar efektivitas pembelajaran tercapai. Penelitian ini merupakan bagian dari solusi terkait rendahnya tingkat keterampilan berpikir kritis siswa dalam penguatan konsep materi fisika, bahan ajar yang kurang interaktif, dan nilai hasil capaian fisika yang relatif rendah. Informasi mengenai analisis awal diketahui melalui observasi.

Observasi dilakukan di SMA N 8 Semarang dengan mengamati proses pembelajaran fisika secara langsung, khususnya terkait pelaksanaan pembelajaran, penggunaan bahan ajar, dan partisipasi siswa selama kegiatan pembelajaran. Melalui hasil observasi, ternyata belum terdapat bahan ajar atau buku pegangan khusus untuk siswa. Pencatatan materi bergantung pada PPT dari guru

maupun tautan video YouTube yang dibagikan pada saat kegiatan pembelajaran dilaksanakan. Selain itu, bahan ajar yang digunakan kurang memfasilitasi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

2) Analisis Siswa

Analisis siswa dilaksanakan diawal perencanaan dengan memperhatikan berbagai macam karakter yang dimiliki oleh siswa guna untuk mengidentifikasi karakteristik siswa melalui kompetensi akademik, proses berpikir, dan kemampuan belajar siswa. Analisis siswa bermanfaat untuk mengetahui kekurangan yang dialami oleh siswa selama jalannya proses pembelajaran.

Siswa seringkali menganggap bahwa materi fisika terlalu sulit untuk dipahami, buku terlalu tebal, dan isi materi sulit dipahami secara otodidak. Kondisi ini yang mengakibatkan siswa mudah menyerah dalam mempelajari fisika. Berdasarkan angket kebutuhan yang diisi oleh siswa, hasil angket menyatakan bahwa mayoritas siswa merasa lebih termotivasi dalam belajar apabila tersedia bahan ajar atau media interaktif yang dapat digunakan sebagai sumber belajar.

3) Analisis Tugas (*Task Analysis*)

Analisis tugas bertujuan untuk mengenali aktivitas yang berkaitan dengan kegiatan yang dikerjakan oleh siswa. Analisis tugas bermanfaat untuk memahami susunan

materi, konsep, sumber, referensi, tujuan pembelajaran, dan indikator. Adapun konten yang dikembangkan dalam modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 ini adalah bab suhu dan kalor.

4) Analisis Konsep (*Concept Analysis*)

Tujuan dilakukannya analisis konsep adalah untuk menganalisis konsep materi pembelajaran dengan produk yang telah dikembangkan yang kemudian diajarkan melalui tahap secara rasional. Tahapan ini dilakukan pada materi suhu dan kalor.

5) Perumusan Tujuan Pembelajaran (*Specifying Instructional Objectives*)

Merumuskan tujuan pembelajaran berdasarkan capaian pembelajaran yang berhubungan dengan topik suhu dan kalor. Perumusan pada tujuan pembelajaran digunakan untuk merefleksikan efektivitas sekaligus mengetahui keterampilan berpikir kritis yang telah dicapai selama pembelajaran. Tujuan pembelajaran dijabarkan agar dapat diukur dan dicapai melalui kegiatan dalam modul interaktif yang dikembangkan.

b. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahapan kedua merupakan tahap *Design* yang berfokus pada perancangan produk berdasarkan hasil analisis kebutuhan siswa. Tujuan utama tahap ini adalah dihasilkannya rancangan awal modul interaktif yang sistematis, terstruktur, dan sesuai

dengan karakteristik siswa. Menurut Thiagarajan (1974:7), tahap perancangan dibagi menjadi empat tahap. Tahapan yang dilakukan diantaranya adalah:

- 1) Menyusun tes kriteria yang digunakan untuk tindakan awal agar kompetensi awal siswa dapat diketahui sekaligus digunakan sebagai langkah awal untuk mengetahui kemampuan siswa setelah dilakukannya proses pembelajaran,
- 2) Memilih bahan ajar berdasarkan muatan materi dan karakteristik yang dimiliki oleh siswa,
- 3) Penyesuaian model penyajian pembelajaran dengan bahan ajar yang sedang digunakan, dan
- 4) Merancang langkah-langkah pembelajaran dengan menyimulasikan pemaparan materi dengan bahan ajar.

Tahap *design* bertujuan untuk menyusun modul interaktif yang akan diterapkan dalam proses pembelajaran fisika. Langkah ini mencakup:

1) Penyusunan Instrumen Penelitian

Instrumen yang disusun pada tahapan ini meliputi instrumen perangkat pembelajaran yaitu modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dan soal *pretest-posttest*, sementara instrumen pengambilan data diambil melalui angket respon siswa, lembar validasi modul yang dikembangkan, dan soal *pretest* dan *posttest* untuk validator ahli dan praktisi.

Instrumen tes yang dirancang yaitu soal tes dan rubrik yang mengacu pada indikator keterampilan berpikir kritis Ennis, dan rubrik penilaian tiap item soal tes. Instrumen tes yang terdiri dari *pretest* dan *posttest* ini dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan setelah modul interaktif diimplementasikan.

2) Pemilihan Bahan Ajar

Tujuan dilakukannya pemilihan bahan ajar adalah untuk mengimplementasikan modul interaktif yang sesuai dengan karakteristik siswa yang cepat merasa bosan dengan pembelajaran fisika. Selain itu, modul interaktif yang dikembangkan merupakan modul yang relevan dengan pendidikan masa kini. Pengembangan yang dihasilkan berupa modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 yang memuat elemen multimedia interaktif sehingga pembelajaran di dalam kelas terasa menyenangkan.

3) Pemilihan Format

Pemilihan format menyesuaikan isi konten dari modul interaktif yang dikembangkan, langkah pengembangannya dimulai dari merancang isi kegiatan pembelajaran, memilih strategi pembelajaran, menentukan pendekatan, metode, dan referensi sumber belajar. Materi yang diimplementasikan dalam pembelajaran adalah suhu dan kalor.

4) Desain Awal

Desain awal modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 yang telah dikembangkan kemudian diserahkan kepada dosen pembimbing untuk diberi saran dan diperbaiki sebelum dilakukannya proses produksi. Setelah melalui tahap produksi, tahap selanjutnya adalah tahap validasi.

c. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Thiagarajan (1974:8) menyatakan bahwa terdapat dua tahap dalam mengembangkan sebuah produk, diantaranya: *expert appraisal* dan *developmental testing*. *Expert appraisal* adalah teknik yang digunakan untuk memvalidasi atau menilai produk hasil pengembangan yang dinyatakan layak atau tidak.

Developmental testing adalah teknik yang digunakan untuk melaksanakan pengujian terhadap rancangan produk yang telah dikembangkan kepada subjek yang sebenarnya. Kegiatan ini menghasilkan respons dan komentar dari pengguna dan ditindaklanjuti dengan perbaikan produk. Setelah dilakukan perbaikan, produk kembali diujikan hingga mencapai hasil yang memenuhi standar kealayaan. Tahapan yang dilaksanakan pada proses ini meliputi:

1) Validasi Bahan Ajar

Tahapan validasi modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 melibatkan penilaian dari para ahli. Penilaian ini berfungsi untuk mengetahui tingkat kevalidan dan mendapatkan masukan atau saran agar rancangan modul

interaktif ini dapat dimaksimalkan. Para ahli validator seperti ahli media dan ahli materi mengevaluasi modul interaktif tersebut berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Hasil dari modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 yang sudah disetujui oleh para ahli akan disempurnakan berdasarkan saran dan masukan yang diberikan.

2) Revisi Bahan Ajar

Hasil dari modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 yang sudah divalidasi oleh validator ahli akan diperbaiki sesuai dengan rekomendasi dua validator ahli media dan materi sehingga modul yang dikembangkan siap untuk diujicobakan ke lapangan.

3) Uji Coba Terbatas

Modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 yang telah diuji kelayakannya kemudian diujicobakan secara terbatas kepada kelompok kecil untuk mengetahui keefektifan produk pada saat digunakan oleh siswa. Uji coba ini didapatkan dari data respons siswa sebagai subjek sasaran pengguna produk modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5. Uji coba terbatas dilakukan oleh 10 siswa kelas XI-5 di SMA N 8 Semarang.

4) Revisi Model Berdasarkan Hasil Uji Coba

Hasil uji coba skala kecil menunjukkan beberapa catatan penting dari siswa yang dijadikan dasar dalam proses revisi modul. Hasil pengujian dalam skala kecil digunakan untuk revisi sehingga modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 tersebut

menjadi layak dan memenuhi kebutuhan pengguna. Perbaikan dilakukan agar modul lebih responsive, menarik, dan mampu mendukung ketercapaian keterampilan berpikir kritis siswa.

5) Implementasi Model pada Wilayah yang Lebih Luas

Tahap ini bertujuan untuk menguji nilai keefektifitasan modul interaktif yang sudah dikembangkan melalui penelitian eksperimen. Jika pengujian dilakukan dengan menggunakan penelitian eksperimen maka yang dibandingkan adalah hasil belajar pada kelompok yang diberikan perlakuan dan kelompok yang tidak diberikan perlakuan. Model tersebut dianggap efektif apabila hasil belajar kelompok yang diberikan perlakuan lebih unggul dibandingkan dengan kelompok yang tidak diberi perlakuan.

d. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Kegiatan penyebaran dilakukan dengan cara menyebarkan produk modul interaktif yang sudah dikembangkan. Menurut Thiagarajan, tahap penyebaran memiliki tiga tahap yaitu: tahap uji validasi (*validation testing*), pengemasan (*packaging*), serta difusi dan adopsi (*diffusion and adaption*).

Uji validasi adalah langkah awal dalam proses distribusi modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 yang diimplementasikan pada sasaran yang sebenarnya. Selanjutnya modul tersebut disebarluaskan dan diimplementasikan dalam pembelajaran fisika. Pengukuran ketercapaian tujuan

merupakan salah satu bentuk kegiatan implementasi pada tahap ini yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas modul interaktif yang dikembangkan.

Pengemasan, difusi, dan adopsi merupakan tahap terakhir yang dilakukan dalam kegiatan penyebaran. Tahap ini merupakan tahap tindak lanjut dari diimplementasikannya modul interaktif yang telah dikembangkan dan dilanjutkan pada tahap difusi dan adopsi yang dapat dimanfaatkan di kelas. Produk modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dikemas dalam bentuk aplikasi sederhana yang dapat diakses oleh siswa melalui ponsel mereka masing-masing.

B. Uji Coba Produk

1. Subjek Uji Coba

- a. Subjek dalam penelitian ini adalah pengembang yang akan menguji kelayakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5.
- b. Subjek uji validator untuk menilai tingkat kelayakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 adalah dua dosen ahli (media dan materi) jurusan pendidikan fisika.
- c. Subjek uji coba skala kecil dilakukan oleh sepuluh siswa dari kelas XI-5 SMA N 8 Semarang.
- d. Subjek uji coba lapangan dilakukan oleh tiga puluh enam siswa dari kelas XI-3 SMA N 8 Semarang.
- e. Sampel yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan menentukan sampel berdasarkan

kriteria atau pertimbangan tertentu. Sampel yang dipilih adalah kelas XI-3 (kelas eksperimen) dan XI-2 (kelas kontrol). Teknik ini dipilih karena kelas XI-3 dan XI-2 memiliki kesamaan cara berpikir dan nilai ulangan rata-rata yang serupa. Teknik ini dipilih karena dianggap paling tepat untuk memastikan validitas hasil penelitian.

2. Desain Uji Coba Produk

Uji coba kelayakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 bertujuan agar peneliti mengetahui kelayakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 yang akan diterapkan dalam proses pembelajaran. Prosedur pengembangan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 pada penelitian ini adalah:

a. Uji Ahli atau Uji Validasi Produk

Validator ahli pada tahap ini melaksanakan penilaian bahan ajar yang dikembangkan yaitu modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 kemudian memberikan masukan tentang perbaikan atau memvalidasi jika modul yang telah dikembangkan siap digunakan. Validator ahli pada tahap ini melaksanakan penilaian bahan ajar yang dikembangkan, kemudian para validator memberikan masukan tentang perbaikan atau memvalidasi jika modul yang telah dikembangkan siap digunakan. Proses validasi ini mencakup

aspek kelayakan isi, tampilan, interaktivitas, dan kesesuaian dengan tujuan pembelajaran yang telah dirancang.

b. Uji Coba Produk

Uji coba produk melibatkan 10 siswa kelas XI-5 SMA N 8 Semarang untuk uji coba terbatas sebagai subjek sasaran agar respons siswa terhadap modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dapat diketahui. Hasil dari uji coba ini digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kelayakan modul serta melakukan revisi agar produk lebih optimal sebelum diimplementasikan secara luas.

c. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 28 April hingga 23 Mei dalam lima pertemuan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 di SMA Negeri 8 Semarang. Setiap pertemuan akan difokuskan pada penerapan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dan diikuti dengan pengukuran kelayakan, tes pemahaman (*pre-test* dan *post-test*), dan angket respons siswa.

3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah siswa dari SMA Negeri 8 Semarang tahun ajaran 2025/2026 semester genap. Sebanyak 10 siswa dari kelas XI-5 untuk uji coba terbatas dan 36 siswa dari XI-3 untuk uji coba lapangan. Pemilihan subjek didasarkan pada kesamaan kemampuan awal di dua kelas tersebut.

4. Bahan Ajar yang Dikembangkan

Penelitian ini mengembangkan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 pada materi suhu dan kalor untuk siswa kelas XI di SMA Negeri 8 Semarang. Modul ini diciptakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui fitur dan multimedia yang interaktif.

C. Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah proses yang digunakan untuk memperoleh, mengolah, dan menganalisis data dalam penelitian agar sesuai dengan masalah yang diteliti (Sugiyono, 2023). Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini menggunakan teknik angket dan tes.

1. Angket

Angket merupakan teknik pengumpulan data yang disajikan secara tertulis yang isinya berupa pernyataan dari responden. Menurut Sugiyono (2023), angket dalam penelitian R&D digunakan sebagai instrumen pengumpulan data. Jenis angket yang digunakan dalam menilai suatu produk yang dikembangkan adalah angket validasi kelayakan dan angket respons siswa.

Angket validasi ahli dibutuhkan menilai kelayakan modul yang dikembangkan dengan mempertimbangkan aspek indikator yang disediakan. Angket ini digunakan untuk mengukur apakah suatu produk yang dikembangkan layak

digunakan berdasarkan validator ahli. Validator ahli terdiri dari ahli materi dan ahli media. Aspek yang digunakan dalam menilai modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 diantaranya adalah kelayakan isi/materi, kelayakan bahasa, kelayakan tampilan, dan kemudahan penggunaan.

Angket respons siswa dibutuhkan untuk mengetahui respons atau tanggapan siswa setelah digunakannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dalam pembelajaran. Aspek yang dinilai dalam modul ini diantaranya adalah kemenarikan, kemudahan bahasa, kesesuaian dengan kebutuhan siswa, tingkat interaktivitas, dan dampak terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

Metode pengukuran yang diterapkan dalam penelitian ini adalah skala Likert dengan empat tingkatan. Menurut Sugiyono (2023), pengukuran argumen, pandangan, dan sikap dari individu atau kelompok tentang suatu fenomena sosial dapat menggunakan skala Likert. Alasan digunakannya skala ini adalah variabilitas respons dianggap lebih praktis sehingga sikap dan respons dari responden dapat diketahui secara jelas. Selain itu, penggunaan angket dianggap lebih praktis dan efisien karena responden tidak banyak kehilangan waktu selama berada di sekolah.

2. Tes

Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dapat dievaluasi melalui tes yang diujikan kepada siswa setelah

diimplementasikannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5. Tes kemudian diujikan kepada siswa untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda. *Pre-test* digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa sebelum digunakannya modul interaktif, sementara *post-test* digunakan untuk mengetahui apakah terjadi peningkatan terhadap keterampilan berpikir kritis setelah digunakannya modul yang dikembangkan. Tes yang diberikan dalam bentuk *pre-test* dan *post-test* masing-masing terdiri dari delapan soal uraian yang mengukur keterampilan berpikir kritis berdasarkan indikator berpikir kritis Ennis.

D. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengenali kelayakan instrumen yang diimplementasikan dalam penelitian dan apakah sudah mencukupi persyaratan yang layak atau tidak. Analisis instrumen dilakukan menggunakan model rasch dengan bantuan *Software* Winstep. Model ini dimanfaatkan untuk mengenali karakteristik dan kualitas soal yang diujikan.

1. Uji Validitas Tes

Penelitian dikatakan valid jika data yang diperoleh dengan data asli yang terjadi pada obyek yang diteliti memiliki kesamaan. Uji validitas tes bertujuan untuk mengetahui kevalidan instrumen yang digunakan (Sugiyono,2023).

Validitas instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini diuji dengan menerapkan model Rasch melalui *Software*

Winstep. Uji validitas model rasch memperhatikan beberapa nilai, yaitu nilai *outfit means-square (MNSQ)*, *outfit z-standard (ZSTD)*, dan *point measure correlation (Pt Mean Corr)*. Syarat validitas instrumen tes dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Syarat Validitas Instrumen

Kriteria Validitas Instrumen	Keterangan
$0,5 < MNSQ < 1,5$	Nilai <i>MNSQ</i> diterima
$-2,0 < ZSTD < +2,0$	Nilai <i>ZSTD</i> diterima
$0,4 < Pt\ Measure\ Corr < 0,85$	Nilai <i>Pt Measure Corr</i> diterima

Kevalidan instrumen tes dapat dipenuhi jika terdapat minimal dua kriteria yang sesuai dengan Tabel 3.1 (Sumintono dan Widhiarso,2015).

2. Uji Reliabilitas Tes

Reliabilitas digunakan untuk mengetahui kesamaan antara obyek yang diukur dan data yang dihasilkan adalah konsisten (Sugiyono,2023). Selain itu, uji reliabilitas dimanfaatkan untuk mengevaluasi apakah instrumen tes yang digunakan sudah memenuhi kriteria atau belum (Arikunto,2020). Uji ini menerapkan model Rasch yang dibantu oleh *software* Winstep dengan menampilkan *person reliability*, *item reliability*, dan *cronbach alpha*.

Person reliability menunjukkan aksi siswa dalam menentukan jawaban, apakah siswa memberikan jawaban dengan serius atau hanya menduga. *Item reability* menunjukkan seberapa berkualitاسnya masing-masing butir

instrumen yang diuji. Sementara *Cronbach alpha* adalah korelasi yang konsisten antara jawaban siswa dengan seluruh butir soal. Instrumen tes dianggap reliabel jika memenuhi kriteria yang tercantum pada Tabel 3.2 dan 3.3

Tabel 3.2 Kriteria *Person Reliability* dan *Item Reliability*

Nilai Reliabilitas	Kategori Reliabilitas Model Rasch
$0,94 \leq \text{Nilai}$	Istimewa
$0,91 \leq \text{Nilai} < 0,94$	Sangat Baik
$0,81 \leq \text{Nilai} < 0,90$	Baik
$0,67 \leq \text{Nilai} < 0,80$	Cukup
$\text{Nilai} \leq 0,67$	Rendah

(Sumintono dan Widhiarso,2015)

Tabel 3.3 Kriteria Nilai *Cronbach Alpha*

Nilai <i>Cronbach Alpha</i>	Kategori Nilai <i>Cronbach Alpha</i>
$0,8 \leq \alpha$	Sangat Tinggi
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Tinggi
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Baik
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Sedang
$\alpha < 0,5$	Rendah

(Sumintono dan Widhiarso,2015)

3. Tingkat Kesulitan Butir

Uji tingkat kesulitan butir instrumen bertujuan untuk mengklasifikasikan antara soal yang mudah dan soal yang sulit (Arikunto,2020). Uji tingkat kesulitan butir soal dilakukan dengan menggunakan model Rasch berbantuan *software* Winstep. *Measure logit* dan nilai simpangan baku (SD) logit item merupakan cara untuk mengetahui tingkatan kesulitan butir soal. Terdapat empat kategori

untuk menentukan tingkat kesulitan butir soal yang dapat ditemukan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kriteria Tingkat Kesulitan Butir Soal

Nilai <i>Measure</i> (logit)	Kategori Tingkat Kesulitan Soal
$Measure\ logit < -SD\ logit$	Item sangat mudah
$-SD\ logit \leq Measure\ logit < 0$	Item mudah
$0 \leq Measure\ logit < SD\ logit$	Item sulit
$Measure\ logit > SD\ logit$	Item sangat sulit

(Sumintono dan Widhiarso,2015)

4. Daya Pembeda Butir Instrumen

Daya beda merujuk pada kemampuan soal dalam membandingkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tinggi dengan siswa yang memiliki kemampuan berpikir rendah (Sugiyono,2023). Model yang digunakan dalam uji daya beda ini adalah model Rasch dengan bantuan *software* Winstep versi 4.7.0.

Pemodelan uji daya beda dengan menggunakan model ini berguna untuk mengetahui kemampuan siswa mampu atau tidaknya dalam menyelesaikan soal. Analisis daya beda soal dilakukan melalui hasil nilai *Point Measure (Pt Mean Corr)* yang disajikan melalui Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Interpretasi Daya Pembeda

<i>Pt Mean Corr</i>	Interpretasi
$ID \geq 0,40$	Sangat Baik
$0,30 \leq ID < 0,40$	Baik
$0,20 \leq ID < 0,30$	Kurang Baik
$ID < 0,20$	Buruk

(Sumintono dan Widhiarso,2015)

E. Analisis Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis

1. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk memeriksa apakah data *pre-test* dan *post-test* terdistribusi secara normal atau tidak. Uji ini menggunakan langkah Shapiro-Wilk dengan memanfaatkan perangkat lunak yaitu SPSS. Pengujian normalitas distribusi dari kelas eksperimen memiliki hipotesis sebagai berikut:

H_0 = Sampel dari populasi berdistribusi normal

H_1 = Sampel dari populasi berdistribusi tidak normal

Taraf signifikan sebesar 0,05 dipakai untuk menjalankan hipotesis yang diterima. Jika nilai Sig. > 0,05 maka H_0 diterima dan dapat dinyatakan sampel dari populasi berdistribusi secara normal. Namun, jika nilai Sig. $\leq$ 0,05 maka H_0 ditolak karena sampel dari populasi berdistribusi secara tidak normal.

2. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas digunakan untuk mengetahui sama atau tidaknya varian populasi. Uji ini dilakukan untuk mengetahui nilai *pre-test* dan *post-test* berdistribusi secara homogen atau tidak. Pengujian dilakukan menggunakan uji *Levene-test* berbantuan SPSS 22.0 dengan taraf signifikan sebesar 5%. Kriteria pengujian diterima jika nilai *Levene-statistic* > 0,05 (variasi data yang dianalisis bersiat homogen)

3. Uji Hipotesis (*Independent Sample t-Test*)

Metode yang digunakan dalam uji hipotesis ini adalah *Independent Sample T-test* karena data berasal dari dua kelompok yang berbeda secara independen dan memenuhi asumsi distribusi normal dan homogen. Pengujian ini dilakukan ketika data telah terdistribusi secara normal. Jenis aplikasi yang digunakan oleh peneliti adalah IBM SPSS *statistic* 22. Dasar pengambilan keputusan dalam pengujian hipotesis pada penelitian ini adalah:

H_0 = Tidak terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah menggunakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5.

H_1 = Terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah menggunakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5.

Taraf signifikansi sebesar 0,05 digunakan sebagai acuan dalam menentukan hipotesis yang diterima. H_0 dinyatakan diterima jika nilai Sig. bernilai $>0,05$, yakni keterampilan berpikir kritis siswa tidak terjadi peningkatan berpikir kritis dengan digunakannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dengan materi suhu dan kalor, jika $\text{Sig} \leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dengan digunakannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5.

4. Uji N-Gain

Tujuan dilakukannya uji N-Gain adalah untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah diimplementasikannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dalam pembelajaran. Hake, R. R. (2002) menyatakan bahwa nilai N-Gain dapat dihitung melalui Persamaan 3.7.

$$N - Gain = \frac{(\text{skor post} - \text{test}) - (\text{skor pre} - \text{test})}{(\text{skor maksimum}) - (\text{skor pre} - \text{test})} \quad (3.7)$$

Kategori nilai N-Gain ternormalisasi disajikan melalui Tabel 3.6

Tabel 3.6 Kriteria *Normalized Gain*

Nilai Gain	Interpretasi Nilai Gain
$g < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq g \leq 0,70$	Sedang
$g > 0,70$	Tinggi

Sumber: Hake, R. R. (2002)

F. Analisis Hasil Angket Validasi Ahli

Hasil angket validasi ahli dianalisis menggunakan skala Likert, variabel yang diukur dikembangkan menjadi indikator variabel. Penilaian dalam skala Likert diberikan dengan rentang skor dari 1 hingga 4 seperti disajikan pada Tabel 3.7. Angket yang diisi oleh validator kemudian dianalisis dan hasilnya dinyatakan dalam bentuk persentase, seperti pada Tabel 3.8.

Tabel 3.7 Penilaian skala Likert	
Skor	Keterangan
Skor 4	Sangat setuju/sangat layak
Skor 3	Setuju/layak
Skor 2	Tidak setuju/kurang layak
Skor 1	Sangat tidak setuju/sangat kurang layak

(Sugiyono,2023)

Menurut Sugiyono (2023), persentase validasi para ahli dihitung menggunakan Persamaan 3.8.

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\% \quad (3.8)$$

Keterangan:

P = Persentase validator

$\sum x$ = Jumlah skor setiap kriteria yang dipilih

N = Jumlah skor ideal

Tabel 3.8 Kualifikasi Tingkat Pencapaian

Tingkat Pencapaian (%)	Kualifikasi	Keterangan
$81 < x \leq 100$	Sangat baik	Sangat layak, tidak perlu direvisi
$61 < x \leq 80$	Baik	Layak, perlu direvisi
$41 < x \leq 60$	Cukup	Cukup layak, perlu direvisi
$21 < x \leq 40$	Kurang Baik	Tidak layak, perlu direvisi

(Arikunto, 2020)

G. Analisis Hasil Respon Siswa dan Kelayakan Modul

Perhitungan skor rata-rata respons siswa terhadap modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dianalisis melalui persamaan 3.9

$$x = \frac{\Sigma \text{ skor rata - rata}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (3.9)$$

Hasil dari perhitungan skor tersebut, kemudian dikelompokkan sesuai kategori klasifikasi persentase kelayakan modul dapat dilihat di Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Persentase Kelayakan Modul Interaktif

Persentase Kelayakan Modul Interaktif(%)	Kriteria Kelayakan Modul Interaktif
$81 < x \leq 100$	Sangat Baik
$61 < x \leq 80$	Baik
$41 < x \leq 60$	Cukup Baik
$21 < x \leq 40$	Kurang Baik

(Arikunto, 2020)

Skala Likert yang digunakan memiliki rentang nilai dari 1 hingga 4 digunakan sebagai dasar keputusan dalam menilai

setiap pilihan jawaban yang terdiri dari sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju (Sugiyono,2023). Hasil nilai berdasarkan angket yang diperoleh kemudian dikonversikan dalam bentuk persentase berdasarkan kelayakan produk seperti pada Tabel 3.9.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengembangkan sebuah modul interaktif dengan model 4D yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pengembangan modul ini dilakukan untuk mendukung pembelajaran secara aktif yang berorientasi untuk menguatkan keterampilan berpikir tinggi dalam pembelajaran pada bab suhu dan kalor.

Model penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan 4D oleh Thiagarajan (1974) yang memiliki empat langkah utama, yaitu: *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Namun, dalam penelitian ini hanya dilaksanakan hingga tahap *Develop* karena terbatasnya waktu, sumber daya, dan ruang lingkup penelitian hanya difokuskan sampai uji coba skala besar.

Tahap awal dalam melakukan pengembangan produk sesuai Thiagarajan (1974) adalah *Define*. Tahap ini merupakan tahap mengidentifikasi dan mendefinisikan apa yang menjadi kebutuhan dasar dalam pengembangan produk. Tahap ini penting untuk dilakukan agar memastikan bahwa produk yang akan dikembangkan sesuai dengan kondisi, keperluan, dan karakteristik siswa. Tahap *Define* memiliki beberapa langkah sistematis, diantaranya dijelaskan sebagai berikut.

1. Observasi

Observasi dilakukan di SMA N 8 Semarang dengan mengamati proses pembelajaran fisika secara langsung, khususnya terkait pelaksanaan pembelajaran, penggunaan bahan ajar, dan partisipasi siswa selama kegiatan pembelajaran. Melalui hasil observasi, ternyata belum terdapat bahan ajar atau buku pegangan khusus untuk siswa. Pencatatan materi bergantung pada PPT dari guru maupun tautan video YouTube yang dibagikan pada saat pembelajaran berlangsung. Selain itu, bahan ajar yang digunakan kurang memfasilitasi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

2. Angket Kebutuhan Siswa

Penyebaran angket kebutuhan siswa dilaksanakan untuk melengkapi data kebutuhan terhadap preferensi siswa terhadap bahan ajar dalam proses pembelajaran. Hasil angket menyatakan bahwa mayoritas siswa merasa lebih termotivasi dalam belajar apabila tersedia bahan ajar atau media interaktif yang dapat digunakan sebagai sumber belajar.

Hasil ini merupakan tahap analisis awal dalam perancangan modul interaktif, baik dari segi konten, tampilan, maupun fitur interaktif yang disematkan di dalamnya. Dengan demikian, produk yang dikembangkan diharapkan mampu memenuhi karakteristik siswa dan mampu mencapai tujuan pembelajaran yang menekankan pada penguatan keterampilan berpikir kritis.

Tahapan kedua merupakan tahap *Design* yang berfokus pada perancangan produk berdasarkan hasil analisis kebutuhan siswa. Tujuan utama tahap ini adalah dihasilkannya rancangan awal modul interaktif yang sistematis, terstruktur, dan sesuai dengan karakteristik siswa. Prosedur yang dilaksanakan dalam tahap ini diantaranya sebagai berikut.

1. Penyusunan Rancangan Instrumen

Instrumen yang dirancang yaitu soal tes dan rubrik yang mengacu pada indikator keterampilan berpikir kritis Ennis dan rubrik penilaian tiap item soal tes. Instrumen tes yang terdiri dari *pretest* dan *posttest* ini dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan setelah modul interaktif diimplementasikan.

2. Perumusan Tujuan Pembelajaran

Perumusan tujuan pembelajaran disesuaikan berdasarkan analisis kurikulum merdeka, kebutuhan siswa, dan indikator berpikir kritis Ennis yang hendak dicapai. Tujuan pembelajaran dijabarkan agar dapat diukur dan dicapai melalui kegiatan dalam modul interaktif yang dikembangkan. Tujuan pembelajaran disajikan pada Gambar 4.1

C. Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mampu menganalisis berbagai fenomena perubahan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari serta mengevaluasi solusi terhadap permasalahan yang berkaitan dengan konsep tersebut, untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam pengambilan keputusan ilmiah.
2. Peserta didik mampu mengevaluasi konsep dasar suhu dan kalor melalui pengujian logis terhadap berbagai situasi atau kasus yang relevan, serta mengaitkannya dengan penerapan praktis dalam kehidupan sehari-hari.
3. Peserta didik mampu menganalisis proses pemuain pada zat padat, cair, dan gas, serta mengevaluasi dampaknya dalam kehidupan nyata melalui studi kasus yang relevan.
4. Peserta didik mampu menciptakan solusi teknis sederhana untuk mengantisipasi dampak pemuain dalam kehidupan sehari-hari, berdasarkan analisis terhadap contoh-contoh seperti rel kereta dan kabel listrik.
5. Peserta didik mampu mengevaluasi penerapan asas black dalam peristiwa pertukaran kalor melalui penyelidikan data eksperimen, serta mengonstruksi argumen ilmiah berdasarkan hasil pengamatan.
6. Peserta didik mampu membandingkan efektivitas tiga cara perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan radiasi) dalam berbagai kondisi nyata, serta menyusun strategi penerapan dalam pemecahan masalah sehari-hari.

Gambar 4.1 Tujuan Pembelajaran dalam E-Modul

3. Penyusunan Kerangka Isi Modul

Kerangka isi modul interaktif dirancang setelah tujuan pembelajaran ditetapkan. Kerangka isi modul terdiri dari beberapa subtopik yang dirancang dengan mengacu pada struktur konsep fisika serta tahapan berpikir kritis Ennis seperti menjelaskan secara sederhana, mengonstruksi keterampilan dasar, memberikan kesimpulan, memberikan penjelasan lebih lanjut, dan menentukan strategi dan taktik. Komponen yang terdapat di dalam modul interaktif secara rinci dijelaskan sebagai berikut.

a. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul interaktif perlu disampaikan di bagian awal sebelum siswa mempelajari materi. Hal ini bertujuan agar siswa memahami struktur modul, cara mengakses setiap bagian, serta mengetahui jenis aktivitas dan evaluasi yang terdapat di dalamnya. Penjelasan awal ini mencakup teknis penggunaan, penyajian materi, dan panduan dalam menjawab pertanyaan berpikir kritis yang terdapat di dalam modul. Adanya arahan ini diharapkan memudahkan siswa dalam mengoperasikan modul interaktif yang dikembangkan. Cara penggunaan modul interaktif disajikan pada Gambar 4.2.

H. Petunjuk Penggunaan Modul

Mulailah dengan berdoa sebelum mempelajari modul ini agar ilmu yang didapat membawa manfaat dan keberkahan dalam hidup kita. Berikut petunjuk penggunaan modul:

1. Silakan pilih materi yang ingin Anda pelajari, kemudian klik judul materi tersebut sehingga halaman akan otomatis membuka sesuai pilihan Anda.
2. Pahami setiap konsep yang disajikan pada uraian materi yang disajikan dan contoh soal pada tiap kegiatan belajar dengan baik dan benar.
3. Cermati video yang berkaitan dengan materi suhu dan kalor.
4. Pelajari Lembar Aktivitas Berpikir Kritis.
5. Jawablah latihan soal yang disediakan pada tiap kegiatan belajar.
6. Jika merasa kesulitan dalam memahami materi, tanyakan kepada guru.

Gambar 4.2 Petunjuk Penggunaan Modul Interaktif

b. Peta Konsep

Peta konsep disajikan di awal modul interaktif sebelum siswa memasuki materi inti, tujuannya adalah untuk memberikan gambaran secara singkat mengenai pokok bahasan yang akan dipelajari serta hubungan konsep yang terdapat di dalamnya. Peta konsep membantu siswa dalam memahami hubungan antara satu topik dengan topik yang lain serta mempermudah proses belajar secara menyeluruh. Peta konsep dalam e-modul disajikan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Peta Konsep E-modul

c. Materi

Susunan materi dalam modul interaktif ini dirancang secara matematis dan kontekstual agar siswa memperoleh pembelajaran yang mendalam dan bermakna. Sebelum submateri disajikan, siswa diberikan pertanyaan pemantik yang dirancang untuk membangun keterampilan berpikir kritis serta mendorong untuk mengaitkan konsep fisika dengan peristiwa yang terdapat di kehidupan sehari-hari. Pertanyaan ini dibuat sebagai sarana untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dan pola pikir ilmiah. Melalui pendekatan ini, siswa diharapkan tidak hanya memahami teori namun menyadari bahwa fisika merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari peristiwa di kehidupan sehari-hari. Cuplikan materi di dalam modul interaktif dapat dilihat pada Gambar 4.4

B. KALOR



AYO BERPIKIR KRITIS!

Setiap hari, kita mengalami berbagai peristiwa yang melibatkan panas, seperti saat memasak, minum teh panas, atau merasa kepanasan di bawah terik matahari. Namun, apakah kita benar-benar memahami apa itu kalor?

Banyak orang sering menganggap bahwa kalor sama dengan suhu, padahal keduanya adalah konsep yang berbeda. Untuk memahami pengertian kalor, mari kita jelajahi beberapa situasi di kehidupan sehari-hari yang mengandung masalah yang harus kita pecahkan.

1. Bayangkan Anda mengambil es batu dari *freezer* dan mengenggamnya di tangan. Beberapa saat kemudian, es batu mulai mencair, dan tangan Anda merasa dingin. Dari mana asalnya energi yang membuat es mencair?
2. Ketika Anda menuangkan teh panas ke dalam cangkir, setelah beberapa waktu tanpa Anda melakukan apapun, teh akan menjadi dingin. Mengapa teh panas bisa menjadi dingin setelah beberapa saat?

Setelah menganalisis permasalahan tersebut, diharapkan Anda dapat mengidentifikasi serta menjelaskan pengertian kalor secara konseptual, termasuk karakteristik dan proses perpindahannya dalam berbagai fenomena kehidupan sehari-hari.

1. Pengertian Kalor

Kalor merupakan salah satu bentuk energi yang dapat berpindah dari benda yang memiliki suhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah jika keduanya bersentuhan. Ketika dua benda dengan suhu berbeda bersentuhan, akan terjadi perpindahan kalor dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Berdasarkan pengertian kalor di atas, cara menentukan kalor yang terkandung dalam suatu benda ditulis melalui **Persamaan 2**.

Gambar 4.4 Cuplikan Materi dalam Modul Interaktif

d. Konten *Flip-Mind*

Modul interaktif yang dikembangkan disusun sebagai salah satu sumber belajar mandiri dalam memahami materi bab suhu dan kalor. Modul ini memuat konten yang berisikan materi yang disajikan matematis dan terintegrasi dengan informasi tambahan berupa fakta menarik yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari seperti pada Gambar 4.5

Menariknya, Joseph Black juga dikenal bersahabat dekat dengan James Watt, penemu mesin uap modern. Keduanya sering berdiskusi dan berbagi ide, hingga pada akhirnya penemuan-penemuan Joseph Black ikut berperan besar dalam perkembangan teknologi mesin uap di masa Revolusi Industri. Kisah Joseph Black menjadi bukti bahwa rasa penasaran terhadap hal sederhana bisa membawa perubahan besar bagi dunia.

Flip-Fun-Fact

1. Kalor Jenis & Kapasitas Kalor

Banyak yang masih keliru menganggap kalor jenis dan kapasitas kalor itu sama.

- ✓ Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg benda sebesar 1°C .
- ✓ Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu seluruh benda sebesar 1°C — tergantung massa bendanya.

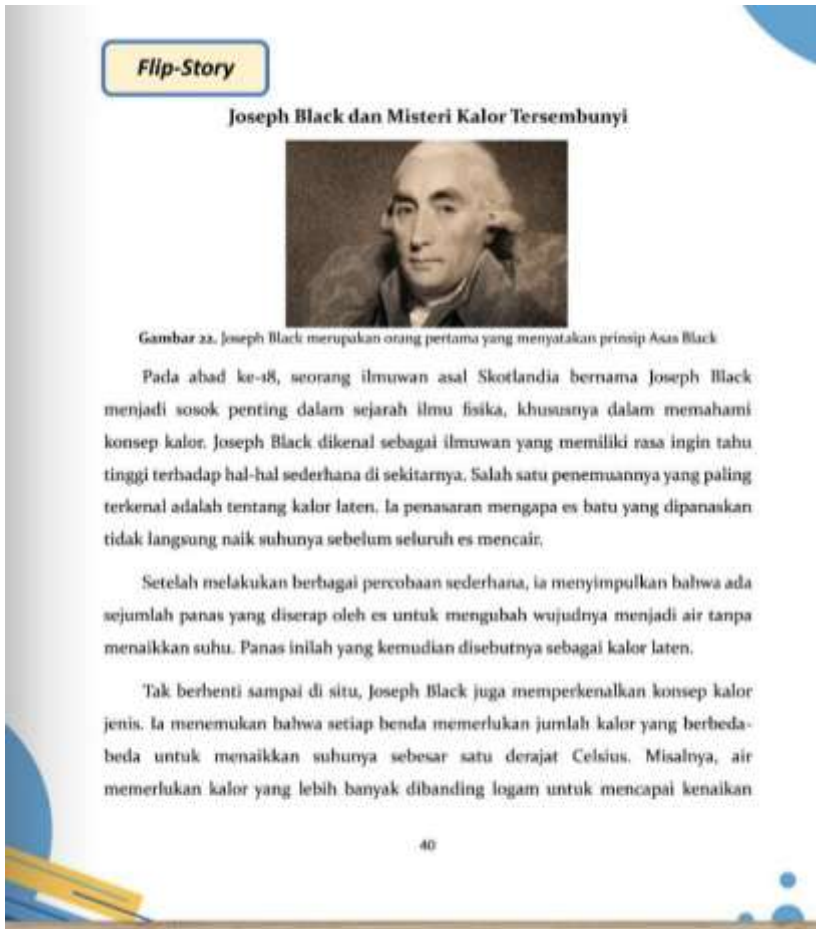
2. Air butuh waktu lebih lama panas dibanding logam

Air memiliki kalor jenis yang sangat tinggi ($4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$). Artinya, butuh energi besar untuk menaikkan suhu air dibanding logam. Inilah alasan air di panci lama mendidih, tapi panci logamnya cepat panas.

Gambar 4.5 Modul Interaktif Berisikan Fakta Menarik

Modul interaktif ini terdapat cerita sejarah yang disesuaikan dengan materi bab suhu dan kalor, seperti penemuan termometer dan peristiwa bermulanya prinsip azas black yang disajikan dalam

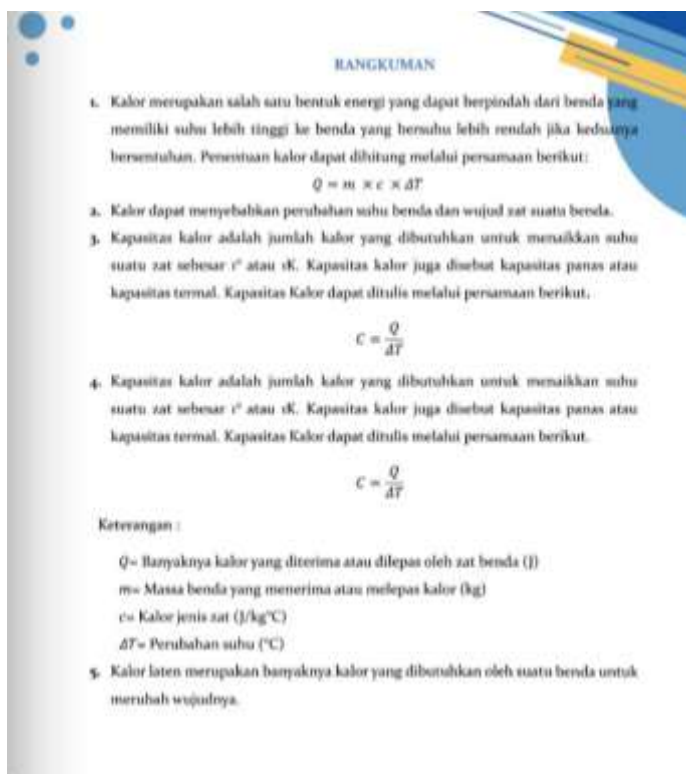
bentuk narasi ilmiah untuk menumbuhkan minat dan apresiasi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan seperti yang disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Flip-Story* - Sejarah Ditemukannya Kalor Laten

e. Rangkuman

Modul interaktif menyediakan rangkuman materi pada akhir setiap sub-bab yang disusun secara ringkas dari pembahasan sebelumnya. Rangkuman ini bertujuan untuk memudahkan siswa dalam meninjau kembali poin-poin penting yang telah dipelajari sehingga membantu dalam proses penguatan konsep. Rangkuman di dalam e-modul disajikan pada Gambar 4.7.



RANGKUMAN

1. Kalor merupakan salah satu bentuk energi yang dapat berpindah dari benda yang memiliki suhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah jika keduanya bersentuhan. Peristiwa kalor dapat dihitung melalui persamaan berikut:
$$Q = m \times c \times \Delta T$$
2. Kalor dapat menyebabkan perubahan suhu benda dan wujud zat suatu benda.
3. Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1° atau 1K . Kapasitas kalor juga disebut kapasitas panas atau kapasitas termal. Kapasitas Kalor dapat ditulis melalui persamaan berikut:
$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$
4. Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1° atau 1K . Kapasitas kalor juga disebut kapasitas panas atau kapasitas termal. Kapasitas Kalor dapat ditulis melalui persamaan berikut:
$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Keterangan :

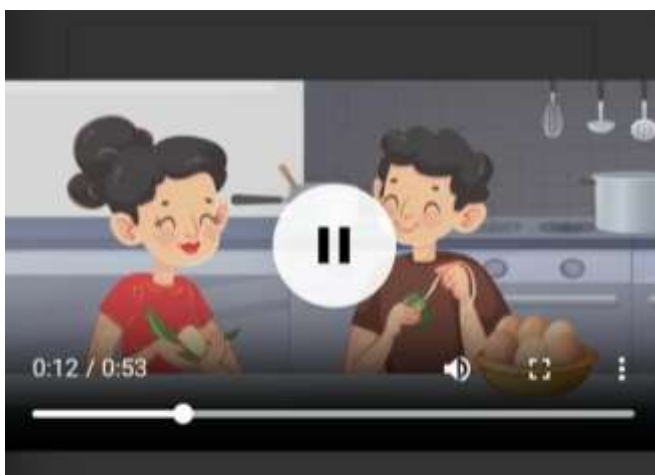
- Q = Banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh zat benda (J)
- m = Massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)
- c = Kalor jenis zat ($\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$)
- ΔT = Perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

5. Kalor laten merupakan banyaknya kalor yang dibutuhkan oleh suatu benda untuk merubah wujudnya.

Gambar 4.7 Rangkuman dalam E-Modul

f. Video

Modul interaktif *Flip-Mind* terdapat konten video sebagai media pendukung pembelajaran. Video tersebut dirancang untuk membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak secara lebih konkret melalui visualisasi proses fisika. Adanya video pembelajaran diharapkan memudahkan siswa dalam mengaitkan teori dengan fenomena nyata, sehingga proses belajar menjadi lebih menarik, interaktif, dan bermakna. Cuplikan video dalam modul interaktif *Flip-Mind* disajikan pada Gambar 4.8.

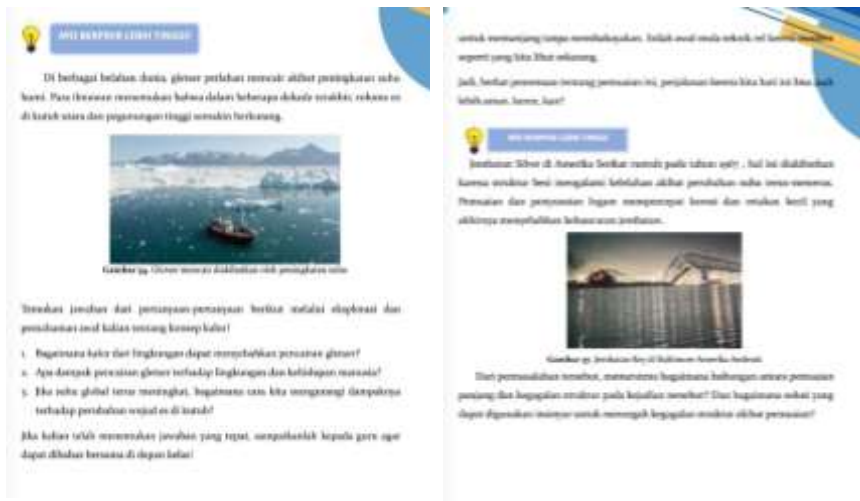


Gambar 4.8 Video dalam Modul Interaktif

4. Pemilihan Strategi Pembelajaran

Strategi pembelajaran merupakan aspek penting yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan modul interaktif agar siswa tertarik dengan isi yang disajikan modul. Strategi pembelajaran yang digunakan dalam modul ini disesuaikan dengan prinsip pembelajaran

aktif dua arah, yakni studi kasus yang relevan untuk menstimulasi keterampilan berpikir kritis siswa yang didukung dengan gambar dan ilustrasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.9 Modul Interaktif Berisikan Pertanyaan Keterampilan Berpikir Kritis

B. Hasil Uji Coba Instrumen Tes

Uji coba instrumen tes dilakukan untuk mengetahui kualitas butir soal sebelum diimplementasikan dalam penelitian. Instrumen yang diuji berupa 10 soal uraian yang dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis Ennis dalam materi suhu dan kalor. Indikator keterampilan Ennis yang digunakan sebagai dasar pembuatan instrumen diantaranya menjelaskan secara sederhana, membangun keterampilan dasar, membuat kesimpulan, menjelaskan lebih lanjut, dan menentukan strategi dan taktik.

Uji coba instrumen tes dilakukan pada siswa yang telah menerima materi bab suhu dan kalor. Data hasil uji coba diolah menggunakan analisis Rasch Model kemudian dinilai validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran butir soal, dan daya beda masing-masing soal untuk memastikan bahwa instrumen yang diimplementasikan layak dan sesuai untuk mengukur keterampilan yang dituju. Analisis Rasch Model dipilih karena mampu menilai kecocokan item dengan model (*Item Fit Statistic*), mengetahui pola jawaban yang tidak konsisten, dan kemampuan dalam menghindari bias skor (hasil pengukuran bersifat independen dan tidak bergantung terhadap distribusi skor).

1. Validitas

Uji validitas merupakan langkah penentu untuk mengetahui seberapa jauh instrumen mampu mengukur konstruk yang dimaksud secara tepat. Instrumen dikatakan valid apabila data yang diperoleh sesuai dengan tujuan pengukuran dan mempresentasikan aspek yang akan diukur (Sugiyono,2023). Validitas yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari validitas isi dan validitas konstruk yang dianalisis untuk memastikan kelayakan instrumen sebelum dilakukan pengambilan data.

a. **Validitas Isi**

Validitas isi merupakan salah satu aspek validitas yang penting dalam mengembangkan instrumen penelitian. Validitas isi dilakukan dengan membandingkan isi instrumen dengan materi pembelajaran yang sudah diajarkan. Tujuan dari validitas isi adalah memastikan bahwa setiap butir soal atau item instrumen mencerminkan cakupan materi yang ingin diukur sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran yang ditetapkan (Sugiyono,2023).

Validitas isi dalam penelitian ini dilakukan oleh ahli validator jurusan fisika UIN Walisongo Semarang. Ahli validator menilai kesesuaian item instrumen terhadap materi pada bab suhu dan kalor serta indikator keterampilan berpikir kritis Ennis yang dijadikan acuan dalam pembuatan instrumen. Tahap awal, penyusunan instrumen tes berpikir kritis dilakukan berdasarkan indikator berpikir kritis Ennis. Namun, pada saat proses konsultasi dan validasi, diperoleh masukan dari validator untuk menambahkan aspek kognitif berdasarkan taksonomi Bloom pada setiap soal agar lebih komperehensif dalam mengukur kemampuan siswa. Hasil pengembangan instrument dituangkan dalam bentuk kartu soal *teslet* dan kisi-kisi soal yang disajikan dalam Lampiran 37. Hasil penilaian ini menjadi dasar untuk memperbaiki dan menyempurnakan instrumen agar memiliki kesesuaian yang optimal dengan materi yang diukur.

Hasil penilaian oleh validator menyatakan bahwa dari 27 item instrumen yang telah dinilai, sebanyak 20 item layak untuk

diujicobakan. Sementara itu, tujuh item lainnya belum memenuhi kriteria kelayakan sehingga perlu dibuang atau direvisi sebelum dapat digunakan dalam uji coba. Ketidaklayakan pada tujuh item tersebut disebabkan oleh ketidaksesuaian dengan indikator berpikir kritis menurut Ennis, serta adanya redaksi soal yang dinilai terlalu panjang sehingga kurang sesuai jika diujikan pada siswa tingkat SMA.

Penilaian validitas isi yang dilakukan oleh dosen ahli menjadi tolak ukur pertama dalam menilai kualitas instrumen dan merupakan langkah penting dalam menjamin keabsahan terhadap instrumen dalam konteks pembelajaran yang sesungguhnya (Puspitasari & Febrinita, 2021). Revisi dilakukan berdasarkan masukan validator agar instrumen memiliki keterbacaan, kejelasan makna, dan relevansi *item* dengan indikator keterampilan berpikir kritis yang diukur.

Proses ini mendukung prinsip *content relevance* dan *content representativeness*, yang menyatakan bahwa *item* yang diciptakan harus relevan dan bersifat representatif terhadap domain konten yang menjadi sasaran pengukuran (Ihsan, 2020). Oleh karena itu, validitas isi tidak hanya fokus terhadap kesesuaian substansi tetapi juga melihat seberapa akurat interpretasi yang dihasilkan melalui pengukuran yang dihasilkan oleh penggunaan instrumen (Ummah, 2019).

b. Uji Validitas Konstruk

Uji validitas konstruk dilakukan melalui penyebaran instrumen tes berpikir kritis kepada 36 siswa kelas XI-5 di SMA N 8 Semarang. Seluruh siswa yang terlibat telah menerima pembelajaran terkait bab

suhu dan kalor. Uji coba instrumen dilaksanakan secara *offline* dengan menggunakan bentuk soal uraian sebanyak 10 butir. Uji coba instrumen tes dilaksanakan pada bulan April 2025.

Instrumen yang digunakan pada tahap ini merupakan hasil penyaringan dari 20 butir soal yang sebelumnya telah dinyatakan layak melalui validitas isi. Dari 20 soal tersebut, dipilih 10 soal uraian yang mewakili seluruh indikator berpikir kritis Ennis dengan masing-masing indikator diwakili oleh dua butir soal. Uji coba instrumen tes hanya 10 soal karena adanya keterbatasan waktu yang tersedia dalam pelaksanaannya.

Hasil data uji coba dianalisis menggunakan pendekatan Rasch Model berbantuan aplikasi Winstep versi 4.7.0. Dalam pendekatan ini, validitas konstruk dikenal sebagai unidimensionalitas (Sumintono & Widhiarso, 2015). Aspek ini diamati melalui nilai *raw variance explained by measures* serta *unexplained variance*, yang diperoleh melalui item: *dimensionality* pada *output* Winstep. Hasil interpretasi uji validitas konstruk disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Interpretasi *Unidimensionalitas*

<i>Raw Variance Explained by Measures</i>	Interpretasi
$20\% \leq \text{value} < 40\%$	Terpenuhi
$40\% \leq \text{value} < 60\%$	Sesuai
$\text{value} < 60\%$	Istimewa

(Sumintono & Widhiarso 2015)

Hasil analisis unidimensionalitas instrumen tes keterampilan berpikir kritis yang diperoleh melalui *output item: dimentionaliti* pada

Winstep 4.7.0 ditampilkan pada Lampiran 24 menunjukkan bahwa nilai *raw variance explained by measures* sebesar 45,6%. Nilai ini masuk dalam kategori sesuai yang mengindikasikan bahwa instrumen memiliki kemampuan yang baik dalam menjelaskan variansi data yang berkaitan dengan konstruk yang diukur sehingga instrumen ini mampu mengukur aspek yang dimaksud dengan cukup akurat dan sesuai dengan tujuan penelitian.

Aspek unidimensionalitas dilihat melalui nilai *unexplained variance in 1st contrast*, pada hasil analisis menunjukkan nilai sebesar 11,7%. Nilai ini digunakan untuk mendeteksi kemungkinan adanya dimensi tambahan dalam data. Karena nilainya kurang dari 15% maka dapat disimpulkan bahwa instrumen memiliki karakteristik unidimensionalitas yang baik (Sumintono dan Widhiarso,2015).

Penilaian terhadap kualitas tiap butir soal dilakukan dengan meninjau tiga indikator utama, yaitu *Outfit Mean Square (MNSQ)*, *Z-Standard (ZSTD)*, dan *Point Measure Correlation (PT Measure Corr)*. Masing-masing indikator memiliki batasan kriteria yang mengacu pada standar kelayakan butir soal, sebagaimana disajikan dalam Tabel 4.2. Analisis ini penting untuk memastikan bahwa setiap butir dalam instrumen mampu mengukur konstruk secara valid dan konsisten.

Tabel 4.2. Kriteria Nilai *Fit-Statistic*

Kriteria Nilai <i>Fit-Statistic</i>	Nilai
<i>Outfit MNSQ</i>	$0,5 \leq MNSQ < 1,50$
<i>Outfit ZSTD</i>	$-2,00 \leq ZSTD < 2,00$
<i>PT Measure Corr</i>	$0,40 \leq PT Measure Corr < 0,85$

(Sumintono & Widhiarso,2015)

Nilai dari masing-masing kriteria diinterpretasikan berdasarkan nilai *fit-statistic* yang disajikan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Interpretasi Kualitas Butir Instrumen Tes

Kriteria	Interpretasi
Ketiga kriteria nilai terpenuhi	Sangat sesuai
Dua dari tiga kriteria nilai terpenuhi	Sesuai
Satu dari tiga kriteria nilai terpenuhi	Kurang sesuai
Semua kriteria nilai tidak terpenuhi	Tidak sesuai

(Sumintono & Widhiarso,2015)

Hasil analisis validitas tiap butir soal keterampilan berpikir kritis dengan menggunakan *software* Winstep versi 4.7.0 ditampilkan pada Lampiran 20. Interpretasi hasil uji validitas untuk setiap butir soal keterampilan berpikir kritis disajikan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Validitas Item Instrumen Tes

Butir Soal	Nilai <i>Outfit</i>		<i>PT Measure Corr</i>	Jumlah Kriteria Terpenuhi	Interpretasi	Kesimpulan
	<i>MNSQ</i>	<i>ZSTD</i>				
R1	2.51	1.76	0.04	1 Kriteria	Kurang sesuai	Tidak Digunakan
R2	0.78	-0.67	0.61	3 Kriteria	Sangat sesuai	Digunakan
R3	1.11	0.42	0.43	3 Kriteria	Sangat sesuai	Digunakan
R4	1.19	0.73	0.43	3 Kriteria	Sangat sesuai	Digunakan
R5	1.57	2.03	0.45	1 Kriteria	Kurang sesuai	Tidak Digunakan
R6	1.08	0.38	0.58	3 Kriteria	Sangat sesuai	Digunakan
R7	0.66	-1.51	0.79	3 Kriteria	Sangat sesuai	Digunakan
R8	0.55	-2.03	0.73	2 Kriteria	Sesuai	Digunakan
R9	0.70	-1.22	0.61	3 Kriteria	Sangat sesuai	Digunakan
R10	1.20	0.86	0.71	3 Kriteria	Sangat sesuai	Digunakan

Berdasarkan hasil analisis validitas melalui tiga indikator statistik, yaitu *Outfit Mean Square (MNSQ)*, *Z-Standardized (ZSTD)*, dan *Point Measure Correlation (PT Measure Corr)*, diperoleh informasi mengenai kelayakan masing-masing butir soal. Tabel 4.4 menunjukkan bahwa dari sepuluh butir soal yang dianalisis, sebanyak delapan butir (R2,R3,R4,R6,R7,R8,R9, dan R10) memenuhi minimal dua dari ketiga kriteria yang ditetapkan. Butir-butir ini tergolong dalam kategori “sesuai” dan “sangat sesuai”, sehingga dinyatakan valid dan layak digunakan dalam instrumen tes. Sementara itu, dua butir soal (R1 dan R5) hanya memenuhi satu kriteria validitas dengan nilai

statistik yang mengindikasikan ketidaksesuaian. Oleh karena itu, kedua butir tidak digunakan dalam instrumen akhir. Dapat disimpulkan bahwa sebagian besar butir dalam instrumen memiliki kualitas yang baik dalam melakukan pengukuran keterampilan berpikir kritis siswa. Butir soal yang digunakan dalam penelitian disajikan melalui Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Rincian Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

No	Aspek Keterampilan Berpikir Kritis	Nomor Soal		Jumlah
		Sebelum Uji Validitas	Sesudah Uji Validitas	
1.	Memberikan penjelasan sederhana	5,10	10	1
2.	Mengonstruksi keterampilan dasar	1,8	8	1
3.	Membuat kesimpulan	3,4	3,4	2
4.	Memberikan penjelasan lebih lanjut	7,2	7,2	2
5.	Menentukan strategi dan taktik	6,9	6,9	2
Jumlah				8 soal

2. Reliabilitas

Reliabilitas suatu instrumen tes mengacu pada kekonsistenan atau keajegan hasil yang diperoleh meskipun pengukuran dilakukan berulang kali dengan instrumen yang sama (Sugiyono,2023). Analisis reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan pemodelan Rasch melalui aplikasi Winstep versi 4.7.0 dengan merujuk pada menu *output* tabel *summary statistic*.

Data yang diperoleh melalui *summary statistic* mencakup nilai *person reliability*, *item reliability*, dan *cronbach alpha* (KR-20). *Person reliability* merepresentasikan tingkat reliabilitas dari siswa sebagai responden, *item reliability* menunjukkan tingkat keandalan instrumen dalam mengukur konstruk yang dimaksud, dan nilai *cronbach alpha* (KR-20) menggambarkan konsistensi internal instrumen (hubungan antara *person reliability* dan *item reliability*). Ketiga indikator tersebut diinterpretasikan pada Tabel 3.2 dan 3.3. Hasil analisis reliabilitas dari data uji coba instrumen tes keterampilan berpikir kritis menggunakan aplikasi Winstep versi 4.7.0 disajikan pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Reliabilitas dan *Separation* Instrumen

Komponen	<i>Separation</i>	Reliabilitas
<i>Person</i>	1,56	0,71
<i>Item</i>	2,72	0,88
<i>Cronbach Alpha</i>	0,78	

Hasil dari nilai *person reliability* sebesar 0,71 menunjukkan bahwa tingkat keajegan atau konsistensi jawaban siswa tergolong cukup baik. Hal ini berarti bahwa keterampilan siswa dalam merespons butir-butir soal berada pada tingkat konsistensi yang memadai. Nilai *item reliability* menunjukkan angka sebesar 0,88 berada pada kategori baik sehingga butir-butir soal dalam instrumen memiliki kemampuan yang tinggi dalam mengukur konstruk keterampilan berpikir kritis. Tingginya nilai *item reliability* menunjukkan bahwa penyebaran tingkat kesukaran

butir soal sudah merata dan mampu mencerminkan variasi tingkat keterampilan siswa (Ahmad et al., 2025).

Nilai *cronbach alpha* (KR-20) sebesar 0,78 masuk dalam kategori tinggi, hal ini mengindikasikan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang sangat baik. Nilai ini menjadi gambaran bahwa siswa merespons seluruh item soal dengan stabil dan dapat dipercaya. Ketiga indikator utama (*person reliability*, *item reliability*, dan *cronbach alpha*) merupakan ukuran statistik yang merepresentasikan sejauh mana instrumen mampu membedakan kemampuan siswa secara konsisten ke dalam berbagai tingkatan kemampuan dalam menentukan reliabilitas dalam pemodelan Rasch (Wright & Linacre, 1994). Hasil dari ketiga indikator utama tersebut memperkuat asumsi bahwa instrumen yang digunakan telah memenuhi aspek keandalan secara menyeluruh, baik dari sisi siswa (*person*), butir soal (*item*), dan struktur instrumen (konsistensi internal).

Instrumen tes keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam uji coba ini memenuhi kriteria reliabel, baik dari sisi siswa maupun kualitas butir soal. Keberhasilan dalam mencapai nilai reliabilitas yang tinggi melalui pemodelan Rasch menunjukkan bahwa instrumen memiliki kekonsistenan dan daya ukur yang baik terhadap konstruk yang dimaksud (Ibrahim, 2025). Hasil ini sesuai dengan pernyataan Sumintono dan Widhiarso (2015), yang menyatakan bahwa instrumen dikatakan reliabel jika nilai

reliabilitas *person* dan *item* berada pada kategori cukup hingga sangat baik, serta didukung oleh nilai *cronbach alpha* yang tinggi.

3. Tingkat Kesukaran Butir Soal

Tingkat kesukaran butir soal merupakan salah satu indikator penting dalam mengevaluasi kualitas instrumen. Menurut Sumintono dan Widhiarso (2015), tingkat kesukaran dalam pemodelan Rasch ditunjukkan melalui nilai *Measure* yang mempresentasikan seberapa sulit suatu item dijawab benar oleh siswa. Jika nilai logit suatu butir makin tinggi, maka soal tersebut makin sulit. Sebaliknya, makin rendah nilai logit, maka soal tersebut makin mudah. Pengelompokan nilai *measure logit* dengan interpretasi kesukaran butir soal diklasifikasikan menjadi empat kelompok yang disajikan pada Tabel 3.4.

Analisis tingkat kesukaran setiap butir instrumen tes dilakukan dengan menggunakan aplikasi Winstep 4.7.0. Data diperoleh melalui *item measure* yang disajikan pada Lampiran 19. *Output* yang ditampilkan pada Lampiran 21 menunjukkan bahwa nilai *measure* dari setiap butir soal memiliki variasi yang cukup seragam, dengan nilai Standar Deviasi (SD) sebesar 0,83. Variasi nilai *measure* tersebut merefleksikan tingkat kesukaran masing-masing butir soal yang kemudian diinterpretasikan dengan mengacu pada Tabel 3.4. Hasil interpretasi tingkat kesukaran 10 butir soal disajikan secara rinci pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Interpretasi Tingkat Kesukaran Tes Berpikir

Kritis				
No	Measure	Standar Deviasi (DS)	Kriteria	Interpretasi
1	-2,16	0,83	$-2,16 < -0,83$	Item sangat mudah
2	-0,20		$-0,83 \leq -0,20 < 0$	Item mudah
3	-0,75		$-0,83 \leq -0,75 < 0$	Item mudah
4	0,01		$0 \leq 0,01 < 0,83$	Item sulit
5	0,5		$0 \leq 0,50 < 0,83$	Item sulit
6	0,46		$0 \leq 0,46 < 0,83$	Item sulit
7	0,67		$0 \leq 0,67 < 0,83$	Item sulit
8	0,42		$0 \leq 0,42 < 0,83$	Item sulit
9	0,37		$0 \leq 0,37 < 0,83$	Item sulit
10	0,67		$0 \leq 0,67 < 0,83$	Item sulit

Hasil analisis tingkat kesukaran berdasarkan nilai *measure* dengan standar deviasi 0,83 menunjukkan bahwa dari 10 butir soal, 1 butir soal masuk dalam kategori sangat mudah, 2 butir mudah, dan 7 butir tergolong sulit. Nilai Standar Deviasi sebesar 0,83 dalam hasil analisis menunjukkan bahwa butir soal memiliki variasi kesukaran yang baik, tidak terpusat hanya pada soal yang terlalu mudah atau terlalu sulit. Hal ini mencerminkan bahwa instrumen memiliki penyebaran logit yang merata.

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa mayoritas soal dengan persentase 70% masuk ke dalam kategori sulit. Butir soal yang tergolong sulit pada umumnya membutuhkan keterampilan berpikir tinggi seperti kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan (Amir et al., 2024). Kondisi ini sesuai dengan tujuan

penyusunan instrumen yang difokuskan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis. Berdasarkan prinsip dalam Rasch Model, soal-soal yang memiliki nilai *logit* lebih tinggi (positif) membutuhkan tingkat kemampuan yang lebih tinggi agar dapat dijawab dengan benar, sehingga keberadaan butir-butir soal relevan dalam konteks asesmen keterampilan berpikir kritis tingkat tinggi (HOTS).

Proporsi soal yang tergolong sulit mencerminkan kekuatan instrumen dalam mengukur keterampilan berpikir kritis secara mendalam. Karakteristik soal dengan kategori sulit sesuai dengan tuntutan pengukuran kemampuan kognitif tingkat tinggi yang tidak bisa dicapai dengan soal-soal sederhana. Sumintono dan Widhiarso (2015) menegaskan bahwa penyebaran tingkat kesukaran yang merata di berbagai level logit penting untuk menjamin ketepatan dan kelayakan instrumen dalam mengklasifikasikan kemampuan siswa secara menyeluruh.

4. Daya Beda

Daya pembeda merupakan indikator yang mencerminkan kualitas butir soal dalam mengklasifikasikan kemampuan individu untuk membedakan individu atau siswa yang memiliki kemampuan tinggi dan rendah (Sugiyono, 2023). Analisis daya beda dalam penelitian ini menggunakan model Rasch melalui nilai *Point Measure Correlation (Pt Mean Corr)*. Interpretasi daya pembeda disajikan pada Tabel 3.5. Hasil analisis daya beda yang diperoleh melalui aplikasi Winstep 4.7.0 disajikan pada Lampiran 22. Data hasil

analisis pada Lampiran 22 melalui aplikasi Winstep versi 4.7.0 kemudian diinterpretasikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Interpretasi Daya Beda Instrumen Tes

No Soal	<i>Pt. Measure Corr</i>	Interpretasi
1	0,04	Buruk
2	0,61	Sangat Baik
3	0,43	Sangat Baik
4	0,43	Sangat Baik
5	0,45	Sangat Baik
6	0,58	Sangat Baik
7	0,79	Sangat Baik
8	0,73	Sangat Baik
9	0,61	Sangat Baik
10	0,71	Sangat Baik

Analisis daya beda butir soal dilakukan dengan melihat nilai *Point Measure Correlation*. Dari 10 butir soal, 9 butir menunjukkan adanya daya pembeda yang sangat baik dengan rentang nilai *Point Measure Corr* antara 0,43 hingga 0,79. Butir soal pada nomor 1 memiliki daya beda yang rendah sebesar 0,04, sehingga soal perlu dievaluasi lebih lanjut.

Butir soal nomor 1 memiliki tingkat daya beda paling rendah atau buruk merupakan soal berhitung yang mengacu pada indikator berpikir kritis Ennis, yaitu membangun keterampilan dasar. Soal ini meminta siswa untuk menentukan besar perubahan suhu dengan memasukkan persamaan kalor, dimana siswa cukup menggantikan variabel-variabel dalam rumus dengan angka yang telah disediakan secara eksplisit. Soal-soal yang hanya menuntut perhitungan sederhana cenderung memiliki daya beda rendah karena tidak cukup menantang siswa dengan berbagai tingkat kemampuan (Son, 2019).

Artinya, baik siswa yang memiliki tingkat kemampuan tinggi maupun rendah kemungkinan besar mampu menjawab dengan cara yang sama, sehingga perbedaan kemampuan tidak dapat teridentifikasi secara detail. Hal ini sejalan dengan Linacre (2022) yang menyatakan bahwa nilai *PT. Measure Corr* yang rendah seringkali gagal dalam mengungkapkan variasi kemampuan siswa karena kurang kompleks dalam menstimulasi berpikir kritis siswa.

Daya pembeda (*PT. Measure Corr*) dalam pemodelan Rasch mencerminkan hubungan antara respons siswa terhadap suatu item dengan keseluruhan kemampuan yang diukur oleh instrumen tersebut. Nilai *PT. Measure Corr* yang makin tinggi, maka makin baik item tersebut. Nilai *PT. Measure Corr* yang ideal dalam pemodelan Rasch berada pada rentang 0,3 hingga 0,8 (Linacre, 2022). Nilai-nilai dalam kisaran ini menunjukkan bahwa butir soal memiliki hubungan yang positif dan kuat dengan konstruk yang sedang diukur. Dalam penelitian ini, 9 dari 10 butir soal menunjukkan *PT. Measure Corr* yang tinggi ($\geq 0,43$), yang berarti hampir seluruh item mampu mengklasifikasikan responden secara efektif berdasarkan tingkat keterampilannya dalam berpikir kritis. Butir soal dengan nilai tertinggi yaitu soal nomor 7 dan soal nomor 10 menunjukkan kemampuan paling kuat dalam membedakan kemampuan siswa.

Soal nomor 7 menyajikan persoalan atau situasi sehari-hari yang berkaitan dengan pemuatan zat. Siswa diminta untuk memprediksi dan menjelaskan apa yang akan terjadi pada saat gelas kaca dipanaskan. Soal ini menguji kemampuan menganalisis

perbedaan sifat fisik dua zat (air dan kaca), serta mengaitkannya dengan fenomena nyata yang memerlukan pemahaman yang kuat dengan penjelasan secara ilmiah. Sementara itu, soal nomor 10 menantang siswa untuk mengidentifikasi jenis perpindahan kalor dalam konteks kehidupan nyata berdasarkan pemahaman konsep dan pengalaman kontekstual.

Soal nomor 7 dan 10 memiliki daya beda yang sangat baik karena mampu membedakan secara optimal antara siswa dengan kemampuan berpikir kritis tinggi dan siswa dengan kemampuan berpikir kritis rendah, sehingga keduanya dianggap memiliki daya diskriminasi yang optimal. Instrumen tes dalam penelitian ini 90% memiliki kualitas daya beda yang sangat baik. Kondisi ini menandakan bahwa instrumen mampu mendukung validitas konstruk asesmen yang dikembangkan (Sumintono & Widhiarso, 2015).

C. Hasil Uji Coba Produk

Modul interaktif *Flip-Mind* yang sudah melalui tahap *design* atau perancangan selanjutnya memasuki tahap pengembangan (*develop*), yaitu uji coba produk. Tahap ini bertujuan untuk mengamati dan mengumpulkan data mengenai sejauh mana siswa tertarik terhadap modul interaktif *Flip-Mind* yang dikembangkan. Apabila modul interaktif yang telah dikembangkan mendapat respons dari siswa, tahap selanjutnya adalah menilai kelayakan modul yang dikembangkan sebagai objek penelitian serta melakukan perbaikan

terhadap kelemahan yang teridentifikasi pada uji coba produk dengan tetap berorientasi pada tujuan utama pengembangan, yaitu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi suhu dan kalor. Kegiatan pada tahap *develop* meliputi validasi bahan ajar, uji coba skala kecil, dan uji coba skala besar yang dilaksanakan pada bulan April hingga Mei 2025.

1. Validasi Bahan Ajar

Validasi bahan ajar dilaksanakan guna mengevaluasi kelayakan isi, bahasa, dan penyajian sebelum diimplementasikan dalam tahap uji coba (Ihsan et al., 2023). Proses validasi ini melibatkan ahli materi dan ahli media untuk memastikan bahwa modul interaktif *Flip-Mind* yang dikembangkan layak untuk mendukung tercapainya tujuan pembelajaran khususnya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Kegiatan validasi pada tahap awal dilakukan dengan mengajukan instrumen penelitian kepada dosen pembimbing untuk memperoleh masukan dan saran perbaikan (Nisrina et al., 2022). Revisi terhadap instrumen dilakukan berdasarkan hasil saran yang diberikan oleh dosen pembimbing dan bagian instrumen yang telah ditambahkan disajikan pada Lampiran 6 mengenai rubrik penilaian modul interaktif *Flip-Mind*.

Validasi instrumen penelitian yang telah mendapatkan persetujuan dari dosen pembimbing, dilanjutkan dengan melibatkan validator ahli media dan ahli materi. Dua ahli validator berasal dari

jurusan fisika UIN Walisongo Semarang yaitu Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. sebagai validator pertama dan Agus Sudarmanto, M.Si. sebagai validator kedua. Hasil validasi bahan ajar modul interaktif *Flip-Mind* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Penilaian Validasi Bahan Ajar Modul Interaktif *Flip-Mind*

Aspek	Presentase		Persentase Rata-Rata(%)	Kriteria
	Validator 1(%)	Validator 2(%)		
Berpikir Kritis	90	75	82,5	Sangat Baik
Materi	91	87	89	Sangat Baik
Desain	90	90	90	Sangat Baik
Bahasa	87,5	93	90,3	Sangat Baik
Persentase Rata-Rata	89	87	88	Sangat Baik
Persentase Keseluruhan			88	Sangat Baik

Hasil validasi modul interaktif *Flip-Mind* pada bab suhu dan kalor oleh validator pertama untuk aspek berpikir kritis, materi, desain , dan bahasa memberikan penilaian 89% dan validator kedua 87% dengan rata-rata akhirnya 88%. Berdasarkan kriteria penilaian, persentase tersebut masuk dalam kategori sangat baik sehingga modul yang dikembangkan layak digunakan.

Validator pertama, Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. memberikan pernyataan bahwa modul interaktif yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai salah satu alat untuk memperoleh data atau informasi dalam proses pembelajaran. Selain itu, modul interaktif

sudah melalui beberapa tahap perbaikan berdasarkan saran yang diberikan sehingga mendapatkan penilaian dengan kategori sangat baik sehingga dinyatakan layak digunakan tanpa revisi.

Validator kedua, Agus Sudarmanto, M.Si. memberikan sejumlah masukan terhadap modul interaktif yang dikembangkan. Beberapa saran perbaikan yang disampaikan antara lain mengenai ketidakkonsistenan penomoran pada persamaan, penyempurnaan konten agar ilustrasi pengunungan Himalaya diganti dengan Gunung Jaya Wijaya, serta gambar balon udara diubah menjadi balon udara yang terdapat di Wonosobo agar modul interaktif memuat unsur kearifan lokal.

Validasi merupakan tahap penting dalam melakukan pengembangan bahan ajar karena memastikan bahwa produk yang telah dikembangkan memenuhi syarat standar kelayakan dari segi isi, penyajian, kebahasaan, dan aspek lainnya sebelum modul interaktif diimplementasikan ke dalam pembelajaran (Aziz, 2022). Hasil penilaian modul interaktif oleh dua validator menunjukkan bahwa modul memenuhi kriteria kelayakan dengan kategori sangat baik sehingga dapat digunakan dalam pembelajaran dengan melakukan revisi ringan sesuai masukan yang diberikan.

Masukan yang diberikan oleh dosen validator menjadi bukti bahwa validasi tidak hanya menilai berdasarkan kelayakan secara teknis dan pedagogis, namun mempertimbangkan *local wisdom* dan daya tarik visual sebagai faktor pendukung keberhasilan pembelajaran. Dengan demikian, modul interaktif *Flip-Mind* tidak

hanya memenuhi kelayakan tetapi memiliki potensi sebagai bahan ajar kontekstual yang bermakna bagi siswa.

2. Uji Skala Kecil

Produk yang sudah melalui tahap validasi oleh ahli kemudian diuji coba secara terbatas melalui uji coba skala kecil. Uji coba dilakukan di kelas XI-5 SMA Negeri Semarang dengan melibatkan 10 siswa. Proses kegiatan uji coba dilaksanakan selama satu pertemuan. Setelah itu, siswa diminta untuk mengisi angket respons terhadap modul interaktif yang dikembangkan. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh respons awal siswa terhadap modul interaktif yang dikembangkan dari segi berpikir kritis, keterbacaan, interaktivitas, maupun pemahaman materi yang disajikan. Hasil dari uji coba skala kecil menjadi dasar untuk dilakukannya perbaikan lebih lanjut sebelum dilaksanakan uji coba skala besar. Data hasil uji skala kecil melalui respons siswa disajikan pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Rekapitulasi Angket Respons Siswa pada Uji Coba Skala Kecil

Aspek	Persentase(%)	Kriteria
Tampilan	87	Sangat Baik
Isi	84	Sangat Baik
Kemanfaatan	83	Sangat Baik
Persentase Keseluruhan	85	Sangat Baik

Hasil persentase uji coba skala kecil menunjukkan bahwa modul interaktif memperoleh persentase kelayakan sebesar 85%. Selain itu, siswa merasakan tertarik dan terbantu dengan tampilan interaktif

serta aktivitas berpikir kritis yang terdapat di dalam modul interaktif. Berdasarkan kriteria penilaian, persentase tersebut masuk dalam kategori sangat baik sehingga modul interaktif yang dikembangkan layak dijadikan pegangan siswa pada saat pembelajaran. Namun, ditemukan catatan perbaikan dari siswa terkait tombol navigasi yang harus diperbesar untuk memudahkan akses materi yang akan dituju.

Hasil uji coba skala kecil menunjukkan perlunya perbaikan pada modul interaktif, seperti penambahan navigasi baru agar siswa lebih mudah dalam memilih atau mempelajari materi yang diinginkan. Sebelumnya, navigasi materi hanya tersedia melalui tombol daftar isi yang tampilannya terlihat padat, sehingga siswa sering memencet tombol yang tidak sesuai dengan materi yang diinginkan. Adanya navigasi tambahan yang lebih terstruktur, akses siswa untuk mempelajari isi materi menjadi lebih terarah. Perbaikan ini sejalan dengan temuan Suhendro (2023) yang menyatakan bahwa pengembangan modul interaktif yang dilengkapi fitur interaktif dan navigasi yang baik mampu meningkatkan keterlibatan dan efektivitas belajar siswa.

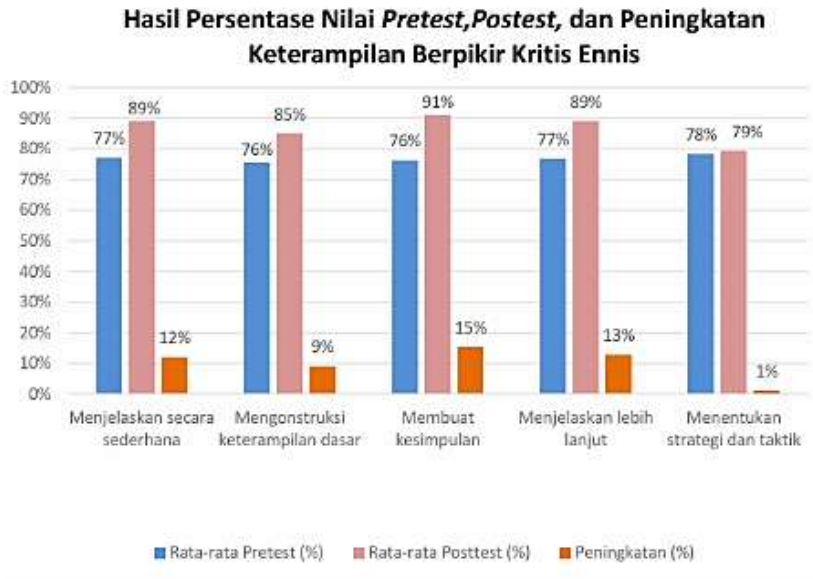
3. Uji Skala Besar

Uji skala besar digunakan untuk mengukur efektivitas modul interaktif *Flip-Mind* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa (Pramesti, 2024). Analisis data meliputi uji normalitas dan homogenitas sebagai prasyarat uji statistik, kemudian uji hipotesis digunakan untuk mengetahui perbedaan signifikan antara skor *pre-*

test dan *post-test*, serta perhitungan nilai N-Gain guna mengukur peningkatan berpikir kritis. Selain itu, dilakukan analisis terhadap respons siswa terhadap modul interaktif dengan menggunakan skala Likert untuk menilai kualitas modul dari aspek tampilan, isi, dan kemanfaatan. Hasil analisis digunakan sebagai dasar penilaian kelayakan dan efektivitas modul interaktif *Flip-Mind* dalam konteks pembelajaran.

a) Analisis Hasil Peningkatan Berpikir Kritis Siswa

Analisis keterampilan berpikir kritis merupakan analisis yang bertujuan untuk mengenali sejauh mana peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah diterapkannya modul. Instrumen tes menggunakan delapan soal uraian yang terindikasi valid dan reliabel, dengan mencakup lima indikator berpikir kritis Ennis yaitu: menjelaskan secara sederhana, mengonstruksi keterampilan dasar, membuat kesimpulan, menjelaskan lebih lanjut, dan menentukan strategi dan taktik. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh skor rata-rata *pre-test* dan *post-test* pada setiap indikator. Hasil persentase peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah digunakannya modul interaktif disajikan melalui Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis

Grafik pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa peningkatan skor terjadi pada kelima indikator berpikir kritis Ennis setelah digunakannya modul interaktif. Rata-rata nilai *pre-test* adalah 77 sedangkan nilai rata-rata *post-test* meningkat menjadi 88. Nilai peningkatan persentase dihitung berdasarkan nilai *post-test* dikurang *pre-test* dan diperoleh persentase peningkatan sebesar 11% untuk rata-rata kelima indikator berpikir kritis Ennis. Hal ini menggambarkan bahwa penggunaan modul interaktif *Flip-Mind* memberikan dampak yang positif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa yang makin meningkat.

Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator “Membuat Kesimpulan” dengan persentase peningkatan sebesar 15%, yang menunjukkan bahwa siswa mampu berkembang secara signifikan dalam mengolah dan menyimpulkan informasi dari suatu persoalan. Hal ini dapat diartikan bahwa aktivitas dalam modul interaktif mendukung keterampilan menarik kesimpulan secara signifikan. Sebaliknya, peningkatan terendah terlihat pada indikator “Menentukan Strategi dan Taktik” yang memperoleh persentase 1%. Hal ini menandakan bahwa meskipun terjadi peningkatan, siswa masih mengalami kesulitan dalam menentukan pendekatan atau solusi strategis dari permasalahan yang sedang dihadapi.

Analisis grafik secara visual menjelaskan bahwa lonjakan keterampilan yang paling tinggi yang dikuasai oleh siswa adalah indikator menentukan kesimpulan dengan lonjakan nilai *post-test* yang lebih tajam dibandingkan dengan indikator lainnya, sebaliknya kurva kenaikan untuk indikator strategi dan taktik tampak landai. Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan komponen pembelajaran seperti simulasi berbasis masalah nyata, latihan pengambilan keputusan secara bertahap, atau memperbanyak studi kasus kontekstual yang relevan. Berdasarkan hasil ini, dapat diputuskan bahwa modul interaktif *Flip-Mind* dikatakan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, namun pengembangan lebih lanjut perlu difokuskan mengenai penguatan keterampilan taktik dan strategi berpikir agar penguasaan siswa

terhadap materi pembelajaran lebih komprehensif dan merata pada seluruh indikator.

Temuan ini mendukung hasil penelitian oleh Pramesti et al. (2023), yang menyatakan bahwa penggunaan modul interaktif mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis secara bertahap terutama pada aspek interpretasi dan memberikan kesimpulan. Oleh karena itu, untuk mencapai peningkatan merata pada seluruh indikator, pengembangan modul interaktif dapat ditingkatkan dengan menambahkan studi kasus yang memberikan tantangan kepada siswa untuk menyelesaikan masalah strategis agar semua indikator berpikir kritis dapat terasah secara seimbang (Sofia et al., 2023).

Analisis statistik inferensial diperlukan untuk mendukung kesimpulan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa merupakan hasil dari penggunaan modul interaktif *Flip-Mind*. Uji prasyarat dilakukan melalui analisis uji normalitas dan uji homogenitas untuk memastikan bahwa data bersifat normal dan homogen. Uji selanjutnya adalah uji parametrik melalui uji hipotesis *Independent Sample T-test* yang dibahas pada bagian berikut.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 22 dengan metode Shapiro-Wilk, sesuai dengan jumlah sampel yang dianalisis sebanyak 36 siswa. Selaras dengan pendapat Sugiyono (2023), bahwa metode ini tepat digunakan untuk sampel kecil hingga

sedang. Acuan dari uji normalitas adalah jika nilai *Sig* > 0,05 maka data berdistribusi secara normal. Penentuan hipotesis pada uji normalitas dirumuskan sebagai berikut:

H_0 = Data berdistribusi normal

H_1 = Data tidak berdistribusi normal

Hasil uji normalitas menggunakan SPSS versi 22 disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Uji Normalitas dengan SPSS 22

Kelas	Shapiro-Wilk			Keterangan
	<i>Statistic</i>	df	Sig.	
<i>Pre-test</i> Kontrol	0,987	36	0,940	Data Normal
<i>Post-test</i> Kontrol	0,977	36	0,629	Data Normal
<i>Pre-test</i> Eksperimen	0,961	36	0,226	Data Normal
<i>Post-test</i> Eksperimen	0,945	36	0,070	Data Normal

Berdasarkan Tabel 4.11, diperoleh bahwa nilai Sig. data *pre-test* kelas kontrol adalah 0,940, *post-test* kelas kontrol sebesar 0,629, *pre-test* kelas eksperimen sebesar 0,226, dan *post-test* kelas eksperimen sebesar 0,070. Seluruh nilai berdasarkan data pada Tabel 4.10 sesuai dengan *Sig.* > 0,05. Oleh karena itu, dapat dinyatakan bahwa seluruh data dalam penelitian ini berdistribusi secara normal.

2) Uji Homogenitas

Uji Homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah varians data dari dua kelompok yang dibandingkan memiliki kesamaan atau tidak. Menurut Sugiyono (2023), uji homogenitas harus dipenuhi sebelum melakukan uji parametrik, terutama pengujian perbedaan

antar kelompok. Teknik yang digunakan dalam menguji homogenitas pada penelitian ini adalah *Levene Test*. Data bersifat homogen ketika bernilai *Sig.* > 0,05. Sebaliknya, jika nilai *Sig.* < 0,05 maka data tersebut tidak homogen.

Hasil analisis uji homogenitas *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS versi 22, sebagaimana disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Analisis Uji Homogenitas

Nilai	<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.	Keterangan
<i>Based on Mean</i>	1,752	3	140	0,159	Homogen
<i>Bassed on Median</i>	1,455	3	140	0,230	Homogen
<i>Based on Median and with adjusted df</i>	1,455	3	127,240	0,230	Homogen
<i>Based on trimmed mean</i>	1,736	3	140	0,162	Homogen

Hasil pengujian homogenitas pada Tabel 4.12 menyatakan bahwa nilai signifikansi pada baris *Based on Mean* bernilai 0,159 atau dapat dinyatakan bahwa nilai *Sig.* > 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa data bersifat homogen dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam penyebaran data antara kelompok yang dibandingkan.

Kondisi data yang homogen memberikan keputusan yang kuat untuk dilakukannya penentuan hipotesis uji parametrik. Hal ini

penting agar hasil analisis tidak dipengaruhi oleh perbedaan varians yang memicu kesalahan interpretasi. Berdasarkan hasil uji homogenitas yang telah dilakukan, dapat dijelaskan bahwa kesamaan varians antara kelas kontrol dan eksperimen memiliki karakteristik penyebaran data yang seimbang.

3) Uji Hipotesis (*Independent Sample T-test*)

Uji Hipotesis dilakukan untuk mengenali adanya perbedaan keterampilan berpikir kritis antara siswa pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Tujuannya adalah untuk menguji efektivitas pengimplementasian modul interaktif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Uji hipotesis menggunakan *Independent Sample T-test* karena data berasal dari dua kelompok yang berbeda secara independen dan memenuhi asumsi distribusi normal dan homogen. Hipotesis dalam penelitian ini ditentukan sebagai berikut.

H_0 = Tidak terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah menggunakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5.

H_1 = Terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah menggunakan modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5.

Hasil analisis uji hipotesis dengan metode *Independent Sample T-test* disajikan pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Hasil Analisis Metode *Independent Sample T-test*

Nilai	<i>T-test for Equality of Means</i>			Keterangan
	T	df	<i>Sig. (2-tailed)</i>	
<i>Equal variances assumed</i>	-5,691	70	0,00	Hipotesis diterima
<i>Equal variances not assumed</i>	-5,691	61,849	0,00	Hipotesis diterima

Berdasarkan Tabel 4.13 diperoleh bahwa nilai t-hitung adalah -5,691 dengan df sebesar 70, dan nilai *Sig. (2-tailed)* sebesar 0,00. Nilai signifikansi pada *output* lebih kecil dibandingkan dengan signifikansi yang ditetapkan, yaitu 0,05 ($0,00 < 0,05$). Oleh karena itu, H_0 ditolak dan H_1 diterima yang artinya terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sesudah digunakannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5.

4) Uji N-Gain

Peningkatan keterampilan berpikir kritis setelah digunakannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 diuji dengan menggunakan Nilai N-Gain. Menurut Sugiyono (2023), N-Gain berfungsi sebagai alat ukur untuk mengetahui tingkat peningkatan hasil belajar setelah diberikan *treatment*. Hasil analisis N-Gain menggunakan SPSS versi 22 ditampilkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Analisis N-Gain SPSS Versi 22

Kelas		<i>Statistic</i>	<i>Std. Error</i>	Kategori N-Gain
Eksperimen	<i>Mean</i>	62,7	4,11	Sedang
Kontrol	<i>Mean</i>	34,2	3,13	Sedang

Tabel 4.14 merepresentasikan bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis. rata-rata peningkatan nilai keterampilan berpikir kritis di kelas eksperimen adalah 62,7 dan kelas kontrol adalah 34,2. Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata N-Gain kelas eksperimen lebih unggul dibanding kelas kontrol.

Nilai *standard error* pada perolehan N-Gain masing-masing sebesar 4,11 dan 3,13 di kelas eksperimen dan kontrol. Semakin kecil nilai *standard error*, maka semakin tinggi tingkat kepercayaan terhadap rata-rata sebagai representasi populasi secara umum. Oleh karena itu, perbedaan nilai N-Gain antara kedua kelompok dapat dijelaskan sebagai akibat dari perlakuan yang diberikan, bukan hanya disebabkan oleh keragaman data dalam sampel.

Klasifikasi N-Gain menurut Hake (2002), dikategorikan menjadi tiga seperti pada Tabel 3.6. Berdasarkan hasil pada Tabel 4.14, rata-rata N-Gain kelas eksperimen dan kontrol berada dalam kategori sedang tetapi nilai N-Gain kelas eksperimen lebih unggul dibandingkan kelas kontrol. Meskipun kedua kelas mengalami peningkatan, kelas yang diberikan modul interaktif mengalami peningkatan berpikir kritis yang signifikan. Hasil ini mendukung

bahwa implementasi modul interaktif *Flip-Mind* memberikan kontribusi dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

b) Analisis Hasil Respons Siswa Terhadap Modul *Flip-Mind*

Analisis hasil respons siswa digunakan untuk menganalisis kelayakan modul interaktif *Flip-Mind* sebagai bahan ajar. Respons siswa terhadap modul interaktif yang dikembangkan merupakan salah satu aspek yang dianalisis. Analisis respons dilakukan dengan angket skala Likert empat poin, terdiri dari 17 pernyataan yang mencakup aspek tampilan, isi, dan kemanfaatan modul. Responden dalam penelitian ini berjumlah 36 siswa. Hasil perolehan skor masing-masing aspek disajikan dalam Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Rekapitulasi Hasil Penilaian Angket Respons Siswa pada Uji Coba Skala Besar

Aspek	Persentase(%)	Kriteria
Tampilan	86	Sangat Baik
Isi	79	Baik
Kemanfaatan	81	Sangat Baik
Persentase Seluruhnya	82	Sangat Baik

Hasil analisis menunjukkan bahwa modul interaktif *Flip-Mind* memperoleh respons dari siswa. Aspek yang dianalisis menunjukkan skor yang tinggi sehingga modul interaktif tersebut telah memenuhi harapan dan kebutuhan siswa dalam proses pembelajaran. Aspek tampilan dalam modul memperoleh persentase sebesar 86%. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa tertarik dengan tampilan,

pemilihan warna, serta struktur *layout* yang mendukung keterbacaan dalam penggunaan modul interaktif ini.

Aspek isi memperoleh persentase sebesar 79% menunjukkan bahwa isi materi dalam modul interaktif telah dianggap layak. Secara umum isi modul interaktif sudah relevan, sesuai tujuan pembelajaran, sistematis, dan mudah dipahami oleh siswa. Aspek kemanfaatan memperoleh persentase 81% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa modul interaktif *Flip-Mind* bermanfaat dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Konten dalam modul interaktif seperti latihan soal, pertanyaan reflektif, dan penyajian materi berbasis masalah memberikan kontribusi terhadap keterlibatan siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran.

Nilai rerata persentase yang dihasilkan secara keseluruhan adalah 82% (kategori sangat baik). Melalui hasil ini, dapat disimpulkan bahwa produk yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan dari sudut pandang siswa dan layak diimplementasikan dalam proses pembelajaran.

Catatan kekurangan yang disampaikan oleh siswa dalam kolom komentar angket, yakni belum tersedianya eksperimen sederhana dalam modul pada materi suhu dan kalor. Kekosongan aktivitas eksperimen ini dianggap mengurangi pengalaman belajar yang bersifat langsung dan konkret. Siswa menyarankan agar modul dilengkapi dengan percobaan sederhana yang relevan, misalnya pengamatan perubahan suhu air setelah dipanaskan dalam waktu yang berbeda atau pencampuran dua air dengan suhu berbeda untuk

mengamati tercapainya kesetimbangan suhu. Aktivitas tersebut dinilai dapat membantu siswa dalam memahami konsep abstrak seperti kalor dan suhu secara lebih nyata melalui pengalaman langsung yang dapat diamati dan diukur. Percobaan semacam ini berperan penting dalam membangun keterampilan proses sains, seperti observasi, prediksi, dan interpretasi data. Dengan demikian, kehadiran percobaan sederhana dalam modul tidak hanya membuat proses pembelajaran menjadi lebih bermakna, tetapi berkontribusi signifikan terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis.

D. Revisi Produk

Modul interaktif yang sudah melalui proses validasi ahli media dan materi kemudian direvisi sebagai bentuk perbaikan guna meningkatkan kualitas dan kemudahan bagi penggunaannya. Revisi ini mencakup aspek isi dan aspek teknik pengoperasian modul, adapun aspek yang diperbaiki diantaranya adalah sebagai berikut.

Revisi modul interaktif dilakukan pada saat produk telah dinilai kelayakannya oleh validator. Validator memberikan masukan agar beberapa ilustrasi dalam modul disesuaikan dengan konteks lokal untuk meningkatkan relevansi bagi siswa. Salah satu contoh yang disoroti adalah ilustrasi balon udara yang awalnya bersifat umum disarankan untuk diganti dengan gambar balon udara yang terdapat di daerah Wonosobo yang dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 34. Saat balon udara dipanaskan balon terdorong naik dan bisa melayang di udara.

Gambar 4.11 Gambar Balon Udara Sebelum Direvisi



Gambar 34. Balon udara di Festival Wonosobo dipanaskan balon terdorong naik dan bisa melayang di udara.

Gambar 4.12 Revisi Gambar Balon Udara

Revisi dilakukan pada saat uji coba skala kecil sudah dilaksanakan. Pada tahap ini ditemukan adanya kesulitan teknis dalam pengoperasian modul interaktif khususnya terkait dengan fitur pemindahan halaman otomatis dari daftar isi ke subtopik atau materi yang akan dituju. Ketika siswa mengeklik salah satu subtopik dari

daftar isi, halaman tidak langsung terbuka sesuai dengan subtopik yang dimaksud. Hal ini disebabkan oleh kompleksnya struktur daftar isi yang cukup padat sehingga mengakibatkan ketidaknyamanan pada saat proses navigasi. Adanya permasalahan tersebut, dilakukan modifikasi terhadap tampilan navigasi utama seperti Gambar 4.13



Gambar 4.13. Penambahan Navigasi pada Modul Interaktif

Tombol menu yang sebelumnya berbentuk daftar teks diganti dengan ikon-ikon bergambar yang merepresentasikan setiap subbab. Penggunaan ikon ini dinilai lebih memudahkan siswa dalam memilih topik yang ingin diakses. Revisi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pengoperasian modul interaktif secara keseluruhan.

E. Kajian Produk Akhir

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh produk pengembangan berupa modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 yang disusun untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi suhu dan kalor. Kegiatan pengembangan ini diawali dengan tahap analisis kebutuhan melalui observasi dan wawancara di SMA N 8 Semarang. Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa sekolah belum memiliki buku pegangan khusus ataupun media pembelajaran yang bisa dijangkau secara *online*. Selain itu, keterampilan berpikir kritis siswa tergolong rendah. Kondisi ini menjadi dasar penting dalam merancang bahan ajar yang interaktif, menarik, serta mampu menstimulasi keterampilan berpikir kritis siswa. Oleh karena itu, dikembangkanlah modul interaktif *Flip-Mind* sebagai solusi alternatif yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran di kelas.

Tahap desain dilakukan setelah analisis kebutuhan selesai dilaksanakan. Penyusunan rancangan awal modul interaktif dilakukan menggunakan *Microsoft Word* yang kemudian diperkaya dengan tampilan visual melalui pemanfaatan *template* desain bingkai dari

Canva agar tampilan modul interaktif menjadi menarik. Struktur modul interaktif disusun secara sistematis yang terdiri dari: *cover*, kata pengantar, daftar isi, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi bab suhu dan kalor yang dilengkapi dengan video animasi, contoh soal, dan latihan soal beserta jawabannya. Komponen yang paling penting dalam modul ini adalah adanya konten yang secara khusus dirancang untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penyajian masalah kontekstual yang mendorong siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan informasi secara logis.

Hasil validasi modul interaktif *Flip-Mind* pada materi suhu dan kalor menunjukkan bahwa validator pertama memberikan penilaian sebesar 90% dan validator kedua sebesar 87% dan rata-rata persentase kedua ahli validator sebesar 88%. Berdasarkan kriteria kelayakan, persentase tersebut berada pada kategori sangat baik sehingga modul interaktif layak digunakan dalam pembelajaran namun dengan revisi ringan.

Modul interaktif *Flip-Mind* diujicobakan secara terbatas dan luas untuk mengetahui respons siswa terhadap aspek desain, isi, dan kemanfaatan setelah modul interaktif dinyatakan valid. Uji coba skala kecil dilaksanakan di kelas XI-5 SMA Negeri 8 Semarang dengan melibatkan 10 siswa. Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa modul interaktif memperoleh persentase kelayakan pada uji coba skala kecil sebesar 85% dan masuk kategori sangat baik. Selanjutnya, uji coba

skala besar dilakukan untuk memperoleh data lebih luas terhadap kualitas modul interaktif dan memiliki persentase sebesar 82% dengan kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa modul interaktif *Flip-Mind* tidak hanya layak digunakan, tetapi juga efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa serta mendukung tercapainya pembelajaran abad ke-21.

Modul interaktif yang telah melalui tahap uji coba skala kecil selanjutnya diujicobakan dalam skala besar pada siswa kelas XI-3 SMA N 8 Semarang. Uji coba skala besar ini bertujuan untuk mengidentifikasi peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah diimplementasikannya modul interaktif yang dianalisis melalui hasil *pre-test* dan *post-test*. Keterampilan berpikir kritis diukur menggunakan instrumen tes berupa uraian sebanyak delapan soal yang dirancang khusus berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis. Hasil analisis peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dapat dilihat melalui Gambar 4.10. Melalui hasil grafik pada Gambar 4.10 dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan skor pada kelima indikator berpikir kritis Ennis setelah digunakannya modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5. Nilai rata-rata *pre-test* adalah 77 sedangkan nilai rerata *post-test* adalah 88. Peningkatan skor tersebut dihitung menggunakan rumus N-Gain dan diperoleh rata-rata sebesar 62,7% (kategori sedang).

Pengembangan modul interaktif pada materi suhu dan kalor terbukti mampu mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis

siswa. Pemilihan modul interaktif sebagai media pembelajaran didasarkan pada hasil analisis kebutuhan yang menunjukkan perlunya perangkat ajar yang mendorong keterampilan berpikir kritis. Modul ini dipilih karena dinilai efektif dalam membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika. Keunggulan dari modul interaktif *Flip-Mind* adalah tersedianya konten utama yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis melalui materi kontekstual serta pengetahuan tentang strategi dan taktik pemecahan masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu, terdapat fitur *Flip fun-fact* yang menyajikan fakta menarik seputar suhu dan kalor, serta referensi tambahan berupa *Flip-Story* yang membahas sejarah ditemukannya konsep suhu dan kalor. Modul ini dapat diakses melalui berbagai perangkat *smartphone*, baik Android maupun iOS tanpa perlu mengunduh *file* tambahan yang memakan memori. Namun, kelemahan dari modul ini adalah bergantung pada koneksi internet sehingga pengguna perlu mengaktifkan data seluler selama mengaksesnya.

Efektivitas modul interaktif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis didukung oleh beberapa hasil penelitian sebelumnya oleh Liana (2019) menunjukkan bahwa e-modul suhu dan kalor yang dikembangkan pada materi Listrik dinamis mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian oleh Latifah (2020), yaitu pengembangan e-modul melalui aplikasi *Kvisoft Flipbook Maker*

memperoleh hasil validasi yang baik serta respons positif dari siswa karena tampilan e-modul yang menarik dan menghasilkan peningkatan berpikir kritis dengan N-Gain masuk dalam kategori sedang. Pengembangan yang sama juga dilakukan oleh Arman (2022) yang mengembangkan e-modul dengan bantuan *Articulate Storyline 3*, terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis melalui kegiatan eksploratif dengan capaian persentase N-Gain sebesar 66% (kategori sedang).

G. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini mempunyai keterbatasan yang memengaruhi hasil maupun cakupan implementasi dari temuan yang diperoleh. Penelitian ini memiliki keterbatasan yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah dilaksanakan hingga tahap yang ketiga, yaitu tahap *develop*. Pelaksanaan tahap *disseminate* belum dapat dilakukan secara optimal karena keterbatasan waktu pelaksanaan yang berimpit dengan kegiatan akademik sekolah. Oleh karena itu, penyebaran produk pengembangan hanya terbatas pada lingkup kecil dan belum mewakili konteks pendidikan yang lebih beragam.
2. Modul interaktif yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya mencakup materi suhu dan kalor. Keterbatasan ini dipengaruhi oleh alokasi waktu penelitian yang terbatas, keterbatasan dana,

serta ketersediaan tenaga yang mendukung proses pengembangan dan uji coba bahan ajar.

3. Penilaian efektivitas modul interaktif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa hanya difokuskan pada instrumen *pretest*, *posttest*, dan angket respons siswa. Penelitian ini belum menyertakan data kualitatif yang bersifat mendalam sehingga dinamika pembelajaran, tantangan implementasi, dan potensi penggunaan modul dan instrumen tes secara menyeluruh belum tergambarkan secara holistik.

Seluruh tahapan penelitian telah dilaksanakan upaya yang maksimal dalam prosesnya. Keterbatasan dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dan acuan perbaikan bagi peneliti selanjutnya sehingga pengembangan bahan ajar ke depan dapat dilakukan secara lebih menyeluruh dan optimal.

BAB V

KESIMPULAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kelayakan modul interaktif *Flip-Mind* diketahui melalui hasil validasi oleh ahli media dan materi. Modul interaktif *Flip-Mind* memperoleh persentase kelayakan sebesar 88% dan termasuk kategori sangat baik. Hal ini menandakan bahwa dari aspek tampilan, isi, dan keterpaduan materi dengan tujuan pembelajaran, modul interaktif telah memenuhi tingkat kelayakan dan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar fisika pada bab suhu dan kalor di tingkat SMA.
2. Keterampilan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan setelah digunakannya modul interaktif *Flip-Mind*. Hasil *pre-test* dan *post-test* siswa menunjukkan bahwa terjadi peningkatan skor rata-rata indikator berpikir kritis dengan persentase sebesar 10% dan nilai N-Gain ternormalisasi sebesar 62,7% yang tergolong kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa modul interaktif *Flip-Mind* cukup efektif dalam mendorong peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.
3. Respons siswa terhadap modul interaktif *Flip-Mind* menunjukkan bahwa modul tersebut memperoleh persentase

kelayakan sebesar 82% yang berada dalam kategori sangat baik. Respons ditinjau berdasarkan aspek tampilan, isi, dan kemanfaatan. Siswa menilai bahwa modul interaktif *Flip-Mind* memiliki tampilan yang menarik serta mampu membantu dalam melatih keterampilan berpikir kritis pada materi suhu dan kalor.

B. Saran dan Pemanfaatan Produk

Pemberian saran dilakukan sebagai masukan agar kualitas pengembangan produk selanjutnya meningkat dan sesuai kebutuhan lapangan. Adapun saran dan pemanfaatan produk diantaranya sebagai berikut.

1. Bahan ajar berupa modul interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 pada materi suhu dan kalor sudah melewati proses penilaian validasi ahli dengan kriteria sangat baik. Dengan demikian, modul interaktif ini layak digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran fisika pada tingkat SMA. Implementasi modul interaktif ini diharapkan dapat mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif dan mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa.
2. Uji coba terhadap modul interaktif *Flip-Mind* hanya dilakukan sampai pada tahap uji coba skala besar. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya waktu penelitian, tenaga, dan kondisi lapangan yang tidak memungkinkan untuk melanjutkan ke tahap implementasi secara menyeluruh.

3. Bagi peneliti yang ingin mengembangkan modul interaktif menggunakan model pengembangan 4D disarankan untuk melakukan perencanaan yang matang terkait ketersediaan waktu, tenaga, dan dana. Langkah ini penting untuk dipertimbangkan agar proses pengembangan dapat berjalan dengan lancar dan implementasi produk dapat dilakukan lebih luas dan tepat sasaran sesuai kebutuhan sekolah.

C. Diseminasi dan Pengembangan Lebih Lanjut

Diseminasi dan pengembangan lebih lanjut dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Diseminasi perlu dilakukan dengan cara memperluas jangkauan uji coba dengan skala yang lebih luas. Adanya penyebarluasan ini diharapkan lebih banyak guru yang mengakses, menilai, dan mengadaptasi produk sesuai dengan kebutuhan sekolah.
2. Pengembangan lebih lanjut dilakukan dengan memperbaiki kekurangan yang ditemukan selama proses uji coba dengan menyesuaikan isi dengan karakteristik siswa yang beragam, serta mengintegrasikan teknologi atau pendekatan baru dalam pembelajaran. Evaluasi berkelanjutan perlu dilakukan agar produk tetap efektif dan relevan digunakan dalam pembelajaran yang sifatnya dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2016). Fisika Dasar 1. Institut Teknologi Bandung.
- Ahmad, N. Q., Arthur, R., & Rahayu, W. (2025). *Pengembangan Instrumen Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Menggunakan Model Rasch*. 8(1), 61–74.
- Akbar, S. (2017). *Instrumen perangkat pembelajaran*. Remaja Rosdakarya.
- Amir, F., M, M., & Nur, A. A. S. (2024). Pengembangan Instrumen Tes Higher Order Thinking Skills (Hots) Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya (PHYDAGOGIC)*, 6(2), 86–96.
<http://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/phy>
- Amril, K. J., & Thahar, H. E. (2022). Pengembangan Modul Elektronik Menulis Teks Cerpen Berbasis Project Based Learning bagi Siswa Kelas XI SMA. *Diglosia: Jurnal Kajian Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya*, 5(3), 715–730.
<https://doi.org/10.30872/diglosia.v5i3.489>
- Arif, D. S. F., Zaenuri, & Cahyono, A. N. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Pada Model Problem Based Learning (PBL) Berbantu Media Pembelajaran Interaktif dan Google Classroom. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES*, 2018, 323–328.
<https://proceeding.unnes.ac.id/snpasca/article/view/594>

- Arman Cahyanto, Lesmono, A. D., & Handayani, R. D. (2022). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Articulate Storyline 3 untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Pokok Bahasan Gelombang Bunyi. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 3(2), 154–164. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v3i2.1551>
- Aziz, A., & Zakir, S. (2022). *Indonesian Research Journal on Education : Jurnal Ilmu Pendidikan*. 2(3), 1030–1037.
- Balqist, A., Jalmo, T., & Yolida, B. (2019). Penggunaan Model Discovery Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Bioterdidik*, 7(2), 103–111.
- Cynthia, R. E., & Sihotang, H. (2023). Melangkah bersama di era digital : pentingnya literasi digital untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7, 31712–31723.
- Gaol, A. F. L., Azizahwati, & Zulhelmi. (2022). Implementasi Media Pembelajaran Berbasis Pendekatan Saintifik Menggunakan Augmented Reality pada Materi Tata Surya untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 14190–14199. <https://www.jptam.org/index.php/jptam/article/view/46>
- Hidayatin, S., Verawati, N. N. S. P., & Susilawati, S. (2022).

- Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Fisika Materi Momentum dan Impuls Kelas X. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2b), 663–671. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2b.623>
- Husein, S., Herayanti, L., & Gunawan, G. (2017). Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif Terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(3), 221–225. <https://doi.org/10.29303/jpft.v1i3.262>
- Hidayat, A., & Ariani, Y. (2022). Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Berbasis Flip PDF Professional Materi Jaring-Jaring Bangun Ruang Sederhana di Kelas V SDN 24 Parupuk Tabing. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 15683–15688.
- Ibrahim, N. L. (2025). *Analisis Literatur Penggunaan Model Rasch untuk Validasi Instrumen Asesmen Pendidikan: Tren , Temuan , dan Implikasi*. 3(April).
- Ihsan, H. (2015). Validitas Isi Alat Ukur Penelitian: Konsep Dan Panduan Penilaiannya. *PEDAGOGIA Jurnal Ilmu Pendidikan*, 13(3), 173. <https://doi.org/10.17509/pedagogia.v13i3.6004>
- Ihsan, N., Sejati, A. E., Sembilanbelas, U., Kolaka, N., Kolaka, K., Inggris, P. B., Geografi, P., Jasmani, P., Kimia, P., Biologi, P., Inggris, P. B., Matematika, P., Geografi, P., Jasmani, P., Kimia, P., Biologi, P., & Pembelajaran, E. (2023). Pengembangan

- Bahan Ajar Evaluasi Pembelajaran Berbasis Project. 1*, 57–70.
- Khusna, S., Khasanah, I., Musa, M. M., & Rini, J. (2023). Kurikulum Merdeka Belajar melalui Pembelajaran Abad 21 untuk Meningkatkan Kompetensi 4C Siswa Madrasah Ibtidaiyah. *Prosiding Semai 2: Seminar Nasional PGMI*, 1(1), 22–34.
- Latifah, N., Ashari, & Kurniawan, E. S. (2020). Pengembangan e-modul fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 01(01), 1–7.
<http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jips/article/view/570>
- Marlina, E. (2023). Pembinaan Penyusunan Modul Ajar Kurikulum Merdeka Belajar Pada Guru Sekolah Menengah Pertama (Smp). *Journal of Community Dedication*, 3(1), 88–97.
- Maulinda, U. (2022). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Tarbawi*, 5(2), 130–138.
- Najuah, Lukitoyo, P. S., & Wirianti, W. (2020). Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya. In *Yayasan Kita Menulis*.
- Nesri, F. D. P., & Kristanto, Y. D. (2020). Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 480.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2925>

- Nisrina, N., Rahmawati, I., & Hikmah, F. N. (2022). *Pengembangan Instrumen Validasi Produk Multimedia Pembelajaran Fisika*. 10(1), 32–38.
- Pertiwi, F. A., Luayyin, R. H., & Arifin, M. (2023). Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis: Meta Analisis. *JSE: Jurnal Sharia Economica*, 2(1), 42–49. <https://doi.org/10.46773/jse.v2i1.559>
- Pramesti. (2024). *Pengembangan E-Modul Liveworksheet Untuk Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas IV Sekolah Dasar*. 9(2), 1–6.
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik Pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 17–25. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/PendidikanFisika>
- Puspitasari, W. D., & Febrinita, F. (2021). Pengujian Validasi Isi (Content Validity) Angket Persepsi Mahasiswa terhadap Pembelajaran Daring Matakuliah Matematika Komputasi. *Journal Focus Action of Research Mathematic (Factor M)*, 4(1), 77–90. https://doi.org/10.30762/factor_m.v4i1.3254
- Rahima, R., Kaspul, K., & Putra, A. P. (2022). Validitas Dan Keterbacaan Peserta Didik Kelas X Sma Terhadap Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Flip Html5 Konsep Protista. *Jurnal Pendidikan UNIGA*, 16(1), 570. <https://doi.org/10.52434/jp.v16i1.1828>

- Sahidin, L., & Prajono, R. (2022). Eksplorasi TPACK dalam Mendukung Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 212–227.
- Simamora, R., Maison, M., Kurniawan, D. A., & Munte, B. (2021). Upaya Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Menggunakan Simulasi Virtual Pada Materi Momentum Dan Impuls di SMAN 1 Siempat Nempu Hilir. *E-Proceeding Senriabdi*, 1(1), 37–45.
- Sofia, N., Heri Sandi, H., Yusra, I., & Ritonga, M. (2023). Efektivitas Penggunaan E-Modul Berbasis Case Method Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Ecogen*, 6(4), 587. <https://doi.org/10.24036/jmpe.v6i4.15400>
- Son, A. L. (2019). Instrumentasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis: Analisis Reliabilitas, Validitas, Tingkat Kesukaran Dan Daya Beda Butir Soal. *Gema Wiralodra*, 10(1), 41–52.
- Sugiarto, M. D. (2019). *Pengembangan Modul Interaktif Menggunakan Learning Content Development System (Lcds) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Di Kelas X Sma Dengan Model 4D*. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/92990>
- Sulistiyono, S. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Scientific Investigation untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dan Penguasaan Materi Siswa SMA. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 2(1), 33–

41. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v2i1.157>
- Taufiq, T., & Hendrastomo, G. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Aplikasi Mobile Learning Berbasis HTML5 Pada Mata Pelajaran Sosiologi. *Pendidikan Sosiologi*, 8(8), 2–15.
- Ummah, M. S. (2019). The Use of Artificial Intelligence Tools in Assessing Content Validity: A Comparative Study with Human Experts. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Wahyuni, D., Sari, M., & Hurriyah. (2020). Efektifitas e-Modul Berbasis Problem Solving Terhadap Keterampilan Berfikir Kritis Peserta Didik. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA*, 6(2), 2477–6181. <http://www.seminar.uad.ac.id/index.php/quantum/article/view/226>
- Zaini Miftach. (2018). *Pengembangan Bahan Pembelajaran Berbasis Modul Elektronik Berbantuan Flipbook Maker Pada Mata Pelajaran Fisika SMA*. 3(1956), 53–54.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Surat Izin Wawancara



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang
E-mail: info@walisongo.ac.id, Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.528/Un.10.8/K/SP.01.08/01/2025

Lamp : -

Hal : Permohonan Izin Observasi Pra Riset dan Wawancara

Kepada Yth.

Kepala Sekolah SMA Negeri 8 Semarang

Jalan Raya Tugu, Tambakaji, Ngaliyan, Kota Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka memenuhi tugas akhir Fakultas Sains dan Teknologi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : **Wahyu Noor Intan**
NIM : 2108066061
Jurusan : PENDIDIKAN FISIKA
Semester : VIII (Delapan)

Untuk melaksanakan observasi di Sekolah yang Bapak/Ibu pimpin, Maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa dimaksud, yang akan dilaksanakan pada 16 s.d 17 Januari 2025.

Data Observasi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan kajian (analisis) bagi mahasiswa kami.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 15 Januari 2025

an, Dekan,
Kabag. Tata Usaha,



Muh. Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 2

Lembar Hasil Wawancara

Lembar Wawancara

INSTRUMEN WAWANCARA

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Suhu dan Kalor

Peneliti : Wahyu Noor Intan

Hari/Tanggal Observasi : Kamis, 30 Januari 2025

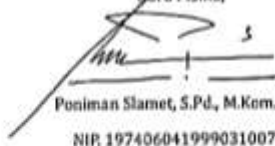
No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Kurikulum apa yang sedang digunakan di SMA Negeri 8 Semarang?	Kurikulum yang diterapkan di SMA N 8 Semarang adalah kurikulum merdeka.
2.	Apakah bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran merupakan hasil pengembangan sendiri atau berasal dari buku yang diterbitkan oleh pemerintah?	Dalam pembelajaran, bahan ajar yang digunakan meliputi buku teks dari penerbit swasta yang dipinjamkan oleh perpustakaan saat mata pelajaran fisika berlangsung. Selain itu, guru juga kerap memberikan video dari YouTube sebagai sumber pembelajaran fisika.
3.	Media atau bahan ajar apa saja yang pernah bapak/ibu gunakan dalam pembelajaran fisika?	Guru lebih sering menyampaikan materi secara langsung dengan bantuan papan tulis, sehingga pemanfaatan media atau bahan ajar masih terbatas. Jika diperlukan pembahasan lebih mendalam, guru biasanya membagikan tautan YouTube untuk dipelajari secara mandiri.
4.	Apakah media/bahan ajar yang Bapak/Ibu sediakan sudah sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan kognitif siswa?	Bahan ajar yang tersedia saat ini masih belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan kognitif siswa, sehingga terdapat beberapa kekurangan yang menyebabkan siswa kurang memahami materi fisika.
5.	Media/bahan ajar apa saja yang sudah Bapak/Ibu implementasikan selama pembelajaran fisika?	Selama proses pembelajaran fisika, guru menyampaikan materi di depan kelas dengan pendekatan yang berpusat pada guru (<i>teacher-centered learning</i>) serta sering

		membagikan video dari YouTube agar siswa dapat memahaminya lebih lanjut.
6.	Apakah bahan ajar yang Bapak/Ibu miliki sudah memadai untuk mendukung proses pembelajaran di kelas?	Bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran belum sepenuhnya dapat mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa, karena siswa masih sering mengalami kesulitan dalam memahami materi fisika yang menuntut penalaran tingkat tinggi.
7.	Berapa jam pembelajaran fisika kelas XI dalam seminggu?	Lima jam pelajaran yang terbagi menjadi 2 hari selama seminggu
8.	Apa bahan ajar yang digunakan di dalam kelas oleh Bapak/Ibu dalam materi suhu dan kalor ?	Bahan ajar yang diimplementasikan dominan bersifat konvensional, dimana materi pembelajaran yang disusun dan disajikan masih menggunakan metode tradisional, tanpa banyak melibatkan teknologi digital atau pendekatan inovatif.
9.	Apakah bahan ajar yang digunakan dalam materi suhu dan kalor sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan belajar dan kecakapan berpikir kritis siswa ?	Bahan ajar yang digunakan belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan belajar siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Hal ini dibuktikan dengan siswa yang masih bingung mengenai konsep-konsep fisika.
10.	Bagaimana hasil belajar siswa dengan bahan ajar yang digunakan oleh Bapak/Ibu?	Hasil belajar siswa masih tergolong rendah.
11.	Bagaimana pemahaman konsep siswa terhadap materi suhu dan kalor dengan menggunakan bahan ajar yang Bapak/Ibu gunakan?	Pemahaman konsep fisika siswa pada bab suhu dan kalor masih rendah akibat minimnya fasilitas bahan ajar yang belum bisa membangun keterampilan berpikir kritis siswa.
12.	Adakah kesulitan yang Bapak/Ibu alami selama mengajar materi suhu dan kalor di kelas?	Salah satu kesulitan yang saya alami saat mengajar materi suhu dan kalor di kelas adalah bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak. Mereka sering

		kesulitan membayangkan proses perpindahan kalor, hubungan antara suhu dan energi, serta konsep kalor laten yang tidak terlihat secara langsung. Tanpa alat peraga atau simulasi yang memadai, siswa cenderung hanya menghafal rumus tanpa benar-benar memahami makna fisik di baliknya. Hal ini menyebabkan pemahaman mereka kurang mendalam dan sulit menerapkan konsep dalam penyelesaian masalah atau fenomena sehari-hari.
13.	Apakah hasil belajar dengan bahan ajar yang Bapak/Ibu gunakan sudah memenuhi KKM?	Belum memenuhi KKM
14.	Berapa KKM materi suhu dan kalor dikelas yang diajar oleh Bapak/Ibu?	72
15.	Apakah menurut Bapak/Ibu perlu dikembangkan bahan ajar interaktif untuk membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis?	Ya, saya sangat setuju bahwa bahan ajar interaktif perlu dikembangkan untuk membantu siswa dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Dengan bahan ajar yang interaktif, siswa akan lebih termotivasi untuk belajar karena materi disajikan dengan cara yang lebih menarik dan mudah dipahami, seperti melalui simulasi, animasi, atau percobaan virtual.

Semarang, 30 Januari 2025

Guru Fisika,


 Poniman Slamet, S.Pd., M.Kom.
 NIP. 197406041999031007

Lampiran 3

Lembar Hasil Analisis Angket Kebutuhan Siswa

ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN SISWA TERHADAP PENGEMBANGAN BAHAN AJAR

Nama Siswa : Hithendra Wijowid

Kelas : XI-3

Petunjuk Pengisian :

- Isilah angket dengan jujur
- Siswa dimohon mengisi setiap butir pernyataan yang tersedia dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom yang tersedia. Dengan keterangan skor sebagai berikut :
STS = Sangat Tidak Setuju
TS = Tidak Setuju
S = Setuju
SS = Sangat Setuju
- Pengisian angket tidak mempengaruhi nilai

No.	Pernyataan	STS	TS	S	SS
1.	Saya dapat memahami pembelajaran dengan baik yang disampaikan oleh guru		✓		
2.	Saya lebih mudah memahami materi fisika jika dikaitkan dengan permasalahan dalam kehidupan sehari - hari			✓	
3.	Guru saya memberi kebebasan kepada saya untuk menyelesaikan persoalan dengan cara saya sendiri			✓	
4.	Saya mampu menyelesaikan fisika dengan baik, berani mengambil keputusan, dan berpikir secara logis	✓			
5.	Saya sangat tertarik dengan bahan ajar yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran fisika		✓		
6.	Bahan ajar yang digunakan oleh guru membantu saya menguasai konsep materi pada pelajaran fisika	✓			
7.	Saya merasa sangat puas terhadap bahan ajar yang diberikan oleh guru		✓		
8.	Saya sangat antusias jika guru memanfaatkan bahan ajar berbasis teknologi digital				✓

9.	Saya harap pembelajaran fisika di kelas dapat memanfaatkan media elektronik yang dapat menampilkan gambar, video, animasi.	✓		✓	
10.	Adanya bahan ajar berupa modul elektronik akan membuat saya semangat dan termotivasi untuk belajar.			✓	

Semarang, 19 September 2024

Siswa,

Nathandra
(Nathandra Wibowo)

Lampiran 4

Kisi-Kisi Lembar Angket Validasi Bahan Ajar

Kisi – Kisi Lembar Angket Validasi Modul Interaktif *Flip-Mind* Berbasis HTML5

Berikut disajikan kisi-kisi lembar angket validasi modul interaktif *Flip-Mind* Berbasis HTML5 yang disusun untuk memperoleh penilaian dari para validator terhadap kualitas modul yang dikembangkan. Kisi-kisi ini memuat berbagai aspek penting yang menjadi acuan dalam menilai kelayakan dan kualitas modul interaktif, meliputi aspek berpikir kritis, materi, desain, dan bahasa.

No.	Aspek	Indikator	Butir
1.	Berpikir Kritis	Menjelaskan secara sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	1
		Membangun keterampilan dasar (<i>the basis for the decisional basic support</i>)	2
		Menarik kesimpulan (<i>inference</i>)	3
		Memberikan penjelasan lebih lanjut (<i>advanced clarification</i>)	4
		Strategi dan taktik (<i>strategies and tactics</i>)	5
2.	Materi	Kelayakan isi	6, 7, 8
		Kedalaman materi	9,10,11,12
		Penyajian	13,14,15,16,17
		Kelayakan kontekstual	18,19
3.	Desain	Efektif bahan ajar terhadap strategi pembelajaran	20,12,22,23
		Tampilan menyeluruh	24,25,26,27
4.	Bahasa	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa	28
		Ketepatan kaidah bahasa	29
		Ketepatan penggunaan istilah	30
		Keterbacaan pesan	31

Lampiran 5

Lembar Penilaian Validasi Bahan Ajar

LEMBAR PENILAIAN VALIDASI BAHAN AJAR PEMBELAJARAN
PENGEMBANGAN MODUL INTERAKTIF *FLIP-MIND* BERBASIS HTML5 UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA

Nama Penilai :

Jabatan :

Petunjuk Penilaian :

1. Mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan penilaian terhadap e-modul suhu dan kalor untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA yang telah dikembangkan.
2. Penilaian validasi ini terdapat 4 aspek :
 - a. Kemampuan Berpikir Kritis
 - b. Materi
 - c. Desain
 - d. Bahasa
3. Dimohon Bapak/Ibu memberi penilaian skor 4,3,2, atau 1 pada butir-butir bahan ajar e-modul suhu dan kalor untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA dengan memberi tanda centang pada kolom penilaian yang tersedia.

Skor	Keterangan
4	Sangat Setuju (jika kelayakan e-modul dengan pernyataan pada angket sangat setuju)
3	Setuju (jika kelayakan e-modul dengan pernyataan pada angket setuju)
2	Tidak Setuju (jika kelayakan e-modul dengan pernyataan pada angket tidak setuju)
1	Sangat Tidak Setuju (jika kelayakan e-modul dengan pernyataan pada angket sangat tidak setuju)

4. Saran – saran yang Bapak/Ibu berikan, mohon dituliskan pada naskah yang perlu direvisi atau dituliskan pada lembar saran yang telah disediakan.

Lampiran 6

Rubrik Penskoran Angket Validator

A. Kisi-Kisi Aspek Kemampuan Berpikir Kritis Ennis

No.	Indikator	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
1.	Menjelaskan Secara Sederhana	Bahan ajar mampu menarik siswa untuk menjawab pertanyaan dengan baik, pertanyaan dalam hal ini adalah soal-soal dan contoh kasus yang terdapat di dalam e-modul.	Sebagian besar bagian dari bahan ajar mampu menarik siswa untuk menjawab pertanyaan dengan baik, pertanyaan dalam hal ini adalah soal-soal dan contoh kasus yang terdapat di dalam e-modul.	Hanya beberapa bagian dari bahan ajar yang mampu menarik siswa untuk menjawab pertanyaan dengan baik, pertanyaan dalam hal ini adalah soal-soal dan contoh kasus yang terdapat di dalam e-modul.	Bahan ajar tidak mampu menarik siswa untuk menjawab pertanyaan dengan baik, pertanyaan dalam hal ini adalah soal-soal dan contoh kasus yang terdapat di dalam e-modul.
2.	Membangun Keterampilan Dasar	Bahan ajar secara konsisten dan eksplisit mendorong siswa untuk memberikan pendapat sebagai penguat jawaban mereka melalui aktivitas, pertanyaan, dan instruksi yang jelas.	Bahan ajar cukup sering mendorong siswa memberikan pendapat untuk memperkuat jawaban, meskipun tidak selalu eksplisit atau mendalam.	Bahan ajar jarang memberikan ruang atau dorongan bagi siswa untuk menyampaikan pendapat guna memperkuat jawaban mereka.	Bahan ajar sama sekali tidak mendorong siswa untuk memberikan pendapat atau memperkuat jawaban mereka sendiri.
3.	Menarik Kesimpulan	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk membuat kesimpulan dengan tepat.	Sebagian besar bagian dalam bahan ajar menjadikan siswa	Hanya sedikit bagian dari bahan ajar yang menjadikan	Bahan ajar tidak menjadikan siswa mampu

No.	Indikator	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
			mampu untuk membuat kesimpulan dengan tepat.	siswa mampu untuk membuat kesimpulan dengan tepat.	untuk membuat kesimpulan dengan tepat.
4.	Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk mengidentifikasi asumsi yang diperlukan untuk membangun argumen secara konsisten, mendalam, dan dalam berbagai konteks materi.	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk mengidentifikasi asumsi yang diperlukan untuk membangun argumen, meskipun belum diterapkan secara maksimal di semua bagian materi.	Bahan ajar hanya sedikit membantu siswa dalam mengidentifikasi asumsi, atau hanya muncul pada bagian tertentu dan tidak dikembangkan lebih lanjut.	Bahan ajar tidak memberikan peluang atau dukungan yang jelas bagi siswa untuk mengidentifikasi asumsi yang diperlukan dalam membangun argumen.
5.	Mengatur Strategi dan Taktik	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk mengatur strategi dan taktik yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan.	Bahan ajar sebagian besar menjadikan siswa mampu untuk mengatur strategi dan taktik yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan.	Bahan ajar kurang menjadikan siswa mampu untuk mengatur strategi dan taktik yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan.	Bahan ajar tidak menjadikan siswa mampu untuk mengatur strategi dan taktik yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan.

B. Aspek Materi

No.	Aspek	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
6-8	Kelayakan Isi	Tujuan pembelajaran sudah sesuai dengan capaian pembelajaran.	Tujuan pembelajaran sebagian besar sesuai dengan capaian pembelajaran.	Tujuan pembelajaran kurang sesuai dengan capaian pembelajaran.	Tujuan pembelajaran tidak sesuai dengan capaian pembelajaran.
		Kelengkapan materi yang disajikan dalam bahan ajar Ditinjau dari capaian pembelajaran sangat sesuai dan mencakup seluruh aspek yang ditargetkan.	Kelengkapan materi yang disajikan dalam bahan ajar Ditinjau dari capaian pembelajaran sudah baik dan mencakup sebagian besar aspek.	Kelengkapan materi yang disajikan dalam bahan ajar Ditinjau dari capaian pembelajaran sudah cukup, namun masih ada bagian yang belum terselesaikan.	Kelengkapan materi yang disajikan dalam media Ditinjau dari capaian pembelajaran masih kurang dan tidak mencakup aspek utama.
		Keakuratan konsep yang disajikan sangat tinggi, tidak ditemukan bagian yang dapat menimbulkan pemahaman menyimpang sama sekali. Semua informasi ilmiah sesuai dengan teori yang berlaku.	Keakuratan konsep cukup tinggi, namun terdapat sedikit bagian yang berpotensi disalahpahami, meskipun tidak mengubah makna inti.	Keakuratan konsep kurang, terdapat beberapa informasi yang bisa menyebabkan pemahaman menyimpang atau menimbulkan keraguan.	Keakuratan konsep rendah, terdapat kesalahan informasi atau penyajian yang sangat berisiko menimbulkan pemahaman yang salah atau menyimpang.
9-12	Kedalaman materi	Isi materi sangat lengkap, semua konsep penting seperti definisi, teori,	Isi materi cukup lengkap, sebagian besar konsep penting sudah ada meskipun ada	Isi materi kurang lengkap, beberapa konsep penting	Isi materi tidak lengkap, banyak konsep penting yang tidak disertakan

No.	Aspek	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
		persamaan, contoh, dan latihan soal disajikan dengan baik tanpa ada yang terlewat.	beberapa bagian kecil yang kurang.	belum disajikan sehingga bisa membingungkan pembaca.	sehingga beresiko menimbulkan kesalahan pemahaman
		Penyajian materi sangat runtut, dimulai dari konsep dasar hingga konsep yang lebih kompleks tanpa ada lompatan atau kebingungan.	Penyajian materi cukup runtut, sebagian besar materi disusun dari konsep dasar ke kompleks meskipun ada beberapa bagian yang kurang berurutan.	Penyajian materi cukup runtut, sebagian besar materi disusun dari konsep dasar ke kompleks meskipun ada beberapa bagian yang kurang berurutan.	Penyajian materi tidak runtut, urutan penyajian materi acak dan tidak jelas sehingga sangat berisiko menimbulkan kebingungan.
		Materi sangat baik, membahas konsep secara lengkap hingga penerapan dan analisis dengan jelas dan mendalam di setiap bagiannya.	Materi cukup baik, membahas konsep hingga penerapan, namun analisis disajikan secara terbatas atau kurang mendalam.	Materi kurang baik, hanya membahas konsep dasar dan penerapan sederhana tanpa menyertakan analisis yang memadai.	Materi sangat kurang, hanya membahas konsep dasar tanpa penerapan maupun analisis, sehingga pembahasan terasa dangkal.
		Kedalaman materi sangat sesuai dengan karakteristik dan kemampuan siswa, seluruh isi materi mudah dipahami dan menantang sesuai tingkat perkembangan siswa.	Kedalaman materi cukup sesuai, sebagian besar isi materi sesuai dengan kemampuan siswa meskipun ada beberapa bagian yang agak sulit atau terlalu mudah.	Kedalaman materi kurang sesuai, terdapat beberapa bagian yang terlalu sulit atau terlalu mudah sehingga bisa menghambat pemahaman siswa.	Kedalaman materi tidak sesuai, sebagian besar isi materi terlalu sulit atau terlalu mudah bagi siswa sehingga berisiko menimbulkan kesulitan belajar.

No.	Aspek	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
13-17	Penyajian	Materi disajikan secara runtut atau sistematis	Materi disajikan kurang runtut atau sistematis	Materi disajikan tidak runtut atau tidak sistematis	Materi disajikan sama sekali tidak runtut atau sistematis
		bahan ajar terdapat gambar, animasi, dan video.	bahan ajar kurang lengkap dalam menampilkan gambar, animasi, dan video	bahan ajar jarang menampilkan gambar, animasi, dan video	bahan ajar tidak terdapat gambar, animasi, dan video
		terdapat latihan soal dan kunci jawaban	terdapat latihan soal namun tidak ada kunci jawaban	tidak terdapat latihan soal namun ada kunci jawaban	tidak terdapat latihan soal dan kunci jawaban
		soal dan jawaban sesuai	soal dan jawaban kurang sesuai	soal dan jawaban tidak sesuai	soal dan jawaban sangat tidak sesuai
		Terdapat rangkuman dari materi yang telah dipelajari secara lengkap, jelas, dan mudah dipahami.	Terdapat rangkuman dari materi yang telah dipelajari, namun masih kurang mendalam atau tidak seluruh materi dirangkum.	Terdapat rangkuman dari materi yang telah dipelajari, tetapi sangat terbatas dan kurang membantu pemahaman.	Terdapat rangkuman dari materi yang telah dipelajari, namun sangat tidak memadai atau hampir tidak ada.
		Materi disajikan secara interaktif sehingga siswa terlibat aktif dalam pembelajaran.	Materi disajikan secara interaktif sehingga siswa terlibat aktif dalam pembelajaran.	Materi disajikan secara interaktif sehingga siswa terlibat aktif dalam pembelajaran.	Materi disajikan secara interaktif sehingga siswa terlibat aktif dalam pembelajaran.
18-19	Kelayakan Kontekstual	Materi sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari, disertai contoh atau	Materi cukup relevan dengan kehidupan sehari-hari, mungkin	Materi kurang relevan atau jarang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari.	Materi sama sekali tidak relevan atau tidak ada

No.	Aspek	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
		penjelasan yang jelas dan spesifik.	tanpa contoh atau dengan penjelasan singkat.		kaitannya dengan kehidupan sehari-hari.
		Bahan ajar sudah menunjukkan penerapan pengetahuan dalam berbagai konteks kehidupan sehari-hari, disertai contoh konkret dan penjelasan yang lengkap.	Bahan ajar sudah menerapkan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari dengan cukup baik, meskipun contoh atau penjelasan yang diberikan belum sepenuhnya lengkap.	Bahan ajar jarang menerapkan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari, namun masih terbatas dan penjelasan kurang mendalam.	Bahan ajar belum menunjukkan penerapan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari, tanpa disertai contoh yang relevan.

C. Aspek Desain

No	Aspek	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
20-23	Efek bahan ajar terhadap strategi pembelajaran	Penyajian bahan ajar sangat mendukung keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran, dengan bukti atau penjelasan yang lengkap dan jelas.	Penyajian bahan ajar mendukung keterlibatan siswa, namun dengan penjelasan yang cukup atau belum mendalam.	Penyajian bahan ajar kurang mendukung keterlibatan aktif siswa, dengan alasan atau contoh yang terbatas.	Penyajian bahan ajar tidak mendukung keterlibatan aktif siswa sama sekali, tanpa penjelasan memadai.
		Bahan ajar memiliki struktur yang jelas, petunjuk yang sistematis, serta isi yang dapat diterapkan secara	Bahan ajar cukup mudah digunakan dalam pembelajaran, meskipun terdapat beberapa bagian yang memerlukan	Bahan ajar kurang mendukung kelancaran pembelajaran, baik di dalam kelas maupun di luar kelas, karena beberapa bagian tidak mudah digunakan.	Bahan ajar tidak mudah digunakan dalam pembelajaran, baik di dalam kelas maupun di luar kelas, karena tidak memiliki

No	Aspek	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
		efektif baik di dalam kelas maupun di luar kelas.	penyesuaian di dalam atau di luar kelas.		struktur dan petunjuk yang memadai.
		Bahan ajar sangat mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.	Bahan ajar cukup mampu, meskipun tidak begitu signifikan, dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.	Bahan ajar kurang mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa	Bahan ajar tidak mampu sama sekali meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
		Bahan ajar sangat mampu menambah motivasi siswa untuk mempelajari fisika lebih jauh.	Bahan ajar cukup mampu, meskipun tidak begitu signifikan, dalam menambah motivasi siswa untuk mempelajari fisika lebih jauh.	Bahan ajar kurang mampu menambah motivasi siswa untuk mempelajari fisika lebih jauh.	Bahan ajar tidak mampu sama sekali menambah motivasi siswa untuk mempelajari fisika lebih jauh.
24-27	Desain Tampilan	Desain dan warna sangat teratur, perpaduannya sangat sesuai dan sangat menarik bagi siswa.	Desain dan warna cukup teratur, perpaduannya sesuai dan menarik bagi siswa.	Desain dan warna kurang teratur, perpaduannya kurang sesuai dan kurang menarik	Desain dan warna tidak teratur, perpaduannya tidak sesuai dan tidak menarik bagi siswa
		Jenis dan ukuran huruf sangat tepat, mudah dibaca, konsisten, dan sangat menarik bagi siswa.	Jenis dan ukuran huruf cukup tepat, cukup mudah dibaca, cukup konsisten, dan menarik bagi siswa.	Jenis dan ukuran huruf kurang tepat, agak sulit dibaca, kurang konsisten, dan kurang menarik.	Jenis dan ukuran huruf tidak tepat, sulit dibaca, tidak konsisten, dan tidak menarik bagi siswa.
		Gambar dan video animasi sangat tepat, sangat relevan	Gambar dan video animasi cukup tepat, relevan dengan	Gambar dan video animasi kurang tepat, kurang relevan	Gambar dan video animasi tidak tepat, tidak relevan

No	Aspek	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
		dengan materi, serta sangat membantu pemahaman siswa.	materi, dan membantu pemahaman siswa.	dengan materi, dan kurang membantu pemahaman siswa.	dengan materi, dan tidak membantu pemahaman siswa.
		Bahan ajar sangat mudah dioperasikan dan sama sekali tidak memerlukan spesifikasi <i>software</i> yang tinggi.	Bahan ajar cukup mudah dioperasikan dan hanya memerlukan spesifikasi <i>software</i> standar.	Bahan ajar kurang mudah dioperasikan dan memerlukan spesifikasi <i>software</i> yang agak tinggi.	Bahan ajar sulit dioperasikan dan memerlukan spesifikasi <i>software</i> yang tinggi.

D. Aspek Kebahasaan

No	Aspek	Skor 4 (SS)	Skor 3 (S)	Skor 2 (TS)	Skor 1 (STS)
28	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa	Bahan ajar sangat sesuai dengan tingkat perkembangan intelektual siswa.	Bahan ajar cukup sesuai dengan tingkat perkembangan intelektual siswa.	Bahan ajar kurang sesuai dengan tingkat perkembangan intelektual siswa.	Bahan ajar tidak sesuai dengan tingkat perkembangan intelektual siswa.
29	Ketepatan Kaidah Bahasa	Tata kalimat sangat sesuai dengan kaidah tata bahasa Indonesia, jelas, runtut, dan mudah dipahami.	Tata kalimat cukup sesuai dengan kaidah tata bahasa Indonesia, cukup jelas, dan cukup mudah dipahami.	Tata kalimat cukup sesuai dengan kaidah tata bahasa Indonesia, cukup jelas, dan cukup mudah dipahami.	Tata kalimat tidak sesuai dengan kaidah tata bahasa Indonesia, tidak jelas, dan sulit dipahami.
30	Ketepatan penggunaan istilah	Penggunaan istilah sangat konsisten di seluruh bagian e-modul, tidak terdapat perbedaan makna atau istilah yang membingungkan.	Penggunaan istilah cukup konsisten, hanya terdapat sedikit perbedaan yang tidak mengganggu pemahaman secara keseluruhan.	Penggunaan istilah kurang konsisten, terdapat beberapa perbedaan istilah yang dapat menimbulkan kebingungan bagi siswa.	Penggunaan istilah tidak konsisten, banyak perbedaan istilah yang membingungkan dan mengganggu pemahaman konsep dalam e-modul.
31	Keterbacaan pesan	Kalimat sangat mewakili isi pesan atau informasi dan sangat sesuai dengan tata kalimat Bahasa Indonesia.	Kalimat cukup mewakili isi pesan atau informasi dan sesuai dengan tata kalimat Bahasa Indonesia.	Kalimat kurang mewakili isi pesan atau informasi dan kurang sesuai dengan tata kalimat Bahasa Indonesia.	Kalimat tidak mewakili isi pesan atau informasi dan tidak sesuai dengan tata kalimat Bahasa Indonesia.

Lampiran 7

Permohonan Validasi Instrumen



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185

E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.3373/Un.10.8/D/SP.01.06/04/2025

Lamp : -

Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Dr.Joko Budi Poernomo, M.Pd.

Dosen Validator Ahli Materi dan Instrumen Tes
(Dosen PENDIDIKAN FISIKA FST UIN Walisongo)

2. Agus Sudarmanto, M.Si.

Dosen Validator Ahli Media dan Instrumen Tes
(Dosen FISIKA FST UIN Walisongo)

di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama	: Wahyu Noor Intan
NIM	: 2108066061
Program Studi	: PENDIDIKAN FISIKA
Fakultas	: Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	: Pengembangan Modul Interaktif Flip-Mind Berbasis HTML5 Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Suhu dan Kalor

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 23 April 2025

an. Dekan,
Ketua Prodi,

Edy Daenuri Anwar, M.Si.
NIP. 19790726 200912 1 002

Lampiran 8

Surat Izin Melaksanakan Penelitian



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km 1 Semarang
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.3006/Un.10.8/K/SP.01.08/04/2025
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Semarang, 14 April 2025

Kepada Yth,
Kepala Sekolah SMA Negeri 8 Semarang
Jalan Raya Tugu, Tambak Aji Ngaliyan, Semarang, Jawa Tengah
Kota Semarang, Jawa Tengah 50185
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Wahyu Noor Intan
NIM : 2108066061
Jurusan : PENDIDIKAN FISIKA
Judul : Pengembangan Modul Interaktif Flip-Mind Berbasis HTML5 Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas 11 SMA pada Materi Suhu dan Kalor
Semester : VIII (Delapan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 28 April - 24 Mei 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Surat Izin Melaksanakan Penelitian

Lampiran 9

Lembar Hasil Angket Validator 1

Petunjuk Pengisian:

Bapak/Ibu Dosen dimohon untuk memberikan penilaian terhadap kualitas bahan ajar Modul Interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dengan cara memberi tanda ceklist (✓) pada kolom yang sesuai berdasarkan pernyataan di atas.

Gunakan pedoman skala berikut:

SS (4) = Sangat Setuju

S (3) = Setuju

TS (2) = Tidak Setuju

STS (1) = Sangat Tidak Setuju

A. Lembar Validasi Aspek Keterampilan Berpikir Kritis

No.	Pernyataan	Skor Penilaian			
		SS	S	TS	STS
A. Menjelaskan secara sederhana (<i>elementary clarification</i>)					
1.	Bahan ajar mampu menarik siswa untuk menjawab pertanyaan dengan baik, pertanyaan dalam hal ini adalah soal-soal dan contoh kasus yang terdapat di dalam e-modul.		✓		
B. Membangun keterampilan dasar (<i>the basis for the decisional basic support</i>)					
2.	Bahan ajar secara konsisten dan eksplisit mendorong siswa untuk memberikan pendapat sebagai penguat jawaban mereka melalui aktivitas, pertanyaan, dan instruksi yang jelas.		✓		
C. Menarik kesimpulan (<i>inference</i>)					
3.	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk membuat kesimpulan dengan tepat.		✓		
D. Memberikan penjelasan lebih lanjut (<i>advanced clarification</i>)					
4.	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk mengidentifikasi asumsi yang diperlukan untuk membangun argumen secara konsisten, mendalam, dan dalam berbagai konteks materi.		✓		
E. Mengatur strategi dan taktik (<i>strategies and tactics</i>)					
5.	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk mengatur strategi dan taktik yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan.		✓		

B. Lembar Validasi Aspek Materi

No.	Pernyataan	Skor Penelitian			
		SS	S	TS	STS
F. Kelayakan Isi					
6.	Tujuan pembelajaran sudah sesuai dengan capaian pembelajaran.	✓			
7.	Kelengkapan materi yang disajikan dalam bahan ajar ditinjau dari capaian pembelajaran sangat sesuai dan mencakup seluruh aspek yang ditargetkan.		✓		
8.	Keakuratan konsep yang disajikan sangat tinggi, tidak ditemukan bagian yang dapat menimbulkan pemahaman menyimpang sama sekali. Semua informasi ilmiah sesuai dengan teori yang berlaku.		✓		
G. Kedalaman Materi					
9.	Isi materi sangat lengkap, semua konsep penting seperti definisi, teori, persamaan, contoh, dan latihan soal disajikan dengan baik tanpa ada yang terlewat.		✓		
10.	Penyajian materi sangat runtut, dimulai dari konsep dasar hingga konsep yang lebih kompleks tanpa ada lompatan atau kebingungan.	✓			
11.	Materi sangat baik, membahas konsep secara lengkap hingga penerapan dan analisis dengan jelas dan mendalam di setiap bagiannya.		✓		
12.	Kedalaman materi sangat sesuai dengan karakteristik dan kemampuan siswa, seluruh isi materi mudah dipahami dan menantang sesuai tingkat perkembangan siswa.		✓		
H. Penyajian					
13.	Materi disajikan secara runtut atau sistematis.	✓			
14.	Bahan ajar terdapat gambar, animasi, dan video.	✓			
15.	Terdapat latihan soal dan kunci jawaban.	✓			
16.	Terdapat rangkuman dari materi yang telah dipelajari secara lengkap, jelas, dan mudah dipahami	✓			
17.	Materi disajikan secara interaktif sehingga siswa terlibat aktif dalam pembelajaran.	✓			
I. Kelayakan Kontekstual					

No.	Pernyataan	Skor Penelitian			
		SS	S	TS	STS
18.	Materi sangat relevan dengan kehidupan sehari hari, disertai contoh atau penjelasan yang jelas dan spesifik.	✓	✓		
19.	Bahan ajar sudah menunjukkan penerapan pengetahuan dalam berbagai konteks kehidupan sehari hari, disertai contoh konkret dan penjelasan yang lengkap.		✓		

C. Lembar Validasi Aspek Desain

No.	Pernyataan	Skor Penelitian			
		SS	S	TS	STS
J. Efek Bahan Ajar terhadap strategi pembelajaran					
20.	Penyajian bahan ajar sangat mendukung keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran, dengan bukti atau penjelasan yang lengkap dan jelas.		✓		
21.	Bahan ajar memiliki struktur yang jelas, petunjuk yang sistematis, serta isi yang dapat diterapkan secara efektif baik di dalam kelas maupun di luar kelas.	✓			
22.	Bahan ajar sangat mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.		✓		
23.	Bahan ajar sangat mampu menambah motivasi belajar siswa.		✓		
K. Desain Tampilan					
24.	Desain dan warna sangat teratur, perpaduannya sangat sesuai dan sangat menarik bagi siswa.	✓			
25.	Jenis dan ukuran huruf sangat tepat, mudah dibaca, konsisten, dan sangat menarik bagi siswa.	✓			
26.	Gambar dan video animasi sangat tepat, sangat relevan dengan materi, serta sangat membantu pemahaman siswa.	✓			
27.	Bahan ajar sangat mudah dioperasikan dan sama sekali tidak memerlukan spesifikasi software yang tinggi.	✓			

D. Lembar Validasi Aspek Kebahasaan

No.	Pernyataan	Skor Penelitian			
		SS	S	TS	STS
L. Kesesuaian dengan Tingkat Perkembangan Siswa					
28.	Bahan ajar sangat sesuai dengan tingkat perkembangan intelektual siswa.		✓		
M. Ketepatan Kaidah Bahasa					
29.	Tata kalimat sangat sesuai dengan kaidah tata bahasa Indonesia, jelas, runtut, dan mudah dipahami.	✓			
N. Ketepatan penggunaan istilah					
30.	Penggunaan istilah sangat konsisten di seluruh bagian e-modul, tidak terdapat perbedaan makna atau istilah yang membingungkan.	✓			
O. Keterbacaan Pesan					
31.	Kalimat sangat mewakili isi pesan atau informasi dan sangat sesuai dengan tata kalimat Bahasa Indonesia.	✓			

Komentar Saran

1. penomoran persamaan tulis konsisten contoh
trial 11 dan 16, 11 tdk ada, 16 ada.
2. penomoran persamaan tepi kanan.
3. Ganti gunung Himalaya dengan gunung jawa
wijaya papua
4. tamba oleh menyertakan video lee wanda
kucing jember di perijalan
5. gambar bola video diganti dgn wonorejo
tribunal

Kesimpulan Penilaian

Setelah mengisi tabel penelitian, dimohon Bapak/Ibu melingkari angka di bawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu

Modul Elektronik suhu dan kalor ini:

1. Kurang baik, sehingga belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
2. Cukup baik, sehingga dapat digunakan tetapi dengan banyak revisi
- ☒ 3. Baik, sehingga dapat digunakan tetapi dengan sedikit revisi
4. Sangat baik, sehingga dapat digunakan tanpa revisi

Semarang 25-4-2025

Validator



Agus Sudarmanto

NIP.

Lampiran 10

Lembar Hasil Angket Validator 2

Petunjuk Pengisian:

Bapak/Ibu Dosen dimohon untuk memberikan penilaian terhadap kualitas bahan ajar Modul Interaktif *Flip-Mind* berbasis HTML5 dengan cara memberi tanda ceklist (✓) pada kolom yang sesuai berdasarkan pernyataan kisi-kisi diatas.

Gunakan pedoman skala berikut:

SS (4) = Sangat Setuju

S (3) = Setuju

TS (2) = Tidak Setuju

STS (1) = Sangat Tidak Setuju

A. Lembar Validasi Aspek Keterampilan Berpikir Kritis

Gambar 1. Lembar Aspek Keterampilan Berpikir Kritis

No.	Pernyataan	Skor Penelitian			
		SS	S	TS	STS
A. Menjelaskan secara sederhana (<i>elementary clarification</i>)					
1.	Bahan ajar mampu menarik siswa untuk menjawab pertanyaan dengan baik, pertanyaan dalam hal ini adalah soal-soal dan contoh kasus yang terdapat di dalam e-modul.	✓			
B. Membangun keterampilan dasar (<i>the basis for the decisional basic support</i>)					
2.	Bahan ajar secara konsisten dan eksplisit mendorong siswa untuk memberikan pendapat sebagai penguat jawaban mereka melalui aktivitas, pertanyaan, dan instruksi yang jelas.	✓			
C. Menarik kesimpulan (<i>inference</i>)					
3.	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk membuat kesimpulan dengan tepat.		✓		
D. Memberikan penjelasan lebih lanjut (<i>advanced clarification</i>)					
4.	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk mengidentifikasi asumsi yang diperlukan untuk membangun argumen secara konsisten, mendalam, dan dalam berbagai konteks materi.	✓			
E. Mengatur strategi dan taktik (<i>strategies and tactics</i>)					
5.	Bahan ajar menjadikan siswa mampu untuk mengatur strategi dan taktik yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan.		✓		

B. Lembar Validasi Aspek Materi

No.	Pernyataan	Skor Penelitian			
		SS	S	TS	STS
F. Kelayakan Isi					
6.	Tujuan pembelajaran sudah sesuai dengan capaian pembelajaran.	✓			
7.	Kelengkapan materi yang disajikan dalam bahan ajar ditinjau dari capaian pembelajaran sangat sesuai dan mencakup seluruh aspek yang ditargetkan.	✓			
8.	Keakuratan konsep yang disajikan sangat tinggi, tidak ditemukan bagian yang dapat menimbulkan pemahaman menyimpang sama sekali. Semua informasi ilmiah sesuai dengan teori yang berlaku.	✓			
G. Kedalaman Materi					
9.	Isi materi sangat lengkap, semua konsep penting seperti definisi, teori, persamaan, contoh, dan latihan soal disajikan dengan baik tanpa ada yang terlewat.	✓			
10.	Penyajian materi sangat runtut, dimulai dari konsep dasar hingga konsep yang lebih kompleks tanpa ada lompatan atau kebingungan.	✓			
11.	Materi sangat baik, membahas konsep secara lengkap hingga penerapan dan analisis dengan jelas dan mendalam di setiap bagiannya.	✓			
12.	Kedalaman materi sangat sesuai dengan karakteristik dan kemampuan siswa, seluruh isi materi mudah dipahami dan menantang sesuai tingkat perkembangan siswa.		✓		
H. Penyajian					
13.	Materi disajikan secara runtut atau sistematis.		✓		
14.	Bahan ajar terdapat gambar, animasi, dan video.		✓		
15.	Terdapat latihan soal dan kunci jawaban.	✓			
16.	Terdapat rangkuman dari materi yang telah dipelajari secara lengkap, jelas, dan mudah dipahami		✓		
17.	Materi disajikan secara interaktif sehingga siswa terlibat aktif dalam pembelajaran.		✓		
I. Kelayakan Kontekstual					

No.	Pernyataan	Skor Penelitian			
		SS	S	TS	STS
18.	Materi sangat relevan dengan kehidupan sehari hari, disertai contoh atau penjelasan yang jelas dan spesifik.	✓			
19.	Bahan ajar sudah menunjukkan penerapan pengetahuan dalam berbagai konteks kehidupan sehari hari, disertai contoh konkret dan penjelasan yang lengkap.	✓			

C. Lembar Validasi Aspek Desain

No.	Pernyataan	Skor Penelitian			
		SS	S	TS	STS
J. Efek Bahan Ajar terhadap strategi pembelajaran					
20.	Penyajian bahan ajar sangat mendukung keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran, dengan bukti atau penjelasan yang lengkap dan jelas.	✓			
21.	Bahan ajar memiliki struktur yang jelas, petunjuk yang sistematis, serta isi yang dapat diterapkan secara efektif baik di dalam kelas maupun di luar kelas.	✓			
22.	Bahan ajar sangat mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.	✓			
23.	Bahan ajar sangat mampu menambah motivasi belajar siswa.	✓			
K. Desain Tampilan					
24.	Desain dan warna sangat teratur, perpaduannya sangat sesuai dan sangat menarik bagi siswa.		✓		
25.	Jenis dan ukuran huruf sangat tepat, mudah dibaca, konsisten, dan sangat menarik bagi siswa.	✓			
26.	Gambar dan video animasi sangat tepat, sangat relevan dengan materi, serta sangat membantu pemahaman siswa.		✓		
27.	Bahan ajar sangat mudah dioperasikan dan sama sekali tidak memerlukan spesifikasi software yang tinggi.		✓		

D. Lembar Validasi Aspek Kebahasaan

No.	Pernyataan	Skor Penelitian			
		SS	S	TS	STS
L. Kesesuaian dengan Tingkat Perkembangan Siswa					
28.	Bahan ajar sangat sesuai dengan tingkat perkembangan intelektual siswa.	✓			
M. Ketepatan Kaidah Bahasa					
29.	Tata kalimat sangat sesuai dengan kaidah tata bahasa Indonesia, jelas, runtut, dan mudah dipahami.		✓		
N. Ketepatan penggunaan istilah					
30.	Penggunaan istilah sangat konsisten di seluruh bagian e-modul, tidak terdapat perbedaan makna atau istilah yang membingungkan.		✓		
O. Keterbacaan Pesan					
31.	Kalimat sangat mewakili isi pesan atau informasi dan sangat sesuai dengan tata kalimat Bahasa Indonesia.	✓			

Komentar Saran

- # Secara umum instrumen kupa digunakan sebagai salah satu alat untuk mengukur data/ informasi sebagai bagian dari riset.
- # Instrumen telah dilakukan beberapa langkah uji keabsahan.

Kesimpulan Penilaian

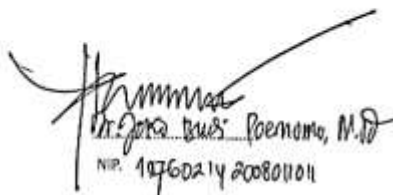
Setelah mengisi tabel penelitian, dimohon Bapak/Ibu melingkari angka di bawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu

Modul Elektronik suhu dan kalor ini:

1. Kurang baik, sehingga belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
2. Cukup baik, sehingga dapat digunakan tetapi dengan banyak revisi
3. Baik, sehingga dapat digunakan tetapi dengan sedikit revisi
4. Sangat baik, sehingga dapat digunakan tanpa revisi

Semarang 23 April 2025

Validator


Dr. Jaka Buas Poemomo, M.D.
NIP. 19760214 2008011011

Lampiran 11

Rekapitulasi Hasil Penilaian Angket Validasi E-Modul

No.	Aspek	Jumlah Item	Skor Oleh Validator	
			V1	V2
1.	Berpikir Kritis	5 item	18	15
2.	Materi	14 item	46	46
3.	Desain	8 item	29	29
4.	Kebahasaan	4 item	14	15
Jumlah		31 item	107	105
Jumlah keseluruhan		31 item	124	124
Rata-rata			3,5	3,4
Persentase			89%	87%
Rata-rata keseluruhan			3,45	
Persentase keseluruhan			88%	
Kriteria			Sangat Baik	Sangat Baik

Lampiran 12

Rekapitulasi Data Mentah Hasil Uji Coba Skala Kecil

Aspek	Jumlah Skor	Jumlah Skor Ideal
Tampilan	139	160
Isi	235	280
Kemanfaatan	200	240
Persentase Keseluruhan	85%	100%
Kriteria	Sangat Baik	Sangat Baik

Lampiran 13

Rekapitulasi Data Mentah Hasil Uji Coba Lapangan

Aspek	Jumlah Skor	Skor Seluruhnya
Tampilan	500	576
Isi	797	1008
Kemanfaatan	700	864
Jumlah Keseluruhan	1197	2448
Rata-rata Keseluruhan	3,72	4
Persentase Keseluruhan	82%	100%
Kriteria	Sangat Baik	Sangat Baik

Lampiran 14

Angket Respons Siswa Uji Skala Kecil

**ANGKET RESPONS SISWA TERHADAP MODUL INTERAKTIF FLIP-MIND BERBASIS HTML5
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SMA**

Nama Siswa : Fika Farina

Kelas : XI-5

Petunjuk Pengisian :

Pilihlah salah satu alternatif yang tersedia dengan memberi tanda centang (✓) pada jawaban yang Anda pilih.

Keterangan :

STS : Sangat Tidak Setuju

TS : Tidak Setuju

S : Setuju

SS : Sangat Setuju

55 : Sangat Setuju		Penilaian			
No	Aspek Penelitian	SS	S	TS	STS
A. Kelayakan Tampilan					
1.	Desain tampilan e-modul menarik dan membuat saya lebih termotivasi untuk belajar.		✓		
2.	Ukuran huruf sudah sesuai sehingga saya dapat menyimak materi baik.		✓		
3.	Penggunaan warna, gambar, dan tata letak dalam e-modul membantu saya memahami materi.		✓		
4.	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi sehingga membuat saya lebih mudah memahami materi.	✓			
B. Kelayakan Isi					
5.	Saya merasa tujuan pembelajaran dalam setiap kegiatan sangat jelas dan membantu saya lebih fokus dalam memahami materi.	✓			
6.	Materi yang tercantum dalam e-modul ini sesuai dengan tujuan pembelajaran sehingga saya dapat memahami dengan mudah.	✓			

No	Aspek Penelitian	Penilaian			
		SS	S	TS	STS
7.	E-modul ini membantu saya dalam memahami konsep yang sulit dengan cara yang lebih sederhana.	✓			
8.	Kalimat yang digunakan di dalam e-modul mudah untuk saya mengerti.	✓			
9.	Istilah yang digunakan mudah untuk saya pahami.		✓		
10.	Gambar, teks, dan video memudahkan saya dalam mendalami materi yang disajikan.	✓			
11.	Latihan soal yang tersedia sesuai dengan materi yang saya pelajari pada masing-masing kegiatan.	✓			
C. Kelayakan Kemanfaatan					
12.	E-modul ini dapat saya operasikan dengan mudah.			✓	
13.	Saya tertarik untuk belajar menggunakan modul ini.		✓		
14.	Adanya e-modul ini memudahkan saya dalam belajar di kelas.	✓			
15.	Saya dapat belajar secara mandiri dengan bantuan modul ini.	✓			
16.	Adanya e-modul ini menjadikan saya mampu untuk meningkatkan kemampuan saya dalam menyelesaikan soal-soal.	✓			
17.	E-modul membuat saya termotivasi untuk lebih rajin belajar.		✓		

Komentar dan saran secara keseluruhan tentang e-modul

Modul E-modul ini cukup baik, namun agak susah memilih materi karena letaknya berdekatan pada soal (di daftar isi)

Semarang, 16 April 2025

Siswa,

Farina
(.....*Farina*.....)

Lampiran 15

Daftar Nama Responden Uji Skala Kecil

No.	Nama	Absen	Kode
1.	Arka Udaya	6	S-1
2.	Azrul Nafis	9	S-2
3.	Dio Tyo Saputra	13	S-3
4.	Elsa Febriyanti	14	S-4
5.	Faatir Ikmal	16	S-5
6.	Fika Farina	19	S-6
7.	Fedrico Lintang	18	S-7
8.	Nayla Qothrunnada Shofi	27	S-8
9.	Nur Wakhidah Alfiani	29	S-9
10.	Riez Meyla Sabil	32	S-10

Lampiran 16

Angket Respons Siswa Uji Coba Lapangan

**ANGKET RESPONS SISWA TERHADAP MODUL INTERAKTIF FLIP-MIND BERBASIS HTML5
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA XI-SMA**

Nama Siswa : Rousy R.

Kelas : XI-3

Petunjuk Pengisian :

Pilihlah salah satu alternatif yang tersedia dengan memberi tanda centang (✓) pada jawaban yang Anda pilih.

Keterangan :

STS : Sangat Tidak Setuju

TS : Tidak Setuju

S : Setuju

SS : Sangat Setuju

No	Aspek Penelitian	Penilaian			
		SS	S	TS	STS
A. Kelayakan Tampilan					
1.	Desain tampilan e-modul menarik dan membuat saya lebih termotivasi untuk belajar.		✓		
2.	Ukuran huruf sudah sesuai sehingga saya dapat menyimak materi baik.	✓			
3.	Penggunaan warna, gambar, dan tata letak dalam e-modul membantu saya memahami materi.	✓			
4.	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi sehingga membuat saya lebih mudah memahami materi.		✓		
B. Kelayakan Isi					
5.	Saya merasa tujuan pembelajaran dalam setiap kegiatan sangat jelas dan membantu saya lebih fokus dalam memahami materi.		✓		
6.	Materi yang tercantum dalam e-modul ini sesuai dengan tujuan pembelajaran sehingga saya dapat memahami dengan mudah.	✓			
7.	E-modul ini membantu saya dalam memahami konsep yang sulit dengan cara yang lebih sederhana.		✓		
8.	Kalimat yang digunakan di dalam e-modul mudah untuk saya mengerti.	✓			
9.	Isi yang digunakan mudah untuk saya pahami.	✓			

No	Aspek Penelitian	Penilaian			
		SS	S	TS	STS
10.	Gambar, teks, dan video memudahkan saya dalam mendalami materi yang disajikan.	✓			
11.	Latihan soal yang tersedia sesuai dengan materi yang saya pelajari pada masing-masing kegiatan.	✓			
C. Kelayakan Kemantapan					
12.	E-modul ini dapat saya operasikan dengan mudah.	✓			
13.	Saya tertarik untuk belajar menggunakan modul ini.		✓		
14.	Adanya e-modul ini memudahkan saya dalam belajar di kelas.		✓		
15.	Saya dapat belajar secara mandiri dengan bantuan modul ini.		✓		
16.	Adanya e-modul ini menjadikan saya mampu untuk meningkatkan kemampuan saya dalam menyelesaikan soal-soal.	✓			
17.	E-modul membuat saya termotivasi untuk lebih rajin belajar.		✓		

Komentar dan saran secara keseluruhan tentang modul Fkip-Miwif

Alangkah lebih bagus jika ada praktikum sederhana pada bab Suhu dan Kalor untuk Azas Black dan Kalor laten agar mudah dipahami

Semarang, 16 Mei 2025

Siswa,


 Rizka P.

**ANGKET RESPONS SISWA TERHADAP MODUL INTERAKTIF FLIP-MIND BERBASIS HTML5
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA XI-SMA**

Nama Siswa : Foad Tirtetyadi

Kelas : XI3

Petunjuk Pengisian :

Pilihlah salah satu alternatif yang tersedia dengan memberi tanda centang (✓) pada jawaban yang Anda pilih.

Keterangan :

STS : Sangat Tidak Setuju

TS : Tidak Setuju

S : Setuju

SS : Sangat Setuju

No	Aspek Penelitian	Penilaian			
		SS	S	TS	STS
A. Kelengkapan Tampilan					
1.	Desain tampilan e-modul menarik dan membuat saya lebih termotivasi untuk belajar.	✓			
2.	Ukuran huruf sudah sesuai sehingga saya dapat menyimak materi baik.	✓			
3.	Penggunaan warna, gambar, dan tata letak dalam e-modul membantu saya memahami materi.	✓			
4.	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi sehingga membuat saya lebih mudah memahami materi.	✓			
B. Kelengkapan Isi					
5.	Saya merasa tujuan pembelajaran dalam setiap kegiatan sangat jelas dan membantu saya lebih fokus dalam memahami materi.	✓			
6.	Materi yang tercantum dalam e-modul ini sesuai dengan tujuan pembelajaran sehingga saya dapat memahami dengan mudah.	✓			
7.	E-modul ini membantu saya dalam memahami konsep yang sulit dengan cara yang lebih sederhana.	✓			
8.	Kalimat yang digunakan di dalam e-modul mudah untuk saya mengerti.	✓			
9.	Istilah yang digunakan mudah untuk saya pahami.	✓			

No	Aspek Penelitian	Penilaian			
		SS	S	TS	STS
10.	Gambar, teks, dan video memudahkan saya dalam memahami materi yang disajikan.	✓			
11.	Latihan soal yang tersedia sesuai dengan materi yang saya pelajari pada masing-masing kegiatan.	✓			
C. Kelayakan Kemudahan					
12.	E-modul ini dapat saya operasikan dengan mudah.	✓			
13.	Saya tertarik untuk belajar menggunakan modul ini.	✓			
14.	Adanya e-modul ini memudahkan saya dalam belajar di kelas.	✓			
15.	Saya dapat belajar secara mandiri dengan bantuan modul ini.	✓			
16.	Adanya e-modul ini menjadikan saya mampu untuk meningkatkan kemampuan saya dalam menyelesaikan soal-soal.	✓			
17.	E-modul membuat saya termotivasi untuk lebih rajin belajar.	✓			

Komentar dan saran secara keseluruhan tentang modul Flip-Mod

Overall modul yang diberikan sangat membantu saya dalam belajar, Materi didalam modul ini sangat lengkap dan lengkap. Sehingga saya sangat suka membaca modul ini

Semarang, 16 Mei 2025


 (.....)
 (.....)

Lampiran 17

Soal Uji Coba Instrumen Tes

UJI COBA INSTRUMEN TES

UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

FISIKA – XI

Materi Pokok : Suhu dan Kalor

Alokasi Waktu : 2 JP (90 menit)

Petunjuk Pengerjaan Soal Essay:

Jawablah soal berikut dengan jawaban yang jelas dan sertakan penjelasan, alasan, atau perhitungan jika diminta! (Skor benar = 10)

1. Seorang koki menggunakan wajan besi bermassa 100 gram. Jika diketahui kalor jenis besi adalah $0,4 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ dan wajan tersebut menerima kalor sebesar 2000 J, berapakah perubahan suhu yang dialami oleh wajan tersebut?
2. Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu benda sebesar 1°C . Jika terdapat dua buah benda logam berbeda (A dan B) dengan massa yang sama dipanaskan dengan jumlah kalor yang sama. Setelah beberapa saat, suhu benda A naik lebih tinggi dibandingkan benda
 - a. Menurut Anda, apa yang dapat disimpulkan mengenai kapasitas kalor benda A dibandingkan dengan kapasitas kalor benda B?

- b. Jika Anda harus memilih logam untuk panci masak berdasarkan kasus ini, logam mana yang lebih baik digunakan? Jelaskan alasannya!
3. Dua benda dengan massa dan suhu yang sama, yaitu 100 gram tembaga dan 100 gram kayu yang sebelumnya dipanaskan hingga 80°C . setelah beberapa saat, suhu kayu menurun menjadi 30°C sedangkan suhu tembaga 40°C .
- a. Hitunglah kalor yang dilepaskan masing – masing benda jika kalor jenis tembaga adalah $0,4 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis kayu $1,7 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$!
- b. Berdasarkan hasil ini, material/bahan apa yang lebih baik digunakan sebagai alat masak?
- Berikan alasannya!
4. Bayangkan Anda sedang memegang secangkir kopi yang masih panas. Kemudian Anda mengambil seongkah es batu dari *freezer* dan perlahan-lahan memasukkannya ke dalam cangkir kopi tersebut. Setelah es dan kopi bercampur sepenuhnya, Anda akan mendapatkan kopi yang suhunya tidak sepanas sebelumnya, tetapi juga tidak sedingin es batu.



Menurut deskripsi di atas, buatlah pernyataan yang sesuai dengan permasalahan yang telah disediakan!

5. Dua benda, A (100 gram tembaga) dan B (100 gram alumunium), dipanaskan dengan jumlah energi yang sama yaitu 2000 Joule. Suhu awal kedua benda adalah 25°C . Jika kalor jenis tembaga adalah $0,4\text{J/g}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis alumunium adalah $0,9\text{J/g}^{\circ}\text{C}$. Tentukan:
- Suhu akhir masing-masing benda (Tembaga dan Alumunium)!
 - Berdasarkan hasil perhitunganmu, manakah bahan yang lebih cepat panas dan mengapa?
6. Di berbagai belahan dunia, gletser perlahan mencair akibat peningkatan suhu bumi. Para ilmuwan menemukan bahwa dalam beberapa dekade terakhir, volume es di Kutub Utara dan pegunungan tinggi semakin berkurang. Misalnya, jika 1.000 kg es di kutub menyerap kalor sebesar 334.000.000 joule, maka es tersebut akan mencair seluruhnya karena kalor lebur es adalah 334.000J/kg .



Permasalahan:

- Bagaimana kalor dari lingkungan dapat menyebabkan pencairan gletser? Jelaskan dengan mengaitkan besaran fisika seperti suhu dan kalor lebur!
- Jika suhu global terus meningkat, bagaimana cara kita mengurangi dampaknya terhadap perubahan wujud es di kutub?

7. Sebuah gelas kaca diisi penuh dengan air bersuhu 25°C . Gelas tersebut kemudian dipanaskan hingga suhunya naik menjadi 100°C . Diketahui bahwa gelas dan air memiliki sifat pemuaian yang berbeda. Menurut pendapatmu, apa yang kemungkinan terjadi pada air di dalam gelas selama proses pemanasan tersebut? Jelaskan alasanmu berdasarkan konsep pemuaian zat!



8. Suatu logam kuningan mempunyai koefisien muai panjang $1,9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Batang kuningan sepanjang 40cm dipanaskan sampai suhu 130°C . Apabila suhu awal batang kuningan 30°C , maka berapakah panjang batang kuningan yang sekarang?
9. Sebuah percobaan dilakukan untuk mengamati pemuaian luas pada tiga bahan berbeda. Hasil pengukuran luas awal dan luas akhir setelah dipanaskan selama beberapa waktu dicatat dalam tabel berikut.

Bahan	Luas Awal (cm^2)	Luas Akhir (cm^2)	Kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$)
Alumunium	100	100,36	80
Tembaga	100	100,20	80
Besi	100	100,12	80

Berdasarkan tabel di atas, jawab pertanyaan berikut:

- a. Hitung pemuaian luas saat setiap bahan (Alumunium, tembaga, dan besi) dipanaskan!
- b. Apakah semua bahan mengalami pemuaian yang sama besar? Jika tidak, bahan mana yang mengalami pemuaian terbesar?
- c. Hitung koefisien muai luas (β) masing-masing bahan!
- d. Jika bahan-bahan tersebut digunakan dalam pembuatan alat elektronik yang terkena panas, bahan mana yang lebih aman digunakan agar perubahan ukurannya minimal?

10. Ketika *camping*, seringkali kita menyalakan api unggun pada malam hari seperti pada gambar.



Suhu api unggun mencapai 600°C , sedangkan suhu lingkungan sekitar 20°C , dan suhu tubuh manusia rata-rata 37°C . Jika jarak seseorang dari api unggun adalah sekitar 1,5 meter, dan panas dari api unggun menjalar melalui udara tanpa menyentuh tubuh secara langsung. Kemudian kita duduk di sekeliling api unggun dan membuat tubuh merasakan panas dari api. Menurut kamu, peristiwa apakah yang terjadi pada gambar tersebut? Mengapa tubuh dapat merasakan panas?

Lampiran 18

Soal *Pretest* dan *Posttest*

***PRETEST & POSTEST* BAB SUHU DAN KALOR**

UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

FISIKA – XI

Materi Pokok : Suhu dan Kalor

Alokasi Waktu : 2 JP (90 menit)

Petunjuk Pengerjaan Soal Essay:

Jawablah soal berikut dengan jawaban yang jelas dan sertakan penjelasan, alasan, atau perhitungan jika diminta!

Soal Essay:

1. Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu benda sebesar 1°C . Semakin besar kapasitas kalor suatu benda, semakin sulit untuk menaikkan suhunya. Jika terdapat dua buah benda logam berbeda (A dan B) dengan massa yang sama dipanaskan dengan jumlah kalor yang sama. Setelah beberapa saat, suhu benda A naik lebih tinggi dibandingkan benda B.
 - a. Menurut Anda, apa yang dapat disimpulkan mengenai kapasitas kalor benda A dibandingkan dengan kapasitas kalor benda B? **(skor 6)**
 - b. Jika Anda harus memilih logam untuk panci masak berdasarkan kasus ini, logam mana yang lebih baik digunakan? Jelaskan alasannya! **(skor 6)**

2. Dua benda dengan massa dan suhu yang sama, yaitu 100 gram tembaga dan 100 gram kayu yang sebelumnya dipanaskan hingga 80°C . setelah beberapa saat, suhu kayu menurun menjadi 30°C sedangkan suhu tembaga 40°C .
- a. Hitunglah kalor yang dilepaskan masing – masing benda jika kalor jenis tembaga adalah $0,4 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis kayu $1,7 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$! **(skor 6)**
- b. Berdasarkan hasil ini, material/bahan apa yang lebih baik digunakan sebagai alat masak? Berikan alasannya! **(skor 6)**
3. Bayangkan Anda sedang memegang secangkir kopi yang masih panas. Kemudian Anda mengambil sebungkah es batu dari *freezer* dan perlahan-lahan memasukkannya ke dalam cangkir kopi tersebut. Setelah es dan kopi bercampur sepenuhnya, Anda akan mendapatkan kopi yang suhunya tidak sepanas sebelumnya, tetapi juga tidak sedingin es batu.



Menurut deskripsi di atas, buatlah pernyataan yang sesuai dengan permasalahan yang telah disediakan! **(skor 12)**

4. Di berbagai belahan dunia, gletser perlahan mencair akibat peningkatan suhu bumi. Para ilmuwan menemukan bahwa dalam beberapa dekade terakhir, volume es di Kutub Utara dan pegunungan tinggi semakin

berkurang. Misalnya, jika 1.000 kg es di kutub menyerap kalor sebesar 334.000.000 joule, maka es tersebut akan mencair seluruhnya karena kalor lebur es adalah 334.000 J/kg.



Permasalahan:

- a. Bagaimana kalor dari lingkungan dapat menyebabkan pencairan gletser? Jelaskan dengan mengaitkan besaran fisika seperti suhu dan kalor lebur! **(skor 6)**
- b. Jika suhu global terus meningkat, bagaimana cara kita mengurangi dampaknya terhadap perubahan wujud es di kutub? **(skor 6)**
5. Sebuah gelas kaca diisi penuh dengan air bersuhu 25°C. Gelas tersebut kemudian dipanaskan hingga suhunya naik menjadi 100°C. Diketahui bahwa gelas dan air memiliki sifat pemuaian yang berbeda. Menurut pendapatmu, apa yang kemungkinan terjadi pada air di dalam gelas selama proses pemanasan tersebut? Jelaskan alasanmu berdasarkan konsep pemuaian zat! **(skor 12)**



6. Suatu logam kuning mempunyai koefisien muai panjang $1,9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Batang kuning sepanjang 40cm dipanaskan sampai suhu 130°C . Apabila suhu awal batang kuning 30°C , maka berapakah panjang batang kuning yang sekarang? **(skor 12)**
7. Sebuah percobaan dilakukan untuk mengamati pemuaian luas pada tiga bahan berbeda. Hasil pengukuran luas awal dan luas akhir setelah dipanaskan selama beberapa waktu dicatat dalam tabel berikut.

Bahan	Luas Awal (cm^2)	Luas Akhir (cm^2)	Kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$)
Alumunium	100	100,36	80
Tembaga	100	100,20	80
Besi	100	100,12	80

Berdasarkan tabel di atas, jawab pertanyaan berikut:

- a. Hitung pemuaian luas saat setiap bahan (Alumunium, tembaga, dan besi) dipanaskan! **(skor 3)**
- b. Apakah semua bahan mengalami pemuaian yang sama besar? Jika tidak, bahan mana yang mengalami pemuaian terbesar? **(skor 3)**
- c. Hitung koefisien muai luas (β) masing-masing bahan! **(skor 6)**

- d. Jika bahan-bahan tersebut digunakan dalam pembuatan alat elektronik yang terkena panas, bahan mana yang lebih aman digunakan agar perubahan ukurannya minimal? **(skor 4)**
8. Ketika *camping*, seringkali kita menyalakan api unggun pada malam hari seperti pada gambar.



Suhu api unggun mencapai 600°C , sedangkan suhu lingkungan sekitar 20°C , dan suhu tubuh manusia rata-rata 37°C . Jika jarak seseorang dari api unggun adalah sekitar 1,5 meter, dan panas dari api unggun menjalar melalui udara tanpa menyentuh tubuh secara langsung. Kemudian kita duduk di sekeliling api unggun dan membuat tubuh merasakan panas dari api. Menurut kamu, peristiwa apakah yang terjadi pada gambar tersebut? Mengapa tubuh dapat merasakan panas? **(skor 12)**

Lampiran 19

Rubrik Penilaian *Pre-Test* dan *Post-Test*

RUBRIK PENILAIAN SOAL PRE-TEST DAN POST-TEST KELAS XI SMA BAB SUHU DAN KALOR

No	Soal	Bagian	Kriteria Penskoran
1	Kapasitas kalor dan pemilihan logam untuk panci masak	A	Menyimpulkan bahwa kapasitas kalor benda A lebih kecil dari benda B (3) Penjelasan sesuai konsep kapasitas kalor (3)
		B	Menyebut logam dengan kapasitas kalor kecil (misal: aluminium, tembaga) (3) Alasan logis dan sesuai konsep perpindahan kalor (3)
2	Perhitungan kalor dilepaskan dan pemilihan material alat masak	A	Langkah perhitungan benar untuk tembaga (3) Langkah perhitungan benar untuk kayu (3)
		B	Memilih tembaga sebagai konduktor panas lebih cepat (3) Alasan sesuai konsep kalor jenis (3)
3	Keseimbangan termal pada kopi dan es		Menyatakan bahwa suhu akhir tercapai ketika kopi dan es mencapai kesetimbangan termal (4) Menggunakan istilah "kalor berpindah dari suhu tinggi ke rendah" atau "kesetimbangan termal" (4) Pernyataan menggunakan bahasa ilmiah yang runtut dan sesuai (4)
4	Pencairan gletser dan dampak perubahan iklim	A	Menyebut suhu meningkat dan kalor dari lingkungan diserap oleh es (3) Menjelaskan bahwa kalor lebur diperlukan untuk mengubah wujud tanpa menaikkan suhu (3)
		B	Menyebut minimal satu upaya (misal: mengurangi emisi gas rumah kaca) (3) Alasan upaya tersebut relevan dengan pemanasan global (3)
5	Pemuatan air dan gelas saat dipanaskan		Menjelaskan bahwa air akan meluap karena volume bertambah lebih besar dari gelas (4) Menyebut pemuatan zat cair lebih besar dari zat padat (4) Penjelasan menggunakan istilah fisika (muai zat cair, muai zat padat, volume, dll.) (4)
6	Perhitungan pemuatan panjang logam		Menyebut rumus $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ (2) Menghitung kenaikan panjang dengan substitusi yang benar (6) Menghitung panjang akhir $[L_0 + \Delta L]$ dengan benar (4)
7	Pemuatan luas pada tiga bahan	A-D	Menghitung pemuatan luas ($\Delta A = A_{akhir} - A_{awal}$) (3) Menjelaskan bahan yang mengalami pemuatan terbesar (berdasarkan ΔA) (3) Menghitung $\beta = \Delta A / (A_0 \Delta T)$ untuk tiap bahan (6) Menentukan bahan paling stabil dan alasannya (4)
8	Radiasi panas dari api unggun		Menyebut bahwa perpindahan panas melalui radiasi (4) Menjelaskan bahwa radiasi tidak membutuhkan medium (4) Penjelasan relevan dengan kasus api unggun dan tubuh manusia (4)

Lampiran 20

Hasil Pengukuran Validitas

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFI MNSQ	INFI ZSTD	OUT MNSQ	OUT ZSTD	PTMEASUR-AL CORR.	EXP.	EXACT OBS%	MATCH EXP%	Item
1	139	36	-2.16	.47	1.49	1.05	2.51	1.76	A .04	.27	88.9	87.1	R1
5	103	36	.50	.21	1.34	1.48	1.57	2.03	B .45	.62	36.1	43.2	R5
3	127	36	-.75	.27	1.45	1.43	1.11	.42	C .43	.42	66.7	63.0	R3
10	99	36	.67	.20	1.38	1.65	1.20	.86	D .71	.63	25.0	42.8	R10
4	114	36	.01	.22	1.16	.74	1.19	.73	E .43	.56	44.4	52.4	R4
6	104	36	.46	.21	.87	-.58	1.08	.38	F .58	.61	50.0	45.2	R6
2	118	36	-.20	.23	.89	-.36	.78	-.67	G .61	.53	61.1	55.2	R2
7	99	36	.67	.20	.72	-1.48	.66	-1.51	H .79	.63	38.9	42.8	R7
9	106	36	.37	.21	.64	-1.88	.70	-1.22	I .61	.64	44.4	47.8	R9
8	105	36	.42	.21	.51	-2.69	.55	-2.03	J .73	.61	58.3	47.5	R8
MEAN	111.4	36.0	.00	.24	1.04	.0	1.14	.1			51.4	52.7	
P.SD	12.5	.0	.83	.08	.34	1.5	.54	1.3			17.2	13.0	

TABLE 10.3 C:\Users\wahyu\OneDrive\Documents\dat ZOU557N5.TXTw May 12 2025 9:19
 INPUT: 36 Person 36 Item REPORTED: 36 Person 10 Item 4 CATS WINSTEPS 4.7,0.0

Lampiran 21

Hasil Pengukuran Tingkat Kesukaran Butir Soal

ENTRY	TOTAL	TOTAL	MEASURE	MODEL	INFIT	OUTFIT	PTMEASUR	AL	EXACT	MATCH			
NUMBER	SCORE	COUNT		S.E.	PMNSQ	ZSTD	PMNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.	0BS%	EXP%	Item
1	139	36	-.16	.47	1.49	1.05	2.51	1.76	.04	.27	88.9	87.1	R1
5	103	36	.50	.21	1.34	1.48	1.57	2.03	.45	.62	36.1	43.2	R5
3	127	36	-.75	.27	1.45	1.43	1.11	.42	.43	.45	66.7	63.0	R3
10	99	36	.67	.20	1.38	1.65	1.20	.86	.71	.63	25.0	42.8	R10
4	114	36	.01	.22	1.16	.74	1.19	.73	.43	.56	44.4	52.4	R4
6	104	36	.46	.21	.87	-.58	1.08	.38	.50	.61	50.0	45.2	R6
2	118	36	-.20	.23	.89	-.36	.78	-.67	.61	.53	61.1	55.2	R2
7	99	36	.67	.20	.72	-1.40	.66	-1.51	.79	.63	38.9	42.8	R7
9	106	36	.37	.21	.64	-1.80	.70	-1.22	.61	.68	44.4	47.8	R9
8	105	36	.42	.21	.51	-2.69	.55	-2.03	.73	.61	58.3	47.5	R8
MEAN	111.4	36.0	.00	.24	1.04	.0	1.14	.1			51.4	52.7	
P.SD	12.5	.0	.83	.08	.34	1.5	.54	1.3			17.2	13.0	

TABLE 10.3 C:\Users\wahyu\OneDrive\Documents\data ZOU557h5.TXTn May 12 2025 9:19
INPUT: 36 Person 36 Item REPORTED: 36 Person 10 Item 4 CATS WINSTEPS 4.7.0.0

Lampiran 22

Hasil Pengukuran Daya Beda Soal

ENTRY	TOTAL	TOTAL	MODEL	INFI	OUTFI	PTMEAS	AL	EXACT	MATCH				
NUMBER	SCORE	COUNT	MEASURE	S.E.	PMISQ	ZSTD	PMISQ	ZSTD	CORR.	EXP.	OB5%	EXP%	Item
1	139	36	-2.16	.47	1.49	1.05	2.51	1.76	.04	.27	88.9	87.1	R1
5	103	36	.50	.21	1.34	1.48	1.57	2.0	.45	.62	36.1	43.2	R5
3	127	36	-.75	.27	1.45	1.43	1.11	.42	.43	.45	66.7	63.0	R3
10	99	36	.67	.20	1.38	1.65	1.20	.86	.71	.63	25.0	42.8	R10
4	114	36	.01	.22	1.16	.74	1.19	.7	.43	.56	44.4	52.4	R4
6	104	36	.46	.21	.87	-.58	1.08	.38	.50	.61	50.0	45.2	R6
2	118	36	-.20	.23	.89	-.36	.78	-.6	.61	.53	61.1	55.2	R2
7	99	36	.67	.20	.72	-1.40	.66	-1.5	.79	.63	38.9	42.8	R7
9	106	36	.37	.21	.64	-1.80	.70	-1.2	.61	.68	44.4	47.8	R9
8	105	36	.42	.21	.51	-2.69	.55	-2.0	.73	.61	58.3	47.5	R8
MEAN	111.4	36.0	.00	.24	1.04	.0	1.14	.1			51.4	52.7	
P.SD	12.5	.0	.83	.08	.34	1.5	.54	1.3			17.2	13.0	

TABLE 10.3 C:\Users\wahyu\OneDrive\Documents\data ZOU557h5.TXTe May 12 2025 9:19
INPUT: 36 Person 36 Item REPORTED: 36 Person 10 Item 4 CATS WINSTEPS 4.7.0.0

Lampiran 23

Hasil Pengukuran Reliabilitas Soal

SUMMARY OF 36 MEASURED Person

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	30.9	10.0	1.05	.47	1.00	.01	1.14	.12
SEM	.9	.0	.17	.03	.08	.17	.20	.20
P.SD	5.4	.0	1.02	.15	.46	1.02	1.20	1.19
S.SD	5.5	.0	1.03	.16	.47	1.03	1.22	1.21
MAX.	39.0	10.0	3.37	1.03	2.17	2.51	7.71	4.60
MIN.	20.0	10.0	-.65	.36	.27	-2.70	.26	-2.37
REAL RMSE	.55	TRUE SD	.86	SEPARATION	1.56	Person	RELIABILITY	.71
MODEL RMSE	.50	TRUE SD	.89	SEPARATION	1.78	Person	RELIABILITY	.76
S.E. OF Person MEAN = .17								

Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .97

CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .78 SEM = 2.55
STANDARDIZED (50 ITEM) RELIABILITY = .94

SUMMARY OF 10 MEASURED Item

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	111.4	36.0	.00	.24	1.04	-.05	1.14	.08
SEM	4.2	.0	.28	.03	.11	.49	.18	.44
P.SD	12.5	.0	.83	.08	.34	1.47	.54	1.31
S.SD	13.2	.0	.88	.08	.36	1.55	.57	1.38
MAX.	139.0	36.0	.67	.47	1.49	1.65	2.51	2.03
MIN.	99.0	36.0	-2.16	.20	.51	-2.69	.55	-2.03
REAL RMSE	.29	TRUE SD	.78	SEPARATION	2.72	Item	RELIABILITY	.88
MODEL RMSE	.25	TRUE SD	.79	SEPARATION	3.12	Item	RELIABILITY	.91
S.E. OF Item MEAN = .28								

LACKING RESPONSES: 26 Item

Item RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = -.98

Global statistics: please see Table 44.

UMEAN=.0000 USCALE=1.0000

Lampiran 24

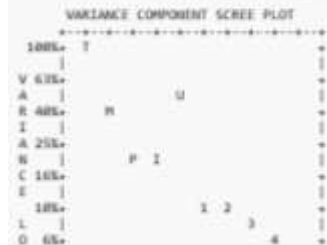
Hasil Unidimensionalitas (*Raw Variances Explained by Measures*)

TABLE 23.0 C:\Users\wafyo\OneDrive\Documents\JEN 200522145.TXT5 May 31 2025 14:2500 18570.00
INPUT: 36 Person 36 Item REPORTED: 36 Person 36 Item 4 CATS MINSTEPS 4.7.0.0

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance in Eigenvalue units = Item information units

	Eigenvalue	Observed	Expected
Initial raw variance in observations =	18.3674	100.0%	100.0%
Raw variance explained by measures =	8.3674	45.6%	44.7%
Raw variance explained by persons =	3.8390	20.9%	20.5%
Raw variance explained by items =	4.5284	24.7%	24.2%
Raw unexplained variance (total) =	10.0000	54.4%	55.3%
Unexplained variance in 1st contrast =	2.3573	13.3%	21.6%
Unexplained variance in 2nd contrast =	1.9251	10.5%	19.3%
Unexplained variance in 3rd contrast =	1.7420	9.5%	17.4%
Unexplained variance in 4th contrast =	1.1981	6.5%	12.0%
Unexplained variance in 5th contrast =	.9155	5.0%	9.2%

STANDARDIZED RESIDUAL VARIANCE SCREE PLOT



Lampiran 25

Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality

Kelas		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai	Pretest Kontrol	.101	36	.200 [*]	.987	36	.940
	Posttest Kontrol	.122	36	.196	.977	36	.629
	Pretest Eksperimen	.116	36	.200 [*]	.961	36	.226
	Posttest Eksperimen	.096	36	.200 [*]	.945	36	.070

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 26

Hasil Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	1.752	3	140	.159
	Based on Median	1.455	3	140	.230
	Based on Median and with adjusted df	1.455	3	127.240	.230
	Based on trimmed mean	1.736	3	140	.162

Lampiran 27

Hasil Uji Hipotesis *Independent Sample T-test*

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Total	Equal variances assumed	3.758	.058	-4.691	70	.001	-11.888	2.536	-16.958	-7.723
	Equal variances not assumed			-4.691	67.840	.001	-11.888	2.536	-16.958	-7.713

Lampiran 28

Hasil Uji N-Gain

Descriptives					
Kelas			Statistic	Std. Error	
PersentaseNGain	Kelas Kontrol	Mean		34.0168	3.12870
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	27.6653	
			Upper Bound	40.3684	
		5% Trimmed Mean		32.5484	
		Median		32.1591	
		Variance		352.394	
		Std. Deviation		18.77217	
		Minimum		6.25	
		Maximum		91.67	
		Range		85.42	
		Interquartile Range		16.71	
		Skewness		1.347	.393
		Kurtosis		2.543	.768
	Kelas Eksperimen	Mean		62.7029	4.11859
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	54.3580	
			Upper Bound	71.0479	
5% Trimmed Mean			63.5639		
Median			62.2629		
Variance			608.291		
Std. Deviation			24.66356		
Minimum			13.84		
Maximum			96.43		
Range			83.39		
Interquartile Range			44.45		
Skewness			-.337	.393	
Kurtosis			-.928	.768	

Lampiran 29

Rekapitulasi Hasil Penilaian Uji Coba Instrumen Tes

No	Nama	Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	ANR	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4
2.	AZ	2	4	3	4	2	4	3	2	3	2
3.	ADRA	3	4	4	4	4	2	4	4	4	4
4.	AIF	4	4	4	4	3	4	3	4	2	3
5.	AAR	5	4	3	4	3	3	3	3	2	2
6.	AU	6	4	4	4	2	3	4	4	4	4
7.	ANR	7	4	3	3	3	1	2	1	2	3
8.	AS	8	4	3	4	4	3	3	2	3	3
9.	AN	9	4	1	2	3	2	3	1	3	3
10.	CSN	0	3	3	4	3	4	2	1	2	1
11.	CAS	1	4	4	4	4	4	4	3	3	3
12.	DEPR	2	4	3	3	3	1	1	2	2	3
13.	DTS	3	4	3	4	4	1	1	1	3	3
14.	EF	4	4	4	4	2	3	3	2	3	4
15.	EF	5	2	4	4	3	4	4	4	4	4
16.	FIY	6	4	4	4	4	4	3	4	4	3
17.	FHB	7	4	4	4	3	2	4	4	3	3
18.	FLP	8	4	2	2	2	3	4	3	2	3
19.	FFA	9	4	3	4	4	1	1	1	2	2

No	Nama	Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20.	IGRA	0	4	2	2	3	3	3	3	3	3
21.	INA	1	4	3	3	3	2	2	3	2	3
22.	KYC	2	4	3	4	4	4	3	3	4	3
23.	MSS	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3
24.	MTAS	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3
25.	MZAR	5	4	4	4	4	3	3	3	4	3
26.	MKH	6	4	1	2	2	4	4	1	3	3
27.	NQS	7	3	4	1	3	3	2	3	4	3
28.	NSR	8	4	3	3	3	3	4	4	4	4
29.	NWA	9	4	4	4	2	3	3	4	3	2
30.	RSF	0	3	4	4	4	3	2	3	3	3
31.	RNP	1	4	4	4	4	2	2	3	2	3
32.	RMS	2	4	2	4	1	4	3	1	1	1
33.	WHS	3	4	4	3	2	1	2	2	3	4
34.	YFG	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4
35.	ZAR	5	4	3	4	3	4	4	3	3	3
36.	ZF	6	4	2	3	4	1	2	1	1	1

Lampiran 30

Daftar Nama Responden pada Uji Coba Lapangan

No.	Nama	Absen	Kode
1.	Agny Shaqshi Putri Jilie	1	ASPJ
2.	Alfusto Rendra Wicaksana	2	ARW
3.	Alivia Rikza Azzahra Saifudin	3	ARAS
4.	Ayuananda Nur Safara	4	ANS
5.	Bilal Riviliano Rinadi	5	BRR
6.	Ellya Delasepta Azzahra	6	EDA
7.	Eva Aulia Ramadhani	7	EAR
8.	Farah Gusta Zhafirah	8	FGZ
9.	Farha Naurah Az Zahra	9	FNA
10.	Farrel Atha Maulana	10	FAM
11.	Fuad Trisetyadi	11	FT
12.	Gisella Aura Putri Deswita	12	GAPD
13.	Gunung Ramzii	13	GR
14.	Hanifah Az Zahra	14	HA
15.	Intan Dzakyah Shellomitha Saki	15	IDSS
16.	Levina Amanda Putri	16	LAP
17.	Maariyah Raihannun Pramesti	17	MRP
18.	Mochammad Dicky Pratama Huda	18	MDPH

No.	Nama	Absen	Kode
19.	Muhamad Kevin Sasongko	19	MKS
20.	Nadiah Wahyu Ariani	20	NWA
21.	Nafiisa Salsabila	21	NS
22.	Nafiska Anggun Maylina	22	NAM
23.	Nathandra Wibowo	23	NW
24.	Naura Fairuzzakia	24	NF
25.	Raihana Callula	25	RC
26.	Raisa Ramadhani Putri Nugroho	26	RRPN
27.	Rangga Aditya	27	RA
28.	Rania Atmira Candraningtyas	28	RAC
29.	Risko Reilyansah Putra	29	RRP
30.	Rivana Rahmadani Windarti	30	RRW
31.	Rizka Berliana Pangesti	31	RBP
32.	Robbel Oktaliandi	32	RO
33.	Silfia Rahma Septiyani	33	SRS
34.	Syahrul Ramadhan Kurniawan	34	SRK
35.	Vivi Rosalita	35	VR
36.	Zata Amani Althafia	36	ZAA

Lampiran 31

Nilai Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Kelas Kontrol

No	Nama	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
1.	AP	65	75
2.	AH	72	82
3.	ADBS	59	72
4.	ASM	60	65
5.	AZP	70	83
6.	AAF	53	63
7.	ARW	60	90
8.	AF	60	73
9.	ARS	68	78
10.	ABD	60	75
11.	AFM	59	67
12.	CFO	65	77
13.	DRP	64	78
14.	EF	59	68
15.	EC	50	64
16.	FBA	70	81
17.	GRS	45	50

No	Nama	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
18.	MRPA	68	78
19.	MFA	55	65
20.	MN	71	81
21.	MKPC	78	96
22.	MIPW	63	82
23.	MFA	68	70
24.	MRR	72	85
25.	MY	87	90
26.	NAY	73	83
27.	NNH	78	85
28.	PAW	78	87
29.	RTMP	51	61
30.	SGN	76	98
31.	SAP	80	85
32.	SAA	76	78
33.	TPI	70	85
34.	TAS	59	64
35.	VPA	66	79
36.	ZAF	68	79

Lampiran 32

Nilai Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Kelas Eksperimen

No	Nama	Pre-Test	Post-Test
1.	ASPJ	70	88
2.	ARW	62	89
3.	ARAS	65	93
4.	ANS	78	99
5.	BRR	60	80
6.	EDA	62	80
7.	EAR	58	70
8.	FGZ	75	85
9.	FNA	68	98
10.	FAM	65	81
11.	FT	72	98
12.	GAPD	75	83
13.	GR	55	95
14.	HA	69	90
15.	IDSS	52	93
16.	LAP	85	90
17.	MRP	65	92

No	Nama	Pre-Test	Post-Test
18.	MDPH	76	98
19.	MKS	59	89
20.	NWA	57	80
21.	NS	75	90
22.	NAM	83	99
23.	NW	74	98
24.	NF	75	98
25.	RC	79	88
26.	RRPN	72	93
27.	RA	59	85
28.	RAC	55	89
29.	RRP	73	80
30.	RRW	75	89
31.	RBP	77	80
32.	RO	59	89
33.	SRS	71	96
34.	SRK	80	83
35.	VR	73	93
36.	ZAA	50	84

Lampiran 33

Analisis Peningkatan Berpikir Kritis Siswa per indikator

No	Aspek Berpikir Kritis	Rata-rata Pretest (%)	Rata-rata Posttest (%)	Peningkatan (%)
1	Menjelaskan secara sederhana	77%	89%	12%
2	Mengonstruksi keterampilan dasar	76%	85%	9%
3	Membuat kesimpulan	76%	91%	15%
4	Menjelaskan lebih lanjut	77%	89%	13%
5	Menentukan strategi dan taktik	78%	79%	1%
	Rata-rata	77%	87%	10%

Hasil Pengerjaan *Post-Test* Siswa XI-3

Folgt : XIII

Page 48

(35)

- 1) a) Logam A memiliki kapasitas kalai lebih kecil dibandingkan logam B karena benda A lebih kecil
 panas dibandingkan logam B semakin besar kapasitas kalai suatu benda, semakin meningkat
 menaikkan suhu dan sebaliknya *

- b) logam A karena memiliki potensial reduksi yg lebih kecil dibandingkan logam B yang berarti logam A lebih mudah teroksidasi. Sehingga energi untuk melakukan reduksi yg sama dengan logam B.

- 2) D1 : m. tentakula : 100 gram
m. kary : 100 gram

- а) * 720000

$$Q = M \cdot C \cdot \Delta T$$

Q. 100 - 014 (96-46)

0-116 40

9 - 1400

$B = 1600$
 $\Delta B = 1600$

- of 1999

$$D = m \cdot C \cdot A$$

4. 10. 1. 2 (88-38) 12

6-10-17

$$Q = 170.50$$

$\theta = 8500$

- 02 - 01 kolar (6)

- b) Erhöhen u.a. bei der Depressur

- b) bahwa yg lebih baik digunakan sebagai alat analisis adalah lembaga karena lembaga memiliki jumlah faktor yang lebih sedikit dibandingkan nilai, yg dimana lembaga membutuhkan energi yg sedikit untuk bernilai bahwa yg sama dengan B.

- [illegible]

- 1) Pemasangan glasier ke pada bakul dari lingkungan yg berwujud lunak berpadah ke es yg berwujud padat yg menghasilkan energi panas pada es ketika suhu es mulai mencair dengan menyerap kalor sekalan kalor padat, yaitu 334 J/kg. Kalor ini digunakan untuk mencairkan wujud es menjadi air tanpa menaikkan suhunya. Proyek ini menunjukkan bagaimana pemanasan suhu global mempercepat peleburan glasier melalui isiter.

- b) Cara untuk mengurangi dampak pemanasan di kutub :
- Melestarikan hutan & memperbanyak penanaman pohon
 - Mengurangi emisi gas kaca dengan tidak ke tempat hiburan
 - Menggunakan pengkondisi hemat energi, memilih lingkungan seperti penggunaan kendaraan listrik
 - Edukasi & kesadaran terhadap lingkungan
 - Menghemat penggunaan energi

- s) Saat sebuah kaca berisi air dipanaskan, baik kaca maupun air mengalami pemuaian. Namun, pemuaian air lebih besar dari pada pemuaian kaca, sehingga kaca mengalami pemuaian lebih dulu/w. karena panna mengalami ruang wadah lebih cepat. Setelah itu, panna mengalami pemuaian ke air dan mengakibatkan volume air bertambah. Hal ini terjadi karena zat cair mempunyai sifat sebagai zat yang mudah berubah bentuk. Hal ini terjadi karena zat cair mempunyai sifat sebagai zat yang mudah berubah bentuk. Hal ini terjadi karena zat cair mempunyai sifat sebagai zat yang mudah berubah bentuk.

$$6) D1: \alpha = 1,9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$L_0 = 40 \text{ cm}$$

$$T_1 = 30^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 130^\circ\text{C}$$

$$D2: L_t \text{ (panjang akhir)}$$

$$D3: L_t = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$= 40 (1 + 1,9 \times 10^{-5} (130 - 30))$$

$$= 40 (1 + 1,9 \times 10^{-5} (100 - 30))$$

$$= 40 (1 + 1,3 \times 10^{-5})$$

$$= 40 + (1,3 \times 10^{-5})$$

$$= 40,00013$$

$$= 40,0013 \text{ cm}$$

$$= 40,1 \text{ cm}$$

$$7) \Delta A = \text{Aluminium} = 100,36 - 100 = 0,36 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tembaga} = 100,20 - 100 = 0,20 \text{ cm}^2$$

$$\text{Besi} = 100,12 - 100 = 0,12 \text{ cm}^2$$

b) permukaan tidak sama besar karena aluminium memuai lebih banyak dari tembaga dan besi

$$c) \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T}$$

$$\text{Aluminium} = \frac{(0,36 \text{ cm}^2)}{(100 \text{ cm}^2 \cdot 80^\circ\text{C})}$$

$$= 0,00045 = 4,5 \times 10^{-5}$$

$$\text{Tembaga} = \frac{(0,20 \text{ cm}^2)}{(100 \text{ cm}^2 \cdot 80^\circ\text{C})}$$

$$= 0,00025 = 2,5 \times 10^{-5}$$

$$\text{Besi} = \frac{(0,12 \text{ cm}^2)}{(100 \text{ cm}^2 \cdot 80^\circ\text{C})}$$

$$= 0,00015 = 1,5 \times 10^{-5}$$

d) bahan yg baik dalam pembuatan alat elektronik adalah besi karena memiliki perubahan ukuran paling kecil

$$D1: \Delta T = 80^\circ\text{C}$$

$$A_{\text{aluminium}} = 100 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{tembaga}} = 100 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{besi}} = 100 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{aluminium}} = 100,36 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{tembaga}} = 100,20 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{besi}} = 100,12 \text{ cm}^2$$

8) peristiwa pd gambar tsb adalah perpindahan panas secara radiasi. Tubuh dapat merasakan panas karena panas dari api unggun memancar ke segala arah termasuk tubuh. Panas ini berupa gelombang infra merah, meskipun ada udara disekitar, udara tidak berperan dalam perpindahan panas ini

1) a. Yang dapat disimpulkan : Jika suhu benda A naik lebih tinggi dibandingkan benda B saat diberikan kalor yang sama, maka kapasitas kalor benda A lebih kecil daripada kapasitas kalor benda B. Artinya, benda A lebih mudah menaikkan suhunya karena membutuhkan kalor lebih sedikit untuk setiap derajat kenaikan suhu.

b. Logam yang lebih baik digunakan untuk pendinginan adalah logam seperti benda A yang memiliki kapasitas kalor lebih kecil. Alasan : Logam dengan kapasitas kalor lebih kecil akan lebih cepat panas saat menerima kalor, maka makanan akan lebih cepat matang dan efisien dalam memasak.

2. Diketahui : massa tembaga dan kayu = 100 gram
suhu awal = 80°C
suhu akhir kayu = 30°C
suhu akhir tembaga = 40°C
 ΔT Tembaga = 80°C - 40°C = 40°C
 ΔT Kayu = 80°C - 30°C = 50°C

* Ditanya :

- Hitung kalor yang dilepaskan masing-masing benda (kalor jenis tembaga = 0,4 J/g°C) dan (kalor jenis kayu = 1,7 J/g°C)
- Material / bahan yang lebih baik digunakan sebagai alat masak dan kenapa alasan nya

* Dijawab :

$$\begin{aligned} \text{a. Tembaga} &= Q = m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= 100 \cdot 0,4 \cdot 40 \\ &= 1.600 \text{ J} \\ \text{Kayu} &= Q = m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= 100 \cdot 1,7 \cdot 50 \\ &= 8.500 \text{ J} \end{aligned}$$

Jadi kalor tembaga = 1.600 J dan kalor kayu adalah 8.500 J

- Tembaga lebih baik digunakan karena melepaskan kalor lebih sedikit. Artinya lebih cepat panas dan efisien untuk menghangatkan panas sehingga cocok untuk alat masak

3) Ketika dua benda dengan suhu berbeda dicampurkan, maka akan terjadi pertukaran kalor dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah hingga tercapai kesetimbangan termal yaitu suhu akhir yang sama. Pernyataan tersebut sesuai dengan asas black yaitu kalor yang dilepas oleh zat bersuhu tinggi sama dengan kalor yang diterima oleh zat bersuhu rendah.

4) a. Kalor dari lingkungan diserap es hingga suhu 0°C lalu digunakan untuk melelehkan es sesuai dengan kalor lebur (334.000 J/kg) jadi semakin banyak kalor yang diserap, semakin banyak es yang meleleh.

- Cara mengurangi dampak kenaikan suhu global terhadap pemanasan es dilakukan :
 - Kurangi emisi gas rumah kaca
 - Gunakan energi terbarukan
 - Pertanian lahan untuk menahan gas global

5) Alasan berpindah dari suhu 1 ke 2 : Selama proses pemanasan, air dan gelas akan memuai, tetapi dengan laju pemuaian yang berbeda. Air memiliki koefisien muai yang lebih besar daripada gelas, sehingga volume air akan bertambah lebih banyak dibanding volume gelas.

* Kemungkinan : air akan meluap keluar dari gelas karena pemuaian air lebih besar.

* Alasan : karena saat dipanaskan, partikel air bergerak lebih cepat dan saling menyaut, menyebabkan volume air bertambah lebih besar dari volume gelas yang memampunya.

6) Diketahui : koefisien muai panjang $\alpha = 1,9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
panjang awal (L_0) = 40 cm
suhu awal = 30°C, suhu akhir = 130°C
 $\Delta T = 130^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 100^\circ\text{C}$

Ditanya : panjang batang kuningan sekarang

$$\begin{aligned} \text{Dijawab : } L &= L_0 (1 + \alpha \Delta T) \\ L &= 40 (1 + 1,9 \times 10^{-5} \times 100) \\ L &= 40 (1 + 0,00019) \\ L &= 40 \times 1,00019 \\ L &= 40,0076 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi panjang batang kuningan yang sekarang adalah 40,0076

7) Diketahui : Aluminium
Luas awal = 100
Luas akhir = 100,36
Kenaikan suhu = 80

* Tembaga

Luas awal = 100
Luas akhir = 100,20
Kenaikan suhu = 80

* Besi

Luas awal = 100
Luas akhir = 100,12
Kenaikan suhu = 80

Ditanya : a. Hitung pemuaian luas

- Apakah semua bahan mengalami pemuaian yang sama besar?

c. Hitung koefisien muai luas (β)

d. Bahan mana yang lebih aman digunakan

Dijawab :

$$\begin{aligned} \text{a. Aluminium} &= 100,36 - 100 = 0,36 \text{ cm}^2 \\ \text{Tembaga} &= 100,20 - 100 = 0,20 \text{ cm}^2 \\ \text{Besi} &= 100,12 - 100 = 0,12 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

b. Pemuaian tidak sama besar

$$\text{c. Aluminium} = \frac{0,36}{100 \times 80} = \frac{0,36}{8000} = 4,5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$\text{Tembaga} = \frac{0,20}{100 \times 80} = \frac{0,20}{8000} = 2,5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$\text{Besi} = \frac{0,12}{100 \times 80} = \frac{0,12}{8000} = 1,5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

Jadi :
a. Al = 0,36 cm²
T = 0,20 cm²
B = 0,12 cm²
b. pemuaian tidak sama besar
c. Al = 4,5 x 10⁻⁵ / °C
B = 1,5 x 10⁻⁵ / °C
d. Bahan yang aman adalah besi

d. Bahan yang lebih kasar digunakan adalah Basi, karena memiliki sifat mud was peling wool 4

8. Peristiwa yang terjadi adalah radiasi. Tubuh manusia panas meskipun tidak bersentuhan langsung dengan sumber panas, karena panas dari api berpindah ke tubuh secara radiasi melalui gelombang elektromagnetik (inframerah) tanpa zat perantara 12

Hasil Pre-Test

Nama: VINI ROSALITA

NO : 34

Kelas : XI-3

(7)

- 1) a. Kapasitor jenis A lebih kecil dibandingkan dengan kapasitor jenis B
b. Semakin kecil kapasitor kasar maka akan lebih mudah untuk disambungkan 5 selang.

2) D. $m_1 = 100 \text{ gram}$ $c_1 = 0.4 \text{ J/g}^\circ\text{C}$
 $m_2 = 100 \text{ gram}$ $c_2 = 1.7 \text{ J/g}^\circ\text{C}$
 $T_1 = 80^\circ\text{C}$
 $T_2 = 30$
 $T_{\text{akhir}} = 40$

D. Hitung kalor yang diterima?
 b. bahan yg berkontak disamakan nilai massa

$Q_1 = m_1 c_1 \Delta T$
 $= 100 \cdot 0.4 \cdot (80 - 40)$
 $= 40 \cdot 40$
 $= 1600 \text{ J}$

$Q_2 = m_2 c_2 \Delta T$
 $= 100 \cdot 1.7 \cdot (80 - 30)$
 $= 170 \cdot (50)$
 $= 8500 \text{ J}$

b) Yang baik untuk alat masak yaitu tembaga karena hanya melepas 5 1600 J.

- 3) Es batu mencair karena menerima panas dari kopi kopi menjadi dingin karena sebagian panasnya diserap es batu. Sejenis dengan Air Baset dimana kalor yang diserap = kalor yang diterima.

- 4) a. hal ini sesuai dengan kalor laten yaitu kalor yg diserap / dilepaskan oleh zat yg untuk mengubah wujud tanpa mengubah suhu.

- b. - melelehkan beton yg tropis
 - mengurangi emisi gas rumah kaca
 - melubangi tembok
 - mengurangi daya ulang
 - efisiensi dan kesehatan publik.

- 5) Kemasinan yg kecil, maka air dididihkan lebih cepat. Proses pemanasan melalui air akan menyerap. Karena kapasitas bagi volume air lebih besar daripada kapasitas massanya. Karena lebih kecil kapasitasnya, air akan menerima lebih banyak energi per gram, sehingga akan mengalami perubahan suhu lebih cepat.

6) D. $\alpha = 1.5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
 $L_0 = 40 \text{ cm}$
 $T_1 = 30^\circ\text{C}$
 $T_2 = 130^\circ\text{C}$

D. Panjang batang kawat?

$\Delta T = T_2 - T_1$
 $\Delta T = 130^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}$
 $\Delta T = 100^\circ\text{C}$
 $L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$
 $L = 40 \text{ cm} (1 + (1.5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}) (100^\circ\text{C}))$
 $L = 40 \text{ cm} (1 + 0.0015)$
 $L = 40 \text{ cm} (1.0015)$
 $L = 40.0076 \text{ cm}$
 $L = 40.1 \text{ cm}$

Jadi panjang batang kawat setelah dipanaskan adalah sekitar 40.1 cm.

- 7) D. - Jarak ditempuh di atas

D. a. - Pemanasan War

- Aluminium: $L_{\text{aluminium}} = L_{\text{aluminium}}$

$= 100 \cdot 36 - 100$

$= 0.36 \text{ cm}^3$

- Tembaga: $100 \cdot 20 - 100$

$= 0.20 \text{ cm}^3$

- Besi: $100 \cdot 12 - 100$

$= 0.12 \text{ cm}^3$

- b. bahan yg mengalami pemuaian
 terbesar adalah aluminium

c. koefisien muai log (P)

- Aluminium (P) $= \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$
 $= \frac{0.36}{100 \cdot 20}$
 $= 1.8 \times 10^{-5}$
 $= \frac{0.36}{100 \cdot 20}$
 $= 1.8 \times 10^{-5}$

$$\begin{aligned} \cdot \text{Tembran } (\theta) &= \frac{\Delta A}{A_0 \Delta T} \\ &= \frac{(0,20 \text{ m}^2)}{(100 \text{ m}^2 \cdot 80^\circ \text{C})} \\ &= 0,00025^\circ \text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot \text{Besi } (\theta) &= \frac{\Delta A}{A_0 \Delta T} \\ &= \frac{(0,12 \text{ m}^2)}{(100 \text{ m}^2 \cdot 80^\circ \text{C})} \\ &= 0,00015^\circ \text{C} \end{aligned}$$

d.) Basi lebih aman digunakan dalam pembuat alat elektronik yg bekerja pada suhu tinggi perubahan yg ukuran minimal.

8.) Pada titik ini kusi pada materi perpendukan faler secara rapis dimana perpendukan faler tanpa zat perantara yg harus melalui penerap selombong piktromagnetik.

Lampiran 35

Angket Respons Siswa Terhadap Kelayakan E-Modul (Uji Skala Kecil)

No	Nama	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
1.	AU	3	3	3	3	2	1	4	3	3	3	2	1	3	4	4	4	4
2.	AN	2	3	2	2	2	2	3	2	1	2	3	4	4	3	2	3	4
3.	DTS	3	2	2	3	4	2	3	4	3	4	3	4	4	3	4	2	2
4.	EF	4	4	4	4	4	1	3	1	4	2	2	2	1	3	3	3	4
5.	FI	4	4	2	2	4	3	4	2	1	2	3	2	2	2	3	4	3
6.	FF	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3
7.	FL	4	4	4	2	4	2	4	2	2	3	4	3	1	2	2	4	2
8.	NQS	4	3	3	4	3	4	2	4	3	4	4	2	2	4	3	3	3
9.	NWA	3	3	4	3	4	4	3	3	2	2	4	2	2	2	4	2	2

No	Nama	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
10.	RMS	4	3	4	4	4	4	3	4	2	3	4	3	4	4	4	4	4

Lampiran 36

Angket Respons Siswa Terhadap Kelayakan E-Modul (Uji Coba Lapangan)

No	Nama	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
1.	RBP	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4
2.	ZAA	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
3.	ARW	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
4.	MRP	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4
5.	ASPJ	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4
6.	FGZ	4	3	4	3	4	4	3	2	2	3	4	3	4	4	3	3	2

No	Nama	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
7.	NWA	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3
8.	NS	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3
9.	NAM	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
10.	EAR	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
11.	RRPN	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3
12.	LAP	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3
13.	RC	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
14.	EDPA	4	4	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4
15.	AR	4	3	4	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
16.	IDS	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
17.	FT	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

No	Nama	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
18.	NW	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
19.	RRW	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4
20.	NFZ	3	3	3	4	4	3	4	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3
21.	GA	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3
22.	SRS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
23.	BRR	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4
24.	RRP	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4
25.	FAM	3	3	2	3	4	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
26.	MDPH	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
27.	WWS	4	4	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
28.	GR	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3

No	Nama	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
29.	MKS	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3
30.	HA	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4
31.	RO	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	4	3	3
32.	RA	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4
33.	VR	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
34.	ANS	2	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
35.	FNA	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
36.	RA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3

Lampiran 37

Kisi-Kisi Soal dan Teslet

KARTU SOAL INSTRUMEN TESLET UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS		
MATERI SUHU DAN KALOR		
Jenjang Pendidikan	: SMA/MA	
Mata Pelajaran	: Fisika	
Materi Pokok	: Suhu dan Kalor	
Instrumen Penilaian	: Soal Teslet Essay	
KARTU SOAL TESLET ESSAY		
Jenjang Pendidikan : SMA/MA		
Mata Pelajaran : Fisika		
Materi Pokok : Suhu dan Kalor		
Jenis Soal : Soal Teslet Essay		
Sub Materi: Skala Suhu dan Pengukuran Termometer	Nomor soal: 1 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menerapkan rumus konversi suhu untuk mengubah skala Celsius ke Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin dengan tepat. Soal: Suhu zat cair diukur suhunya dengan menggunakan termometer Celsius dan menunjukkan hasil seperti yang tertera pada gambar di bawah.  Berapa suhu zat cair tersebut apabila diukur dengan menggunakan: - Termometer Reamur; - Termometer Fahrenheit; - Termometer Kelvin? Jawaban:	Aspek Kognitif C3

	a. Termometer pada gambar menunjukkan bahwa suhu zat cair tersebut adalah 40°C, jadi, diketahui bahwa $t_c = 40$, akan diubah satuan suhu dari celcius ke Reamur. $t_R = \frac{4}{5} \times t_c$ $\frac{4}{5} \times 40 = 32$ Jadi, suhu zat cair tersebut bila diukur dengan menggunakan thermometer Reamur adalah 32°R b. Akan diubah satuan suhu dari Celcius ke Fahrenheit $t_F = \frac{9}{5} \times t_c + 32$ $= \frac{9}{5} \times 40 + 32$ $= 72 + 32 = 104^{\circ}\text{F}$ Jadi, suhu zat cair tersebut bila diukur dengan menggunakan thermometer Fahrenheit adalah 104°F c. Akan diubah satuan suhu dari Celcius ke Kelvin $t_K = t_c + 273$ $= 40 + 273 = 313\text{K}$	
Sub Materi: Konversi Skala Suhu dan Termometer	Soal No 1 2 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu membaca informasi titik tetap suatu termometer non-standar dan menerapkan rumus konversi suhu untuk menentukan suhu benda pada skala termometer tersebut secara tepat. Soal: Suatu termometer X mengukur suhu es yang sedang melebur pada -10°X dan mengukur suhu air mendidih pada 110°X. Termometer celcius mengukur suhu benda tersebut adalah 40°C. Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer X? Jawaban: Diketahui: $(t_b)_X = -10^{\circ}\text{X}$ $(t_a)_X = 110^{\circ}\text{X}$ Titik tetap atas termometer Celcius adalah 100°C dan titik tetap bawahnya adalah 0°C, sehingga: $(t_p)_C = 100^{\circ}\text{C}$ $(t_b)_C = 0^{\circ}\text{C}$ Ditanyakan: t_x	C3

	jawab: $\frac{(t_a)x - (t_b)x}{(t_a)c - (t_b)c} = \frac{(t_a)c - t_x}{(t_a)c - (t_b)c}$ $\frac{110 - t_x}{110 - (-10)} = \frac{100 - 40}{100 - 0}$ $\frac{110 - t_x}{120} = \frac{60}{100}$ $\frac{110 - t_x}{120} = \frac{6}{10}$ $10(110 - t_x) = (120)6$ $1100 - 10t_x = 720$ $1100 - 720 = 10t_x$ $380 = 10t_x$ $38 = t_x$ Jadi, suhu benda tersebut apabila diukur dengan termometer X adalah 38°X	
Sub Materi: Konversi Skala Suhu dan Termometer	No Soal : 3 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu membaca informasi titik tetap suatu termometer non-standar dan menerapkan rumus konversi suhu untuk menentukan suhu benda pada skala termometer tersebut secara tepat. Soal: Suhu es batu yang baru dibuat adalah 258 K. Termometer A+ memiliki titik tetap bawah 10° dan titik tetap atas 90° digunakan untuk mengukur suhu es batu tersebut. Maka suhu yang ditunjukkan oleh termometer A+ adalah...  Jawaban :	C3

	$\begin{aligned} h_1 &= 975^{\circ} & h_4 &= 90^{\circ} \\ h_2 &= 275^{\circ} & h_5 &= 10^{\circ} \\ h_3 &= 950^{\circ} & h_6 &= ? \end{aligned}$ $\frac{h_1 - h_2}{h_2 - h_3} = \frac{h_4 - h_5}{h_5 - h_6}$ $\frac{975 - 275}{275 - 950} = \frac{90 - 10}{10 - x}$ $\frac{700}{-675} = \frac{80}{x - 10}$ $700(x - 10) = -675(80)$ $700x - 7000 = -54000$ $700x = -54000 + 7000$ $700x = -47000$ $x = \frac{-47000}{700}$ $x = -67.14^{\circ}$	
Sub Materi: Fenomena yang diakibatkan oleh kalor	No Soal : 4 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi perubahan wujud benda, seperti suhu dan kalor, serta dapat menjelaskan hubungan fenomena tersebut dengan konsep kalor dan pengaruhnya terhadap suhu benda serta perubahan wujud dalam lingkungan. Soal: Di dalam sebuah ruangan terdapat dua benda, yaitu es batu dan mentega. Es batu diletakkan di atas meja, sementara mentega disimpan di dalam lemari es. Setelah beberapa waktu, es batu mencair dan mentega tetap keras. Analisislah faktor-faktor yang menyebabkan kedua benda tersebut mengalami perubahan wujud yang berbeda, serta jelaskan hubungan fenomena tersebut dengan konsep kalor dan suhu lingkungan! Jawab: Perbedaan perubahan wujud antara es batu dan mentega disebabkan oleh suhu lingkungan tempat keduanya berada. Es batu mencair karena menerima kalor dari suhu ruangan yang lebih tinggi, sedangkan mentega tetap keras karena disimpan dalam suhu rendah di lemari es yang tidak cukup untuk memberikan kalor yang dibutuhkan untuk melelehkan mentega.	C6
Sub Materi: Kalor	Soal No: 5 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik dapat mengidentifikasi dan menjelaskan hubungan antara letusan gunung berapi dengan konsep kalor, serta bagaimana fenomena ini memengaruhi suhu global.	C4

	Soal: Pada tahun 1815, Gunung Tambora di Indonesia mengalami letusan dahsyat yang menyebabkan perubahan iklim global. Tahun berikutnya, 1816, sering disebut sebagai "Tahun Tanpa Musim Panas" karena suhu bumi menurun drastis, bahkan di beberapa wilayah terjadi salju di musim panas. Berdasarkan fenomena tersebut, bagaimana hubungan antara letusan gunung berapi dengan konsep kalor yang mengubah suhu benda? Jelaskan dengan mengaitkan besaran fisika seperti suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan kalor (Joule). Mengapa letusan ini bisa menyebabkan perubahan suhu global?  Gambar letusan gunung Tambora tahun 1815. Jawaban : Letusan Gunung Tambora tahun 1815 mengeluarkan debu dan gas belerang ke atmosfer, membentuk lapisan yang menghalangi sinar matahari. Akibatnya, jumlah kalor yang diserap bumi berkurang, sehingga suhu global menurun drastis, menyebabkan "Tahun Tanpa Musim Panas" (1816). Selain itu, letusan juga melepaskan kalor dalam jumlah besar ke lingkungan sekitar, tetapi efek pendinginan lebih dominan karena matahari terhalang. Ini menunjukkan bahwa perubahan dalam transfer kalor dapat berdampak besar pada suhu bumi, seperti halnya dalam kehidupan sehari-hari—misalnya, berdiri di bawah bayangan membuat kita merasa lebih sejuk karena kalor matahari terhalang.	
Sub Materi: Suhu dan Kalor	Soal No:6 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik dapat menghitung kalor yang dilepaskan oleh dua benda berdasarkan perubahan suhu dan kalor jenis masing-masing. Selain itu, peserta didik dapat menganalisis bahan yang lebih baik digunakan sebagai alat masak dengan mempertimbangkan kapasitas kalor dan daya serap kalor bahan tersebut. Soal:	C4

	Dua benda dengan massa dan suhu yang sama, yaitu 100 gram tembaga dan 100 gram kayu, ditempatkan dalam ruangan bersuhu 25°C setelah sebelumnya dipanaskan hingga 80°C. setelah 10 menit, suhu kayu turun menjadi 30°C sedangkan suhu tembaga menjadi 40°C. a. Hitung kalor yang dilepaskan masing-masing benda jika kalor jenis tembaga 0,39 J/g°C dan kalor jenis kayu 1,7 J/g°C! b. Mengapa suhu tembaga tetap lebih tinggi dibandingkan kayu setelah 10 menit, meskipun kalor yang dilepaskan lebih kecil? c. Berdasarkan hasil ini, material mana yang lebih baik digunakan sebagai alat masak? Berikan alasannya! Jawaban: a. $m_t = 100 \text{ gr}$ $c_t = 0,39 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ $m_k = 100 \text{ gr}$ $c_k = 1,7 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ $\Delta T_t = 80 - 40 = 40^\circ\text{C}$ $\Delta T_k = 80 - 30 = 50^\circ\text{C}$ Menghitung kalor yang dilepaskan tembaga: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $= 100 \times 0,39 \times 40$ $= 1.560 \text{ J} = 1,56 \text{ kJ}$ Menghitung kalor yang dilepaskan kayu: $Q = 100 \times 1,7 \times 50$ $= 8.500 \text{ J} = 8,5 \text{ kJ}$ - Tembaga melepas 1,56 kJ - Kayu melepas 8,5 kJ a. Walaupun kalor yang dilepaskan kayu lebih besar, tembaga tetap lebih panas karena memiliki kapasitas panas yang lebih kecil. Itu sebabnya logam cepat panas tetapi juga cepat dingin. b. Material terbaik untuk alat masak adalah tembaga karena konduktivitas termalnya tinggi sehingga cepat merata panasnya.	
Sub Materi: Suhu dan Kalor	No Soal: 7 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menghitung kenaikan suhu benda berdasarkan massa, kalor jenis, dan energi kalor yang diterima.	C1

	Soal: Seorang koki menggunakan dua jenis wajan: wajan besi dan wajan aluminium, keduanya dengan massa yang sama (500 gram). Ketika dipanaskan dengan api yang sama selama 2 menit, wajan aluminium lebih cepat panas dibandingkan wajan besi. Diketahui kalor jenis besinya adalah $0,45 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ dan kalor jenis aluminium adalah $0,9 \text{ J/g}^\circ\text{C}$. Jika kedua wajan menerima energi sebesar 2000 J, berapa kenaikan suhu masing-masing wajan? Jawab: Diketahui: Benda A (Tembaga), Benda B (aluminium) $m_A = 100 \text{ gr}$ $m_B = 100 \text{ gr}$ $c_A = 0,39 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ $c_B = 0,9 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ $Q = 2000 \text{ J}$ (ΔT) Kenaikan suhu masing-masing benda? $Q = mc\Delta T$ Untuk tembaga (benda A) $\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$ $= \frac{2000}{100 \cdot 0,39} = 51,28^\circ\text{C}$ $T_{akhir} = 25 + 51,28 = 76,28^\circ\text{C}$ Untuk aluminium (benda B) $\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$ $= \frac{2000}{100 \cdot 0,9} = 22,22^\circ\text{C}$ $T_{akhir} = 25 + 22,22 = 47,22^\circ\text{C}$	
No Soal: 8 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menghitung dan menganalisis kebutuhan kalor pada bahan berbeda berdasarkan massa, kalor jenis, dan perubahan suhu, serta menjelaskan hubungan antara kalor jenis dengan kemampuan bahan dalam menyerap kalor. Soal:		C5

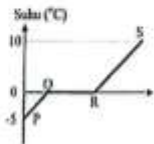
	Sebuah panci aluminium bermassa 500 gram digunakan untuk merebus air. Pada awalnya, suhu panci adalah 25°C, kemudian dipanaskan hingga 100°C. Jika kalor jenis aluminium adalah 0,9 J/g°C, dan kalor jenis besi adalah 0,45 J/g°C. a. hitung jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikan suhu panci yang terbuat dari aluminium! b. Jika digunakan panci dari bahan lain, misalnya besi, bagaimana perbedaan jumlah kalor yang dibutuhkan? Jelaskan perbedaan konsep kalor jenis! Jawaban: a. $m = 500 \text{ g}$ $\Delta T = 100^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 75^{\circ}\text{C}$ $c = 0,9 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$ Ditanyakan: $Q = \dots?$ $Q = mc \Delta T$ $= 500 \times 0,9 \times 75 = 33,75 \text{ kJ}$ b. jika digunakan panci besi maka kalor yang dibutuhkan akan lebih kecil karena besi lebih sulit menyerap panas dibandingkan aluminium.	
	No Soal: 9 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menghitung dan menganalisis perubahan suhu benda berdasarkan kalor; serta menjelaskan keterbatasannya dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Soal : Dua benda, A (100 gram tembaga) dan B (100 gram aluminium), dipanaskan dengan jumlah energi yang sama yaitu 2000 Joule. Suhu awal kedua benda adalah 25°C. Jika kalor jenis tembaga adalah 0,39 J/g°C dan kalor jenis aluminium adalah 0,9 J/g°C. Tentukan: a. Suhu akhir masing-masing benda! b. Jika kedua benda dipanaskan lebih lama, apakah suhu akhirnya bisa terus meningkat tanpa batas? c. Berdasarkan hasil perhitungannya, mana bahan yang lebih cepat panas dan mengapa? Bagaimana aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari? Jawaban: Ditetahui:	C5

	$m_{\text{tembaga}} = 100 \text{ gr}$ $c_{\text{tembaga}} = 0,39 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ $m_{\text{al}} = 100 \text{ gr}$ $c_{\text{al}} = 0,9 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ $Q = 2000 \text{ J}$ $T_0 = 25^\circ\text{C}$ $Q = mc \Delta T$ Untuk tembaga : $\Delta T = \frac{Q}{mc}$ $= \frac{2000}{100 \times 0,39}$ $= \frac{2000}{39} = 51,28^\circ\text{C}$ $T_{\text{akhir}} = 25 + 51,28 = 76,28^\circ\text{C}$ Untuk aluminium : $\Delta T = \frac{2000}{100 \times 0,9}$ $= \frac{2000}{90} = 22,22^\circ\text{C}$ $T_{\text{akhir}} = 25 + 22,22 = 47,22^\circ\text{C}$ Suhu akhir tembaga = $76,28^\circ\text{C}$ Suhu akhir aluminium = $47,22^\circ\text{C}$ b. Suhu benda tidak bisa terus naik tanpa batas. Pada titik tertentu, benda akan mulai melepaskan panas ke lingkungan atau bahkan meleleh jika mencapai titik leleh. c. Tembaga lebih cepat panas dibandingkan aluminium karena kalor jenisnya lebih kecil, artinya butuh energi lebih sedikit untuk menaikkan suhu. Dalam kehidupan sehari-hari, tembaga sering digunakan dalam kabel listrik dan peralatan masak karena konduktivitasnya termalnya tinggi.	
Sub Materi: Kapasitas Kalor	Soal No: 10 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu mengevaluasi kapasitas kalor dan kegunaan logam sebagai alat masak berdasarkan perubahan suhu dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Soal:	C5

	Dua buah benda logam berbeda (A dan B) dengan massa yang sama dipanaskan dengan jumlah kalor yang sama. Setelah beberapa saat, suhu benda A naik lebih tinggi dibandingkan benda B. a. Apa yang dapat disimpulkan tentang kapasitas kalor benda A dibandingkan benda B? b. Jika Anda harus memilih logam untuk panci masak berdasarkan kasus ini, logam mana yang lebih baik digunakan? Jelaskan! Jawaban: a. Karena benda A mengalami kenaikan suhu lebih besar daripada benda B, ini berarti A memiliki kapasitas kalor lebih kecil dibandingkan B. b. Logam untuk panci masak: Logam dengan kapasitas kalor kecil lebih baik untuk panci karena cepat panas dan efisien dalam mentransfer panas ke makanan.	
Sub Materi 1: Azas Black	No Soal: 11 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menghitung suhu akhir hasil pencampuran dua zat berdasarkan Azas Black dengan menggunakan data kalor jenis dan kalor lebur. Soal: Pada siang hari yang panas, ibu ingin membuat es teh dengan mencampurkan sebuah balok es 30 gram bersuhu 0°C kedalam gelas berisi 200 gram air bersuhu 30°C. Jika gelas dianggap tidak menyerap kalor, berapakah suhu campuran es teh tersebut jika diberikan grafik pencampuran seperti pada gambar berikut jika diketahui (kalor lebur es = $336 \times 10^3 \text{ J/kg}$, kalor jenis air = $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$) Jawaban:	C3

	$Q_{lepas} = Q_{terima}$ $(m_1 \cdot C_{air} \cdot \Delta T) = (m_2 \cdot L) + (m_2 \cdot C_{air} \cdot \Delta T)$ $0,2 \cdot 4.200 (30 - T) = (0,05 \cdot 336.000) + (0,05 \cdot 4200 (T - 0))$ $840 (30 - T) = 16.800 + 21 (T - 0)$ $25200 - 840 T = 16800 + 21 T$ $15120 = 861 T$ $17,5 = T$	
Sub Materi: Azas Black	No Soal 12 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menyusun pernyataan ilmiah berdasarkan hasil pengamatan perubahan suhu saat es dicampurkan ke dalam kopi panas, dengan menggunakan konsep kesetimbangan termal. Soal: Cobalah sediakan setengah es dan setengah kopi panas. Jika es dimasukkan dalam kopi panas perlahan – lahan, es akan melecair dan bercampur dengan kopi. Pada saat itu, kopi akan mengalami penurunan suhu. Jika suhu es, kopi panas, dan suhu es kopi diukur secara teliti, akan didapat bahwa suhu es kopi diukur secara teliti, akan didapat bahwa suhu es kopi akan lebih tinggi daripada suhu es dan lebih rendah daripada suhu kopi panas. Mari ini dapat ditafsirkan dengan mengatakan bahwa suhu es akan naik dan suhu kopi panas akan turun hingga mencapai suhu yang sama. Menurut deskripsi diatas, buatlah pernyataan yang sesuai dengan permasalahan yang telah disediakan! Jawaban: Naikna atau penurunan suhu pada kedua zat yang dipertemukan tersebut tergantung pada jumlah masing – masing zat. Akan tetapi, satu hal yang dapat disimpulkan dari fenomena tersebut adalah "jika dua zat berbeda suhu dipertemukan, suatu ketika suhu kedua zat akan sama."	C6
Sub Materi: Azas Black	No Soal 13 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menyusun pernyataan ilmiah berdasarkan perhitungan kalor jenis logam melalui eksperimen dan	C6

	menganalisis perbedaan hasil percobaan di lingkungan terbuka dan tertutup dengan konsep perpindahan kalor. Soal: Seorang siswa melakukan percobaan dengan mencelupkan 200 gram logam panas bersuhu 150°C ke dalam 500 gram air bersuhu 30°C, setelah beberapa saat, suhu campuran mencapai 45°C. Jika kalor jenis air 4,18 J/g°C. Tentukan: a. Kalor jenis logam tersebut dengan mengabaikan kehilangan panas ke lingkungan! b. apakah mungkin hasil perhitungan ini berbeda jika dilakukan di lingkungan terbuka dibandingkan dalam sistem tertutup? jelaskan dengan konsep perpindahan kalor! Jawaban: a. $m_1 = 200 \text{ gr}$ $T_{0 \text{ logam}} = 150^\circ\text{C}$ $m_2 = 500 \text{ gr}$ $T_{0 \text{ air}} = 30^\circ\text{C}$ $T_{1 \text{ camp}} = 45^\circ\text{C}$ $c_a = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ Ditanya: c logam...? Asumsikan tidak ada kehilangan panas ke lingkungan, sehingga: $Q_{\text{lepas logam}} = Q_{\text{terima air}}$ $m_{\text{logam}} \times c_{\text{logam}} \times \Delta T_{\text{logam}} = m_{\text{air}} \times c_{\text{air}} \times \Delta T_{\text{air}}$ $200 \times c_{\text{logam}} \times 105 = 500 \times 4,18 \times 15 = 31.350$ $c_{\text{logam}} = \frac{31.350}{200 \times 105} = 1,49 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ b. jika dilakukan di lingkungan terbuka, mungkin terdapat kehilangan panas ke udara. Ini bisa menyebabkan hasil perhitungan kalor jenis lebih kecil dari nilai sebenarnya.	
Sub Materi: Azas Black	No Soal: 14 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu merancang sebuah perhitungan terkait perubahan suhu air dan menciptakan strategi alternatif dalam menurunkan suhu air berdasarkan konsep perpindahan kalor. Soal: Sebuah bak mandi berisi 20 kg air panas pada suhu 70°C. Untuk menurunkan suhunya menjadi 20°C, air dingin bersuhu 5°C perlu ditambahkan.	C6

	a. Hitunglah berapa kilogram air dingin yang harus ditambahkan agar suhu campuran mencapai 20°C! b. Selain menambahkan air dingin, strategi apa yang menurutmu bisa dilakukan untuk menurunkan suhu air tersebut secara efektif? Jelaskan alasan pilihan strategi tersebut! Jawabane: a. $Q_{lepas} = Q_{terima}$ $m_d \times c_d \times (T_d - T_c) = m_p \times c_p \times (T_c - T_a)$ $20 \times c_d \times (70 - 20) = m_p \times c_p \times (20 - 5)$ $m_d = \frac{1.000}{15} = 66,7 \text{ kg}$ b. Membiarkan air terbuka lebih lama agar panas keluar ke udara sekitar, Mengaduk air secara merata agar suhu cepat turun, dan Menambahkan es batu ke dalam bak.	
Sub Materi: Kalen Laten	No Soal: 15 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menghitung total kalor yang dibutuhkan dalam perubahan suhu dan wujud zat berdasarkan grafik, serta mengevaluasi hubungan antara jumlah kalor dengan perubahan suhu dan perubahan wujud zat. Soal: 1. Perhatikan grafik pemanasan 1 kg es berikut ini! Jika kalor jenis es 2.100 J/kg°C, kalor lebur es 336.000 J/kg dan kalor jenis air adalah 4.200 J/kg°C. Hitunglah kalor total yang dibutuhkan dalam proses P-Q-R! Setelah itu, simpulkan bagaimana hubungan antara jumlah kalor yang diterima dengan perubahan wujud dan suhu zat pada grafik tersebut 	C5

	Jawaban: $m = 1 \text{ kg}$ $T_p = -5^\circ\text{C}$ $T_Q = 0^\circ\text{C}$ $c_{es} = 2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ $L = 336.000 \text{ J/kg}$ $c_{air} = 4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ Ditanyakan : $Q_{PQ} = \dots ?$ Jawab: $\Delta T = T_p - T_Q$ $\Delta T = 0^\circ\text{C} - (-5^\circ\text{C}) = 5^\circ\text{C}$ $Q_{PQ} = Q_{PQ} + Q_{QH}$ $= m \cdot c \cdot \Delta T + m \cdot L$ $= (1 \times 2.100 \times 5) + (1 \times 336.000)$ $= 10.500 + 336.000$ $= 346.500 \text{ J}$ Jadi, Total kalor dalam proses P-Q-R sebesar 346.000 J, dan ini menunjukkan bahwa kalor dapat digunakan untuk menaikkan suhu zat atau mengubah wujudnya tergantung pada tahap pemanasan	
Sub Materi: Kalor Laten	No Soal: 16 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menjelaskan proses pencairan es berdasarkan konsep kalor laten, serta menciptakan solusi atau strategi untuk mengurangi dampak peningkatan suhu global terhadap perubahan wujud es di kutub. Soal : Di berbagai belahan dunia, gletser perlahan mencair akibat peningkatan suhu bumi. Para ilmuwan menemukan bahwa dalam beberapa dekade terakhir, volume es di Kutub Utara dan pegunungan tinggi semakin berkurang. Misalnya, jika 1.000 kg es di kutub menyerap kalor sebesar 334.000.000 joule, maka es tersebut akan mencair seluruhnya karena kalor lebur es adalah 334.000 J/kg.	C6



Permasalahan:

- Bagaimana kalor dari lingkungan dapat menyebabkan pencairan gletser? Jelaskan dengan mengaitkan besaran fisika seperti suhu dan kalor lebur.
- Jika suhu global terus meningkat, bagaimana cara kita mengurangi dampaknya terhadap perubahan wujud es di kutub? Kaitkan jawabanmu dengan upaya penyerapan kalor oleh es.

Jawaban:

- Kalor dari lingkungan, yang berasal dari sinar matahari dan peningkatan suhu udara akibat pemanasan global, berpindah ke gletser. Kalor ini diserap oleh es, dan ketika jumlah kalor yang diterima mencapai **kalor lebur es** (334.000 J/kg), maka es mulai mencair tanpa mengalami perubahan suhu.

Sebagai contoh, jika 1.000 kg es menyerap kalor sebesar $334.000.000 \text{ joule}$, maka seluruh es tersebut akan berubah wujud menjadi air. Proses ini menunjukkan bahwa semakin tinggi **suhu lingkungan**, maka semakin besar jumlah **kalor** yang bisa diserap es, sehingga mempercepat pencairan gletser.

- Beberapa cara untuk mengurangi emisi ini adalah:

- Menggunakan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan hidroelektrik.
- Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan beralih ke kendaraan listrik atau transportasi umum.
- Menanam lebih banyak pohon untuk menyerap karbon dioksida dari atmosfer.

Dengan menurunkan suhu rata-rata bumi, jumlah kalor yang diterima oleh es di kutub juga akan berkurang, sehingga perubahan wujud es menjadi air dapat diperlambat.

Sub Materi: Kalor
Latihan

No Soal : 17

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) : Peserta didik mampu menganalisis proses pencampuran es dan air dalam termis ideal, serta menyusun penjelasan tentang pengaruh kehilangan panas terhadap hasil percobaan dengan menggunakan konsep kalor dan perubahan wujud zat.

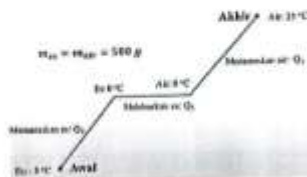
C6

Sub Materi: Kalor Laten	Soal: Seorang ilmuan ingin menyelidiki efektivitas termos dalam menjaga suhu minuman. Ia memasukkan 100 gram es bersuhu -5°C ke dalam 300 gram air panas bersuhu 80°C di dalam termos yang ideal (tidak ada kehilangan panas ke lingkungan) jika diketahui besar kalor jenis es = $2,1 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es = 334 J/g, kalor jenis air = $4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$. Tentukan: - Apakah seluruh es akan melebur? - Jika termos ternyata tidak sempurna dan ada panas yang hilang, bagaimana hal ini mempengaruhi hasil akhir? Jawaban: - Menghitung apakah es melebur seluruhnya - Kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan es dari -5°C ke 0°C: $Q_1 = mc\Delta T = (100) \cdot (2,1) \cdot (5) = 1050 \text{ J}$ - Kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan es di 0°C: $Q_2 = mL = (100) \cdot (334) = 33400 \text{ J}$ - Total kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan es sepenuhnya: $Q_{\text{es}} = 1050 + 33400 = 34450 \text{ J}$ Untuk menghitung kalor yang dilepaskan oleh air panas, gunakan rumus: $Q_{\text{air}} = mc\Delta T$ $= 300 \times 4,18 \times (80 - T)$ $= 1254 \times (80 - T)$ Kalor yang dibutuhkan es agar seluruhnya melebur = 34.450 J, setara dengan kalor yang dilepaskan oleh air panas $1254 \times (80 - T) = 34.450$ $80 - T = \frac{34.450}{1254}$ $80 - T = 27,47$ $T = 52,53^{\circ}\text{C}$ - Karena suhu akhirnya masih di atas 0°C, ini berarti seluruh es melebur sepenuhnya. Kesimpulan: kalor yang dilepaskan air panas adalah 34.450 J, yang cukup untuk meleburkan seluruh es dan menaikkan suhu campuran hingga sekitar $52,5^{\circ}\text{C}$.	C4
	Soal No: 18	

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menganalisis proses perubahan wujud dan suhu zat secara bertahap untuk menghitung total kalor yang dibutuhkan

Soal:

Tentukan kalor total yang diperlukan untuk mengubah 500 gram es yang bersuhu -5°C sehingga menjadi air yang bersuhu 25°C ($c_{es} = 2,1 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$; $c_{air} = 4,2 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$; $L_{es} = 334 \text{ J/g}$)



Jawaban:

$$\begin{aligned} Q_1 &= mc_{es}(T_1 - T_0) \\ &= 500 \times 2,1 \times (0 - (-5)) \\ &= 1050 \times 5 = 5250 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= mL \\ &= 500 \times 334 = 167.000 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= mc_{air}(T_1 - T_0) \\ &= 500 \times 4,2 \times (25 - 0) \\ &= 2.100 (25) = 52.500 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= 5.250 + 167.000 + 52.200 = 224.750 \text{ J} \end{aligned}$$

Jadi, kalor total yang diperlukan untuk mengubah 500 gram es yang bersuhu -5°C sehingga menjadi air yang bersuhu 25°C adalah sebesar 224.750 J

Sub Materi :
Pemuasan

Soal No: 19

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menyusun penalaran ilmiah berdasarkan konsep pemuasan zat untuk menjelaskan kemungkinan

C6

	peristiwa yang terjadi ketika air dipanaskan dalam gelas kaca, serta merancang penjelasan logis terkait perbedaan pemuaian air dan gelas. Soal: Sebuah gelas kaca diisi penuh dengan air bersuhu 25°C. Gelas tersebut kemudian dipanaskan hingga suhunya naik menjadi 100°C.  Diketahui bahwa gelas dan air memiliki sifat pemuaian yang berbeda. Menurut pendapatmu, apa yang kemungkinan terjadi pada air di dalam gelas selama proses pemanasan tersebut? Jelaskan alasanmu berdasarkan konsep pemuaian zat. Jawaban: Ketika air dan gelas menerima kalor, suhu keduanya meningkat. Peningkatan suhu ini menyebabkan partikel-partikel di dalam zat bergerak lebih cepat dan saling menjauh, sehingga terjadi pemuaian. Karena air memiliki koefisien muai volume yang lebih besar daripada koefisien muai linear gelas, maka volume air bertambah lebih banyak dibandingkan volume ruang dalam gelas yang ikut memuai. Akibatnya, volume air bertambah melebihi kapasitas gelas. Sebagian air akan tumpah kebas.	
Sub Materi: Pemuaian	Soal No: 20 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menerapkan rumus pemuaian panjang untuk menghitung panjang akhir batang logam kuningan setelah mengalami perubahan suhu. Soal: Suatu logam kuningan mempunyai koefisien muai panjang $1,9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Batang kuningan sepanjang 40cm dipanaskan sampai suhu 130°C. Apabila suhu awal batang kuningan 30°C, maka berapakah panjang batang kuningan yang sekarang? Jawaban: Diketahui: $L_0 = 40\text{cm}$ $\Delta T = 130^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C} = 100^{\circ}\text{C}$	C3

	$\alpha = 1,9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ Ditanyakan: $L = \dots ?$ $L = L_0(1 + \alpha \Delta T)$ $= 40 \text{ cm}(1 + (1,9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C})(100^\circ\text{C}))$ $= 40 \text{ cm} + 0,0076 \text{ cm} = 40,076 \text{ cm}$	
Sub Materi: Pemuaian	No Soal: 21 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menerapkan konsep dan rumus pemuaian volume untuk menghitung volume akhir bejana setelah mengalami kenaikan suhu. Soal: Suatu bejana mempunyai volume 1 liter pada suhu 25°C. apabila koefisien muai panjang bejana $2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$, maka tentukan volume bejana pada suhu 75°C! Jawaban : Diketahui: $\gamma = 3\alpha = 3 \times 2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ $\Delta T = 75^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$ $V_0 = 1 \text{ L}$ Ditanyakan: $V = \dots ?$ $V = V_0(1 + \gamma \times \Delta T)$ $V = 1(1 + 6 \times 10^{-5} \times 50)$ $V = 1(1 + 3 \times 10^{-3})$ $V = 1(1 + 0,003)$ $V = 1 \times 1,003 = 1,003 \text{ liter}$	C3
Sub Materi: Pemuaian	No Soal: 22 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menerapkan rumus pemuaian panjang untuk menghitung panjang akhir batang logam kuningan setelah mengalami perubahan suhu. Soal: Pada suhu 30°C sebuah pelat besi luasnya 10 m^2. Apabila suhunya dinaikkan menjadi 90°C dan koefisien muai panjang besi sebesar $0,00012 / ^\circ\text{C}$, maka tentukanlah luas pelat besi tersebut! Jawaban: Diketahui: $A_0 = 10 \text{ m}^2$	C1

	$T_0 = 30^{\circ}\text{C}$ $T = 90^{\circ}\text{C}$ $\Delta T = T - T_0 = 90^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$ $A = 0,000012/\text{C}^{\circ}$ $B = 2\alpha = 2 \times 0,000012/\text{C}^{\circ} = 0,000024/\text{C}^{\circ}$ Ditanyakan: A_{akhir}? $A = A_0(1 + \beta \times \Delta T)$ $A = 10(1 + 0,000024 \times 60)$ $= 10 \times 1,00144 = 10,0144\text{m}^2$																	
Sub Materi: Pemuaian	No Soal : 23 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu merancang solusi atau rekomendasi bahan terbaik untuk aplikasi praktis berdasarkan hasil eksperimen pemuaian luas, serta mengevaluasi dan merancang penggunaan bahan dengan memperhatikan koefisien muai luas dan dampaknya terhadap perubahan ukuran dalam kondisi nyata. Soal: Sebuah percobaan dilakukan untuk mengamati pemuaian luas pada tiga bahan berbeda. Hasil pengukuran luas awal dan luas akhir setelah dipanaskan selama beberapa waktu dicatat dalam tabel berikut. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bahan</th><th>Luas Awal cm^2</th><th>Luas Akhir cm^2</th><th>Kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluminium</td><td>100</td><td>100,36</td><td>80</td></tr> <tr> <td>Tembaga</td><td>100</td><td>100,20</td><td>80</td></tr> <tr> <td>Besi</td><td>100</td><td>100,12</td><td>80</td></tr> </tbody> </table> Berdasarkan tabel di atas, jawab pertanyaan berikut: - Jelaskan bagaimana data dalam tabel menunjukkan bahwa setiap bahan mengalami pemuaian luas saat dipanaskan! - Apakah semua bahan mengalami pemuaian yang sama besar? Jika tidak, bahan mana yang mengalami pemuaian terbesar? - Hitung koefisien muai luas (β) masing-masing bahan! - Jika bahan-bahan tersebut digunakan dalam pembuatan alat elektronik yang terkena panas, bahan mana yang lebih aman digunakan agar perubahan ukurannya minimal? Jawab:	Bahan	Luas Awal cm^2	Luas Akhir cm^2	Kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Aluminium	100	100,36	80	Tembaga	100	100,20	80	Besi	100	100,12	80	C6
Bahan	Luas Awal cm^2	Luas Akhir cm^2	Kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$)															
Aluminium	100	100,36	80															
Tembaga	100	100,20	80															
Besi	100	100,12	80															

	a. Dari tabel, terlihat bahwa luas akhir setiap bahan lebih besar daripada luas awalnya, menunjukkan bahwa setiap bahan mengalami pemuaian saat dipanaskan. b. Tidak semua bahan mengalami pemuaian yang sama besar. Aluminium mengalami pemuaian terbesar ($0,36\text{ cm}^2$), sedangkan besi mengalami pemuaian terkecil ($0,12\text{ cm}^2$). c. Menggunakan rumus pemuaian luas: $\Delta A = A_0 \times \beta \times \Delta T$ $\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta T}$ Aluminium: $\beta = \frac{0,36}{100 \times 80} = 4,5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ Tembaga: $\beta = \frac{0,2}{100 \times 80} = 2,5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ Besi: $\beta = \frac{0,12}{100 \times 80} = 1,5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ d. Untuk alat elektronik yang terkena panas, besi lebih aman digunakan karena memiliki pemuaian yang paling kecil, sehingga bentuk dan ukurannya tidak berubah secara signifikan.	
Sub Materi: Pemuaian	No Soal: 24 Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu merancang solusi praktis untuk mengatasi masalah pemuaian pada benda yang terikat, serta mengevaluasi strategi yang melibatkan konsep pemuaian dan koefisien muai bahan untuk menciptakan cara efektif dalam melepaskan mur dan baut. Soal: Shinta ingin melepaskan mur dan baut yang sudah menyatu. Ia sudah melakukan berbagai cara seperti memberi oli dan memukul mur dan baut dan sebagainya untuk melepaskan mur dan baut tersebut. Ternyata mur dan baut tersebut tidak lepas. Mengapa mur dan baut tersebut erat kaitannya dengan konsep pemuaian? Jawab: Bahan mur dan baut biasanya terbuat dari logam. Setiap jenis logam memiliki koefisien muai linear yang berbeda. Jika mur dan baut terbuat dari bahan yang sama, pemuaianannya akan seragam, sehingga sulit untuk melonggarkan kaitan antara keduanya.	6.6

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu merancang solusi untuk memilih bahan yang tepat untuk aplikasi praktis berdasarkan analisis koefisien muai luas dan pemuaian bahan yang diamati dalam eksperimen, serta membuat keputusan yang didasarkan pada sifat fisik bahan terkait perubahan suhu.

Soal:

Sebuah eksperimen dilakukan untuk mengamati pemuaian luas dari empat jenis bahan yang berbeda. Luas awal, luas akhir setelah dipanaskan, dan kenaikan suhu dicatat dalam tabel berikut:

Bahan	Luas Awal (cm ²)	Luas Akhir (cm ²)	Kenaikan suhu °C
Kuningan	150	150,54	90
Perak	150	150,45	90
Baja	150	150,18	90
Nikel	150	150,12	90

Berdasarkan tabel di atas, jawablah pertanyaan berikut:

- Jelaskan bagaimana data dalam tabel menunjukkan bahwa semua bahan mengalami pemuaian luas saat dipanaskan!
- Apakah semua bahan mengalami pemuaian yang sama besar? Jika tidak, bahan mana yang mengalami pemuaian terbesar?
- Hitung koefisien muai luas (β) masing-masing bahan!
- Jika bahan-bahan tersebut digunakan untuk pembuatan peralatan laboratorium yang sering mengalami perubahan suhu, bahan manakah yang paling cocok? Jelaskan!

Jawab:

- Dari tabel, terlihat bahwa luas akhir setiap bahan lebih besar dari luas awalnya, menunjukkan bahwa semua bahan mengalami pemuaian luas saat dipanaskan.
- Tidak semua bahan mengalami pemuaian yang sama besar. Kuningan mengalami pemuaian terbesar (0,54 cm²), sedangkan nikel mengalami pemuaian terkecil (0,12 cm²).
- Menggunakan rumus pemuaian luas:

$$\Delta A = A_0 \times \beta \times \Delta T$$

	$\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta T}$	
	Koefisien luas untuk masing-masing bahan:	
	Kuningan:	
	$\beta = \frac{0,54}{150 \times 90} = 4,0 \times 10^{-5} / ^\circ C$	
	Perak :	
	$\beta = \frac{0,45}{150 \times 90} = 3,3 \times 10^{-5} / ^\circ C$	
	Baja :	
	$\beta = \frac{0,18}{150 \times 90} = 1,3 \times 10^{-5} / ^\circ C$	
	Nikel:	
	$\beta = \frac{0,12}{150 \times 90} = 0,89 \times 10^{-5} / ^\circ C$	
	d. Bahan dengan koefisien muai luas besar dapat menyebabkan retakan atau deformasi pada konstruksi bangunan atau mesin karena pemuaian yang berlebihan akibat perubahan suhu. Untuk peralatan laboratorium yang sering mengalami perubahan suhu, nikel atau baja lebih cocok karena memiliki pemuaian paling kecil, sehingga bentuknya tetap stabil.	

KISI – KISI TESLET

Satuan Pendidikan	: SMA /MA	Materi	: Suhu dan Kalor
Mata Pelajaran	: Fisika	Bentuk Soal	: Pilihan Ganda
Kelas/Semester	: XI/Genap	Jumlah Soal	: 27 butir soal

Capaian Pembelajaran

- Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak partikel, usaha dan energi, fluida dinamis, getaran harmonis, gelombang bunyi, dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor.
- Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah.
- Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum, dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.
- Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika.

Tujuan Pembelajaran

- Peserta didik mampu mengaplikasikan konsep suhu, kalor, dan konversi skala suhu dalam menyelesaikan masalah kontekstual.
- Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara kalor jenis, kapasitas kalor, dan perubahan suhu serta penerapan azas Black dalam kehidupan sehari-hari.
- Peserta didik mampu mengevaluasi efektivitas penggunaan berbagai jenis termometer, termasuk termometer non-standar, dan penerapannya di lingkungan sekitar.
- Peserta didik mampu merancang langkah-langkah berpikir ilmiah melalui eksperimen yang berkaitan dengan perpindahan kalor, perubahan suhu, dan karakteristik zat.

No	Sub Materi	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Level Kognitif	Nomor Soal Integrasi Tesdet
		masak dengan mempertimbangkan kapasitas kalor dan daya serap kalor bahan tersebut.		
		Peserta didik mampu menghitung kenaikan suhu benda berdasarkan massa, kalor jenis, dan energi kalor yang diterima.	C3	7
		Peserta didik mampu menghitung dan menganalisis kebutuhan kalor pada bahan berbeda berdasarkan massa, kalor jenis, dan perubahan suhu, serta menjelaskan hubungan antara kalor jenis dengan kemampuan bahan dalam menyerap kalor.	C5	8
		Peserta didik mampu menghitung dan menganalisis perubahan suhu benda berdasarkan kalor, serta menjelaskan keterbatasannya dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.	C5	9
5.	Kapasitas Kalor	Peserta didik mampu mengevaluasi kapasitas kalor dan kesesuaian logam sebagai alat masak berdasarkan perubahan suhu dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.	C5	10
6.	Azas Black	Peserta didik mampu menghitung suhu akhir hasil pencampuran dua zat berdasarkan Azas Black dengan menggunakan data kalor jenis dan kalor lebur.	C3	11
		Peserta didik mampu menyusun pernyataan ilmiah berdasarkan hasil pengamatan perubahan suhu saat es dicampurkan ke dalam	C6	12

ke f

No	Sub Materi	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Level Kognitif	Nomor Soal Integrasi Tes/et
		kopi panas, dengan menggunakan konsep keseimbangan termal.		
		Peserta didik mampu menyusun pernyataan ilmiah berdasarkan perhitungan kalor jenis logam melalui eksperimen dan menganalisis perbedaan hasil percobaan di lingkungan terbuka dan tertutup dengan konsep perpindahan kalor.	C6	13
		Peserta didik mampu merancang solusi perhitungan terkait perubahan suhu air dan menciptakan strategi alternatif dalam menurunkan suhu air berdasarkan konsep perpindahan kalor.	C6	14
7.	Kalor Laten	Peserta didik mampu menghitung total kalor yang dibutuhkan dalam perubahan suhu dan wujud zat berdasarkan grafik, serta mengevaluasi hubungan antara jumlah kalor dengan perubahan suhu dan perubahan wujud zat.	C5	15
		Peserta didik mampu menjelaskan proses pencairan es berdasarkan konsep kalor laten, serta menciptakan solusi atau strategi untuk mengurangi dampak peningkatan suhu global terhadap perubahan wujud es di kutub.	C6	16
		Peserta didik mampu menganalisis proses pencampuran es dan air dalam termos ideal, serta menyusun penjelasan tentang pengaruh kehilangan panas terhadap hasil percobaan dengan menggunakan konsep kalor dan perubahan wujud zat.	C6	17

as f

No	Sub Materi	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Level Kognitif	Nomor Soal Integrasi Teslet
		Peserta didik mampu menganalisis proses perubahan wujud dan suhu zat secara bertahap untuk menghitung total kalor yang dibutuhkan	C4	18
B.	Pemuaian Zat Padat, Cair, dan Gas	Peserta didik mampu menyusun penalaran ilmiah berdasarkan konsep pemuaian zat untuk menjelaskan kemungkinan peristiwa yang terjadi ketika air dipanaskan dalam gelas kaca, serta merancang penjelasan logis terkait perbedaan pemuaian air dan gelas.	C6	19
		Peserta didik mampu menerapkan rumus pemuaian panjang untuk menghitung panjang akhir batang logam kuningan setelah mengalami perubahan suhu.	C3	20
		Peserta didik mampu menerapkan konsep dan rumus pemuaian volume untuk menghitung volume akhir bejana setelah mengalami kenaikan suhu.	C3	21
		Peserta didik mampu menerapkan rumus pemuaian panjang untuk menghitung panjang akhir batang logam kuningan setelah mengalami perubahan suhu.	C3	22
		Peserta didik mampu merancang solusi atau rekomendasi bahan terbaik untuk aplikasi praktis berdasarkan hasil eksperimen pemuaian luas, serta mengevaluasi dan merancang penggunaan bahan dengan memperhatikan koefisien muai luas dan dampaknya terhadap perubahan ukuran dalam kondisi nyata.	C6	23
		Peserta didik mampu merancang solusi praktis untuk mengatasi masalah pemuaian pada benda	C6	24

as f

No	Sub Materi	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Level Kognitif	Nomor Soal Integrasi Teslet
		yang terikat, serta mengevaluasi strategi yang melibatkan konsep pemuaian dan koefisien muai bahan untuk menciptakan cara efektif dalam melepaskan mur dan baut.		
		Peserta didik mampu merancang solusi untuk memilih bahan yang tepat untuk aplikasi praktis berdasarkan analisis koefisien muai luas dan pemuaian bahan yang diamati dalam eksperimen, serta membuat keputusan yang didasarkan pada sifat fisik bahan terkait perubahan suhu.	C6	25
9.	Perpindahan Kalor	Peserta didik mampu menjelaskan jenis perpindahan kalor yang terjadi saat duduk di sekitar api unggun dan menganalisis penyebab tubuh merasakan panas meskipun tidak bersentuhan langsung dengan sumber panas.	C4	26
		Peserta didik mampu menganalisis distribusi suhu sepanjang dua batang logam berbeda yang dicambungkan dan diberikan perbedaan suhu berdasarkan konsep konduksi panas.	C4	27

10

Lampiran 38

Tangkapan Layar Hasil Akhir E-Modul Suhu dan Kalor

a. Cover



b. Glosarium

GLOSARIUM

Kalor	: Bentuk energi yang berpindah akibat perbedaan suhu.
Joule	: Satuan energi dalam SI (Satuan Internasional)
Kalorimeter	: Alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor dalam suatu proses.
Kalor Jenis	: Banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda sebesar 1°C .
Konduksi	: Perpindahan kalor melalui zat padat tanpa disertai perpindahan partikel.
Konveksi	: Perpindahan kalor yang terjadi karena pergerakan partikel dalam fluida.
Laju Kalor	: Besarnya kalor yang berpindah dalam waktu tertentu.
Perubahan Wujud	: Perubahan bentuk zat akibat kalor, seperti mencair, menguap, atau membeku.
Pemuaiian	: Bertambahnya ukuran suatu benda akibat kenaikan suhu.
Perpindahan Kalor	: Proses berpindahnya kalor dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah.
Suhu	: Derajat panas atau dinginnya suatu benda yang diukur dengan termometer.
Skala Suhu	: Sistem pengukuran suhu (Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin).
Termometer	: Alat yang digunakan untuk mengukur suhu suatu benda.
Termal	: Kondisi ketika dua benda yang bersentuhan memiliki suhu yang sama sehingga tidak ada perpindahan kalor diantara keduanya.
Konduktivitas	: Kemampuan suatu bahan dalam menghantarkan panas.
Ekspansi Termal	: Pemuaiian suatu benda akibat kenaikan suhu.
Kapasitas Kalor	: Jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebesar 1°C .
Kalor Jenis	: Jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1°C .
Radiasi	: Perpindahan kalor tanpa memerlukan medium perantara.
Kalor Laten	: Jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan oleh suatu zat untuk mengalami perubahan wujud tanpa mengubah suhunya.

c. Daftar Isi

DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR	ii
GLOSARIUM	iii
DAFTAR ISI	iv
PENDAHULUAN	1
PETA KONSEP	6
SUHU	7
A. Skala Suhu	7
B. Konversi Suhu	11
C. Macam-Macam Termometer	22
KALOR	26
A. Pengertian Kalor	26
B. Fenomena yang diakibatkan Kalor	27
C. Kapasitas Kalor	32
D. Kalor Jenis	35
E. Kalor Laten	38
F. Azas Black	50
G. Perubahan Wujud Zat	54
PEMUAIAN	58
A. Pemuaian Zat Padat	59
B. Pemuaian Zat Cair	64
C. Pemuaian Zat Gas	64
PERPINDAHAN KALOR	69
A. Konduksi	70
B. Konveksi	72

d. Navigasi Materi Dalam E-Modul



e. Studi Kasus Berpikir Kritis

untuk menjawab. Tidak masalah jika jawaban belum sepenuhnya benar, yang terpenting adalah bagaimana kalian berpikir dan menyusun argumen.

Tugas Analisis:

- ✓ Pahami setiap pertanyaan dengan seksama, identifikasi kata kunci yang penting.
- ✓ Gunakan pengalaman atau pengamatan sehari-hari untuk menjawab.
- ✓ Diskusikan dengan teman jika memungkinkan, untuk mendapatkan sudut pandang yang lebih luas.
- ✓ Tuliskan jawaban kalian dalam bentuk paragraf singkat!

Berikut pertanyaan yang harus kalian analisis!

- 1) Mengapa air dalam panci yang dipanaskan bisa menjadi lebih panas, sedangkan panci yang sama jika dibiarkan di ruangan akan mendingin?
- 2) Pada siang hari, pasir di Pantai lebih panas dibanding air laut. Menurutmu, apa penyebabnya dan bagaimana konsep kalor berperan dalam perbedaan suhu ini?
- 3) Jika kamu meletakkan sendok logam dan sendok kayu di atas air panas, sendok mana yang akan terasa lebih panas lebih cepat?
- 4) Di daerah pegunungan, orang sering merebus air lebih lama untuk memasak makanan dibandingkan di daerah dataran rendah. Mengapa ini bisa terjadi? Bagaimana kalor mempengaruhi perubahan suhu dalam kondisi ini?

Dari beberapa pertanyaan di atas, dapat disimpulkan bahwa ketika suatu benda menyerap kalor, maka suhunya akan meningkat. Hal ini disebabkan oleh getaran atom benda yang makin kencang. Seperti halnya pertanyaan nomor 1, air dalam panci yang dipanaskan di atas kompor lama-lama suhu air dalam panci akan meningkat. Hal serupa terjadi ketika batang besi yang dingin diletakkan di dekat api. Suhu batang besi lama-lama akan meningkat akibat menyerap kalor.



Gambar 11. Es batu mencair jika dibiarkan di tempat terbuka



Gambar 12. Air mendidih memunculkan uap panas



Gambar 13. Baju basah akan kering karena terpapar sinar matahari



Gambar 14. Mentega akan mencair jika dibiarkan di ruangan terbuka

Berikut pertanyaan yang harus kalian analisis!

- ✓ Mengapa es batu yang dibiarkan di ruangan lama-kelamaan mencair? Faktor apa saja yang mempengaruhi proses ini?
- ✓ Saat air mendidih, kita melihat uap yang naik ke udara. Menurutmu, apa yang terjadi pada molekul-molekul air dalam proses ini?
- ✓ Ketika kita menjemur baju basah di bawah sinar matahari, baju tersebut mengering. Bagaimana kalor berperan dalam proses ini?
- ✓ Jika kamu menyimpan mentega di lemari es, mentega menjadi keras. Namun, jika dibiarkan di suhu ruang, mentega melunak. Apa hubungan fenomena ini dengan kalor?

Setelah menganalisis dan menjawab pertanyaan di atas, kalian diharapkan memahami bagaimana kalor berperan dalam mengubah wujud zat, seperti dari padat



AYO BERPIKIR LEBIH TINGGI!

Di berbagai belahan dunia, gletser perlahan mencair akibat peningkatan suhu bumi. Para ilmuwan menemukan bahwa dalam beberapa dekade terakhir, volume es di kutub utara dan pegunungan tinggi semakin berkurang.



Gambar 54. Gletser mencair diakibatkan oleh peningkatan suhu

Temukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan berikut melalui eksplorasi dan pemahaman awal kalian tentang konsep kalor!

31

1. Bagaimana kalor dari lingkungan dapat menyebabkan pencairan gletser?
2. Apa dampak pencairan gletser terhadap lingkungan dan kehidupan manusia?
3. Jika suhu global terus meningkat, bagaimana cara kita mengurangi dampaknya terhadap perubahan wujud es di kutub?

Jika kalian telah menemukan jawaban yang tepat, sampaikanlah kepada guru agar

Jika kalian telah menemukan jawaban yang tepat, sampaikanlah kepada guru agar dapat dibahas bersama di depan kelas!

3. Kapasitas Kalor (C)



AYO BERPIKIR KRITIS!

Bayangkan kamu menuangkan air panas ke dalam dua cangkir yang berbeda. Satu terbuat dari kaca tipis dan satu lagi dari *stainless steel* tebal. Setelah beberapa menit, kamu merasakan suhu kedua cangkir tersebut.



Gambar 16. Cangkir *stainless steel*



Gambar 17. Cangkir kaca

1. Mengapa cangkir *stainless steel* terasa lebih panas dibandingkan cangkir kaca, meskipun keduanya berisi air dengan suhu yang sama?
2. Bagaimana konsep kapasitas kalor menjelaskan perbedaan ini?
3. Jika kamu ingin minuman tetap panas lebih lama, bahan cangkir mana yang lebih baik untuk digunakan? jelaskan alasanmu berdasarkan prinsip kapasitas kalor!

Silakan diskusikan dan analisis pertanyaan-pertanyaan tersebut sesuai dengan permasalahan yang ada. Setelah itu, tanyakan kepada guru Anda untuk mendapatkan jawaban yang lebih jelas dan mendalam!

5. Kalor Laten



AYO BERPIKIR KRITISI

Bayangkan suatu hari kamu membeli minuman dingin dengan es batu di dalamnya. Saat awal, es membuat minuman terasa segar dan dingin. Namun, setelah beberapa waktu, es mulai mencair dan minumanmu terlihat menjadi lebih banyak namun suhu dinginnya sudah tidak terasa.



Gambar 22. Minuman yang ditambahkan es batu

Melalui pernyataan di atas, jawablah pertanyaan berikut.

- Mengapa es batu mencair meskipun suhu lingkungan tidak terlalu panas?
- Apa yang terjadi dengan suhu es selama proses pencairan? Apakah meningkat atau menurun?
- Kemana perginya kalor yang diserap oleh es sehingga berubah wujud menjadi air?

a. Pengertian Kalor Laten

Kalor laten merupakan banyaknya kalor yang dibutuhkan oleh suatu benda untuk merubah wujudnya. Laten berarti tersembunyi atau terpendam, sehingga hal ini berarti pada dasarnya kalor laten terdapat dan tersembunyi di dalam benda, dan akan muncul apabila terjadi perubahan fase atau wujud pada benda tersebut. Kalor laten diberi simbol "L" dan memiliki satuan Joule per kilogram (J/kg).



AYO BERPILIR LEBIH TINGGI!



Gambar 24. Pegunungan Himalaya saat terjadi salju

Dalam beberapa dekade terakhir, suhu rata-rata di wilayah Himalaya meningkat akibat perubahan iklim. Hal ini menyebabkan pencairan gletser dan salju semakin cepat, terutama pada musim panas. Penduduk desa yang bergantung pada air dari pencairan salju mengalami kesulitan karena air yang biasanya tersedia sepanjang tahun kini berkurang drastis pada musim kemarau.

Analisislah permasalahan tersebut berdasarkan konsep kalor laten dan bagaimana jelaskan bagaimana peran kalor laten lebur dan peran kalor uap dalam peristiwa tersebut!



Ayo Berpikir Kritis!

Di sekolah, Pak Andi membawa tiga buah sendok dengan bahan berbeda: sendok logam, sendok kayu, dan sendok plastik.



Gambar 42. Sendok logam



Gambar 43. Sendok kayu



Gambar 44. Sendok plastik

Ketiga sendok tersebut dimasukkan ke dalam air panas secara bersamaan, lalu setelah beberapa menit, Pak Andi meminta siswa untuk menyentuh bagian ujung sendok yang tidak tercelup ke dalam air panas. Hasilnya, sendok logam terasa panas, sendok plastik agak hangat, sedangkan sendok kayu tetap dingin.

Analisislah perbedaan yang terjadi pada ketiga sendok tersebut berdasarkan konsep konduksi panas, dan jika kamu diminta memilih bahan yang paling aman untuk gagang alat masak, bahan apa yang kamu pilih? Berikan alasannya berdasarkan hasil analisis peristiwa tadi!



AYO BERPIKIR LEBIH TINGGI

Jembatan Silver di Amerika Serikat runtuh pada tahun 1967, hal ini diakibatkan karena struktur besi mengalami kelelahan akibat perubahan suhu terus-menerus. Pemuaian dan penyusutan logam mempercepat korosi dan retakan kecil yang akhirnya menyebabkan kehancuran jembatan.



Gambar 37. Jembatan Key di Baltimore Amerika Ambruk

Dari permasalahan tersebut, menurutmu bagaimana hubungan antara pemuaian panjang dan kegagalan struktur pada kejadian tersebut? Dan bagaimana solusi yang dapat digunakan insinyur untuk mencegah kegagalan struktur akibat pemuaian?

f. *Flip-Story*

Hubungan perubahan suhu dan perbedaan interval pada kedua skala termometer tersebut adalah linear. Apabila dilukiskan dalam sistem koordinat kartesius, maka akan berbentuk sebuah garis lurus. Oleh karena itu, berdasarkan rumus persamaan garis lurus yang melalui dua titik, diperoleh **Persamaan 1:**

$$\frac{(t_a)X - t_X}{t_a(X) - (t_b)X} = \frac{(t_a)Y - t_Y}{t_a(Y) - (t_b)Y} \quad (1)$$

Keterangan:

$(t_b)X$ = Titik tetap bawah termometer X

$(t_b)Y$ = Titik tetap bawah termometer Y

t_X = Suhu yang ditunjukkan skala termometer X

t_Y = Suhu yang ditunjukkan skala termometer Y

$(t_a)X$ = Titik tetap atas termometer X

$(t_a)Y$ = Titik tetap atas termometer Y

Flip-Story

Fahrenheit dan Termometer Penentu Zaman



Gambar 5. Daniel Gabriel Fahrenheit penemu skala Fahrenheit

Daniel Gabriel Fahrenheit adalah seorang ilmuwan fisika dan insinyur asal Jerman yang lahir pada tahun 1686. Ketertarikannya pada ilmu pengukuran suhu berawal dari kebutuhan manusia untuk mengetahui kondisi lingkungan sekitar secara lebih akurat, khususnya dalam bidang kesehatan dan eksperimen ilmiah.

Flip-Story

Joseph Black dan Misteri Kalor Tersembunyi



Gambar 22. Joseph Black merupakan orang pertama yang menyatakan prinsip Asas Black

Pada abad ke-18, seorang ilmuwan asal Skotlandia bernama Joseph Black menjadi sosok penting dalam sejarah ilmu fisika, khususnya dalam memahami konsep kalor. Joseph Black dikenal sebagai ilmuwan yang memiliki rasa ingin tahu tinggi terhadap hal-hal sederhana di sekitarnya. Salah satu penemuannya yang paling terkenal adalah tentang kalor laten. Ia penasaran mengapa es batu yang dipanaskan tidak langsung naik suhunya sebelum seluruh es mencair.

Setelah melakukan berbagai percobaan sederhana, ia menyimpulkan bahwa ada sejumlah panas yang diserap oleh es untuk mengubah wujudnya menjadi air tanpa menaikkan suhu. Panas inilah yang kemudian disebutnya sebagai kalor laten.

Tak berhenti sampai di situ, Joseph Black juga memperkenalkan konsep kalor jenis. Ia menemukan bahwa setiap benda memerlukan jumlah kalor yang berbeda-beda untuk menaikkan suhunya sebesar satu derajat Celsius. Misalnya, air

Flip-Story

Kisah Seru di Balik Pemuaian



Gambar 35. Patahnya rel kereta api yang disebabkan oleh pemuaian

Pada abad ke-19, para insinyur di Eropa mulai membangun rel kereta api untuk pertama kalinya. Saat itu, mereka menyambung besi rel tanpa memberi celah. Awalnya, semua berjalan lancar. Tapi saat musim panas tiba, masalah besar muncul! Karena terkena panas matahari, besi rel memuai. Tanpa celah di antara sambungan, rel memanjang dan akhirnya melengkung hingga menimbulkan kecelakaan. Kejadian ini membuat para insinyur kebingungan.



Gambar 36. James Prescott Joule

Sampai akhirnya seorang ilmuwan bernama James Prescott Joule, menyarankan konsep tentang pemuaian zat padat akibat panas. Ia menjelaskan bahwa panas bisa membuat benda memuai, dan jika tidak diberi ruang, bisa berbahaya.

Sejak itu, para insinyur mulai meninggalkan metode sambungan rapat. Mereka memberi celah kecil di antara rel agar saat memuai karena panas, rel punya ruang

g. Flip-Fun Fact

Flip-Fun-Fact

1. Suhu Mutlak Terendah di Alam Semesta

Titik suhu terendah yang mungkin dicapai disebut nol mutlak yaitu $-273,15^{\circ}\text{C}$ atau 0 Kelvin. Di suhu ini, partikel benar-benar berhenti bergerak. Suhu ini tidak bisa dicapai secara sempurna, hanya bisa didekati.

2. Kenapa Fahrenheit Mulai dari 32°F untuk Titik Beku?

Daniel Fahrenheit memilih 32°F sebagai titik beku air karena menggunakan campuran es, air, dan garam yang menghasilkan suhu tetap di 0°F . Lalu, suhu beku air murni ditetapkan di 32°F dan titik didihnya di 212°F — jadinya beda 180° pas, biar mudah dibagi-bagi.

3. Tubuh Manusia Normalnya Bukan 37°C Pas

Banyak buku bilang suhu normal tubuh manusia itu 37°C , tapi faktanya suhu tubuh normal bisa berkisar antara $36,1^{\circ}\text{C}$ sampai $37,2^{\circ}\text{C}$, tergantung aktivitas, waktu, dan kondisi tubuh seseorang.

4. Termometer Pertama Gunakan Alkohol Berwarna

Sebelum air raksa dipakai, termometer awalnya menggunakan alkohol berwarna karena mudah dilihat, tapi rentan menguap dan hanya cocok untuk suhu rendah.

5. Manusia Sudah Mengukur Suhu Sejak Zaman Yunani Kuno

Sekitar abad ke-2 SM, **Philon dari Bizantium** sudah bikin alat sederhana untuk mengukur suhu udara menggunakan tabung udara dan air — seperti cikal bakal termometer modern.

perkembangan teknologi mesin uap di masa Revolusi Industri. Kisah Joseph Black menjadi bukti bahwa rasa penasaran terhadap hal sederhana bisa membawa perubahan besar bagi dunia.

Flip-Fun-Fact

1. Kalor Jenis $\neq$ Kapasitas Kalor

Banyak yang masih keliru menganggap kalor jenis dan kapasitas kalor itu sama.

- ✓ Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg benda sebesar 1°C .
- ✓ Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu seluruh benda sebesar 1°C — tergantung massa bendanya.

2. Air butuh waktu lebih lama panas dibanding logam

Air memiliki kalor jenis yang sangat tinggi ($4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$). Artinya, butuh energi besar untuk menaikkan suhu air dibanding logam. Inilah alasan air di panci lama mendidih, tapi panci logamnya cepat panas.

h. Contoh Soal

CONTOH SOAL

Berikut adalah contoh soal untuk konversi satuan suhu:

1. Suhu 35°C setara dengan.... $^{\circ}\text{F}$

Jawab:

Diketahui:

$$t_c = 35$$

Konversi satuan suhu dari Celcius ke Fahrenheit berdasarkan perbandingan

$$(t_f - 32) : t_c = 9 : 5$$

Diperoleh:

$$\begin{aligned} t_f &= \frac{9}{5} \times t_c + 32 \\ &= \frac{9}{5} \times 35 + 32 = 63 + 32 = 95^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

Jadi, 35°C setara dengan 95°F .

2. Suhu 80°C setara dengan $^{\circ}\text{R}$

Jawab:

Diketahui:

$$t_c = 80$$

Konversi satuan suhu dari Celcius ke Reamur berdasarkan perbandingan

$$t_R : t_c = 4 : 5$$

Akan diperoleh,

$$\begin{aligned} t_R &= \frac{4}{5} \times t_c \\ t_R &= \frac{4}{5} \times 80 = 64^{\circ}\text{R} \end{aligned}$$

Jadi, 80°C setara dengan 64°R

3. Suhu suatu zat adalah 212°F . Suhu mutlakny adalah....

Jawab:

Diketahui:

$$t_f = 212$$

Konversi satuan suhu dari Fahrenheit ke Kelvin berdasarkan perbandingan:

CONTOH SOAL

Berikut adalah contoh soal yang berkaitan dengan kalor laten:

1. Lima kilogram es bersuhu -22°C dipanaskan sampai seluruh es mencair dengan suhu 0°C . Jika kalor laten es 333 kJ/kg dan kalor jenis es $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ maka jumlah kalor yang dibutuhkan adalah....

Diketahui:

$$m_{es} = 5 \text{ kg}$$

$$c_{es} = 2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$T_1 = -22^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 0^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 22^{\circ}\text{C}$$

$$L_{es} = 333 \text{ kJ} = 333.000 \text{ J}$$

Ditanya: $Q_{\text{total}} = \dots?$

Jawab

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2$$

$$= m_{es} + c_{es} \Delta T + m_{es} L$$

$$= 231.000 + 1.665.000$$

$$= 1.896.000 \text{ J}$$

$$= 1896 \text{ kJ}$$

Jadi, jumlah kalor yang dibutuhkan adalah 1896 kJ.

2. Besar kalor yang dibutuhkan untuk mengubah 1 gram emas padat menjadi cair apabila kalor lebur emas sebesar $64,5 \times 10^3 \text{ J/kg}$ adalah?

Diketahui:

Kalor laten = kalor lebur

i. Rangkuman

RANGKUMAN

1. Kalor merupakan salah satu bentuk energi yang dapat berpindah dari benda yang memiliki suhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah jika keduanya bersentuhan. Penentuan kalor dapat dihitung melalui persamaan berikut:

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

2. Kalor dapat menyebabkan perubahan suhu benda dan wujud zat suatu benda.
3. Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1° atau 1K. Kapasitas kalor juga disebut kapasitas panas atau kapasitas termal. Kapasitas Kalor dapat ditulis melalui persamaan berikut.

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

4. Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1° atau 1K. Kapasitas kalor juga disebut kapasitas panas atau kapasitas termal. Kapasitas Kalor dapat ditulis melalui persamaan berikut.

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

Keterangan :

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

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

c = Kalor jenis zat (J/kg $^{\circ}$ C)

ΔT = Perubahan suhu ($^{\circ}$ C)

5. Kalor laten merupakan banyaknya kalor yang dibutuhkan oleh suatu benda untuk merubah wujudnya.

j. Penilaian Diri

LEMBAR PENILAIAN DIRI

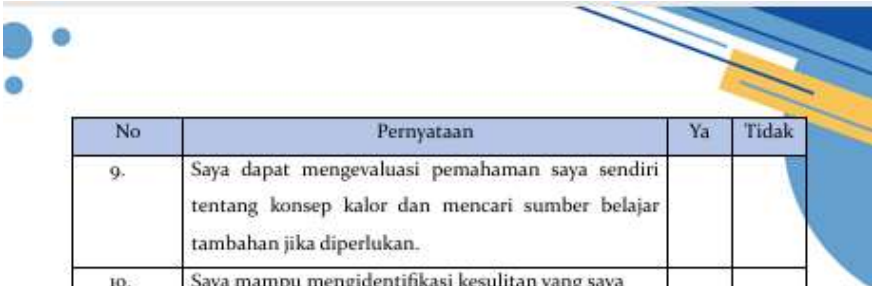
Nama:

Kelas:

Petunjuk:

Beri tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan pemahaman dan keterampilan Anda terhadap materi berikut.

No	Pernyataan	Ya	Tidak
Klarifikasi Konsep			
1.	Saya dapat menjelaskan pengertian kalor secara jelas dan rinci.		
2.	Saya dapat memberikan contoh fenomena yang diakibatkan oleh kalor dalam kehidupan sehari-hari.		
Dasar Keputusan dan Analisis			
3.	Saya dapat membedakan kapasitas kalor dan kalor jenis serta menjelaskan perbedaannya.		
4.	Saya dapat menghitung jumlah kalor yang dibutuhkan atau dilepaskan berdasarkan kalor jenis suatu zat.		
5.	Saya dapat menjelaskan konsep kalor laten dan bagaimana pengaruh terhadap perubahan wujud zat.		
Inferensi dan Penerapan			
6.	Saya dapat menjelaskan hukum Azas Black dan menerapkannya dalam perhitungan.		
7.	Saya dapat menganalisis dan menjelaskan bagaimana perubahan wujud zat terjadi akibat kalor.		
8.	Saya dapat memberikan contoh konkret penerapan kalor dalam teknologi atau kehidupan sehari-hari.		
Strategi dan Taktik			



No	Pernyataan	Ya	Tidak
9.	Saya dapat mengevaluasi pemahaman saya sendiri tentang konsep kalor dan mencari sumber belajar tambahan jika diperlukan.		
10.	Saya mampu mengidentifikasi kesulitan yang saya hadapi dalam memahami materi kalor dan mencari solusinya		

Refleksi Diri

1. Materi apa yang paling saya pahami dengan baik?
.....
2. Materi apa yang masih perlu saya pelajari lebih lanjut?
.....
3. Hal apa yang dapat saya lakukan untuk lebih memahami materi ini?
.....

k. Evaluasi

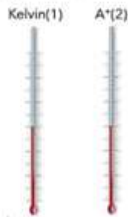
Evaluasi

Petunjuk Pengerjaan Soal Essay:

- Bacalah setiap soal essay dengan cermat sebelum menjawab
- Jawablah dengan jelas dan lengkap, serta gunakan rumus, perhitungan, dan satuan yang sesuai dengan soal.
- Setiap jawaban yang benar mendapatkan skor 10. Jika jawaban kurang lengkap, skor akan disesuaikan sesuai tingkat ketepatan dan kelengkapan.

Soal:

- Suatu termometer X mengukur suhu es yang sedang melebur pada -10°X dan mengukur suhu air mendidih pada 110°X . Termometer celsius mengukur suhu benda tersebut adalah 40°C . Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer X?
- Suhu es batu yang baru dibuat adalah 258 K. Termometer A+ memiliki titik tetap bawah 10° dan titik tetap atas 90° digunakan untuk mengukur suhu es batu tersebut. Maka suhu yang ditunjukkan oleh termometer A+ adalah....



Lampiran 39

Dokumentasi Penelitian

a. Pelaksanaan Wawancara



b. Uji Skala Kecil



c. Uji Coba Lapangan



d. *Pre-Test*



e. *Post-Test*



Lampiran 40

Surat Pasca Penelitian



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 8 SEMARANG**

Jl. Raya Tugu Semarang ☎ (024) 8661798-8664553 Fax : (024) 8661798 ✉ 50185
E-mail : smn8smg@yahoo.com , Website : <http://www.sman8smg.sch.id>



SURAT KETERANGAN

Nomor: 000.9/445/V/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 8 Semarang, menerangkan bahwa Saudara tersebut di bawah ini:

Nama : Wahyu Noor Intan

NIM : 2108066061

Program Studi : Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Semarang

Telah melakukan penelitian skripsi di SMA Negeri 8 Semarang untuk memenuhi tugas akhir Fakultas Sains dan Teknologi:

Waktu : Tanggal 28 April - 20 Mei 2025

Judul Skripsi : Pengembangan Modul Interaktif Flip-Mind Berbasis HTML5 untuk
Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI pada Materi
Suhu dan Kalor

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 20 Mei 2025
Kepala SMA Negeri 8 Semarang,

Supriyanto S.Pd., M.Pd.
Pembina Tingkat I
NIP. 197509022008012008

Hasil Turnitin Naskah Skripsi

260

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Wahyu Noor Intan
2. Tempat, Tanggal Lahir : Jepara, 24 Februari 2003
3. Alamat Rumah : Krasak Pecangaan Jepara
4. No Hp : 089669049997
5. Email : wahyunoorintan@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Formal

- a. SD Negeri 01 Krasak
- b. SMP Negeri 1 Pecangaan
- c. SMA Negeri 1 Pecangaan

2. Non Formal

-