

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Izin Penelitian



Nomor : 0242.a/N/FKIP/UNIPMA/2024
 Lampiran : -
 Hal : Permohonan Izin Penelitian

Madiun, 27 April 2024

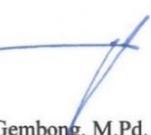
Kepada Yth. Bapak/Ibu Kepala SMAN 1 Nglames
 di tempat

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas PGRI Madiun dengan ini mengajukan permohonan kepada Bapak/Ibu untuk memberikan izin kepada mahasiswa/i:

Nama : Mukholiffatul Maisaroh
 NIM : 2002112008
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

dalam melakukan penelitian di sekolah yang Bapak/Ibu pimpin dengan judul:
 "Pengembangan E-Modul Berbasis *POE (Predict, Observe, and Explain)* pada Materi Suhu dan Kalor untuk Meningkatkan Literasi Digital dan Pemahaman Konsep Siswa".

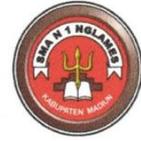
Demikian permohonan ini disampaikan. Atas perkenannya, kami mengucapkan terima kasih.

↓ Dekan,

 Dr. Sardulo Gembong, M.Pd.
 NIP. 19650922 199303 1 001

Lampiran 2. Surat Keterangan Sudah Melakukan Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
SMA NEGERI 1 NGLAMES
 Jalan Raya Nglames Telp. (0351) 463506 E-mail: sma1nglames@yahoo.co.id
MADIUN Kode Pos 63151



SURAT KETERANGAN

No : 422 / 065 / 101.6.16.18 / 2024

Yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : **DARUL MUCHTAR, S. Ag., M. KPd**
 N I P : 19710303 200501 1 014
 Pangkat / Golongan : Pembina Tk. I / IV b
 Jabatan : Kepala SMA Negeri 1 Nglames Kabupaten Madiun

dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : **MUKHOLIFFATUL MAISAROH**
 N I M : 2002112008
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan
 Jenjang : S - 1

Benar - benar telah mengadakan penelitian guna memperoleh data dalam rangka penyusunan Skripsi Strata 1 di SMA Negeri 1 Nglames Kabupaten Madiun, terhitung mulai : 02 Mei 2024 s/d 20 Mei 2024 dengan judul : “ **Pengembangan E-Modul Berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) Pada Materi Suhu dan Kalor Untuk Meningkatkan Literasi Digital dan Pemahaman Konsep Siswa**”.

Demikian surat keterangan ini di buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Madiun, 20 Mei 2024
Kepala Sekolah,

DARUL MUCHTAR, S. Ag., M. KPd
 Pembina Tingkat I
 NIP. 19710303 200501 1 014

Lampiran 3. Kisi-Kisi Wawancara

KISI-KISI LEMBAR WAWANCARA

No	Aspek Penilaian	No Soal
1	Metode Pembelajaran	1,2
2	Bahan ajar pembelajaran	3,4
3	Kesulitan saat proses pembelajaran	5,6
4	Penggunaan media pembelajaran	7
5	Kebutuhan media	8

Lampiran 4. Lembar Wawancara

LEMBAR WAWANCARA**Wawancara dilaksanakan pada:**

Hari / Tanggal :

Sekolah :

Narasumber :

Observer :

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Metode pembelajaran apa yang Bapak/ibu gunakan sekarang?	
2	Apakah dengan metode tersebut sudah memperoleh hasil yang memuaskan?	
3	Apa saja bahan ajar yang Bapak/ibu gunakan saat pembelajaran?	
4	Apakah Bapak/Ibu sudah pernah membuat bahan ajar untuk proses pembelajaran di kelas?	
5	Apakah peserta didik mengalami kesulitan pada materi suhu dan kalor pada proses pembelajaran di dalam kelas?	
6	Bagaimana kemampuan peserta didik dalam menganalisa pada materi suhu dan kalor?	
7	Apakah peserta didik dapat mengaplikasikan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari?	

8	Menurut Bapak/ibu perlu dibuat atau dikembangkan bahan ajar berupa modul berbasis POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)?	
---	--	--

Madiun,2024

Mengetahui

Narasumber

Peneliti

NIP. (.....)

Mukholiffatul Maisaroh
NIM. 2002112008

Lampiran 5. Lembar Wawancara oleh Validator I

LEMBAR WAWANCARA**Wawancara dilaksanakan pada:**

Hari / Tanggal : Kamis, 21 Maret 2024

Sekolah : SMAN 1 Nglames

Narasumber : Ida Erma Suryani, Spd.Mpd

Observer : Mukholiffatul Maisaroh

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Metode pembelajaran apa yang Bapak/ibu gunakan sekarang?	Ceramah, Tanya Jawab, Praktek
2	Apakah dengan metode tersebut sudah memperoleh hasil yang memuaskan?	Kurang memuaskan
3	Apa saja bahan ajar yang Bapak/ibu gunakan saat pembelajaran?	Buku dari kemendikbud dan buku sagufindo
4	Apakah Bapak/Ibu sudah pernah membuat bahan ajar untuk proses pembelajaran di kelas?	Sudah pernah
5	Apakah peserta didik mengalami kesulitan pada materi suhu dan kalor pada proses pembelajaran di dalam kelas?	Sedikit mengalami kesulitan
6	Bagaimana kemampuan peserta didik dalam menganalisa pada materi suhu dan kalor?	Dalam menganalisis masih kurang
7	Apakah peserta didik dapat mengaplikasikan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari?	Sudah dapat untuk siswa tertentu

8	Menurut Bapak/ibu perlu dibuat atau dikembangkan bahan ajar berupa modul berbasis POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)?	Sangat perlu sekali
---	--	---------------------

Madiun, 21 Maret 2024

Mengetahui

Narasumber



(Ida Erma Suryani, Spd.Mpd)
NIP. 197507052006042027

Peneliti



Mukholiffatul Maisaroh
NIM. 2002112008

Lampiran 6. Lembar Wawancara oleh Validator II

LEMBAR WAWANCARA**Wawancara dilaksanakan pada:**

Hari / Tanggal : Selasa, 26 Maret 2024

Sekolah : SMAN 1 Nglames

Narasumber : Rike Candra Kusuma, S.Pd

Observer : Mukholiffatul Maisaroh

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Metode pembelajaran apa yang Bapak/ibu gunakan sekarang?	Ceramah, Diskusi Informasi, Demonstrasi, Tanya Jawab
2	Apakah dengan metode tersebut sudah memperoleh hasil yang memuaskan?	Relatif tergantung latar belakang kemampuan siswa, tapi seharusnya memperoleh hasil yang memuaskan
3	Apa saja bahan ajar yang Bapak/ibu gunakan saat pembelajaran?	LKPD, Buku Paket
4	Apakah Bapak/Ibu sudah pernah membuat bahan ajar untuk proses pembelajaran di kelas?	Sudah
5	Apakah peserta didik mengalami kesulitan pada materi suhu dan kalor pada proses pembelajaran di dalam kelas?	Pasti ada yang mengalami kesulitan
6	Bagaimana kemampuan peserta didik dalam menganalisa pada materi suhu dan kalor?	Kurang dalam menganalisis materi
7	Apakah peserta didik dapat mengaplikasikan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari?	Dapat

8	Menurut Bapak/ibu perlu dibuat atau dikembangkan bahan ajar berupa modul berbasis POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)?	Perlu, agar ada inovasi dalam suatu modul ajar
---	--	--

Madiun, 26 Maret 2024

Mengetahui

Narasumber



(Rike Candra Kusuma, S.Pd)
NIP. 197805042011012009

Peneliti



Mukholiffatul Maisaroh
NIM. 2002112008

Lampiran 7. Lembar Wawancara oleh Validator III

LEMBAR WAWANCARA**Wawancara dilaksanakan pada:**

Hari / Tanggal : Senin, 25 Maret 2024

Sekolah : SMAN 4 Madiun

Narasumber : Yayuk Sulistyaningsih, S.Pd. M.Pd

Observer : Mukholiffatul Maisaroh

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Metode pembelajaran apa yang Bapak/ibu gunakan sekarang?	Diskusi
2	Apakah dengan metode tersebut sudah memperoleh hasil yang memuaskan?	Belum
3	Apa saja bahan ajar yang Bapak/ibu gunakan saat pembelajaran?	Buku pelajaran
4	Apakah Bapak/Ibu sudah pernah membuat bahan ajar untuk proses pembelajaran di kelas?	Sudah
5	Apakah peserta didik mengalami kesulitan pada materi suhu dan kalor pada proses pembelajaran di dalam kelas?	Iya
6	Bagaimana kemampuan peserta didik dalam menganalisa pada materi suhu dan kalor?	Sedang
7	Apakah peserta didik dapat mengaplikasikan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari?	Sudah dengan sedikit kendala

8	Menurut Bapak/ibu perlu dibuat atau dikembangkan bahan ajar berupa modul berbasis POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)?	Perlu
---	--	-------

Madiun, 25 Maret 2024

Mengetahui

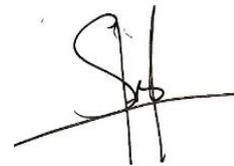
Guru Fisika



(Yayuk.S, S.Pd. M.Pd)

NIP. 197401071998042009

Peneliti



Mukholiffatul Maisaroh

NIM. 2002112008

Lampiran 8. Lembar Wawancara oleh Validator IV

LEMBAR WAWANCARA**Wawancara dilaksanakan pada:**

Hari / Tanggal : Senin, 25 Maret 2024

Sekolah : SMAN 4 Madiun

Narasumber : Drs Puji Suhartono

Observer : Mukholiffatul Maisaroh

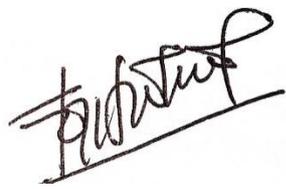
No	Pertanyaan	Jawaban
1	Metode pembelajaran apa yang Bapak/ibu gunakan sekarang?	PBL, PJBL
2	Apakah dengan metode tersebut sudah memperoleh hasil yang memuaskan?	Sudah
3	Apa saja bahan ajar yang Bapak/ibu gunakan saat pembelajaran?	Modul, Phet
4	Apakah Bapak/Ibu sudah pernah membuat bahan ajar untuk proses pembelajaran di kelas?	Sudah
5	Apakah peserta didik mengalami kesulitan pada materi suhu dan kalor pada proses pembelajaran di dalam kelas?	Iya
6	Bagaimana kemampuan peserta didik dalam menganalisa pada materi suhu dan kalor?	Baik
7	Apakah peserta didik dapat mengaplikasikan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari?	Baik

8	Menurut Bapak/ibu perlu dibuat atau dikembangkan bahan ajar berupa modul berbasis POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)?	Silahkan
---	--	----------

Madiun, 25 Maret 2024

Mengetahui

Guru Fisika



(Drs Puji Suhartono)

NIP. 196703241995121003

Peneliti



Mukholiffatul Maisaroh

NIM. 2002112008

Lampiran 9. Lembar Wawancara oleh Validator V

LEMBAR WAWANCARA

Wawancara dilaksanakan pada:

Hari / Tanggal : Selasa, 26 Maret 2024

Sekolah : SMAN 1 Jiwan

Narasumber : Tohir Suwanto, S.Pd

Observer : Mukholiffatul Maisaroh

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Metode pembelajaran apa yang Bapak/ibu gunakan sekarang?	Diskusi, PBL, PJBL
2	Apakah dengan metode tersebut sudah memperoleh hasil yang memuaskan?	Sudah
3	Apa saja bahan ajar yang Bapak/ibu gunakan saat pembelajaran?	Buku Pembelajaran, Modul
4	Apakah Bapak/Ibu sudah pernah membuat bahan ajar untuk proses pembelajaran di kelas?	Sudah
5	Apakah peserta didik mengalami kesulitan pada materi suhu dan kalor pada proses pembelajaran di dalam kelas?	Iya
6	Bagaimana kemampuan peserta didik dalam menganalisa pada materi suhu dan kalor?	Kurang dalam menganalisis
7	Apakah peserta didik dapat mengaplikasikan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari?	Iya

8	Menurut Bapak/ibu perlu dibuat atau dikembangkan bahan ajar berupa modul berbasis POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)?	Perlu
---	--	-------

Madiun, 26 Maret 2024

Mengetahui

Guru Fisika



(Tohir Suwanto, Spd)

NIP. 197012151993011001

Peneliti



Mukholiffatul Maisaroh

NIM. 2002112008

Lampiran 10. Lembar Validasi Wawancara

LEMBAR VALIDASI WAWANCARA**A. Identitas Validator**

Nama :
 Jabatan :
 Instansi :

B. Petunjuk pengisian

1. Instrumen penelitian ini bertujuan guna menilai kelayakan perangkat pembelajaran berdasarkan aspek kevalidan.
2. Berikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia. Adapun keterangan pada skala penilaian sebagai berikut :
 - a. Skor 5 Sangat Baik
 - b. Skor 4 Baik
 - c. Skor 3 Cukup Baik
 - d. Skor 2 Tidak Baik
 - e. Skor 1 Sangat Tidak Baik
3. Apabila Bapak/Ibu menilai kurang mohon memberikan catatan pada kolom komentar dan saran agar dapat saya perbaiki.
4. Mohon memberikan kesimpulan dengan melingkari pilihan opsi kesimpulan.
5. Atas kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi lembar validasi ini saya ucapkan terimakasih.

C. Penilaian

No	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	Petunjuk lembar pengisian dinyatakan dengan jelas.					
2	Kalimat pernyataan mudah dipahami.					
3	Kesesuaian pernyataan dengan indikator wawancara .					
4	Kalimat menggunakan Bahasa yang baik dan benar.					
5	Pernyataan yang diajukan dapat mengungkapkan respon narasumber terhadap pembelajaran di sekolah.					

Saran:

Madiun,2024
Validator

(.....)
NIP.

Lampiran 11. Hasil Validasi Wawancara

Validator	Skor					Total Skor Validator	Total Skor Max	Presentase Validasi	Presentase Validasi Gabungan
	1	2	3	4	5				
I	5	5	4	5	5	24	25	96%	92%
II	5	4	5	5	4	23	25	92%	
III	5	4	5	5	4	23	25	92%	
IV	5	5	5	4	4	23	25	92%	
V	5	4	4	5	4	22	25	88%	

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)**

Satuan Pendidikan : SMA / MA
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas / Semester : XI / Genap
Materi : Suhu dan Kalor
Alokasi Waktu : 3 JP (1 JP x 45 menit)

A. KOMPETENSI INTI

- KI-1 Menghargai, menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianut
- KI-2 Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, gotong royong, kerja sama dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan.
- KI-3 Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahu tentang ilmu pengetahuan, seni, budaya, dan teknologi terkait fenomena yang terjadi.
- KI-4 Mengolah, menalar, dan menyajikan dalam ranah konkret (menguraikan, mengaplikasikan dan memodifikasi) dan abstrak (membaca, menghitung dan menggambar) terkait materi yang dipelajarinya serta mampu menggunakan metode keilmuan.

B. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	
3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari	3.5.1	Mengidentifikasi pengertian suhu
	3.5.2	Menyebutkan alat pengukur suhu
	3.5.3	Menghitung konversi skala termometer
	3.5.4	Menjelaskan pengertian pemuaian
	3.5.5	Menganalisis contoh pemuaian dalam kehidupan sehari-hari
	3.5.6	Menjelaskan pengertian kalor
	3.5.7	Menganalisis hubungan kalor dengan suhu benda dan wujudnya
	3.5.8	Mengetahui hukum Azas Black
	3.5.9	Menganalisis tiga cara perpindahan kalor
	3.5.10	Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi tiga cara perpindahan kalor
	3.5.11	Mengidentifikasi penerapan cara perpindahan kalor dalam kehidupan sehari-hari
4.5 Merancang dan melakukan percobaan karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor.	4.5.1	Melakukan percobaan suhu dan pengukurannya
	4.5.2	Melakukan percobaan perubahan wujud zat pada benda
	4.5.3	Melakukan percobaan perpindahan kalor

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Melalui pengamatan siswa mampu mengidentifikasi materi suhu dan kalor.
2. Melalui kegiatan studi pustaka dan diskusi siswa mampu mengidentifikasi dan mengaplikasikan konsep suhu dan kalor pada kehidupan sehari-hari.
3. Melalui kegiatan studi pustaka dan diskusi siswa mampu mengaplikasikan materi suhu dan kalor pada kehidupan sehari-hari.
4. Melalui kerja kelompok siswa mampu melakukan percobaan suhu dan pengukurannya, perubahan wujud zat pada benda serta perpindahan kalor.

D. Pendekatan/Model/Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : Saintifik
2. Metode : Ceramah, demonstrasi, penugasan, tanya jawab
3. Model : POE (*Predict, Observe and Explain*)

E. MEDIA, ALAT, DAN SUMBER PEMBELAJARAN

1. Media : Modul dan video pembelajaran
2. Alat : Spidol, papan tulis dan alat tulis
3. Sumber pembelajaran : *E-modul* berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*)

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMA / MA
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas / Semester : XI / Genap
Materi : Suhu dan Kalor
Alokasi Waktu : 2 JP (1 JP x 45 menit)

Pertemuan I (90 Menit)

A. Tujuan Pembelajaran

- Mendefinisikan istilah suhu dan kalor melalui bahan bacaan atau video yang diamati.
- Menjelaskan pengertian suhu dan kalor dan pengaruhnya terhadap suatu benda.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Alat / Bahan :

- a. Buku Guru, Buku Siswa, Spidol
- b. Pertanyaan:
 1. Apa yang dimaksud dengan Suhu dan Kalor?
 2. Apa yang dibutuhkan air untuk mengalami kenaikan suhu?
 3. Bagaimana pengaruh suhu dan kalor terhadap suatu benda?

2. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pendahuluan (10 Menit)		Alokasi Waktu
Siswa berdoa sebelum memulai pembelajaran		5 Menit
<u>APERSEPSI</u> Siswa menjawab materi pertemuan sebelumnya		
<u>MOTIVASI</u> Siswa menyimak motivasi yang disampaikan guru		
Diberikan soal tes awal dengan materi suhu dan kalor		5 Menit
Kegiatan Inti (70 Menit)		
Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	
Orientasi siswa pada masalah	Siswa memperhatikan hal-hal yang dilakukan guru dengan seksama	5 Menit
Mengorganisasi siswa untuk belajar	Siswa membentuk kelompok yang terdiri dari 3 - 4 siswa	5 Menit
	Siswa berdiskusi dengan kelompoknya masing-masing untuk menjawab pertanyaan tersebut	5 Menit
	Siswa memilih topik permasalahan dalam <i>e-modul</i>	5 Menit
	Siswa bersama kelompok merencanakan tentang materi yang akan mereka pelajari	5 Menit

Membimbing penyelidikan individu dan kelompok	Siswa mempresentasikan pertanyaan yang telah di diskusikan	5 Menit
	Siswa mendengarkan seksama	5 Menit
	Siswa mencoba mengerjakan soal yang diberikan oleh guru dengan cara berdiskusi dengan anggota kelompoknya	10 Menit
Membuat kesimpulan	Siswa menelaah, mengumpulkan informasi, menganalisis data dan membuat kesimpulan terkait permasalahan mengenai suhu	5 Menit
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Siswa mengumpulkan jawaban pada fitur <i>e-modul</i>	5 Menit
	Siswa maju perwakilan kelompok untuk mengerjakan soal yang telah dikerjakan dan diskusikan	5 Menit
	Setiap siswa mengerjakan pertanyaan yang ada di <i>e-modul</i>	10 Menit
Kegiatan Penutup (10 Menit)		
Siswa bertanya tentang materi yang belum dipahami		5 Menit
Siswa mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan salam dan membaca doa setelah pembelajaran selesai		5 Menit

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMA / MA
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas / Semester : XI / Genap
Materi : Suhu dan Kalor
Alokasi Waktu : 2 JP (1 JP x 45 menit)

Pertemuan II (90 Menit)

A. Tujuan Pembelajaran

- Mendefinisikan istilah Asas Black pada materi kalor
- Menghitung hasil dari analisis kalor jenis dan kapasitas kalor pada materi kalor

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Alat / Bahan :

- a. Buku Guru, Buku Siswa, Spidol
- b. Pertanyaan:
 1. Apa yang dimaksud dengan Asas Black?
 2. Apa yang dimaksud dengan kalor jenis dan kapasitas kalor?
 3. Bagaimana persamaan Asas Black, kalor jenis dan kpasitas kalor
 4. Mendefinisikan istilah perubahan wujud zat dalam materi kalor.
 5. Menganalisis proses perubahan suhu yang terjadi dengan membutuhkan energi kalor.

2. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pendahuluan (10 Menit)		Alokasi Waktu
Siswa berdoa sebelum memulai pembelajaran		10 Menit
<u>APERSEPSI</u> Siswa menjawab materi pertemuan sebelumnya		
<u>MOTIVASI</u> Siswa menyimak motivasi yang disampaikan guru		
Kegiatan Inti (70 Menit)		
Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	
Orientasi siswa pada masalah	Siswa memperhatikan hal-hal yang dilakukan guru dengan seksama	5 Menit
Mengorganisasi siswa untuk belajar	Siswa membentuk kelompok yang terdiri dari 3 - 4 siswa	5 Menit
	Siswa berdiskusi dengan kelompoknya masing-masing untuk menjawab pertanyaan tersebut	5 Menit
	Siswa memilih topik permasalahan dalam <i>e-modul</i>	5 Menit
	Siswa bersama kelompok merencanakan tentang materi yang akan mereka pelajari	5 Menit
	Siswa mempresentasikan pertanyaan yang telah di diskusikan	5 Menit

Membimbing penyelidikan individu dan kelompok	Siswa mendengarkan seksama	5 Menit
	Siswa mencoba mengerjakan soal yang diberikan oleh guru dengan cara berdiskusi dengan anggota kelompoknya	5 Menit
Membuat kesimpulan	Siswa menelaah, mengumpulkan informasi, menganalisis data dan membuat kesimpulan terkait permasalahan mengenai Asas Black dan perubahan wujud zat pada materi kalor	10 Menit
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Siswa mengumpulkan jawaban pada fitur <i>e-modul</i>	5 Menit
	Siswa maju perwakilan kelompok untuk mengerjakan soal yang telah dikerjakan dan diskusikan	5 Menit
	Setiap siswa mengerjakan pertanyaan yang ada di <i>e-modul</i>	10 Menit
Kegiatan Penutup (10 Menit)		
Siswa bertanya tentang materi yang belum dipahami		5 Menit
Siswa mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan salam dan membaca doa setelah pembelajaran selesai		5 Menit

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMA / MA
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas / Semester : XI / Genap
Materi : Suhu dan Kalor
Alokasi Waktu : 1 JP (45 menit)

Pertemuan III (45 Menit)

A. Tujuan Pembelajaran

- Menganalisis soal tes akhir dengan materi suhu dan kalor.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Alat / Bahan :

- a. Buku Guru, Buku Siswa, Spidol
- b. Pertanyaan:
 1. Jelaskan macam-macam perubahan wujud zat pada suatu benda?
 2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan wujud pada benda?
 3. Bagaimana pengaruh kalor terhadap perubahan wujud suatu benda?

2. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pendahuluan (3 Menit)		Alokasi Waktu
Siswa berdoa sebelum memulai pembelajaran		3 Menit
<u>APERSEPSI</u> Siswa menjawab materi pertemuan sebelumnya		
<u>MOTIVASI</u> Siswa menyimak motivasi yang disampaikan guru		
Kegiatan Inti (25 Menit)		
Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	
Orientasi siswa pada masalah	Siswa memperhatikan hal-hal yang dilakukan guru dengan seksama	2 Menit
Mengorganisasi siswa untuk belajar	Siswa membentuk kelompok yang terdiri dari 3 - 4 siswa	3 Menit
	Siswa berdiskusi dengan kelompoknya masing-masing untuk menjawab pertanyaan tersebut	5 Menit
	Siswa memilih topik permasalahan dalam <i>e-modul</i>	2 Menit
	Siswa bersama kelompok merencanakan tentang materi yang akan mereka pelajari	3 Menit
Membimbing penyelidikan individu dan kelompok	Siswa mempresentasikan pertanyaan yang telah di diskusikan	5 Menit
	Siswa mendengarkan seksama	3 Menit

	Siswa mencoba mengerjakan soal yang diberikan oleh guru dengan cara berdiskusi dengan anggota kelompoknya	5 Menit
Membuat kesimpulan	Siswa menelaah, mengumpulkan informasi, menganalisis data dan membuat kesimpulan terkait permasalahan mengenai Asas Black pada materi kalor	5 Menit
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Siswa mengumpulkan jawaban pada fitur <i>e-modul</i>	2 Menit
	Siswa maju perwakilan kelompok untuk mengerjakan soal yang telah dikerjakan dan diskusikan	5 Menit
Kegiatan Penutup (2 Menit)		
	Siswa mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan salam dan membaca doa setelah pembelajaran selesai	2 Menit

C. Penilaian Hasil Pembelajaran

1. Penilaian Pengetahuan, Teknik Penilaian, Tes Tertulis Pilihan Ganda
2. Penilaian Keterampilan, Penilaian Praktek (Eksperimen)

Madiun, 2024

Mengetahui

Guru Fisika

Peneliti

(.....)

NIP.

Mukholiffatul Maisaroh

NIM.2002112008

Lampiran 13. Lembar Validasi RPP

LEMBAR VALIDASI
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Mata Pelajaran : Fisika

Materi Pokok : Suhu dan Kalor

Sasaran Program : Siswa Kelas XI SMA/MA.

Nama Validator :

A. Tujuan

Tujuan penggunaan lembar validasi ini adalah untuk mengukur kevalidan RPP dalam pelaksanaan pembelajaran fisika.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberi tanda cheklist (√) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan RPP yang dikembangkan.

C. Penilaian

No	Aspek Penilaian	Skala Penilaian				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
Aspek format dan susunan RPP						
1	Kesesuaian dengan kegiatan pendahuluan					
2	Kesesuaian dengan kegiatan inti					
3	Kesesuaian dengan kegiatan penutup					
Aspek rumusan tujuan pembelajaran						
4	Kejelasan perumusan tujuan pembelajaran yang memenuhi					

	format A (<i>Audience</i>), B (<i>Behavior</i>), C (<i>Condition</i>) dan D (<i>Degree</i>)					
5	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan indicator					
6	Ketercakupan keterampilan proses sains dalam perumusan tujuan pembelajaran					
Aspek Pemilihan dan Pengorganisasian Materi Ajar						
7	Kesesuaian materi ajar dengan tujuan pembelajaran					
8	Kesesuaian materi dengan tema keterampilan proses sains yang diangkat					
9	Kesesuaian isi materi dengan karakteristik siswa SMA					
10	Keruntutan penyajian materi					
Aspek penggunaan Metode dan Model Pembelajaran						
11	Kesesuaian metode, strategi dan model pembelajaran terhadap tujuan pembelajaran					
12	Kesesuaian metode, strategi dan model pembelajaran terhadap materi pembelajaran					
13	Kesesuaian metode, strategi dan model dengan karakter siswa					
14	Kesesuaian metode, strategi dan model pembelajaran dengan pendekatan saintifik					
15	Metode yang digunakan mengkonstruksi keterampilan proses sains siswa					
Aspek Pemilihan Sumber dan Media Pembelajaran						
16	Kesesuaian sumber belajar/media pembelajaran dengan tujuan pembelajaran					
17	Kesesuaian sumber belajar/media pembelajaran dengan materi					
18	Kesesuaian sumber belajar/media pembelajaran dengan karakteristik siswa					

Aspek Langkah-Langkah Pembelajaran						
19	Kesesuaian dengan tahapan pada model POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)					
20	Kesesuaian Langkah-langkah dan alokasi waktu					
Evaluasi Hasil Belajar						
21	Kejelasan prosedur penilaian					
22	Kelengkapan instrument penilaian					
Aspek Penggunaan Bahasa						
23	Ketepatan Bahasa yang digunakan dengan kaidah Bahasa Indonesia					
24	Kemudahan memahami Bahasa yang digunakan					
25	Kejelasan penggunaan Bahasa dengan menghindari penafsiran berganda					

D. Saran:

E. Kesimpulan:

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dinyatakan

No	Kelayakan	Keterangan
1	Layak untuk digunakan tanpa revisi	
2	Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran	
3	Tidak layak untuk digunakan	

(Mohon Bapak/Ibu memberitakan tanda checklist (√) pada keterangan yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu)

Madiun,2024

Validator Ahli

(.....)
NIP.

Lampiran 14. Hasil Validasi RPP

Validator	Total Skor Validator	Total Skor Max	Presentase Validasi	Presentase Validasi Gabungan
I	121	125	96,8%	96,48%
II	122	125	97,6%	
III	121	125	96,8%	
IV	120	125	96%	
V	119	125	95,2%	

Lampiran 15. Kisi-Kisi Angket Ahli Materi

**KISI-KISI ANGKET AHLI MATERI
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT,
OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

Kriteria	Indikator	Nomor soal
Materi	Keakuratan materi	1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7
	Kesesuaian materi dengan KD	8 dan 9
Bahasa	Menggunakan bahasa yang baik	10, 11 dan 12
Penyajian	Kebermanfaatan media	13, 14 dan 15
JUMLAH		15

Lampiran 16. Lembar Angket Ahli Materi

LEMBAR ANGKET AHLI MATERI
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT,*
***OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Suhu dan Kalor
 Nama Validator :
 Instansi :

A. Tujuan

Instrumen penelitian ini bertujuan guna menilai kelayakan perangkat pembelajaran berdasarkan aspek kevalidan.

B. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu dapat memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan.

C. Penilaian

No	Aspek Penilaian	Penilaian				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
MATERI						
1	Materi sesuai dengan tema					
2	Kejelasan materi dalam E-Modul					
3	Kebenaran isi dalam E-Modul					
4	Ketepatan pemilihan gambar dengan kebutuhan siswa					
5	Ketepatan pemilihan video untuk menjelaskan materi					
6	Materi sesuai dengan kebutuhan siswa					
7	Materi yang disajikan secara sederhana dan jelas					

8	Materi yang disajikan sesuai dengan kompetensi inti					
9	Materi yang disajikan sesuai dengan kompetensi dasar					
BAHASA						
10	Bahasa yang digunakan sesuai dengan karakteristik siswa					
11	Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dipahami					
PENYAJIAN						
12	Huruf dan symbol mudah dipahami					
13	Mudah dalam penggunaan aplikasi					
14	Dapat meningkatkan motivasi belajar siswa					
15	Dapat digunakan mandiri di luar kegiatan belajar mengajar					

Saran:

Kesimpulan:

Secara umum kualitas bahan ajar berbentuk E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada materi suhu dan kalor

No	Kelayakan	Keterangan
1	Layak untuk digunakan tanpa revisi	
2	Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran	
3	Tidak layak untuk digunakan	

Madiun,2024
Validator Ahli

(.....)
NIP.

Lampiran 17. Hasil Angket Ahli Materi

Validator	Pernyataan															Total Skor Validator	Total Skor Max	Persentase Validasi	Persentase Validasi Gabungan
	Aspek Materi									Aspek Bahasa		Aspek Penyajian							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
I	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5	4	67	75	89,33%	94,66%
II	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	73	75	97,33%	
III	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	72	75	96%	
IV	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	71	75	94,66%	
V	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	72	75	96%	

Lampiran 18. Lembar Validasi Angket Ahli Materi

**LEMBAR VALIDASI ANGKET AHLI MATERI
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT,
OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Suhu dan Kalor
Nama Validator :
Instansi :

A. Tujuan

Instrumen penelitian ini bertujuan guna menilai kelayakan perangkat pembelajaran berdasarkan aspek kevalidan.

B. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu dapat memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan.

C. Penilaian

No	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	Petunjuk lembar pengisian dinyatakan dengan jelas.					
2	Kalimat pernyataan mudah dipahami.					
3	Kesesuaian pernyataan dengan indikator angket ahli materi .					
4	Kalimat menggunakan Bahasa yang baik dan benar.					
5	Pernyataan yang diajukan dapat mengungkapkan respon ahli materi terhadap E-Modul yang dikembangkan.					

Saran:

Madiun, 2024

Validator Ahli

(.....)

NIP.

Lampiran 19. Hasil Validasi Angket Ahli Materi

Validator	Pernyataan					Total Skor Validator	Total Skor Max	Presentase Validasi	Presentase Validasi Gabungan
	1	2	3	4	5				
I	5	4	4	5	5	23	25	92%	92,8%
II	5	4	4	5	4	22	25	88%	
III	5	5	5	5	4	24	25	96%	
IV	5	5	4	4	5	23	25	92%	
V	5	5	5	5	4	24	25	96%	

Lampiran 20. Kisi-Kisi Angket Ahli Media

**KISI-KISI ANGKET AHLI MEDIA
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT,
OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

Kriteria	Indikator	Nomor soal
Kriteria produk	Kondisi Fisik	1, 2, dan 4
	Kualitas Media	3
Desain visual	Kejelasan gambar	5, 6, 8 dan 9
	Kejelasan suara	7
	Ketepatan ukuran huruf	11, 12, 13 dan 14
Kualitas E-Modul	E-Modul yang baik	10 dan 17
	Kemudahan penggunaan	16, 18, 19 dan 20
JUMLAH		20

Lampiran 21. Lembar Angket Ahli Media

LEMBAR ANGKET AHLI MEDIA
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT, OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR

Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Suhu dan Kalor
 Nama Validator :
 Instansi :

A. Tujuan

Instrumen penelitian ini bertujuan guna menilai kelayakan perangkat pembelajaran berdasarkan aspek kevalidan.

B. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu dapat memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan.

C. Penilaian

No	Aspek Penilaian	Penilaian				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
KRITERIA PRODUK						
1	Layar pembuka pada E-Modul					
2	Media mudah digunakan					
3	Daya tahan atau keawetan media E-Modul					
4	Desain media menarik					

DESAIN VISUAL						
5	Ketepatan pemilihan gambar dan keterangan pada E-Modul					
6	Kesesuaian video terhadap materi					
7	Kejelasan audio pada media					
8	Kejelasan video pada media					
9	Kemenarikan pemilihan gambar dan warna					
10	Kemenarikan penggunaan E-Modul					
11	Kesesuaian letak huruf dalam E-Modul					
12	Ukuran gambar yang digunakan proporsional					
13	Ketepatan warna huruf atau kalimat pada E-Modul					
14	Kesesuaian jenis dan ukuran huruf pada E-Modul					
15	Kemudahan membaca huruf dalam E-Modul					
KUALITAS E-MODUL						
16	Kemudahan dalam penggunaan media E-Modul					
17	Kemenarikan media E-Modul					
18	Mempermudah siswa untuk mengingat materi					
19	Penyajian media mampu mengembangkan belajar siswa					
20	Penyajian media mampu memberikan gambaran materi yang konkret					

Saran:

Kesimpulan:

Secara umum kualitas bahan ajar berbentuk E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada materi suhu dan kalor

No	Kelayakan	Keterangan
1	Layak untuk digunakan tanpa revisi	
2	Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran	
3	Tidak layak untuk digunakan	

Madiun,2024

Validator Ahli

(.....)

NIP.

Lampiran 22. Hasil Angket Ahli Media

Validator	Nomor Pernyataan																				Total Skor Validator	Total Skor Max	Presentase Validasi	Presentase Validasi Gabungan
	Kriteria Produk				Desain Visual											Kualitas E-Modul								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
I	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	92	100	92%	95,4%
II	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	97	100	97%	
III	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	95	100	95%	
IV	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	96	100	96%	
V	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	97	100	97%	

Lampiran 23. Lembar Validasi Ahli Media

**LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT,
OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Suhu dan Kalor
Nama Validator :
Instansi :

A. Tujuan

Instrumen penelitian ini bertujuan guna menilai kelayakan perangkat pembelajaran berdasarkan aspek kevalidan.

B. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu dapat memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan.

C. Penilaian

No	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	Petunjuk lembar pengisian dinyatakan dengan jelas.					
2	Kalimat pernyataan mudah dipahami.					
3	Kesesuaian pernyataan dengan indikator angket ahli media.					

4	Kalimat menggunakan Bahasa yang baik dan benar.					
5	Pernyataan yang diajukan dapat mengungkapkan respon ahli media terhadap E-Modul yang dikembangkan.					

Saran:

Kesimpulan:

Secara umum kualitas bahan ajar berbentuk E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada materi suhu dan kalor

No	Kelayakan	Keterangan
1	Layak untuk digunakan tanpa revisi	
2	Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran	
3	Tidak layak untuk digunakan	

Madiun,2024

Validator Ahli

(.....)
NIP.

Lampiran 24. Kisi-Kisi Angket Respon Siswa

Kisi-Kisi Angket Respon Siswa

No	Aspek Penilaian	Indikator		No Soal
1	Kemudahan dalam memahami materi	+	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar materi suhu dan kalor	1
		-	E-Modul ini menjadikan saya sulit memahami materi suhu dan kalor	2
2	Kemandirian belajar	+	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar suhu dan kalor sesuai dengan kemampuan saya	3
		-	E-Modul ini menjadikan saya sulit dalam belajar suhu dan kalor tanpa bantuan orang lain	4
3	Keaktifan belajar	+	E-Modul ini mendorong saya untuk selalu belajar	5
		-	E-Modul ini membuat saya malas untuk belajar	6
		+	Saya sangat tertarik untuk mengerjakan soal - soal yang terdapat dalam E-Modul	7
		-	Soal - soal dalam E-Modul ini membingungkan	8
4	Minat belajar	+	Saya tertarik belajar suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini	9
		+	E-Modul ini meningkatkan minat belajar saya untuk mempelajari materi suhu dan kalor	10
		-	Saya merasa bosan belajar materi suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini	11
		-	E-Modul ini membuat saya merasa malas belajar fisika karena terlalu banyak bacaan	12
5	Penyajian E-Modul	+	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul jelas dan mudah saya pahami	13
		-	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul tidak jelas dan tidak dapat saya pahami	14
		+	Materi yang disajikan menggunakan bahasa sederhana	15
		-	Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sulit dipahami	16
6	Penggunaan E-Modul	+	E-Modul ini dapat saya gunakan di sekolah maupun diluar sekolah	17

		-	E-Modul ini sulit saya gunakan disekolah maupun diluar sekolah	18
7	Muatan POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)	+	E-Modul ini membantu saya memahami materi suhu dan kalor yang dihubungkan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)	19
		-	E-Modul ini membuat saya bingung karena berhubungan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)	20

Skala Penskoran Angket

Positif		Negatif	
Skor	Skala	Skor	Skala
5 :	Sangat Baik	5 :	Sangat Baik
4 :	Baik	4 :	Baik
3 :	Cukup Baik	3 :	Cukup Baik
2 :	Tidak Baik	2 :	Tidak Baik
1 :	Sangat Tidak Baik	1 :	Sangat Tidak Baik

Lampiran 25. Lembar Validasi Angket Respon Siswa

LEMBAR VALIDASI ANGKET RESPON SISWA
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT, OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR

A. Identitas Validator

Nama :
 Jabatan :
 Instansi :

B. Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

1. Bapak/Ibu dapat memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan.

C. Penilaian

No	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	Petunjuk lembar pengisian dinyatakan dengan jelas.					
2	Kalimat pernyataan mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda.					
3	Kalimat menggunakan Bahasa yang baik dan benar.					
4	Kesesuaian pernyataan dengan indikator angket respon siswa.					
5	Pernyataan yang diajukan dapat mengungkapkan respon siswa terhadap E-Modul yang dikembangkan.					

Saran:

Kesimpulan:

Secara umum kualitas bahan ajar berbentuk E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada materi suhu dan kalor

No	Kelayakan	Keterangan
1	Layak untuk digunakan tanpa revisi	
2	Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran	
3	Tidak layak untuk digunakan	

Madiun,2024

Validator Ahli

(.....)
NIP.

Lampiran 26. Hasil Validasi Lembar Angket Respon Siswa

Validator	Skor					Total Skor Validator	Total Skor Max	Presentase Validasi	Presentase Validasi Gabungan
	1	2	3	4	5				
I	5	5	4	5	5	24	25	96%	92%
II	5	4	4	5	4	22	25	88%	
III	4	5	5	4	5	23	25	92%	
IV	5	4	5	4	4	22	25	88%	
V	5	5	5	5	4	24	25	96%	

Lampiran 27. Lembar Angket Respon Siswa

LEMBAR ANGKET RESPON SISWA
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT, OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR

A. Identitas

Nama :

Kelas :

B. Tujuan

Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap tingkat kepraktisan dari penggunaan E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada materi suhu dan kalor

C. Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

1. Siswa dapat memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Berikan catatan pada kolom saran dan perbaikan pada tempat yang telah disediakan.
4. Atas bantuan Anda dalam mengisi lembar angket respon ini saya ucapkan terima kasih.

D. Penilaian

No	Pernyataan	Respon				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar materi suhu dan kalor					
2	E-Modul ini menjadikan saya sulit memahami materi suhu dan kalor					
3	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar suhu dan kalor sesuai dengan kemampuan saya					

4	E-Modul ini menjadikan saya sulit dalam belajar suhu dan kalor tanpa bantuan orang lain					
5	E-Modul ini mendorong saya untuk selalu belajar					
6	E-Modul ini membuat saya malas untuk belajar					
7	Saya sangat tertarik untuk mengerjakan soal - soal yang terdapat dalam E-Modul					
8	Soal - soal dalam E-Modul ini membingungkan					
9	Saya tertarik belajar suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini					
10	E-Modul ini meningkatkan minat belajar saya untuk mempelajari materi suhu dan kalor					
11	Saya merasa bosan belajar materi suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini					
12	E-Modul ini membuat saya merasa malas belajar fisika karena terlalu banyak bacaan					
13	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul jelas dan mudah saya pahami					
14	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul tidak jelas dan tidak dapat saya pahami					
15	Materi yang disajikan menggunakan bahasa sederhana					
16	Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sulit dipahami					
17	E-Modul ini dapat saya gunakan di sekolah maupun diluar sekolah					
18	E-Modul ini sulit saya gunakan disekolah maupun diluar sekolah					
19	E-Modul ini membantu saya memahami materi suhu dan kalor yang dihubungkan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)					
20	E-Modul ini membuat saya bingung karena berhubungan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)					

Saran:

Madiun,2024

Siswa

(.....)

Lampiran 28. Daftar Nama Peserta Uji Coba Terbatas

No	NAMA	L/P
1	Aditama Arbi Ramadhani	L
2	Alifatul Nur Azizah	P
3	Aprilistya Sasiska Bella	P
4	Arya Diangga Nouvarizky	L
5	Elrika Aprilian Widyarto	P
6	Farel Ramadani	L
7	Nadya Cholisah Rohmah	P
8	Radit Fahtu Naja	L
9	Rakha Helga Adie Wiryawan	L
10	Tia Rahma Dwi Suprpto	P

Lampiran 29. Lembar Angket Respon Siswa pada Uji Terbatas

**LEMBAR ANGKET RESPON SISWA
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT,
OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

A. Identitas

Nama : APRILISTYA S.B.
Kelas : XI C

B. Tujuan

Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap tingkat kepraktisan dari penggunaan E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada materi suhu dan kalor

C. Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

1. Siswa dapat memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Berikan catatan pada kolom saran dan perbaikan pada tempat yang telah disediakan.
4. Atas bantuan Anda dalam mengisi lembar angket respon ini saya ucapkan terima kasih.

D. Penilaian

No	Pernyataan	Respon				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar materi suhu dan kalor	✓				
2	E-Modul ini menjadikan saya sulit memahami materi suhu dan kalor	✓				
3	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar suhu dan kalor sesuai dengan kemampuan saya	✓				
4	E-Modul ini menjadikan saya sulit dalam belajar suhu dan kalor tanpa bantuan orang lain				✓	

5	E-Modul ini mendorong saya untuk selalu belajar	✓				
6	E-Modul ini membuat saya malas untuk belajar				✓	
7	Saya sangat tertarik untuk mengerjakan soal - soal yang terdapat dalam E-Modul	✓				
8	Soal - soal dalam E-Modul ini membingungkan			✓		
9	Saya tertarik belajar suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini	✓				
10	E-Modul ini meningkatkan minat belajar saya untuk mempelajari materi suhu dan kalor	✓				
11	Saya merasa bosan belajar materi suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini			✓		
12	E-Modul ini membuat saya merasa malas belajar fisika karena terlalu banyak bacaan			✓		
13	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul jelas dan mudah saya pahami	✓				
14	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul tidak jelas dan tidak dapat saya pahami			✓		
15	Materi yang disajikan menggunakan bahasa sederhana	✓				
16	Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sulit dipahami			✓		
17	E-Modul ini dapat saya gunakan di sekolah maupun diluar sekolah	✓				
18	E-Modul ini sulit saya gunakan disekolah maupun diluar sekolah		✓			
19	E-Modul ini membantu saya memahami materi suhu dan kalor yang dihubungkan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)	✓				
20	E-Modul ini membuat saya bingung karena berhubungan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)			✓		

Saran:

Dengan penggunaan E-modul ini saya dapat memahami materi - materi dengan baik. Semoga ke depannya lebih baik lagi

Madiun, 13 Mei2024

Siswa



(APRILISTYA S.B.)

**LEMBAR ANKET RESPON SISWA
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT,
OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

A. Identitas

Nama : Pakha Helga Adie Wiryawon
Kelas : XI-C

B. Tujuan

Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap tingkat kepraktisan dari penggunaan E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada materi suhu dan kalor

C. Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

1. Siswa dapat memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Berikan catatan pada kolom saran dan perbaikan pada tempat yang telah disediakan.
4. Atas bantuan Anda dalam mengisi lembar angket respon ini saya ucapkan terima kasih.

D. Penilaian

No	Pernyataan	Respon				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar materi suhu dan kalor	✓				
2	E-Modul ini menjadikan saya sulit memahami materi suhu dan kalor					✓
3	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar suhu dan kalor sesuai dengan kemampuan saya		✓			
4	E-Modul ini menjadikan saya sulit dalam belajar suhu dan kalor tanpa bantuan orang lain				✓	

5	E-Modul ini mendorong saya untuk selalu belajar	✓				
6	E-Modul ini membuat saya malas untuk belajar				✓	
7	Saya sangat tertarik untuk mengerjakan soal - soal yang terdapat dalam E-Modul	✓				
8	Soal - soal dalam E-Modul ini membingungkan		✓			
9	Saya tertarik belajar suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini	✓				
10	E-Modul ini meningkatkan minat belajar saya untuk mempelajari materi suhu dan kalor	✓				
11	Saya merasa bosan belajar materi suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini		✓			
12	E-Modul ini membuat saya merasa malas belajar fisika karena terlalu banyak bacaan	✓				
13	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul jelas dan mudah saya pahami	✓				
14	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul tidak jelas dan tidak dapat saya pahami		✓			
15	Materi yang disajikan menggunakan bahasa sederhana	✓				
16	Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sulit dipahami			✓		
17	E-Modul ini dapat saya gunakan di sekolah maupun diluar sekolah	✓				
18	E-Modul ini sulit saya gunakan disekolah maupun diluar sekolah		✓			
19	E-Modul ini membantu saya memahami materi suhu dan kalor yang dihubungkan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)	✓				
20	E-Modul ini membuat saya bingung karena berhubungan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)		✓			

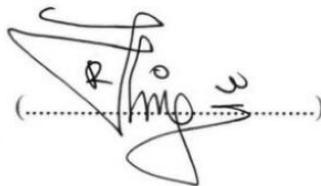
Saran:

lebih diberikan banyak contoh soal dg berbagai variasi
supaya saat menemui soal serupa dg variasi yg agak berbeda
tidak bingung dalam mengerjakan, dikarenakan sudah ada
contoh soalnya, tidak cuma Rumus.

Madiun, 13 Mei2024

Siswa

(.....)



Lampiran 30. Hasil Angket Respon Siswa Pada Uji Coba Terbatas

Responden	Skor Responden	Jumlah Skor Maksimal	Presentase Kepraktisan
AAR	78	100	78%
ANA	84	100	84%
ASB	81	100	81%
ADN	91	100	91%
EAW	88	100	88%
FR	81	100	81%
NCR	82	100	82%
RFV	88	100	88%
RHA	82	100	82%
TRD	84	100	84%
Jumlah	839	1000	
Presentase Gabungan		83,9%	
Kategori: Sangat Praktis			

Lampiran 31. Daftar Nama Peserta Uji Lapangan

No	NAMA	L/P
1	Abel Voura Ghea Adefika	P
2	Aditya Maulana Akbar	L
3	Allendra Kalingga Jati	L
4	Andynita Chelsilia Henidar	P
5	Anjas Bagus Saputra	L
6	Arendra Mukti Wijaya	L
7	Arya Karunia Pratama	L
8	Bunga Amelia Evayanti	P
9	Cahaya Novitasari	P
10	Citra Kahrisma Dewi	P
11	Dava Dona Ardana	L
12	Delva Kristania Yura	P
13	Dhea Putri Rahmadani	P
14	Eko Cahyono	L
15	Erika Revy Ramadhani	P
16	Fachrudin Johan Anshori	L
17	Habidah Anggi Suryanik	P
18	Herlinata Nur Permadani	P
19	Jessica Putri Caesaria	P
20	Jusuf Mahendra Kusuma	L
21	Leonita Lintang Ardiati	P
22	Luthfiana Hanifatul Kharisa	P
23	Muhammad Rafliansyah	L
24	Nadine Azzahra	P
25	Niken Dwi Hapsari	P
26	Novia Adelia Putri	P
27	Novina Vataya Dewi	P
28	Oryza Sativa Putri	P
29	Pramesti Aruhia Cahyani	P

30	Radit Arghen Mardiasman	L
31	Salsabila Destyananda Zahra	P
32	Sartika Widyastuti	P
33	Siti Salsa Laely Mahbubah	P
34	Viqi Riski Junaidi	L

Lampiran 32. Lembar Angket Respon Siswa pada Uji Lapangan

**LEMBAR ANGKET RESPON SISWA
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT,
OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

A. Identitas

Nama : Andynita Ehelvita H
Kelas : XI A

B. Tujuan

Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap tingkat kepraktisan dari penggunaan E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada materi suhu dan kalor

C. Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

1. Siswa dapat memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Berikan catatan pada kolom saran dan perbaikan pada tempat yang telah disediakan.
4. Atas bantuan Anda dalam mengisi lembar angket respon ini saya ucapkan terima kasih.

D. Penilaian

No	Pernyataan	Respon				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar materi suhu dan kalor	✓				
2	E-Modul ini menjadikan saya sulit memahami materi suhu dan kalor				✓	
3	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar suhu dan kalor sesuai dengan kemampuan saya	✓				
4	E-Modul ini menjadikan saya sulit dalam belajar suhu dan kalor tanpa bantuan orang lain				✓	

5	E-Modul ini mendorong saya untuk selalu belajar	✓				
6	E-Modul ini membuat saya malas untuk belajar				✓	
7	Saya sangat tertarik untuk mengerjakan soal - soal yang terdapat dalam E-Modul	✓				
8	Soal - soal dalam E-Modul ini membingungkan			✓		
9	Saya tertarik belajar suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini	✓				
10	E-Modul ini meningkatkan minat belajar saya untuk mempelajari materi suhu dan kalor	✓				
11	Saya merasa bosan belajar materi suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini			✓		
12	E-Modul ini membuat saya merasa malas belajar fisika karena terlalu banyak bacaan				✓	
13	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul jelas dan mudah saya pahami	✓				
14	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul tidak jelas dan tidak dapat saya pahami				✓	
15	Materi yang disajikan menggunakan bahasa sederhana	✓				
16	Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sulit dipahami				✓	
17	E-Modul ini dapat saya gunakan di sekolah maupun diluar sekolah	✓				
18	E-Modul ini sulit saya gunakan di sekolah maupun diluar sekolah				✓	
19	E-Modul ini membantu saya memahami materi suhu dan kalor yang dihubungkan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)	✓				
20	E-Modul ini membuat saya bingung karena berhubungan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)					✓

Saran:

Sangat baik, ramah, menyenangkan, mudah untuk dipahami.
E modulnya juga enak untuk dipelajari. Semangat untuk
Ibu-Ibu gurunya 😊💖

Madiun, 13 Mei 2024

Siswa

(Andyn)



**LEMBAR ANGKET RESPON SISWA
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT,
OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

A. Identitas

Nama : ERIKA REVY R
Kelas : XI A

B. Tujuan

Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap tingkat kepraktisan dari penggunaan E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) pada materi suhu dan kalor

C. Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

1. Siswa dapat memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Berikan catatan pada kolom saran dan perbaikan pada tempat yang telah disediakan.
4. Atas bantuan Anda dalam mengisi lembar angket respon ini saya ucapkan terima kasih.

D. Penilaian

No	Pernyataan	Respon				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar materi suhu dan kalor	✓				
2	E-Modul ini menjadikan saya sulit memahami materi suhu dan kalor				✓	
3	E-Modul ini memudahkan saya dalam belajar suhu dan kalor sesuai dengan kemampuan saya	✓				
4	E-Modul ini menjadikan saya sulit dalam belajar suhu dan kalor tanpa bantuan orang lain				✓	

5	E-Modul ini mendorong saya untuk selalu belajar	✓				
6	E-Modul ini membuat saya malas untuk belajar				✓	
7	Saya sangat tertarik untuk mengerjakan soal - soal yang terdapat dalam E-Modul			✓		
8	Soal - soal dalam E-Modul ini membingungkan					✓
9	Saya tertarik belajar suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini	✓				
10	E-Modul ini meningkatkan minat belajar saya untuk mempelajari materi suhu dan kalor	✓				
11	Saya merasa bosan belajar materi suhu dan kalor menggunakan E-Modul ini				✓	
12	E-Modul ini membuat saya merasa malas belajar fisika karena terlalu banyak bacaan				✓	
13	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul jelas dan mudah saya pahami	✓				
14	Bacaan, tulisan dan gambar yang terdapat dalam E-Modul tidak jelas dan tidak dapat saya pahami				✓	
15	Materi yang disajikan menggunakan bahasa sederhana	✓				
16	Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sulit dipahami				✓	
17	E-Modul ini dapat saya gunakan di sekolah maupun diluar sekolah	✓				
18	E-Modul ini sulit saya gunakan disekolah maupun diluar sekolah				✓	
19	E-Modul ini membantu saya memahami materi suhu dan kalor yang dihubungkan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)	✓				
20	E-Modul ini membuat saya bingung karena berhubungan dengan prinsip POE (<i>Predict, Observe and Explain</i>)				✓	

Saran:

E modul ini cukup baik untuk saya mempelajari tentang materi
fisika suhu dan kalor. Prakteknya membuat saya bisa memahami
tentang suhu dan kalor

Madiun, 13 Mei2024
Siswa

ERIK
ERIKA

(.....)

Lampiran 33. Hasil Angket Respon Siswa Pada Uji Lapangan

Responden	Skor Responden	Jumlah Skor Maksimal	Presentase Kepraktisan
AVG	81	100	81%
AMA	86	100	86%
AKJ	85	100	85%
ACH	85	100	85%
ABS	79	100	79%
AMW	76	100	76%
AKP	77	100	77%
BAE	74	100	74%
CN	82	100	82%
CKD	88	100	88%
DDA	86	100	86%
DKY	80	100	80%
DPR	81	100	81%
EC	91	100	91%
ERR	88	100	88%
FJA	85	100	85%
HAS	91	100	91%
HNP	89	100	89%
JPC	80	100	80%
JMK	87	100	87%
LLA	88	100	88%
LHK	89	100	89%
MR	86	100	86%
NA	86	100	86%
NDH	90	100	90%
NAP	85	100	85%
NVD	82	100	82%
OSP	80	100	80%

PAC	84	100	84%
RAM	87	100	87%
SDZ	86	100	86%
SW	79	100	79%
SSLM	86	100	86%
VRJ	88	100	88%
Jumlah	2867	1000	28,67%
Presentase Gabungan		84,32%	
Kategori: Sangat Praktis			

Lampiran 34. Lembar Validasi Soal Test Pemahaman Konsep Siswa

LEMBAR VALIDASI SOAL TEST
PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS POE (*PREDICT, OBSERVE AND EXPLAIN*) PADA MATERI SUHU DAN KALOR

Nama Validator :

Bidang Keahlian :

Instansi :

A. Tujuan

Tujuan penggunaan lembar validasi ini adalah untuk mengukur kevalidan soal test dalam pelaksanaan pembelajaran fisika

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia.
2. Keterangan indikator penilaian:
 - 5 = Sangat Baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup Baik
 - 2 = Tidak Baik
 - 1 = Sangat Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan soal test yang telah dikembangkan.

C. Penilaian

No	Indikator	Skor				
		5	4	3	2	1
		SB	B	CB	TB	STB
1	Butir soal sesuai dengan kisi-kisi					
2	Isi materi sesuai dengan tujuan pembelajaran					
3	Isi materi sesuai dengan jenjang sekolah dan tingkatan kelas					
4	Isi materi sudah dipelajari oleh siswa					
5	Antar butir soal tidak bergantung					
6	Setiap soal dipaparkan dengan jelas					
7	Perintah disetiap soal dirumuskan dengan jelas					

8	Bahasa soal menggunakan Bahasa Indonesia yang benar					
9	Kalimat soal tidak menimbulkan pemahaman ganda					
10	Kalimat soal tidak mengandung kata-kata yang kasar dan menyinggung					

D. Saran dan Perbaikan:

E. Kesimpulan:

Soal test pada materi suhu dan kalor dapat dinyatakan

No	Kelayakan	Keterangan
1	Layak untuk digunakan tanpa revisi	
2	Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran	
3	Tidak layak untuk digunakan	

Madiun,2024
Validator Ahli

(.....)
NIP.

Lampiran 35. Hasil Validasi Soal Test Pemahaman Konsep

Validator	Pernyataan										Total Skor Validator	Total Skor Max	Persentase Validasi	Persentase Validasi Gabungan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
I	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	47	50	94%	88,8%
II	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	46	50	92%	
III	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	43	50	86%	
IV	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	44	50	88%	
V	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	42	50	84%	

Lampiran 36. Kisi-Kisi *Pretest* Pemahaman Konsep

Kisi-Kisi *Pretest* Pemahaman Konsep

No	Indikator Pemahaman Konsep	Indikator	Soal	Nomor Soal
1.	Menafsirkan	Menentukan temperatur air setelah dipanaskan	<p>Air sebanyak 100 gram yang memiliki temperatur 25°C dipanaskan dengan energi sebesar 1.000 kalori, Jika kalor jenis air 1 kal/g°C. tentukanlah temperatur air setelah pemanasan tersebut!</p> <p>A. 10 °C B. 15 °C C. 20 °C D. 30 °C E. 35 °C</p>	1
2.	Mencontohkan	Menyebutkan contoh peristiwa pengkristalan	<p>Dibawah ini yang merupakan contoh peristiwa pengkristalan yang melepaskan kalor dalam kehidupan sehari-hari, kecuali...</p> <p>A. Lilin cair yang didinginkan B. Knalpot yang lama-kelamaan menghitam karena asap yang dikeluarkan. C. Terbentuknya bunga es pada dinding freezer. D. Proses pembuatan garam. E. Pembuatan vetsin atau micin</p>	7

3.	Mengklasifikasikan	Mengklasifikasikan faktor-faktor yang mempengaruhi pemuaian panjang	<p>Perhatikan pernyataan berikut ini:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Panjang mula-mula 2) Perubahan suhu 3) Koefisien muai panjang 4) Warna benda <p>Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya pemuaian panjang karena kenaikan suhu adalah.....</p> <ol style="list-style-type: none"> A. 1), 2), 3) B. 1), 2), 4) C. 1), 3), 4) D. 2), 3), 4) E. Semua benar 	2
		Mengategorikan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kalor dalam menaikkan suhu	<p>Perhatikan data dibawah ini!</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Perubahan suhu 2) Massa zat 3) Kalor jenis zat 4) Ukuran zat 5) Massa jenis zat <p>Faktor-faktor yang memberikan pengaruh terhadap besarnya kalor dalam kegiatan menaikkan suhu suatu benda atau zat yaitu nomor ...</p> <ol style="list-style-type: none"> A. 2), 4) dan 5) B. 1), 4) dan 5) C. 1), 2) dan 3) 	5

			D. 2), 3) dan 4) E. 1), 3) dan 5)	
		Mengelompokkan cara perpindahan panas	Perhatikan data dibawah ini! 1) Menjemur padi pada siang hari 2) Udara dingin saat dibawah AC 3) Tusuk sate dari jeruji besi terasa panas saat dipegang 4) Tubuh terasa hangat saat di sekitar api unggun 5) Terjadinya angin darat dan angin laut Cara perpindahan panas secara radiasi pada peristiwa tersebut ditunjukkan oleh nomor A. 1) dan 2) B. 1) dan 4) C. 1) dan 5) D. 2) dan 3) E. 3) dan 5)	10
4.	Merangkum	-	-	-
5.	Menyimpulkan	Menjelaskan perpindahan kalor antara dua benda dengan suhu berbeda	Risa mencelupkan sendoknya ke susu coklat panas untuk mengaduknya agar rasa manis merata keseluruhan susu coklat tersebut akan tetapi kemudian Risa merasa bahwa sendoknya berubah menjadi panas. Uraian langkah perubahan suhu pada sendok tersebut yang tepat adalah ...	6

			<p>A. Suhu sendok lebih tinggi dari pada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari air ke sendok</p> <p>B. Suhu sendok lebih rendah dari pada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari sendok ke air</p> <p>C. Suhu sendok lebih rendah dari pada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari sendok ke air</p> <p>D. Suhu sendok lebih tinggi daripada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari sendok ke air</p> <p>E. Suhu sendok lebih rendah dari pada susu coklat sehingga energi panas mengalir dari air ke sendok</p>	
6.	Membandingkan	Mengidentifikasi perbandingan massa es dan air agar suhu campuran mencapai target.	<p>A gram es batu bersuhu -10°C dicampur dengan air sebanyak B gram yang bersuhu 10°C. Jika campuran tersebut diharapkan memiliki suhu 5°C, maka perbandingan antara massa A dan B adalah . . .</p> <p>A. $1/18$</p> <p>B. $1/9$</p> <p>C. $1/6$</p> <p>D. $1/3$</p> <p>E. $1/1$</p>	4
		Membandingkan waktu pemanasan air dalam wadah berbeda	<p>Dengan nyala api yang sama untuk memanaskan 2 liter air dengan wadah beker glass dibutuhkan waktu lebih lama dari pada pemanasan dengan wadah panci aluminium hal ini disebabkan ...</p>	8

			<p>A. Kalor jenis air lebih tinggi dari pada kalor jenis beker glass</p> <p>B. Kapasitas kalor beker glass lebih besar dari pada kapasitas kalor panci aluminium</p> <p>C. Kalor jenis air lebih rendah dari pada kalor jenis aluminium</p> <p>D. Kalor jenis air lebih rendah dari pada kalor jenis beker glass</p> <p>E. Kapasitas kalor beker glass lebih kecil dari pada kapasitas kalor panci aluminium.</p>	
7.	Menjelaskan	Menjelaskan fenomena pemuaian logam berbentuk lempeng lingkaran	<p>Logam berbentuk lempeng lingkaran yang terdapat lubang di bagian tengah akan mengalami pemuaian hingga tidak terdapat lubang. Hal tersebut . . .</p> <p>A. Dapat terjadi karena logam mempunyai ke arah lubang</p> <p>B. Tidak dapat terjadi karena logam keterbatasan ruang pada lubang sehingga mempunyai ke arah luar</p> <p>C. Tidak dapat terjadi karena perbedaan suhu pada lubang relatif konstan sehingga memuai ke arah luar</p> <p>D. Dapat terjadi karena logam memuai ke segala arah</p> <p>E. Tidak dapat terjadi karena kalor tidak mengalir ke arah dalam sehingga memuai ke arah luar</p>	3

		Mengartikan proses transfer energi yang terjadi saat air dipanaskan	<p>Perhatikan gambar ini!</p>  <p>Ketika air dipanaskan maka terjadi proses transfer energi dari satu zat ke zat lainnya yang disertai perpindahan suhu, peristiwa ini disebut...</p> <ul style="list-style-type: none">A. SuhuB. KalorC. Transfer energiD. Koefesien kalorE. Kohesi	9
--	--	---	---	---

Lampiran 37. Lembar Soal *Pretest* Pemahaman Konsep

**SOAL PRETEST E-MODUL
SUHU DAN KALOR**



Sekolah : SMAN 1 Nglames Materi : Suhu dan Kalor
 Kelas / Semester : XI / Genap Alokasi Waktu : 15 Menit
 Mata Pelajaran : Fisika Hari, Tanggal :

Nama Siswa :

Kelas :

Nomor Absen :

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- Kerjakan soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksa kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

Soal :

1. Air sebanyak 100 gram yang memiliki temperatur 25°C dipanaskan dengan energi sebesar 1.000 kalori, Jika kalor jenis air $1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$. tentukanlah temperatur air setelah pemanasan tersebut!
 - A. 10°C
 - B. 15°C
 - C. 20°C
 - D. 30°C
 - E. 35°C
2. Perhatikan pernyataan berikut ini:
 - 1) Panjang mula-mula
 - 2) Perubahan suhu
 - 3) Koefisien muai panjang

- 4) Warna benda
 Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya pemuaian panjang karena kenaikan suhu adalah.....
- 1), 2), 3)
 - 1), 2), 4)
 - 1), 3), 4)
 - 2), 3), 4)
 - Semua benar
3. Logam berbentuk lempeng lingkaran yang terdapat lubang di bagian tengah akan mengalami pemuaian hingga tidak terdapat lubang. Hal tersebut . . .
- Dapat terjadi karena logam mempunyai ke arah lubang
 - Tidak dapat terjadi karena logam keterbatasan ruang pada lubang sehingga mempunyai ke arah luar
 - Tidak dapat terjadi karena perbedaan suhu pada lubang relatif konstan sehingga memuai ke arah luar
 - Dapat terjadi karena logam memuai ke segala arah
 - Tidak dapat terjadi karena kalor tidak mengalir ke arah dalam sehingga memuai ke arah luar
4. A gram es batu bersuhu -10°C dicampur dengan air sebanyak B gram yang bersuhu 10°C . Jika campuran tersebut diharapkan memiliki suhu 5°C , maka perbandingan antara massa A dan B adalah . . .
- 1/18
 - 1/9
 - 1/6
 - 1/3
 - 1/1
5. Perhatikan data dibawah ini!
- Perubahan suhu
 - Massa zat
 - Kalor jenis zat
 - Ukuran zat
 - Massa jenis zat
- Faktor-faktor yang memberikan pengaruh terhadap besarnya kalor dalam kegiatan menaikkan suhu suatu benda atau zat yaitu nomor ...
- 2), 4) dan 5)
 - 1), 4) dan 5)
 - 1), 2) dan 3)

- D. 2), 3) dan 4)
E. 1), 3) dan 5)
6. Risa mencelupkan sendoknya ke susu coklat panas untuk mengaduknya agar rasa manis merata keseluruh susu coklat tersebut akan tetapi kemudian Risa merasa bahwa sendoknya berubah menjadi panas.
Uraian langkah perubahan suhu pada sendok tersebut yang tepat adalah ...
- A. Suhu sendok lebih tinggi dari pada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari air ke sendok
B. Suhu sendok lebih rendah dari pada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari sendok ke air
C. Suhu sendok lebih rendah dari pada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari sendok ke air
D. Suhu sendok lebih tinggi daripada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari sendok ke air
E. Suhu sendok lebih rendah dari pada susu coklat sehingga energi panas mengalir dari air ke sendok
7. Dibawah ini yang merupakan contoh peristiwa pengkristalan yang melepaskan kalor dalam kehidupan sehari-hari, kecuali ...
- A. Lilin cair yang didinginkan
B. Knalpot yang lama-kelamaan menghitam karena asap yang dikeluarkan.
C. Terbentuknya bunga es pada dinding freezer.
D. Proses pembuatan garam.
E. Pembuatan vetsin atau micin
8. Dengan nyala api yang sama untuk memanaskan 2 liter air dengan wadah beker glass dibutuhkan waktu lebih lama dari pada pemanasan dengan wadah panci aluminium hal ini disebabkan ...
- A. Kalor jenis air lebih tinggi dari pada kalor jenis beker glass
B. Kapasitas kalor beker glass lebih besar dari pada kapasitas kalor panci aluminium
C. Kalor jenis air lebih rendah dari pada kalor jenis aluminium
D. Kalor jenis air lebih rendah dari pada kalor jenis beker glass
E. Kapasitas kalor beker glass lebih kecil dari pada kapasitas kalor panci aluminium.

9. Perhatikan gambar ini!



Ketika air dipanaskan maka terjadi proses transfer energi dari satu zat ke zat lainnya yang disertai perpindahan suhu, peristiwa ini disebut...

- A. Suhu
- B. Kalor
- C. Transfer energi
- D. Koefisien kalor
- E. Kohesi

10. Perhatikan data dibawah ini!

- 1) Menjemur padi pada siang hari
- 2) Udara dingin saat dibawah AC
- 3) Tusuk sate dari jeruji besi terasa panas saat dipegang
- 4) Tubuh terasa hangat saat di sekitar api unggun
- 5) Terjadinya angin darat dan angin laut

Cara perpindahan panas secara radiasi pada peristiwa tersebut ditunjukkan oleh nomor

- A. 1) dan 2)
- B. 1) dan 4)
- C. 1) dan 5)
- D. 2) dan 3)
- E. 3) dan 5)

SELAMAT MENGERJAKAN 😊

Lampiran 38. Lembar Jawaban Soal *Pretest* Pemahaman Konsep

**LEMBAR JAWABAN *PRETEST* E-MODUL
SUHU DAN KALOR**



Mata Pelajaran : Fisika Alokasi Waktu : 15 Menit
 Materi : Suhu dan Kalor Hari, Tanggal :
 Kelas / Semester : XI / Genap

Nama Siswa :

Kelas :

Nomor Absen :

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksa kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

1.	A	B	C	D	E
2.	A	B	C	D	E
3.	A	B	C	D	E
4.	A	B	C	D	E
5.	A	B	C	D	E
6.	A	B	C	D	E
7.	A	B	C	D	E
8.	A	B	C	D	E
9.	A	B	C	D	E
10.	A	B	C	D	E

Lampiran 39. Kunci Jawaban *Pretest* Pemahaman Konsep

1.	E	6.	E
2.	A	7.	A
3.	C	8.	B
4.	A	9.	B
5.	C	10.	B

Lampiran 40. Pengisian Soal *Pretest* Uji Coba Terbatas

40


**LEMBAR JAWABAN PRETEST E-MODUL
SUHU DAN KALOR**


Mata Pelajaran : Fisika Alokasi Waktu : 15 Menit
Materi : Suhu dan Kalor Hari, Tanggal :
Kelas / Semester : XI / Genap

Nama Siswa : Aditama Arbi R

Kelas : XI-L

Nomor Absen : 01

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E
- Periksalah kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

1.	A	B	C	D	E
2.	A	B	C	D	E
3.	A	B	C	D	E
4.	A	B	C	D	E
5.	A	B	C	D	E
6.	A	B	C	D	E
7.	A	B	C	D	E
8.	A	B	C	D	E
9.	A	B	C	D	E
10.	A	B	C	D	E

70



**LEMBAR JAWABAN PRETEST E-MODUL
SUHU DAN KALOR**



Mata Pelajaran : Fisika Alokasi Waktu : 15 Menit
Materi : Suhu dan Kalor Hari, Tanggal :
Kelas / Semester : XI / Genap

Nama Siswa : APRILISTYA S.B.

Kelas : XI C

Nomor Absen : 04.

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksa kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

1.	A	B	C	D	E
2.	A	B	C	D	E
3.	A	B	C	D	E
4.	A	B	C	D	E
5.	A	B	C	D	E
6.	A	B	C	D	E
7.	A	B	C	D	E
8.	A	B	C	D	E
9.	A	B	C	D	E
10.	A	B	C	D	E

Lampiran 41. Pengisian Soal *Pretest* Uji Lapangan

20


**LEMBAR JAWABAN *PRETEST* E-MODUL
SUHU DAN KALOR**


Mata Pelajaran : Fisika Alokasi Waktu : 15 Menit
Materi : Suhu dan Kalor Hari, Tanggal :
Kelas / Semester : XI / Genap

Nama Siswa : *Novia Adela P*

Kelas : *XI A*

Nomor Absen : *26*

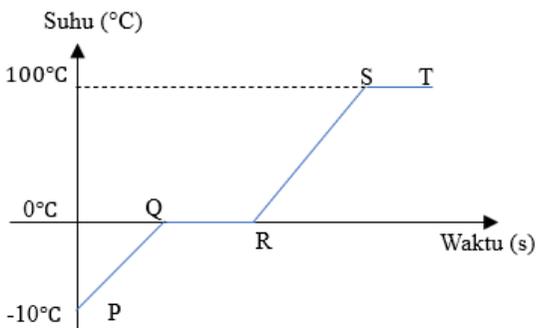
Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksa kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

1.	A	B	C	D	E
2.	A	B	C	D	E
3.	A	B	C	D	E
4.	A	B	C	D	E
5.	A	B	C	D	E
6.	A	B	C	D	E
7.	A	B	C	D	E
8.	A	B	C	D	E
9.	A	B	C	D	E
10.	A	B	C	D	E

Lampiran 42. Kisi-Kisi *Posttest* Pemahaman Konsep

Kisi-Kisi *Posttest* Pemahaman Konsep

No	Indikator Pemahaman Konsep	Indikator	Soal	Nomor Soal
1.	Menafsirkan	Menganalisis konsep perpindahan energi	Energi yang berpindah dari benda yg suhunya lebih tinggi ke benda yg suhunya lebih rendah ketika kedua benda bersentuhan disebut.. A. Kalor B. Suhu C. Massa jenis D. Suhu E. Termometer	1
		Menguraikan besar kalor yang diperlukan dalam proses perpindahan kalor	Perhatikan diagram kalor berikut ini! 	4

			<p>Jika kalor jenis es $2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor lebur es $340000 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$, kalor jenis air $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, maka besar kalor yang diperlukan 300 gram es pada proses P ke Q adalah ...</p> <p>A. 108300 J B. 102000 J C. 6300 J D. 2100 J E. 4200 J</p>	
2.	Mencontohkan	Mendemostrasikan aplikasi konveksi dalam kehidupan sehari-hari	<p>Di bawah ini merupakan contoh aplikasi konveksi dalam kehidupan sehari-hari kecuali ...</p> <p>A. Sinar matahari sampai ke bumi B. Air mendidik ketika dipanaskan C. Angin laut D. Angin darat E. Cerobong asap</p>	10
3.	Mengklasifikasikan	Mengelompokkan jenis zat padat dan cair	<p>Perhatikan zat-zat berikut!</p> <p>1) Gula pasir 2) Serbuk besi 3) Air 4) Kapur 5) Tembaga 6) Susu coklat</p>	2

			<p>Berdasarkan zat-zat di atas, yang bukan merupakan zat padat dan cair adalah nomor</p> <p>A. (1) dan (2) B. (1) dan (4) C. (4) dan (5) D. (5) dan (6) E. (3) dan (6)</p>	
4.	Merangkum	-	-	-
5.	Menyimpulkan	Menyimpulkan hubungan antara kalor dan suhu benda	<p>Kalor dan suhu benda memiliki hubungan sebagaimana pernyataan berikut, kecuali ...</p> <p>A. Jumlah kalor yang sedikit membuat suhu benda rendah B. Semakin sedikit jumlah kalor, semakin tinggi suhu bendanya C. Semakin banyak jumlah kalor, semakin tinggi suhu bendanya D. Jumlah kalor dapat menentukan suhu benda E. Semakin banyak jumlah suhu, semakin banyak jumlah kalor</p>	3
		Menyusun ringkasan keadaan akhir dari es dan air dalam kondisi adiabatik	<p>Sebanyak 500 g es diletakkan pada wadah yang berisi 100 g air bersuhu 0°C. Keduanya dikondisikan pada keadaan adiabatik, maka . . .</p> <p>A. Keadaan air dan es tetap B. Es mencair sebanyak 100 gram</p>	6

			<p>C. Air membeku sebanyak 50 gram</p> <p>D. Seluruhnya menjadi es</p> <p>E. Seluruhnya menjadi air</p>											
		<p>Menyimpulkan sifat konduktor dan isolator dari berbagai bahan</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bahan</th> <th>Koefisien Konduktivitas (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kaca</td> <td>1,05</td> </tr> <tr> <td>Kayu</td> <td>0,016</td> </tr> <tr> <td>Tembaga</td> <td>380</td> </tr> <tr> <td>Baju</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, cermati pernyataan-pernyataan berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Kaca jenis isolator yang baik 2) Baju lebih cepat menghantarkan panas dibandingkan dengan tembaga 3) Kayu isolator yang lebih baik dibandingkan dengan kaca 4) Tembaga adalah konduktor yang paling baik <p>Pernyataan yang tepat ditunjukkan oleh nomor . . .</p> <ol style="list-style-type: none"> A. 1), 3) dan 4) B. 1), 2) dan 4) C. 1), 2) dan 4) D. 2) dan 3) E. 2) dan 4) 	Bahan	Koefisien Konduktivitas (W/mK)	Kaca	1,05	Kayu	0,016	Tembaga	380	Baju	40	9
Bahan	Koefisien Konduktivitas (W/mK)													
Kaca	1,05													
Kayu	0,016													
Tembaga	380													
Baju	40													

6.	Membandingkan	Perbandingan laju kalor yang dipancarkan oleh sebuah benda hitam	Perbandingan laju kalor yang dipancarkan oleh sebuah benda hitam yang bersuhu 6000 K dan 2000 K adalah ... A. 16 : 3 B. 81 : 1 C. 3 : 4 D. 24 : 5 E. 5 : 3	8
7.	Menjelaskan	Mengartikan proses penyusutan akibat suhu dingin	Perubahan suatu benda yang menjadi berkurangnya panjang, lebar dan luas karena terkena suhu dingin disebut ... A. Penyusutan B. Pembengkakan C. Mencair D. Pemuaian E. Membeku	5
		Memaparkan perubahan wujud	Ketika tangan kita ditetesi dengan spiritus, maka tangan terasa dingin. Hal ini menunjukkan adanya perubahan wujud, yaitu.. A. Spiritus mencair dan memerlukan kalor dari tangan B. Spiritus membeku dan tangan melepaskan kalor C. Tangan menguap dan memerlukan kalor D. Spiritus menyublim dan tangan memerlukan kalor E. Spiritus menguap dan tangan melepaskan kalor	7

Lampiran 43. Lembar Soal *Posttest* Pemahaman Konsep

**SOAL *POSTTEST* E-MODUL
SUHU DAN KALOR**



Sekolah : SMAN 1 Nglames Materi : Suhu dan Kalor
 Kelas / Semester : XI / Genap Alokasi Waktu : 45 Menit
 Mata Pelajaran : Fisika Hari, Tanggal :

Nama Siswa :

Kelas :

Nomor Absen :

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- Kerjakan soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksa kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

Soal :

1. Energi yang berpindah dari benda yg suhunya lebih tinggi ke benda yg suhunya lebih rendah ketika kedua benda bersentuhan disebut..
 - A. Kalor
 - B. Suhu
 - C. Massa jenis
 - D. Suhu
 - E. Termometer

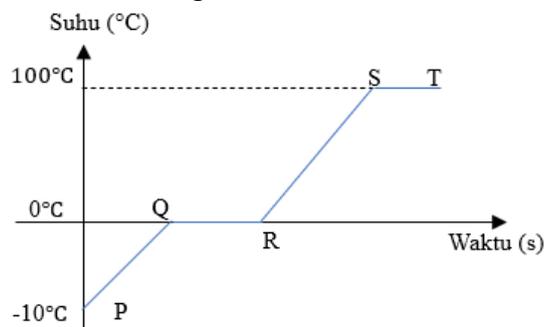
2. Perhatikan zat-zat berikut!
 - 1) Gula pasir
 - 2) Serbuk besi
 - 3) Air

- 4) Kapur
- 5) Tembaga
- 6) Susu cokelat

Berdasarkan zat-zat di atas, yang bukan merupakan zat padat dan cair adalah nomor

- A. (1) dan (2)
 - B. (1) dan (4)
 - C. (4) dan (5)
 - D. (5) dan (6)
 - E. (3) dan (6)
3. Kalor dan suhu benda memiliki hubungan sebagaimana pernyataan berikut, kecuali ...
- A. Jumlah kalor yang sedikit membuat suhu benda rendah
 - B. Semakin sedikit jumlah kalor, semakin tinggi suhu bendanya
 - C. Semakin banyak jumlah kalor, semakin tinggi suhu bendanya
 - D. Jumlah kalor dapat menentukan suhu benda
 - E. Semakin banyak jumlah suhu, semakin banyak jumlah kalor

4. Perhatikan diagram kalor berikut ini!



Jika kalor jenis es $2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor lebur es $340000 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$, kalor jenis air $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, maka besar kalor yang diperlukan 300 gram es pada proses P ke Q adalah ...

- A. 108300 J
- B. 102000 J
- C. 6300 J
- D. 2100 J
- E. 4200 J

5. Perubahan suatu benda yang menjadi berkurangnya panjang, lebar dan luas karena terkena suhu dingin disebut ...
- Penyusutan
 - Pembengkakan
 - Mencair
 - Pemuaian
 - Membeku
6. Sebanyak 500 g es diletakkan pada wadah yang berisi 100 g air bersuhu 0°C . Keduanya dikondisikan pada keadaan adiabatik, maka . . .
- Keadaan air dan es tetap
 - Es mencair sebanyak 100 gram
 - Air membeku sebanyak 50 gram
 - Seluruhnya menjadi es
 - Seluruhnya menjadi air
7. Ketika tangan kita ditetesi dengan spiritus, maka tangan terasa dingin. Hal ini menunjukkan adanya perubahan wujud, yaitu..
- Spiritus mencair dan memerlukan kalor dari tangan
 - Spiritus membeku dan tangan melepaskan kalor
 - Tangan menguap dan memerlukan kalor
 - Spiritus menyublim dan tangan memerlukan kalor
 - Spiritus menguap dan tangan melepaskan kalor
8. Perbandingan laju kalor yang dipancarkan oleh sebuah benda hitam yang bersuhu 6000 K dan 2000 K adalah ...
- 16 : 3
 - 81 : 1
 - 3 : 4
 - 24 : 5
 - 5 : 3

9.

Bahan	Koefisien Konduktivitas (W/mK)
Kaca	1,05
Kayu	0,016
Tembaga	380
Baju	40

Berdasarkan tabel di atas, cermati pernyataan-pernyataan berikut:

- 1) Kaca jenis isolator yang baik
- 2) Baju lebih cepat menghantarkan panas dibandingkan dengan tembaga
- 3) Kayu isolator yang lebih baik dibandingkan dengan kaca
- 4) Tembaga adalah konduktor yang paling baik

Pernyataan yang tepat ditunjukkan oleh nomor . . .

- A. 1), 3) dan 4)
 - B. 1), 2) dan 4)
 - C. 1), 2) dan 4)
 - D. 2) dan 3)
 - E. 2) dan 4)
10. Di bawah ini merupakan contoh aplikasi konveksi dalam kehidupan sehari-hari kecuali ...
- A. Sinar matahari sampai ke bumi
 - B. Air mendidik ketika dipanaskan
 - C. Angin laut
 - D. Angin darat
 - E. Cerobong asap

SELAMAT MENGERJAKAN 😊

Lampiran 44. Lembar Jawaban *Posttest* Pemahaman Konsep

**LEMBAR JAWABAN *POSTTEST* E-MODUL
SUHU DAN KALOR**



Mata Pelajaran : Fisika Alokasi Waktu : 45 Menit
 Materi : Suhu dan Kalor Hari, Tanggal :
 Kelas / Semester : XI / Genap

Nama Siswa :

Kelas :

Nomor Absen :

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksa kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

1.	A	B	C	D	E
2.	A	B	C	D	E
3.	A	B	C	D	E
4.	A	B	C	D	E
5.	A	B	C	D	E
6.	A	B	C	D	E
7.	A	B	C	D	E
8.	A	B	C	D	E
9.	A	B	C	D	E
10.	A	B	C	D	E

Lampiran 45. Kunci Jawaban dan Skor *Posttest* Pemahaman Konsep

1.	A	6.	A
2.	D	7.	E
3.	B	8.	B
4.	C	9.	A
5.	A	10.	A

Lampiran 46. Pengisian Soal *Posttest* Uji Coba Terbatas

60


**LEMBAR JAWABAN *POSTEST* E-MODUL
SUHU DAN KALOR**


Mata Pelajaran : Fisika Alokasi Waktu : 45 Menit
Materi : Suhu dan Kalor Hari, Tanggal :
Kelas / Semester : XI / Genap

Nama Siswa : Radit Fahu Naja

Kelas : XI C

Nomor Absen : 22

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksa kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

1.	<input checked="" type="checkbox"/>	B	C	D	E
2.	A	<input checked="" type="checkbox"/>	C	D	E
3.	A	<input checked="" type="checkbox"/>	C	D	E
4.	<input checked="" type="checkbox"/>	B	C	D	E
5.	<input checked="" type="checkbox"/>	B	C	D	E
6.	<input checked="" type="checkbox"/>	B	C	D	E
7.	A	B	C	D	<input checked="" type="checkbox"/>
8.	A	B	C	D	<input checked="" type="checkbox"/>
9.	<input checked="" type="checkbox"/>	B	C	D	E
10.	A	<input checked="" type="checkbox"/>	C	D	E

90



**LEMBAR JAWABAN *POSTEST* E-MODUL
SUHU DAN KALOR**



Mata Pelajaran : Fisika Alokasi Waktu : 45 Menit
Materi : Suhu dan Kalor Hari, Tanggal :
Kelas / Semester : XI / Genap

Nama Siswa : *Rakha Helga Adie Wiryawan*

Kelas : *XI-C*

Nomor Absen : *23*

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksalah kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

1.	A	B	C	D	E
2.	A	B	C	D	E
3.	A	B	C	D	E
4.	A	B	C	D	E
5.	A	B	C	D	E
6.	A	B	C	D	E
7.	A	B	C	D	E
8.	A	B	C	D	E
9.	A	B	C	D	E
10.	A	B	C	D	E

Lampiran 47. Pengisian Soal *Posttest* Uji Lapangan
**LEMBAR JAWABAN *POSTEST* E-MODUL
SUHU DAN KALOR**


Mata Pelajaran : Fisika Alokasi Waktu : 45 Menit
Materi : Suhu dan Kalor Hari, Tanggal :
Kelas / Semester : XI / Genap

Nama Siswa : MUHAMMAD RAFLIANSYAH

Kelas : XI A

Nomor Absen : 23

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksa kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

1.	A	B	C	D	E
2.	A	B	C	D	E
3.	A	B	C	D	E
4.	A	B	C	D	E
5.	A	B	C	D	E
6.	A	B	C	D	E
7.	A	B	C	D	E
8.	A	B	C	D	E
9.	A	B	C	D	E
10.	A	B	C	D	E



**LEMBAR JAWABAN *POSTEST* E-MODUL
SUHU DAN KALOR**



Mata Pelajaran : Fisika Alokasi Waktu : 45 Menit
Materi : Suhu dan Kalor Hari, Tanggal :
Kelas / Semester : XI / Genap

Nama Siswa : Abel Voura Ghea Adepika

Kelas : XI - A

Nomor Absen : 01

Petunjuk :

- Tulislah terlebih dahulu nama, kelas dan nomor absen pada lembar jawaban.
- Bacalah soal dengan teliti, jika ada yang kurang jelas, tanyakan pada guru.
- *Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E*
- Periksa kembali jawaban yang telah dibuat sebelum dikumpulkan.

1.	X	B	C	D	E
2.	A	B	C	D	E
3.	A	X	C	D	E
4.	A	B	X	D	E
5.	X	B	C	D	E
6.	X	B	C	D	E
7.	A	X	C	D	E
8.	A	X	C	D	E
9.	X	B	C	D	E
10.	X	B	C	D	E

Lampiran 48. Hasil Nilai *Pretest* dan *Posttest* Pada Uji Coba Terbatas

No	Nama	Nilai Siswa	
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	Aditama Arbi Ramadhani	40	70
2	Alifatul Nur Azizah	60	70
3	Aprilistya Sasiska Bella	70	70
4	Arya Diangga Nouvarizky	40	70
5	Elrika Aprilian Widyarto	60	70
6	Farel Ramadani	60	90
7	Nadya Cholisah Rohmah	70	70
8	Radit Fahtu Naja	40	60
9	Rakha Helga Adie Wiryawan	40	90
10	Tia Rahma Dwi Suprpto	50	70
Rata-Rata		5,3	7,3

No	Keterangan	Kelas Uji Coba Terbatas	
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	Jumlah Siswa	10	10
2	Rata-Rata Nilai	53	73
3	Nilai Terendah	40	60
4	Nilai Tertinggi	70	90

Lampiran 49. Hasil Nilai *Pretest* dan *Posttest* Pada Uji Lapangan

No	Nama	Nilai Siswa	
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	Abel Voura Ghea Adefika	90	90
2	Aditya Maulana Akbar	80	80
3	Allendra Kalingga Jati	60	80
4	Andynita Chelsilia Henidar	40	80
5	Anjas Bagus Saputra	70	70
6	Arendra Mukti Wijaya	70	70
7	Arya Karunia Pratama	70	80
8	Bunga Amelia Evayanti	50	80
9	Cahaya Novitasari	50	70
10	Citra Kahrisma Dewi	50	80
11	Dava Dona Ardana	70	60
12	Delva Kristania Yura	90	80
13	Dhea Putri Rahmadani	90	80
14	Eko Cahyono	60	80
15	Erika Revy Ramadhani	70	70
16	Fachrudin Johan Anshori	70	70
17	Habidah Anggi Suryanik	90	80
18	Herlinata Nur Permadani	40	70
19	Jessica Putri Caesaria	70	90
20	Jusuf Mahendra Kusuma	70	70
21	Leonita Lintang Ardiati	60	90
22	Luthfiana Hanifatul Kharisa	70	80
23	Muhammad Rafliansyah	60	60
24	Nadine Azzahra	40	90
25	Niken Dwi Hapsari	70	80
26	Novia Adelia Putri	20	90
27	Novina Vataya Dewi	70	90
28	Oryza Sativa Putri	70	80

29	Pramesti Aruhia Cahyani	90	80
30	Radit Arghen Mardiasman	80	80
31	Salsabila Destyananda Zahra	80	80
32	Sartika Widyastuti	30	90
33	Siti Salsa Laely Mahbubah	70	80
34	Viqi Riski Junaidi	80	90
Rata-Rata		65,88	79,11

No	Keterangan	Kelas Uji Lapangan	
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	Jumlah Siswa	34	34
2	Rata-Rata Nilai	66	79
3	Nilai Terendah	20	60
4	Nilai Tertinggi	90	90

Lampiran 50. Hasil Uji Prasyarat pada Uji Terbatas

1. Uji Normalitas

<i>Tes Kolmogorov-Smirnov Satu Sampel</i>	
	Unstandardized Residual
N	10
Normal Parameters (a,b)	Mean
	,0000000
	Std. Deviation
	8,99960598
Most Extreme Differences	Absolute
	,354
	Positive
	,354
	Negative
	-,273
Kolmogorov-Smirnov Z	1,174
Asymp. Sig. (2-tailed)	,127

a. Distribusi pengujiannya Normal

b. Dihitung dari data

Berdasarkan hasil uji normalitas diketahui nilai signifikansi $0,127 > 0,05$.

Maka dapat disimpulkan bahwa nilai residual berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas Varians

<i>Pretest</i>				
Statistik Levene	df1	df2	Sig.	
2,899	1	18	,106	

a. Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka distribusi data adalah homogen

b. Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka distribusi data adalah tidak homogen

Maka dapat dilihat nilai signifikansi $0,106 > 0,05$ data hasil uji homogen.

Lampiran 51. Hasil Uji Prasyarat pada Uji Lapangan

1. Uji Normalitas

Tes <i>Kolmogorov-Smirnov</i> Satu Sampel		
Unstandardized Residual		
	34	
Normal Parameters (a,b)	Mean	,0000000
	Std. Deviation	8,26820102
Most Extreme Differences	Absolute	,226
	Positive	,175
	Negative	-,226
Kolmogorov-Smirnov Z	1,319	
Asymp. Sig. (2-tailed)	,062	

a. Distribusi pengujian Normal

b. Dihitung dari data

Berdasarkan hasil uji normalitas diketahui nilai signifikansi $0,062 >$

$0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai residual berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas Varians				
Pretest				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
2,655	3	30	,066	

a. Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka distribusi data adalah homogen

b. Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka distribusi data adalah tidak homogen

Maka dapat dilihat nilai signifikansi $0,066 > 0,05$ data hasil uji homogen.

Lampiran 52. Materi Suhu dan Kalor

Materi Suhu dan Kalor

b. Suhu

Suhu adalah suatu besaran untuk mengukur dingin atau panasnya suatu benda yang dapat dirasakan oleh tubuh manusia (Relika, 2022). Suhu dilambangkan dengan huruf “T” dan memiliki satuan internasional (SI) yaitu Kelvin.

1) Alat Ukur Suhu

Alat yang dapat digunakan untuk mengukur suhu suatu zat dengan tepat dan dinyatakan secara kuantitatif disebut termometer. Termometer dibuat berdasarkan sifat dasar suatu bahan yang berubah secara teratur terhadap suhu. Sifat dasar suatu bahan yang berubah secara teratur terhadap suhu disebut sifat termometrik.

Ide pertama yang menggunakan termometer adalah Galileo Galilei, pada saat itu ia menggunakan termometer bergantung pada pemuaian gas. Termometer terdiri atas beberapa jenis diantaranya:

a. Termometer Zat Cair

Termometer ini berbentuk pipa kapiler dengan ukuran kecil dan memiliki dinding kaca yang tipis. Termometer ini berisi zat cair berupa alkohol atau raksa, contohnya termometer laboratorium dan termometer suhu badan.

b. Termometer Zat Padat, contohnya termometer bimetal dan termokopel.

c. Termometer Digital

2) Skala Suhu

Skala suhu digunakan untuk menampilkan pembacaan suhu. Termometer yang memakai sifat perubahan volume karena pemanasan yaitu Celcius, Reamur, Fahrenheit dan Kelvin yang mana setiap termometer memiliki ketentuan untuk menemukan titik didih dan titik beku (Relika, 2022).

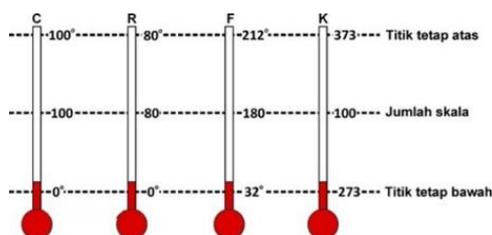
a. Skala Celcius

Memiliki titik didih air 100°C dan titik bekunya 0°C . Rentang suhunya berada pada suhu 0°C - 100°C dan dibagi dalam 100 skala.

- b. Skala Reamur
Memiliki titik didih air 80°R dan titik bekunya 0°R . Rentang suhunya berada pada suhu 0°R - 80°R dan dibagi dalam 80 skala.
- c. Skala Fahrenheit
Memiliki titik didih air 212°F dan titik bekunya 32°F . Rentang suhunya berada pada suhu 32°F - 212°F dan dibagi dalam 180 skala.
- d. Skala Kelvin
Memiliki titik didih air $373,15\text{ K}$ dan titik bekunya $273,15\text{ K}$. Rentang suhunya berada pada suhu $273,15\text{ K}$ - $373,15\text{ K}$ dan dibagi dalam 100 skala.

Perbandingan skala termometer:

$$\text{C} : \text{R} : \text{F} : \text{K} = 100 : 80 : 180 : 100 = 5 : 4 : 9 : 5$$



Gambar 2. 2 Skala Suhu

Hubungan antara skala termometer dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{T_1}{T_{a1}} - \frac{T_{b1}}{T_{b1}} = \frac{T_2}{T_{a2}} - \frac{T_{b2}}{T_{b2}} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.1)}$$

Keterangan:

T_1 = Suhu termometer 1

T_2 = Suhu termometer 2

T_a = Titik atas

T_b = Titik bawah

3) Pemuaiian Zat

Pemuaiian adalah bertambahnya ukuran benda yang terjadi karena kenaikan suhu atau bertambahnya ukuran panjang, luas, tinggi, lebar ataupun volume karena menerima kalor. Pemuaiian terjadi pada 3 zat yaitu pemuaiian pada zat padat, cair dan gas.

a. Pemuaian Zat Padat

Pada umumnya benda atau zat padat akan memuai atau mengembang bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan.

(1) Pemuaian Panjang

Pemuaian panjang adalah bertambahnya ukuran panjang suatu benda karena menerima kalor. Pemuaian panjang terjadi pada zat padat yang berbentuk batang atau silinder yang lebar penampangnya lebih kecil daripada panjangnya. Pemuaian panjang disebut dengan pemuaian linier. Pemuaian panjang zat padat berlaku jika zat padat hanya dipandang sebagai satu dimensi (berbentuk garis).

Untuk pemuaian panjang digunakan konsep koefisien muai panjang atau koefisien muai linier yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu. Koefisien muai panjang dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.2)}$$

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

Pemuaian luas adalah pertambahan ukuran luas suatu benda karena menerima kalor, terjadi pada benda yang mempunyai ukuran panjang dan lebar. Sedangkan tebalnya sangat kecil dianggap tidak ada. Jika suatu Zat paday yang berbentuk persegi ataulempeng dipanaskan maka terjadi pemuaian ke arah memanjang dan melebar.

Koefisien muai pada pemuaian luas ini disebut dengan koefisien muai luas yang diberi lambang β . Koefisien muai luas dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\Delta A = \beta A_0 \Delta T \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.3)}$$

Keterangan:

β = Koefisien muai luas (K^{-1} atau $^{\circ}C^{-1}$)

ΔA = Pertambahan luas (m^2)

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

A_0 = Luas awal (m^2)

(3) Pemuaian Volume

Pemuaian volume merupakan pertambahan ukuran volume suatu benda karena menerima kalor. Pemuaian volume terjadi terhadap benda yang mempunyai ukuran panjang, lebar dan tebal. Pemuaian volume disebut dengan muai ruang. Muai volume terjadi pada zat padat, cair dan gas.

Koefisien muai pada pemuaian volume disebut dengan koefisien muai volume atau koefisien muai ruang yang diberi lambang γ . Koefisien muai volume dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T \dots\dots\dots \text{Persamaan (2. 4)}$$

Keterangan:

γ = Koefisien muai volume (K^{-1} atau $^{\circ}C^{-1}$)

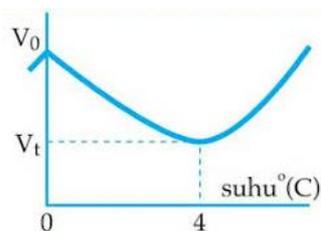
ΔV = Pertambahan volume (m^3)

ΔT = Pertambahan suhu ($^{\circ}C$)

V_0 = Volume awal (m^3)

b. Pemuaian Zat Cair

Pemuaian zat cair mengalami pemuaian volume dikarenakan sifat zat cair yang menyesuaikan bentuk wadahnya, dengan pertambahan suhu jika tidak terlalu besar dan koefisien muai volumenya. Setiap zat umumnya memuai jika dipanaskan, kecuali air jika dipanaskan dari $0^{\circ}C$ sampai $4^{\circ}C$ akan menyusut. Sifat pengecualian yang dialami air disebut anomali air. Grafik anomali air seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 3 Grafik Anomali Air

Keterangan:

Pada suhu 4°C diperoleh:

- 1) Volume air terkecil
- 2) Massa jenis air terbesar

Karena pada zat cair hanya mengalami pemuaian volume, maka pada pemuaian zat cair hanya diperoleh persamaan berikut.

$$V_t = V_0(1 + \gamma \Delta T) \dots\dots\dots \text{Persamaan (2. 5)}$$

Keterangan:

γ = Koefisien muai volume (1/°C atau 1/K)

ΔT = Pertambahan suhu (°C atau K)

V_0 = Volume zat cair mula-mula (m³)

V_t = Volume zat cair setelah dipanaskan (m³)

c. Pemuaian Zat Gas

Gas yang dipanaskan akan mengalami pemuaian volume dan dapat juga terjadi pemuaian tekanan. Pada pemuaian gas terdapat beberapa persamaan, sesuai dengan proses pemanasannya.

(1) Pemuaian Gas pada Tekanan Tetap (*Isobarik*)

Pemuaian gas pada tekanan tetap berlaku hukum *Gay Lussac*, yaitu apabila gas didalam ruang tertutup dengan tekanan dijaga tetap. Maka volume gas sebanding dengan suhu mutlak gas hanya diperoleh persamaan berikut

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2. 6)}$$

Keterangan:

V_1 = Volume awal (L)

V_2 = Volume akhir (L)

T_1 = Suhu awal (K)

T_2 = Suhu akhir (K)

(2) Pemuaiian Gas pada Volume Tetap (*Isokhorik*)

Pemuaiian gas pada volume tetap berlaku hukum *Boyle-Gay Lussac* yaitu volume gas didalam ruang tertutup dijaga tetap. Maka tekanan gas sebanding dengan suhu mutlak hanya diperoleh persamaan berikut

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2. 7)}$$

Keterangan:

P_1 = Tekanan awal (atm)

P_2 = Tekanan akhir (atm)

T_1 = Suhu awal (K)

T_2 = Suhu akhir (K)

(3) Pemuaiian Gas pada Suhu Tetap (*Isotermal*)

Pemuaiian gas pada suhu tetap berlaku hukum *Boyle*, yaitu gas dipanaskan pada suhu tetap. Maka hasil kali tekanan dan volume gas adalah tetap. Secara matematis dapat ditulis pada Persamaan berikut.

$$PV = \text{Tetap} \text{ atau } P_1V_1 = P_2V_2 \dots\dots\dots \text{Persamaan (2. 8)}$$

Keterangan:

P_1 = Tekanan awal (atm)

P_2 = Tekanan akhir (atm)

V_1 = Volume awal (L)

V_2 = Volume akhir (L)

b. Kalor

Kalor merupakan suatu bentuk energi yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah (Lebdiana, 2015). Kalor dilambangkan dengan huruf “Q” dan memiliki alat untuk mengukur kalor disebut Kalorimeter.

Secara alamiah kalor mengalir dari benda bersuhu lebih tinggi (panas) ke benda yang bersuhu lebih rendah (dingin). Sistem Standar Internasional (SI) adalah Joule (J). Satuan kalor yang sering dipakai adalah kalori (kal) dan kilokalor (kkal). Satu kalori adalah jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air hingga naik sebesar 1°C.

1. Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor

Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram suatu zat sebesar 1°C atau perbandingan antara kapasitas kalor dengan massa zat. Kalor jenis menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor. Semakin besar kalor jenis suatu benda, semakin besar pula kemampuan benda dalam menyerap kalor. Secara matematis kalor jenis dinyatakan sebagai berikut:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \text{ atau } Q = mc\Delta T \text{Persamaan (2. 9)}$$

Keterangan:

c = Kalor jenis ($\text{Jkg}^{-1}\text{°C}^{-1}$)

Q = Kalor yang dibutuhkan (J)

m = Massa benda (kg)

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

Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1°C atau 1 K (Jihan, Murdana, 2022). Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{m\Delta T} \text{ atau } C = mc \text{Persamaan (2. 10)}$$

Keterangan:

C = Kapasitas Kalor (Jkg^{-1})

Q = Kalor yang dibutuhkan (J)

m = Massa benda (kg)

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

C = Kalor jenis ($\text{Jkg}^{-1}\text{°C}^{-1}$)

2. Perubahan Wujud Zat

Kalor yang diterima atau dilepaskan suatu zat dapat mengakibatkan perubahan wujud suatu zat (Relika, 2022). Penerimaan kalor akan meningkatkan suhu dan dapat mengubah wujud zat dari padat menjadi cair atau cair menjadi gas. Sedangkan pelepasan kalor dapat menurunkan suhu atau merubah wujud dari cair menjadi padat atau gas menjadi cair. Pada saat perubahan wujud zat, suhu zat dalam keadaan tetap (*isothermal*).

Dalam kaitannya dengan perubahan wujud zat, terdapat besaran yang disebut dengan kalor laten atau L. Kalor laten adalah kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujud satu kilogram zat pada suhu tetap. Terdapat dua

jenis kalor laten yaitu kalor laten lebur (kalor lebur) dan kalor laten uap (kalor uap).



Gambar 2. 4 Diagram perubahan wujud zat

a. Menyublim dan Mengkristal

Menyublim adalah perubahan wujud benda dari padat menjadi gas.
Contoh: kapur barus yang dibiarkan lama-kelamaan diruang terbuka akan habis.

Mengkristal adalah perubahan wujud benda dari gas menjadi padat.

Contoh: pembentukan embun beku pada musim dingin.

b. Menguap dan Mengembun

Menguap adalah perubahan wujud benda dari cair menjadi gas

Contoh: air yang mendidih ketika dipanaskan.

Mengembun adalah perubahan wujud benda dari gas menjadi cair.

Contoh: terbentuknya butiran air pada tutup panci.

c. Mencair dan Membeku

Mencair adalah perubahan wujud benda dari padat menjadi cair.

Contoh: mentega/coklat padat yang dipanaskan

Membeku adalah perubahan wujud benda dari cair menjadi padat.

Contoh: air yang dimasukkan ke dalam kulkas (*frizer*).

3. Azas Black

Azas Black adalah pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas oleh zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah. Azas Black dikemukakan oleh *Joseph Black* (1728-1899). Bunyi Azas Black adalah sebagai berikut:

“Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah”

Pada hukum Azas Black berlaku 3 peristiwa sebagai berikut:

- Jika dua buah benda yang berbeda suhunya kemudian dicampurkan, maka benda yang lebih panas akan memberi kalor pada benda yang lebih dingin sehingga suhu keduanya sama.
- Jumlah kalor yang diserap benda dingin sama dengan jumlah kalor yang dilepas benda panas.
- Benda yang didinginkan akan melepas kalor yang sama besar dengan kalor yang diserap bila benda tersebut dipanaskan.

Prinsip Azas Black mengartikan jika kalor yang dilepas akan sama dengan kalor yang diterima (Jihan, Murdana, 2022). Secara matematis Azas Black dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{lepas} &= Q_{diterima} \\ m_1 c_1 \Delta T_1 &= m_2 c_2 \Delta T_2 \quad \dots \text{Persamaan (2. 11)} \\ m_1 c_1 (T_1 - T_c) &= m_2 c_2 (T_c - T_2) \end{aligned}$$

Keterangan:

Q_{lepas} = Jumlah kalor yang dilepaskan zat (J)

$Q_{diterima}$ = Jumlah kalor yang diterima zat (J)

m_1 = Massa zat bersuhu tinggi (kg)

m_2 = Massa zat bersuhu rendah (kg)

c_1 = Kalor jenis zat yang bersuhu tinggi ($Jkg^{-1}^{\circ}C^{-1}$)

c_2 = Kalor jenis zat yang bersuhu rendah ($Jkg^{-1}^{\circ}C^{-1}$)

ΔT_1 = Perubahan suhu pada zat bersuhu tinggi ($^{\circ}C$ atau K)

ΔT_2 = Perubahan suhu pada zat bersuhu rendah ($^{\circ}C$ atau K)

T_1 = Suhu tinggi pada zat ($^{\circ}C$ atau K)

T_2 = Suhu rendah pada zat ($^{\circ}C$ atau K)

T_c = Suhu campuran pada zat ($^{\circ}C$ atau K)

4. Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor (panas) adalah berpindahnya kalor dari benda dengan suhu tinggi ke benda dengan suhu lebih rendah yang terjadi secara alami. Perpindahan kalor dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan medium perantaranya. Tiga jenis perpindahan kalor tersebut adalah konduksi, konveksi dan radiasi.

a. Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan molekul zat. Konduksi dapat terjadi hanya dengan menyentuhkan atau menghubungkan permukaan yang mengandung panas. Setiap benda memiliki laju hantaran kalor tertentu yang mengalir tiap satuan waktu. Secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{Q}{\Delta T} = H = kA = \frac{\Delta T}{L} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2. 12)}$$

Keterangan:

- H = Laju aliran kalor (Js^{-1})
- Q = Jumlah kalor yang merambat (J)
- k = Koefisien konduksi termal ($\text{Jm}^{-1}\text{s}^{-1}\text{K}^{-1}$)
- A = Luas penampang batang (m^2)
- L = Panjang batang (m)
- ΔT = Perubahan suhu benda ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

b. Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas melalui zat perantara yang disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat. Konveksi dibagi menjadi 2 jenis yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa.

Konveksi alamiah pada fluida terjadi karena adanya perbedaan massa jenis. Contoh konveksi alamiah adalah peristiwa mendidihnya air. Konveksi paksa terjadi saat fluida yang dipanasi langsung diarahkan ke tujuannya melalui sebuah pompa. Contoh konveksi paksa adalah pengering rambut. Secara matematis laju kalor secara konveksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H = hA\Delta T \dots\dots\dots \text{Persamaan (2. 13)}$$

Keterangan:

- H = Laju aliran kalor (Js^{-1})
- h = Jumlah kalor yang diterima zat (J)
- A = Luas permukaan (m^2)
- ΔT = Perubahan suhu benda ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

c. Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas yang dipancarkan secara langsung tanpa melalui zat perantara. Radiasi pada dasarnya terdiri dari gelombang elektromagnetik yang berasal dari matahari. Walaupun matahari berjarak sekitar 150 juta kilometer, tetapi energi atau panas yang dihasilkan dapat kita rasakan.

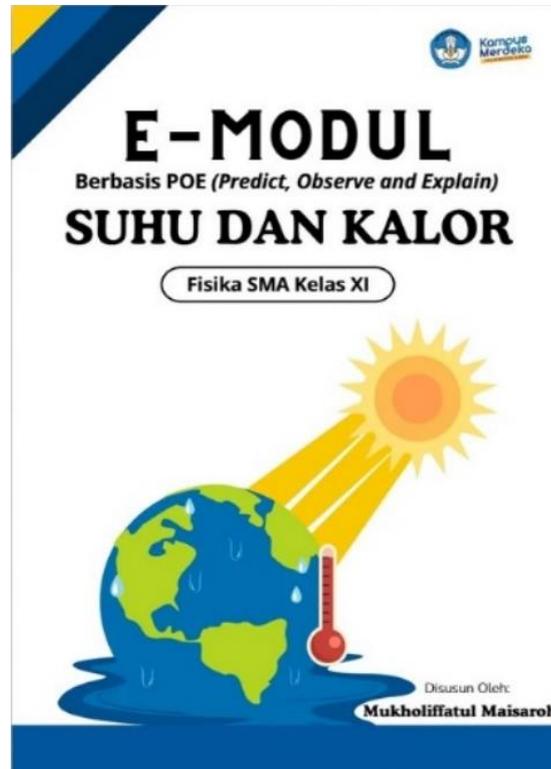
Radiasi dari cahaya matahari terdiri dari cahaya tampak ditambah panjang gelombang lainnya yang tidak bisa dilihat oleh mata, termasuk radiasi inframerah (IR) yang berperan dalam menghangatkan bumi. Secara matematis laju kalor secara radiasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta T} = e\sigma\Delta T^4 \dots\dots\dots\text{Persamaan (2. 14)}$$

Keterangan:

- Q = Jumlah kalor yang merambat (J)
- T = Perubahan suhu benda ($^{\circ}\text{C}$ atau K)
- e = Emisivitas bahan
- σ = Tetapan *Boltzman* ($5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-4}$)
- A = Luas penampang benda (m^2)

Lampiran 53. Tampilan E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) Suhu dan Kalor



MAIN MENU

- Petunjuk Penggunaan E-Modul
- Kompetensi Dasar
- Peta Konsep
- Pembelajaran POE
- SUHU
- Pemuaian ZAT
- Kegiatan 1
- Kalor
- Profil Penulis
- Perubahan Wujud
- Azas Black
- Perpindahan Kalor
- Kegiatan 2
- Kegiatan 3
- Kegiatan 4
- Soal Evaluasi
- Glosarium

Kata Pengantar

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan E-Modul Berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) Pada Materi Suhu dan Kalor Untuk Meningkatkan Literasi Digital dan Pemahaman Konsep Siswa.

E-Modul disusun untuk menunjang proses pembelajaran fisika SMA yang lebih mudah dan efektif melalui komponen utama dalam model pembelajaran POE (*Predict, Observe and Explain*). E-Modul dapat dipelajari siswa dimana dan kapan pun saja secara mandiri yang disajikan secara sistematis, dilengkapi dengan beberapa fitur seperti gambar, video dan animasi.

E-Modul ini dilengkapi dengan penjelasan materi suhu dan kalor yang disesuaikan dengan kompetensi inti, kompetensi dasar dan menyajikan peta konsep, materi rangkuman, latihan soal, soal evaluasi, kunci jawaban, petunjuk praktikum yang di didukung dengan adanya video dan link untuk pengumpulan tugas.

Penulis menyadari bahwa E-Modul ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dari pembaca maupun siswa untuk menyempurnakan di masa selanjutnya. Akhir kata semoga E-Modul ini bermanfaat bagi kita semua.

Madiun, April 2024
Penulis
Mukholiffatul Maisaroh

Daftar Isi

Sampul.....	
Menu.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iii
Daftar Gambar.....	v
Daftar Tabel.....	vi
Daftar Video.....	vii
Petunjuk Penggunaan E-Modul.....	viii
Kompetensi Dasar.....	ix
Peta Konsep.....	1
Pembelajaran POE.....	2
Suhu.....	3
Pemuai Zat.....	11
Kegiatan 1.....	21
Kalor.....	26
Perubahan Wujud Zat.....	31

Daftar Isi

Azas Black.....	36
Perpindahan Kalor.....	40
Kegiatan 2.....	48
Kegiatan 3.....	53
Kegiatan 4.....	58
Soal Evaluasi.....	63
Glosarium.....	74
Daftar Pustaka.....	78
Profil Penulis.....	79

Daftar Gambar

Gambar 1 Termometer Laboratorium.....	5
Gambar 2 Termometer Suhu Badan.....	5
Gambar 3 Termometer Bimetal.....	6
Gambar 4 Termometer Termokopel.....	6
Gambar 5 Termometer Digital.....	7
Gambar 6 Skala Suhu.....	9
Gambar 7 Pemuai pada kaca jendela.....	14
Gambar 8 Grafik Anomali Air.....	16
Gambar 9 Seseorang yang sedang demam.....	21
Gambar 10 Kalorimeter.....	27
Gambar 11 Diagram perubahan wujud zat.....	31

Daftar Tabel

Tabel 1 Koefisien Muai Panjang.....	13
Tabel 2 Koefisien Muai Zat Cair.....	17
Tabel 3 Kalor Jenis pada Beberapa Zat.....	29

Daftar Video		Petunjuk Penggunaan E-Modul	
Video 1 Mengukur Suhu.....	3	✓ Bacalah petunjuk penggunaan E-Modul dengan cermat	
Video 2 Perubahan Wujud Zat.....	32	✓ Pahami indikator dan tujuan pembelajaran	
Video 3 Perubahan Wujud Zat Menyublim dan Mengkristal..	33	✓ Pelajari setiap materi yang terdapat dalam E-Modul dengan baik	
Video 4 Perubahan Wujud Zat Menguap dan Mengembun.....	34	✓ Kerjakan setiap latihan soal yang terdapat dalam E-Modul	
Video 5 Perubahan Wujud Zat Mencair dan Membeku.....	35	✓ Lakukan kegiatan praktikum pada bagian yang terdapat petunjuk praktikum	
Video 6 Azas Black.....	36	✓ Diskusikan dengan temanmu materi yang belum dipahami dan tanyakan pada guru	
Video 7 Perpindahan Kalor.....	40		
Video 8 Perpindahan Konduksi.....	41		
Video 9 Perpindahan Konveksi.....	43		
Video 10 Perpindahan Radiasi.....	45		

Kompetensi Dasar

3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari.

4.5 Merancang dan melakukan percobaan karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor.

Tujuan Pembelajaran (TP)

- Setelah membaca E-Modul berbasis POE (*Predict, Observe and Explain*) siswa dapat mengidentifikasi konsep suhu dan kalor dengan benar.
- Setelah melakukan percobaan siswa dapat mendeskripsikan hubungan suhu dan kalor dengan tepat.
- Setelah membaca E-Modul siswa dapat menentukan macam-macam perpindahan kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dengan benar.

Peta Konsep

Suhu & Kalor

Suhu	Pemuaiian	Kalor	Perpindahan
Alat Ukur Suhu	Pemuaiian Zat Padat	Kalor Jenis & Kapasitas Kalor	Konduksi
Skala Suhu	Pemuaiian Zat Cair	Perubahan Wujud	Konveksi
	Pemuaiian Zat Gas	Azas Black	Radiasi

PEMBELAJARAN POE (PREDICT, OBSERVE AND EXPLAIN)

P

Predict (Prediksi), dugaan terhadap suatu peristiwa atau fenomena fisika. Siswa memprediksikan jawaban dari suatu permasalahan dan menyusun dugaan awal berdasarkan pengetahuan awal yang mereka miliki.

O

Observe (Pengamatan), dalam suatu demonstrasi. Siswa melakukan pengamatan mengenai apa yang terjadi, mencatat apa yang diamati dan mengaitkan prediksi sebelumnya dengan hasil pengamatan yang diperoleh.

E

Explain (Penjelasan), mengenai hasil prediksi dan observasi sebelumnya. Siswa mendiskusikan fenomena yang telah diamati bersama kelompok masing-masing dan mempresentasikan hasil pengamatan di kelas, serta kelompok lain memberikan tanggapan, sehingga diperoleh kesimpulan dari permasalahan yang sedang dibahas.

SUHU

Perhatikan video di bawah ini!



Video 1 Mengukur Suhu
Sumber: <https://youtu.be/hBT4-2zX3IA?si=FH2ghioW8Qm1qwSH>

Pada video tersebut terdapat 3 jenis gelas berisi air dingin, hangat dan panas. Ketika tangan dimasukkan ke dalam air dingin apa yang Anda rasakan? Lalu, ketika Anda memasukkan tangan ke dalam air hangat, bagaimana rasanya?

Ya, tentu Anda akan merasakan dua keadaan yang berbeda ketika tangan dimasukkan ke dalam air dingin dan air hangat. Hal ini karena kulit merupakan indera peraba yang dapat merasakan dingin atau panas benda.

Suatu benda dikatakan dingin apabila suhunya rendah, dan benda dikatakan panas apabila suhunya tinggi. Lalu apakah yang dimaksud dengan suhu?

Suhu adalah suatu besaran untuk mengukur dingin atau panasnya suatu benda yang dapat dirasakan oleh tubuh manusia (Relika, 2022). Berdasarkan percobaan diatas, indera peraba kita dapat merasakan dingin atau panas benda, namun tidak dapat mengukur berbagai macam benda atau zat. Setiap jenis zat memiliki alat ukur suhu yang berbeda-beda.

1 Alat Ukur Suhu

Alat yang dapat digunakan untuk mengukur suhu suatu zat dengan tepat dan dinyatakan secara kuantitatif disebut **termometer**.

Termometer dibuat berdasarkan sifat dasar suatu bahan yang berubah secara teratur terhadap suhu. Sifat dasar suatu bahan yang berubah secara teratur terhadap suhu disebut **sifat termometrik**.

Ide pertama yang menggunakan termometer adalah Galileo Galilei, pada saat itu ia menggunakan termometer bergantung pada pemuaiian gas. Satuan untuk menyatakan suhu adalah derajat dan memiliki satuan internasional (SI) yaitu **kelvin**.

a. Termometer Zat Cair

Termometer ini berbentuk pipa kapiler dengan ukuran kecil dan memiliki dinding kaca yang tipis. Termometer ini berisi zat cair berupa alkohol atau raksa.

1) Termometer Laboratorium

Bentuknya panjang dengan skala dari -10°C sampai 110°C menggunakan raksa, alkohol.



Gambar 1 Termometer Laboratorium
Sumber: <https://id.pinterest.com>

2) Termometer Suhu Badan

Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu badan manusia. Skala yang ditulis antara 35°C dan 42°C .



Gambar 2 Termometer Suhu Badan
Sumber: <https://r.search.yahoo.com>

b. Termometer Zat Padat

1) Termometer Bimetal

Termometer bimetal merupakan termometer yang menggunakan logam sebagai bahan untuk menunjukkan adanya perubahan suhu dengan prinsip logam akan memuai jika dipanaskan dan menyusut ketika didinginkan.



Gambar 3 Termometer Bimetal
Sumber: <https://r.search.yahoo.com>

2) Termometer Termokopel

Termometer yang terdiri dari dua jenis logam tertutup. Pengukuran suhu berdasarkan pada perubahan besarnya aliran listrik pada kawat.



Gambar 4 Termometer Termokopel
Sumber: <https://sc01.alicdn.com/>

c. Termometer Digital

Termometer digital diciptakan seiring dengan perkembangan teknologi dengan prinsip kerja yang sama dengan termometer yang lainnya yaitu memanfaatkan pemuaian pada benda. Termometer digital bekerja dengan menggunakan logam sebagai sensor suhunya. Logam ini akan memuai dan pemuaianya akan diterjemahkan oleh rangkaian elektronik yang ditampilkan dalam bentuk angka yang dapat dibaca.



Gambar 5 Termometer Digital
Sumber: <https://www.hazchemsafety.com/>

2 Skala Suhu

Skala suhu digunakan untuk menampilkan pembacaan suhu. Termometer yang memakai sifat perubahan volume karena pemanasan yaitu Celcius, Reamur, Fahrenheit dan Kelvin yang mana setiap termometer memiliki ketentuan untuk menemukan titik didih dan titik beku (Relika, 2022).

a Skala Celcius

Memiliki titik didih air 100°C dan titik bekunya 0°C. Rentang suhunya berada pada suhu 0°C - 100°C dan dibagi dalam 100 skala.

b Skala Reamur

Memiliki titik didih air 80°R dan titik bekunya 0°R. Rentang suhunya berada pada suhu 0°R - 80°R dan dibagi dalam 80 skala.

c Skala Fahrenheit

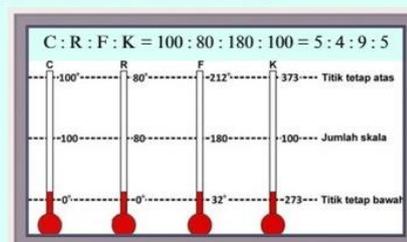
Memiliki titik didih air 212°F dan titik bekunya 32°F. Rentang suhunya berada pada suhu 32°F - 212°F dan dibagi dalam 180 skala.

d Skala Kelvin

Memiliki titik didih air 373,15 K dan titik bekunya 273,15 K. Rentang suhunya berada pada suhu 273,15 K - 373,15 K dan dibagi dalam 100 skala.



Perbandingan skala termometer:



Gambar 6 Skala Suhu

Sumber: <https://r.search.yahoo.com>

Hubungan antara skala termometer dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{T_1}{T_{a1}} - \frac{T_{b1}}{T_{b1}} = \frac{T_2}{T_{a2}} - \frac{T_{b2}}{T_{b2}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 1}$$

Keterangan:

T_1 = Suhu Termometer 1

T_2 = Suhu Termometer 2

T_a = Titik Atas

T_b = Titik Bawah



CONTOH SOAL

Suhu es yang sedang melebur dan suhu air mendidih apabila diukur dengan termometer A masing masing besarnya 130°A. Suhu suatu benda diukur dengan termometer skala 1. Fahrenheit sebesar 62°F. Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan menggunakan termometer A?

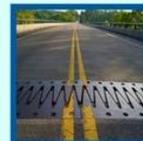
Penyelesaian :



PEMUAIAN ZAT



Mengapa sambungan jembatan seperti pada gambar harus diberi celah?



Sumber: <https://www.pengadain.web.id/>



Sumber: <https://www.koordinatnara.or.id/>

Mengapa rel kereta bisa membengkok saat terkena panas di siang hari?

Mengapa kabel listrik dipasang mengendur?



Sumber: <https://id.imagesearch.yahoo.com/>



Gambar-gambar diatas merupakan contoh dari peristiwa pemuaian zat pada kehidupan sehari-hari.

Pemuaian zat umumnya ke segala arah, ke arah panjang, ke arah lebar dan ke arah tebal. **Pemuaian** adalah bertambahnya ukuran benda yang terjadi karena kenaikan suhu zat. Peristiwa pemuaian dan penyusutan terjadi pada zat padat, zat cair dan zat gas.

1 Pemuaian Zat Padat



Pada umumnya benda atau zat padat akan memuai atau mengembang bila dipanaskan dan menyusut bila di dinginkan.

a Pemuaian Panjang

Pemuaian panjang adalah bertambahnya ukuran panjang suatu benda karena menerima kalor. Pemuaian panjang terjadi pada zat padat yang berbentuk batang atau silinder yang lebar penampangnya lebih kecil daripada panjangnya.

Pemuaian panjang disebut dengan **pemuaian linier**. Pemuaian panjang zat padat berlaku jika zat padat hanya dipandang sebagai satu dimensi (berbentuk garis).



Untuk pemuaian panjang digunakan konsep koefisien muai panjang atau koefisien muai linier yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu.

Jika koefisien muai panjang dilambangkan dengan (α), dan pertambahan panjang ΔL , panjang mula-mula L_0 dan perubahan suhu ΔT .

Koefisien muai panjang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

Keterangan:

- α = Koefisien muai panjang K^{-1} atau $^{\circ}C^{-1}$
- ΔL = Pertambahan panjang (m)
- ΔT = Pertambahan suhu (K atau $^{\circ}C$)
- L_0 = Panjang awal (m)

Jenis Bahan	Koefisien Muai Panjang (dalam K^{-1})
Kaca	0,00009
Baja Besi	0,000011
Aluminium	0,000026
Piers (Pyrex)	0,000003
Platina	0,000009
Tembaga	0,000017

Tabel 1 Koefisien Muai Panjang dari Beberapa Jenis Zat Padat



b) Pemuaiian Luas

Pemuaiian luas adalah pertambahan ukuran luas suatu benda karena menerima kalor, terjadi pada benda yang mempunyai ukuran penjang dan lebar. Sedangkan tebalnya sangat kecil dianggap tidak ada. Jika suatu zat padat yang berbentuk persegi atau lempeng dipanaskan maka terjadi pemuaiian ke arah memanjang dan melebar.

Koefisien muai pada pemuaiian luas ini disebut dengan koefisien muai luas yang diberi lambang β , luas mula-mula A_0 , pertambahan luas ΔA dan perubahan suhu ΔT . Koefisien muai luas dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\Delta A = \beta A_0 \Delta T \dots\dots\dots \text{Persamaan 3}$$

Keterangan:

- β = Koefisien muai luas (K^{-1} atau $^{\circ}C^{-1}$)
- ΔA = Pertambahan luas
- ΔT = Pertambahan suhu (K atau $^{\circ}C$)
- A_0 = Luas awal (m^2)



Gambar 7 Pemuaiian pada kaca jendela
Sumber: <https://daftarujuan.blogspot.com/>



c) Pemuaiian Volume

Pemuaiian volume merupakan pertambahan ukuran volume suatu benda karena menerima kalor. Pemuaiian volume terjadi terhadap benda yang mempunyai ukuran panjang, lebar dan tebal. Pemuaiian volume juga disebut dengan muai ruang. Muai volume terjadi pada zat padat, cair dan gas.

Koefisien muai pada pemuaiian volume ini disebut dengan koefisien muai volume atau koefisien muai ruang yang diberi lambang γ . Jika volume mula-mula V_0 , pertambahan volume ΔV dan perubahan suhu ΔT .

Koefisien muai volume dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T \dots\dots\dots \text{Persamaan 4}$$

Keterangan:

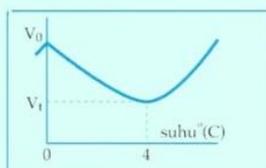
- γ = Koefisien muai ruang (K^{-1} atau $^{\circ}C^{-1}$)
- ΔV = Pertambahan volume (m^3)
- ΔT = Pertambahan suhu ($^{\circ}C$)
- A_0 = Volume awal (m^3)



2) Pemuaiian Zat Cair



Pemuaiian zat cair mengalami pemuaiian volume dikarenakan sifat zat cair yang menyesuaikan bentuk wadahnya, dengan pertambahan suhu jika tidak terlalu besar dan koefisien muai volumenya. Setiap zat umumnya memuai jika dipanaskan, kecuali air jika dipanaskan dari $0^{\circ}C$ sampai $4^{\circ}C$ akan menyusut. Sifat pengecualian yang dialami air disebut **anomali air**. Grafik anomali air seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Gambar 8 Grafik Anomali Air
Sumber: <https://4.bp.blogspot.com/>

Keterangan:

- Pada suhu $4^{\circ}C$ diperoleh:
- a) Volume air terkecil
- b) Massa jenis air terbesar



Karena pada zat cair hanya mengalami pemuaiian volume, maka pada pemuaiian zat cair hanya diperoleh persamaan berikut.

$$V_t = V_0 (1 + \gamma \Delta T) \dots\dots\dots \text{Persamaan 5}$$

Keterangan:

- γ = Koefisien muai volume (K^{-1} atau $^{\circ}C^{-1}$)
- V_t = Volume zat cair setelah dipanaskan (m^3)
- ΔT = Pertambahan suhu ($^{\circ}C$ atau K)
- V_0 = Volume zat cair mula-mula (m^3)

Jenis Zat Cair	Koefisien Muai Panjang
Alkohol	0,0012
Air	0,0004
Gliserin	0,0005
Minyak parafin	0,0009
Raksa	0,0002

Tabel 2 Koefisien Muai Zat Cair



Ketika seseorang mengalami sakit demam, suhu tubuh akan meningkat. Apa hubungan demam dengan suhu dan alat ukur apa untuk mengukur suhu tersebut? Mengapa suhu tubuh seseorang atau suatu benda penting untuk diketahui?



Predict (Prediksi)

Tuliskan hasil prediksimu!!

.....

.....

.....

.....



Observe (Pengamatan)

Setelah mengungkapkan hasil prediksimu, marilah kita membuktikan melalui kegiatan berikut:

Alat dan Bahan :

1. Gelas 3 buah
2. Air dingin secukupnya
3. Air hangat secukupnya
4. Air panas secukupnya
5. Termometer

Langkah Kerja :

1. Tuangkan ketiga air (air dingin, air hangat dan air panas) masing-masing ke gelas yang berbeda-beda.
2. Ukurlah suhu ketika air tersebut menggunakan termometer.
3. Catat hasilnya ke dalam tabel pengamatan.



Tabel Pengamatan :

No	Benda	Termometer			
		°C	°R	°F	°K
1	Air Dingin				
2	Air Hangat				
3	Air Panas				

Jawablah pertanyaan berikut!!!

1. Mengapa ketiga air tersebut memiliki skala yang berbeda-beda?
.....
2. Konversikan skala tersebut ke dalam skala Fahrenheit, Reamur dan Kelvin!
.....



Explain (Penjelasan)

Apakah prediksiku sesuai dengan hasil pengamatan?

Jelaskan pengukuran suhu berdasarkan hasil pengamatanmu!!!

.....

.....

.....

.....

.....

Link Pengumpulan Tugas :

<https://forms.gle/d2XUaSZOYQZBndwu9>

KALOR



Ketika terjadi pemadaman listrik kamu akan menyalakan lilin untuk memberikan penerangan. Lilin yang awalnya dinyalakan ukurannya panjang semakin lama semakin pendek dan mati. Apa yang terjadi pada lilin tersebut? Contoh lainnya ketika kita menjemur baju, baju yang berwarna lebih gelap akan cepat kering daripada warna yang lain. Apa yang menyebabkan hal tersebut dapat terjadi? Dari contoh-contoh tersebut, sesuatu yang menyebabkan melelehnya lilin dan mengeringnya baju disebut dengan **kalor**.

Kalor merupakan suatu bentuk energi yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah.

Secara alamiah kalor mengalir dari benda bersuhu lebih tinggi (panas) ke benda yang bersuhu lebih rendah (dingin). Sistem Standar Internasional (SI) adalah **Joule (J)**. Satuan kalor yang sering dipakai adalah **kalori (kal)** dan **kilokalori (kkal)**.

Satu kalori adalah jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air hingga naik sebesar 1°C.

1 Kalori = 4,184 Joule = 4,2 Joule
 1 Kkal = 1000 kal = 4,184 J
 1 Joule = 0,24 kalori



Alat untuk mengukur kalor disebut **Kalorimeter**.




Gambar 10
Kalorimeter

Kalor Jenis (c) & Kapasitas Kalor (C)

Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram suatu zat sebesar 1°C atau perbandingan antara kapasitas kalor dengan massa zat. Kalor jenis menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor. Semakin besar kalor jenis suatu benda, semakin besar pula kemampuan benda dalam menyerap kalor.

Secara matematis kalor jenis dinyatakan sebagai berikut:

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \text{ atau } Q = mc \Delta t \dots\dots\dots \text{Persamaan 9}$$

Keterangan:

- c = Kalor jenis ($Jkg^{-1}C^{-1}$)
- Q = Kalor yang dibutuhkan (J)
- m = Massa benda (kg)
- ΔT = Perubahan suhu ($^{\circ}C$ atau K)

Kalor jenis memiliki nilai yang berbeda-beda pada setiap zat. Berikut ini merupakan tabel kalor jenis pada beberapa zat:

No	Nama Zat	Kalor Jenis		No	Nama Zat	Kalor Jenis	
		J/kg °C	Kkal/kg °C			J/kg °C	Kkal/kg °C
1	Alkohol	2.400	550	11	Kuningan	380	90
2	Es	2.100	500	12	Marmar	860	210
3	Air	4.200	1.000	13	Minyak tanah	2.200	580
4	Uap air	2.010	480	14	Perak	230	60
5	Aluminium	900	210	15	Raksa	140	30
6	Besi/Baja	450	110	16	Seng	390	90
7	Emas	130	30	17	Tembaga	390	90
8	Gliserin	2.400	580	18	Timbal	130	30
9	Kaca	670	160	19	Badan manusia	3.470	830
10	Kayu	1.700	400				

Tabel 3 Kalor Jenis pada Beberapa Zat

Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1°C atau 1 K. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$c = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } C = mc \dots\dots\dots \text{Persamaan 10}$$

Keterangan:

- C = Kapasitas kalor (Jkg^{-1})
- Q = Kalor yang dibutuhkan (J)
- m = Massa benda (kg)
- ΔT = Perubahan suhu ($^{\circ}C$ atau K)
- c = Kalor jenis ($Jkg^{-1}C^{-1}$)

Contoh Soal

1. Air sebanyak 100 gram yang memiliki temperatur 25°C dipanaskan dengan energi sebesar 1.000 kalori. Jika kalor jenis air 1 kal/g°C. tentukanlah temperatur air setelah pemanasan tersebut!

- A. 10°C
- B. 15°C
- C. 20°C
- D. 30°C
- E. 35°C

Penyelesaian :



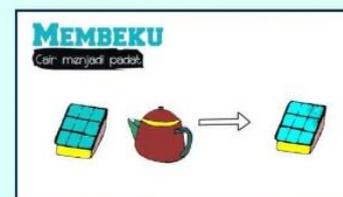
30



PERUBAHAN WUJUD ZAT



Kalor yang diterima atau dilepaskan suatu zat dapat mengakibatkan pada perubahan wujud suatu zat. Penerimaan kalor akan meningkatkan suhu dan dapat mengubah wujud zat dari padat menjadi cair atau cair menjadi gas. Sedangkan pelepasan kalor dapat menurunkan suhu atau merubah wujud dari cair menjadi padat atau gas menjadi cair. Pada saat perubahan wujud zat, suhu zat dalam keadaan tetap (*isothermal*). Perubahan wujud zat dapat dilihat pada video di bawah ini!



Video 2 Perubahan Wujud Zat

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=vkyfKfYg8R8>

31

Dalam kaitannya dengan perubahan wujud zat, terdapat besaran yang disebut dengan Kalor laten atau L. Kalor laten adalah kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujud satu kilogram zat pada suhu tetap. Terdapat dua jenis kalor laten yaitu **kalor laten lebur (kalor lebur)** dan **kalor laten uap (kalor uap)**.



Gambar 11 Diagram perubahan wujud zat

1 Menyublim dan Mengkristal

Menyublim adalah perubahan wujud benda dari padat menjadi gas.

Contoh :

Kapur barus yang dibiarkan lama-kelamaan diruang terbuka akan habis

32

Mengkristal adalah perubahan wujud benda dari gas menjadi padat.

Contoh :

Pembentukan embun beku pada musim dingin.



Video 3 Perubahan Wujud Zat Menyublim dan Mengkristal

Sumber:

<https://youtu.be/c3Herf116qksi=pkiZ2PAR5NNyVwex>

2 Menguap dan Mengembun

Menguap adalah perubahan wujud benda dari cair menjadi gas.

Contoh :

Air yang mendidih ketika dipanaskan.

Mengembun adalah perubahan wujud benda dari gas menjadi cair.

Contoh :

Terbentuknya butiran air pada tutup panci.

33



Video 4 Perubahan Wujud Zat Menguap dan Mengembun

Sumber: https://youtu.be/7ivJD3htNrk?si=uK2gv1hUKddee_bj

3 Mencair dan Membeku

Mencair adalah perubahan wujud benda dari padat menjadi cair.

Contoh :

Mentega/coklat padat yang dipanaskan.

Membeku adalah perubahan wujud benda dari cair menjadi padat.

Contoh :

Air yang dimasukkan ke dalam kulkas (*Frizer*).



34



Video 5 Perubahan Wujud Zat Mencair dan Membeku

Sumber: <https://youtu.be/7ziV7xrknhg?si=TqZjWxvF1nrVml>



Joseph Black (16 April 1728 - 6 Desember 1799) merupakan seorang ahli fisika kebangsaan Skotlandia. Pada tahun 1760, ia adalah orang pertama yang menyatakan prinsip Azas Black yaitu prinsip mengenai perbedaan antara suhu dan kalor.



35



AZAS BLACK



Video 6 Azas Black

Sumber:

<https://youtu.be/S7p0K2MYLwEsi=P7pv7PjyPiMRACdy>

Azas Black adalah pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas oleh zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah. Azas Black dikemukakan oleh *Joseph Black*. Bunyi Azas Black adalah sebagai berikut:

“Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas oleh zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah”

36

Pada hukum Azas Black berlaku 3 peristiwa sebagai berikut:

1. Jika dua buah benda yang berbeda suhunya kemudian dicampurkan, maka benda yang lebih panas akan memberi kalor pada benda yang lebih dingin sehingga suhu keduanya sama.
2. Jumlah kalor yang diserap benda dingin sama dengan jumlah kalor yang dilepas benda panas.
3. Benda yang didinginkan akan melepas kalor yang sama besar dengan kalor yang diserap bila benda tersebut dipanaskan.

Prinsip Azas Black diatas mengartikan jika kalor yang dilepas akan sama dengan kalor yang diterima. Secara matematis Azas Black dituliskan sebagai berikut:

$$Q_{Lepas} = Q_{diterima}$$

$$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2$$

$$m_1 c_1 (T_1 - T_2) = m_2 c_2 (T_c - T_2) \dots\dots\dots \text{Persamaan 11}$$

Keterangan:

Q_{Lepas} = Jumlah kalor yang dilepaskan zat (J)

$Q_{diterima}$ = Jumlah kalor yang diterima zat (J)

m_1 = Massa zat bersuhu tinggi (kg)

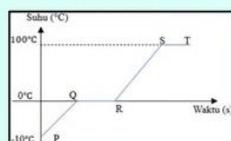
m_2 = Massa zat bersuhu rendah (kg)

37

- c_1 = Kalor jenis zat yang bersuhu tinggi ($Jkg^{-1}\cdot C^{-1}$)
 c_2 = Kalor jenis zat yang bersuhu rendah ($Jkg^{-1}\cdot C^{-1}$)
 ΔT_1 = Perubahan suhu pada zat bersuhu tinggi ($^{\circ}C$ atau K)
 ΔT_2 = Perubahan suhu pada zat bersuhu rendah ($^{\circ}C$ atau K)
 T_1 = Suhu tinggi pada zat ($^{\circ}C$ atau K)
 T_2 = Suhu rendah pada zat ($^{\circ}C$ atau K)
 T_c = Suhu campuran pada zat ($^{\circ}C$ atau K)

Contoh Soal

1. Perhatikan diagram kalor berikut ini!



Jika kalor jenis es 2100 J/kg $^{\circ}C$, kalor lebur es 340000 J/Kg $^{\circ}C$, kalor jenis air 4200 J/kg $^{\circ}C$, maka besar kalor yang diperlukan 300 gram es pada proses P ke Q adalah ...

- A. 108300 J D. 2100 J
 B. 102000 J E. 4200 J
 C. 6300 J

Penyelesaian :



Rangkuman

1. Kalor merupakan proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan di ikuti perubahan suhu.
2. Kalor jenis suatu benda didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K. Kalor jenis ini menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$c = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

3. Kapasitas kalor suatu benda adalah jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1 K atau 1 $^{\circ}C$ Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

4. Kalor laten merupakan kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$L = \frac{Q}{m}$$

5. Bunyi Azas Black adalah sebagai berikut:

"Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas oleh zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah"

$$Q_{Lepas} = Q_{diterima}$$



PERPINDAHAN KALOR



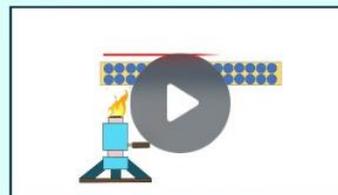
Video 7 Perpindahan Kalor

Sumber: <https://youtu.be/OknW4y741oo?si=4vHXy1Crwl19iwwj>

Perpindahan kalor (panas) dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan medium perantaranya. Tiga jenis perpindahan kalor tersebut adalah konduksi, konveksi dan radiasi. Video diatas dapat menjelaskan jenis perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi. Panas yang terdapat di pemegang panci yang terbuat logam dapat dihantarkan ke tangan melalui proses konduksi, kemudian air yang panas dibagian bawah panci akan bergerak ke atas bertukar posisi dengan air dingin di bagian atas menghasilkan transfer kalor melalui konveksi, dan rambatan kalor api dari kompor ke panci adalah proses radiasi.

Perpindahan kalor (panas) adalah berpindahnya kalor dari benda dengan suhu tinggi ke benda dengan suhu lebih rendah yang terjadi secara alami

1 Konduksi



Video 8 Perpindahan Konduksi

Sumber: <https://youtu.be/LsjAYJ2PHKM?si=N3-fBcDzY0z76I>

Video diatas menunjukkan sebuah batang logam yang salah satu ujungnya dipanaskan diatas api sementara ujung yang satu lagi dipegang tangan. Panas yang terjadi di ujung logam yang dipanaskan di atas api dirasakan juga oleh tangan yang memegang ujung logam lainnya. Ini membuktikan adanya aliran kalor (panas) pada logam.

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan molekul zat. Konduksi dapat terjadi hanya dengan menyentuhkan atau menghubungkan permukaan yang mengandung panas. Setiap benda memiliki laju hantaran kalor tertentu yang mengalir tiap satuan waktu. Secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{Q}{\Delta T} = H = kA \frac{\Delta T}{L} \dots\dots\dots \text{Persamaan 12}$$

Keterangan:

- H = Laju aliran kalor ($J s^{-1}$)
 Q = Jumlah kalor yang merambat (J)
 k = Koefisien konduksi termal ($J m^{-1} s^{-1} K^{-1}$)
 A = Luas penampang batang (m^2)
 L = Panjang batang (m)
 ΔT = Perubahan suhu benda ($^{\circ}C$ atau K)

Contoh Soal

1. Batang logam dengan panjang 2 meter memiliki luas penampang 20 cm^2 dan perbedaan suhu keduanya $50^{\circ}C$. Jika koefisien konduksi termal $0,2 \text{ kalm}^{-1} s^{-1} ^{\circ}C^{-1}$ Tentukanlah laju aliran kalor pada logam!

Penyelesaian :**2 Konveksi****Video 9** Perpindahan Konveksi

Sumber: https://youtu.be/9gzJiBfaWZg?si=2owKoB7pxyNsY_1

Saat merebus air akan terjadi aliran (perpindahan) kalor dari air yang panas dibagian bawah dengan air yang dingin di bagian atas wadah.

Konveksi adalah perpindahan panas melalui zat perantara yang disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat. Konveksi dibagi menjadi 2 jenis, yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa.

Konveksi alamiah pada fluida terjadi karena adanya perbedaan massa jenis. Contoh konveksi alamiah adalah peristiwa mendidihnya air. Konveksi paksa terjadi saat fluida yang dipanasi langsung diarahkan ke tujuannya melalui sebuah pompa. Contoh konveksi paksa adalah pengering rambut.



Secara matematis laju kalor secara konveksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H = hA \Delta T \dots\dots\dots \text{Persamaan 13}$$

Keterangan:

- H = Laju aliran kalor ($J s^{-1}$)
 h = Koefisien konveksi termal ($J s^{-1} m^{-2} K^{-1}$)
 A = Luas permukaan (m^2)
 ΔT = Perubahan suhu benda ($^{\circ}C$ atau K)

Contoh Soal

1. Suatu fluida dengan koefisien konveksi termal $0,01 \text{ kal } m^{-1} s^{-1} ^{\circ}C^{-1}$, memiliki luas penampang aliran 20 cm^2 . Jika fluida tersebut mengalir dari dinding yang bersuhu $100^{\circ}C$ ke dinding lainnya yang bersuhu $20^{\circ}C$ dan kedua dinding sejajar, berapakah besar kalor yang merambat?

Penyelesaian :**3 Radiasi****Video 10** Perpindahan Radiasi

Sumber: <https://youtu.be/JKZjgsk2uwA?si=YcvmkByBluQWOiOL>

Ketika kamu dan teman-temanmu pergi berkemah ke pegunungan, udara di pegunungan sangat dingin. Untuk menghangatkan badan, kamu perlu membuat api unggun. Nah, panas dari api unggun tersebut dapat sampai ke tubuhmu tanpa melalui zat perantara. Perpindahan panas seperti ini dikatakan secara radiasi.

Radiasi adalah perpindahan panas yang dipancarkan secara langsung tanpa melalui zat perantara. Radiasi pada dasarnya terdiri dari gelombang elektromagnetik yang berasal dari matahari. Walaupun matahari berjarak sekitar 150 juta kilometer, tetapi energi atau panas yang dihasilkan dapat kita rasakan.



Radiasi dari cahaya matahari terdiri dari cahaya tampak ditambah panjang gelombang lainnya yang tidak bisa dilihat oleh mata, termasuk radiasi inframerah (IR) yang berperan dalam menghangatkan bumi.

Secara matematis laju kalor secara radiasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4 \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan 14}$$

Keterangan:

- Q = Jumlah kalor yang merambat (J)
- T = Perubahan suhu benda ($^{\circ}\text{C}$ atau K)
- e = Emisivitas bahan
- σ = Tetapan Boltzman = $5,67 \cdot 10^{-8\text{W}}/\text{m}^2\text{K}^4$
- A = Luas penampang benda (m^2)

Contoh Soal

1. Sebuah lampu pijar menggunakan kawat wolfram dengan luas 10^{-6}m^2 dan emisivitasnya 0,5. Bila bola lampu tersebut berpijar ada suhu 100K selama 5 sekon ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$). Hitunglah jumlah energi radiasi yang dipancarkan!

Penyelesaian :



Rangkuman

1. Konduksi merupakan perpindahan panas melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan molekul zat. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{Q}{\Delta T} = H = kA \frac{\Delta T}{L}$$

2. Konveksi adalah perpindahan panas melalui zat perantara yang disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H = hA \Delta T$$

3. Radiasi adalah perpindahan panas yang dipancarkan secara langsung tanpa melalui zat perantara. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4$$



Kegiatan 2
Perpindahan Kalor Konduksi

Nama	:	
Kelas	:	
No. Absen	:	
Kelompok	:	

Tujuan

1. Menunjukkan terjadinya peristiwa konduksi.
2. Menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi perpindahan kalor secara konduksi.

Dasar Teori

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui zat perantara tanpa disertai dengan perpindahan molekul zat. Konduksi dapat terjadi hanya dengan menyentuhkan atau menghubungkan permukaan yang mengandung panas. Setiap benda memiliki laju hantaran kalor tertentu yang mengalir tiap satuan waktu.



Tahukah Kamu???

Ketika kita membuat kopi/minuman panas, lalu kita mencelupkan sendok untuk mengaduk gulanya. Beberapa menit kemudian sendok tersebut akan terasa panas. Mengapa sendok tersebut menjadi panas?



Predict (Prediksi)

Tuliskan hasil prediksiimu!!

.....

.....

.....

.....





Observe (Pengamatan)

Setelah mengungkapkan hasil prediksimu, marilah kita membuktikan melalui kegiatan berikut:

Alat dan Bahan :

1. 2 buah sendok *stainless*
2. Lilin
3. Korek api
4. Mentega

Langkah Kerja :

1. Letakkan mentega diujung sendok (I). Panaskan ujung sendok dan pegang menggunakan kain. Apa yang terjadi? Mengapa?
2. Lakukan dalam waktu bersamaan pada sendok ke (II). Panaskan ujung sendok tanpa lapisan kain.
3. Tuliskan hasil pengamatanmu pada tabel pengamatan.




Perubahan Pertama Perubahan Kedua

Tabel Pengamatan :

No	Sendok	Waktu saat plastisin terlepas (s)
I. Variasi panjang (m)		
1		
2		
3		
II. Variasi luas (m ²)		
1		
2		
3		

Jawablah pertanyaan berikut!!

1. Mentega pada sendok manakah yang terlepas dalam waktu cepat? Mengapa?
.....
.....
2. Mentega pada sendok manakah yang terlepas dalam waktu lama? Mengapa?
.....
.....

3. Dari hasil pengamatan, faktor apa saja yang mempengaruhi perpindahan kalor?
.....
.....
4. Bagaimana hubungan antara perpindahan kalor dengan faktor-faktor tersebut? Jelaskan!
.....
.....



Apakah prediksimu sesuai dengan hasil pengamatan?

Explain (Penjelasan)

Jelaskan perpindahan kalor berdasarkan hasil pengamatanmu!!!

.....

.....

.....

Link Pengumpulan Tugas :
<https://forms.gle/VMWLN7V7QUNIPzI8>



Kegiatan 3

Perpindahan Kalor Konveksi

Nama :

Kelas :

No. Absen :

Kelompok :

Tujuan

1. Mengidentifikasi perpindahan kalor secara konveksi.
2. Menunjukkan terjadinya peristiwa konveksi

Dasar Teori

Konveksi adalah perpindahan panas melalui zat perantara yang disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat. Konveksi dibagi menjadi 2 jenis, yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa.

Konveksi alamiah pada fluida terjadi karena adanya perbedaan massa jenis. Contoh konveksi alamiah adalah peristiwa mendidihnya air. Konveksi paksa terjadi saat fluida yang dipanasi langsung diarahkan ke tujuannya melalui sebuah pompa. Contoh konveksi paksa adalah pengering rambut.

Tahukah Kamu???



Ketika kamu memasak air, bagian yang panas adalah bagian yang dekat dengan nyala api. Namun, pada akhirnya seluruh air di dalam panci akan mendidih. Mengapa?

Predict (Prediksi)

Tuliskan hasil prediksimu!!

.....

.....

.....

Observe (Pengamatan)

Setelah mengungkapkan hasil prediksimu, marilah kita membuktikan melalui kegiatan berikut:

Alat dan Bahan :

1. Panci elektrik
2. Air
3. Biji kacang ijo



Langkah Kerja :

1. Letakkan panci elektrik ke tempat yang dekat dengan aliran listrik.
2. Colokkan steker ke stop kontak lalu nyalakan mesinnya.
3. Masukkan air dan biji kacang ijo yang sudah disiapkan, tunggu hingga mendidih.
4. Tuliskan hasil pengamatanmu pada tabel pengamatan.



Tabel Pengamatan :

No	Waktu	Keadaan kacang ijo
1	15 detik	
2	30 detik	
3	45 menit	



Jawablah pertanyaan berikut!!

1. Apa yang terjadi pada biji kacang hijau sebelum campuran mendidih?
.....
.....
2. Apa yang terjadi pada biji kacang hijau setelah campuran mendidih?
.....
.....

3. Mengapa peristiwa berikut dapat terjadi? Jelaskan
.....
.....

Explain (Penjelasan)

Jelaskan perpindahan kalor berdasarkan hasil pengamatanmu!!!

.....

.....

.....

.....

.....

Apakah prediksiku sesuai dengan hasil pengamatan?

Link Pengumpulan Tugas :

<https://forms.gle/sLcos2cdi71oitwL9>



Kegiatan 4

Perpindahan Kalor Radiasi

Nama : _____

Kelas : _____

No. Absen : _____

Kelompok : _____

Tujuan

1. Menganalisis perpindahan secara radiasi

Dasar Teori

Radiasi adalah perpindahan panas yang dipancarkan secara langsung tanpa melalui zat perantara. Radiasi pada dasarnya terdiri dari gelombang elektromagnetik yang berasal dari matahari. Walaupun matahari berjarak sekitar 150 juta kilometer, tetapi energi atau panas yang dihasilkan dapat kita rasakan.

Radiasi dari cahaya matahari terdiri dari cahaya tampak ditambah panjang gelombang lainnya yang tidak bisa dilihat oleh mata, termasuk radiasi inframerah (IR) yang berperan dalam menghangatkan bumi.

Tahukah Kamu???

Ketika menjemur pakaian, pakaian yang berwarna hitam/gelap akan lebih cepat kering daripada pakaian yang berwarna putih/terang, walaupun bahan dan jenisnya sama. Mengapa?









Predict (Prediksi)

Tuliskan hasil prediksimu!!

.....

.....

.....



Observe (Pengamatan)

Setelah mengungkapkan hasil prediksimu, marilah kita membuktikan melalui kegiatan berikut:

Langkah Kerja :

1. Nyalakan lilin dengan menggunakan korek api yang sudah disiapkan
2. Dekatkan tangan ke nyala api pada jarak 5 cm, gunakan penggaris untuk mengukur jarak (hati-hati jangan sampai menyentuh api). Apa yang kamu rasakan? Catatlah!
3. Pindahkan tangan pada jarak 10 cm dan 15 cm. Apa yang kamu rasakan? Catatlah!

Alat dan Bahan :

1. Penggaris
2. Korek Api
3. Lilin



Tabel Pengamatan :

No	Waktu	Jarak	Hasil Perlakuan
1	10 detik	5 cm	
2	20 detik	10 cm	
3	30 detik	15 cm	



Jawablah pertanyaan berikut!!

1. Apa yang kalian rasakan ketika tangan di dekatkan dengan api?
.....
.....
2. Adakah perbedaan ketika mendekatkan tangan ke api dengan jarak yang berbeda?
.....
.....
3. Mengapa ketika kita mendekatkan tangan ke sumber api, tangan akan terasa panas? Apakah yang menyebabkan hal tersebut dapat terjadi?
.....
.....
.....





Apakah prediksikmu sesuai dengan hasil pengamatan?

Explain (Penjelasan)

Jelaskan perpindahan kalor berdasarkan hasil pengamatanmu!!!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Link Pengumpulan Tugas :
<https://forms.gle/8i2HSYNVi6c1TteT9>

SOAL EVALUASI

Petunjuk :

Pilihlah salah satu jawaban yang benar dengan memberikan tanda silang pada huruf **A, B, C, D** atau **E**.

- Air sebanyak 100 gram yang memiliki temperatur 25°C dipanaskan dengan energi sebesar 1.000 kalori. Jika kalor jenis air 1 kal/g°C. tentukanlah temperatur air setelah pemanasan tersebut!

A. 10 °C	D. 30 °C
B. 15 °C	E. 35 °C
C. 20 °C	
- Perhatikan pernyataan berikut ini:
 - 1) Panjang mula-mula
 - 2) Perubahan suhu
 - 3) Koefisien muai panjang
 - 4) Warna benda
 Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya pemuaian panjang karena kenaikan suhu adalah.....

A. 1), 2), 3)	D. 2), 3), 4)
B. 1), 2), 4)	E. Semua benar
C. 1), 3), 4)	

SOAL EVALUASI

- Logam berbentuk lempeng lingkaran yang terdapat lubang di bagian tengah akan mengalami pemuaian hingga tidak terdapat lubang. Hal tersebut ...
 - A. Dapat terjadi karena logam mempunyai ke arah lubang.
 - B. Tidak dapat terjadi karena logam keterbatasan ruang pada lubang sehingga mempunyai ke arah luar
 - C. Tidak dapat terjadi karena perbedaan suhu pada lubang relatif konstan sehingga memuai ke arah luar
 - D. Dapat terjadi karena logam memuai ke segala arah
 - E. Tidak dapat terjadi karena kalor tidak mengalir ke arah dalam sehingga memuai ke arah luar
- A gram es batu bersuhu -10°C dicampur dengan air sebanyak B gram yang bersuhu 10°C. Jika campuran tersebut diharapkan memiliki suhu 5°C, maka perbandingan antara massa A dan B adalah ...

A. 1/18	D. 1/3
B. 1/9	E. 1/1
C. 1/6	

SOAL EVALUASI

- Perhatikan data dibawah ini!
 - 1) Perubahan suhu
 - 2) Massa zat
 - 3) Kalor jenis zat
 - 4) Ukuran zat
 - 5) Massa jenis zat
 Faktor-faktor yang memberikan pengaruh terhadap besarnya kalor dalam kegiatan menaikkan suhu suatu benda atau zat yaitu nomor ...

A. 2), 4) dan 5)	D. 2), 3) dan 4)
B. 1), 4) dan 5)	E. 1), 3) dan 5)
C. 1), 2) dan 3)	
- Risa mencelupkan sendoknya ke susu coklat panas untuk mengaduknya agar rasa manis merata keseluruh susu coklat tersebut akan tetapi kemudian Risa merasa bahwa sendoknya berubah menjadi panas. Uraian langkah perubahan suhu pada sendok tersebut yang tepat adalah ...
 - A. Suhu sendok lebih tinggi dari pada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari air ke sendok
 - B. Suhu sendok lebih rendah dari pada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari sendok ke air

SOAL EVALUASI



- C. Suhu sendok lebih rendah dari pada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari sendok ke air
 D. Suhu sendok lebih tinggi daripada suhu susu coklat sehingga energi panas mengalir dari sendok ke air
 E. Suhu sendok lebih rendah dari pada susu coklat sehingga energi panas mengalir dari air ke sendok
7. Dibawah ini yang merupakan contoh peristiwa pengkristalan yang melepaskan kalor dalam kehidupan sehari-hari, kecuali ...
 A. Lilin cair yang didinginkan
 B. Knalpot yang lama-kelamaan menghitam karena asap yang dikeluarkan
 C. Terbentuknya bunga es pada dinding freezer
 D. Proses pembuatan garam
 E. Pembuatan vetsin atau micin
8. Dengan nyala api yang sama untuk memanaskan 2 liter air dengan wadah beker glass dibutuhkan waktu lebih lama dari pada pemanasan dengan wadah panci aluminium hal ini disebabkan ...



SOAL EVALUASI



- A. Kalor jenis air lebih tinggi dari pada kalor jenis beker glass
 B. Kapasitas kalor beker glass lebih besar dari pada kapasitas kalor panci aluminium
 C. Kalor jenis air lebih rendah dari pada kalor jenis aluminium
 D. Kalor jenis air lebih rendah dari pada kalor jenis beker glass
 E. Kapasitas kalor beker glass lebih kecil dari pada kapasitas kalor panci aluminium
9. Perhatikan gambar ini!



Ketika air dipanaskan maka terjadi proses transfer energi dari satu zat ke zat lainnya yang disertai perpindahan suhu, peristiwa ini disebut...



SOAL EVALUASI



- A. Suhu
 B. Kalor
 C. Transfer energi
- D. Koefisien kalor
 E. Kohesi
10. Perhatikan data dibawah ini!
 1) Menjemur padi pada siang hari
 2) Udara dingin saat dibawah AC
 3) Tusuk sate dari jeruji besi terasa panas saat dipegang
 4) Tubuh terasa hangat saat di sekitar api unggun
 5) Terjadinya angin darat dan angin laut
 Cara perpindahan panas secara radiasi pada peristiwa tersebut ditunjukkan oleh nomor
 A. 1) dan 2)
 B. 1) dan 4)
 C. 1) dan 5)
 D. 2) dan 3)
 E. 3) dan 5)
11. Energi yg berpindah dari benda yg suhunya lebih tinggi ke benda yg suhunya lebih rendah ketika kedua benda bersentuhan disebut...
 A. Kalor
 B. Suhu
 C. Massa jenis
 D. Suhu
 E. Termometer



SOAL EVALUASI



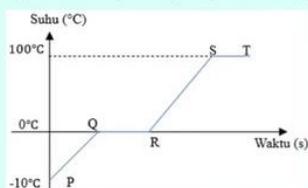
12. Perhatikan zat-zat berikut!
 1) Gula pasir
 2) Serbuk besi
 3) Air
 4) Kapur
 5) Tembaga
 6) Susu coklat
 Berdasarkan zat-zat di atas, yang bukan merupakan zat padat dan cair adalah nomor
 A. 1) dan 2)
 B. 1) dan 4)
 C. 4) dan 5)
 D. 5) dan 6)
 E. 3) dan 6)
13. Kalor dan suhu benda memiliki hubungan sebagaimana pernyataan berikut, kecuali ...
 A. Jumlah kalor yang sedikit membuat suhu benda rendah
 B. Semakin sedikit jumlah kalor, semakin tinggi suhu bendanya
 C. Semakin banyak jumlah kalor, semakin tinggi suhu bendanya
 D. Jumlah kalor dapat menentukan suhu benda
 E. Semakin banyak jumlah suhu, semakin banyak jumlah kalor



SOAL EVALUASI

14. Perhatikan diagram kalor berikut ini!

Jika kalor jenis es $2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor lebur es $340000 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$, kalor jenis air $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, maka besar kalor yang diperlukan 300 gram es pada proses P ke Q adalah ...



- A. 108300 J
B. 102000 J
C. 6300 J
- D. 2100 J
E. 4200 J
15. Perubahan suatu benda yang menjadi berkurangnya panjang, lebar dan luas karena terkena suhu dingin disebut ...
- A. Penyusutan
B. Pembengkakan
C. Mencair
- D. Pemuain
E. Membeku



SOAL EVALUASI

16. Sebanyak 500 g es diletakkan pada wadah yang berisi 100 g air bersuhu 0°C . Keduanya dikondisikan pada keadaan adiabatik, maka ...

- A. Keadaan air dan es tetap
B. Es mencair sebanyak 100 gram
C. Air membeku sebanyak 50 gram
D. Seluruhnya menjadi es
E. Seluruhnya menjadi air
17. Ketika tangan kita ditetesi dengan spiritus, maka tangan terasa dingin. Hal ini menunjukkan adanya perubahan wujud, yaitu..
- A. Spiritus mencair dan memerlukan kalor dari tangan
B. Spiritus membeku dan tangan melepaskan kalor
C. Tangan menguap dan memerlukan kalor
D. Spiritus menyublim dan tangan memerlukan kalor
E. Spiritus menguap dan tangan melepaskan kalor
18. Perbandingan laju kalor yang dipancarkan oleh sebuah benda hitam yang bersuhu 6000 K dan 2000 K adalah ...
- A. 16 : 3
B. 81 : 1
C. 3 : 4
- D. 24 : 5
E. 5 : 3



SOAL EVALUASI

19. Berdasarkan tabel di bawah, cermati pernyataan-pernyataan berikut:
- 1) Kaca jenis isolator yang baik
 - 2) Baju lebih cepat menghantarkan panas dibandingkan dengan tembaga
 - 3) Kayu isolator yang lebih baik dibandingkan dengan kaca
 - 4) Tembaga adalah konduktor yang paling baik
- Pernyataan yang tepat ditunjukkan oleh nomor ...

Bahan	Koefisien Konduktivitas (W/mK)
Kaca	1,05
Kayu	0,016
Tembaga	380
Baju	40

- A. 1), 3) dan 4)
B. 1), 2) dan 4)
C. 1), 2) dan 4)
- D. 2) dan 3)
E. 2) dan 4)



SOAL EVALUASI

20. Di bawah ini merupakan contoh aplikasi konveksi dalam kehidupan sehari-hari kecuali ...
- A. Sinar matahari sampai ke bumi
B. Air mendidik ketika dipanaskan
C. Angin laut
D. Angin darat
E. Cerobong asap

Link Pengumpulan Tugas :

<https://forms.gle/UhmUDjjZSE5tbBOE8>



GLOSARIUM

Anomali air : Sifat pengecualian yang dialami air.

Azas Black : Pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas oleh zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah.

Explain : Penjelasan mengenai hasil prediksi dan observasi sebelumnya. Siswa mendiskusikan fenomena yang telah diamati bersama kelompok masing-masing dan mempresentasikan hasil pengamatan di kelas, serta kelompok lain memberikan tanggapan, sehingga diperoleh kesimpulan dari permasalahan yang sedang dibahas.

Isobarik : Proses termodinamika dimana tekanan tetap konstan

GLOSARIUM

Isokhorik : Proses termodinamika yang selama itu volume dari sistem tertutup menjalani proses tahap konstan

Isotermal : Perubahan keadaan gas pada suhu yang tetap.

Kalor : Suatu bentuk energi yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah

Kalor jenis : banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram suatu zat sebesar 1°C

Kalor laten : Kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujud satu kilogram zat pada suhu tetap

Kapasitas kalor : Jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1°C atau 1 K

GLOSARIUM

Konduksi : Panas melalui zat perantara tanpa disertai dengan perpindahan molekul zat.

Konveksi : Perpindahan panas melalui zat perantara disertai dengan perpindahan molekul zat.

Pemuaiian : Bertambahnya ukuran benda yang terjadi karena kenaikan suhu zat.

POE : Model pembelajaran yang dimulai dengan penyajian masalah, siswa diajak untuk menduga atau membuat prediksi dari suatu kemungkinan yang terjadi dengan pola yang sudah ada, dan dilanjutkan dengan melakukan observasi atau pengamatan terhadap masalah tersebut untuk dapat menemukan kebenaran atau fakta dari dugaan awal dalam bentuk penjelasan

GLOSARIUM

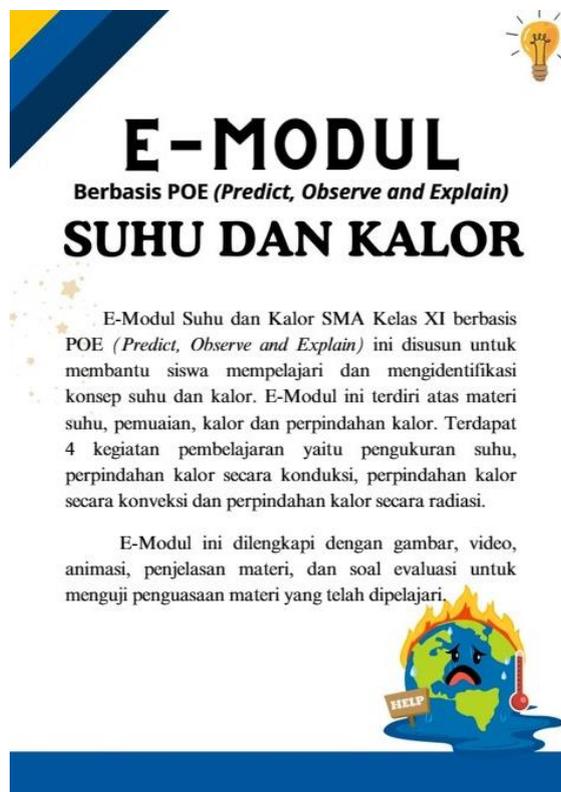
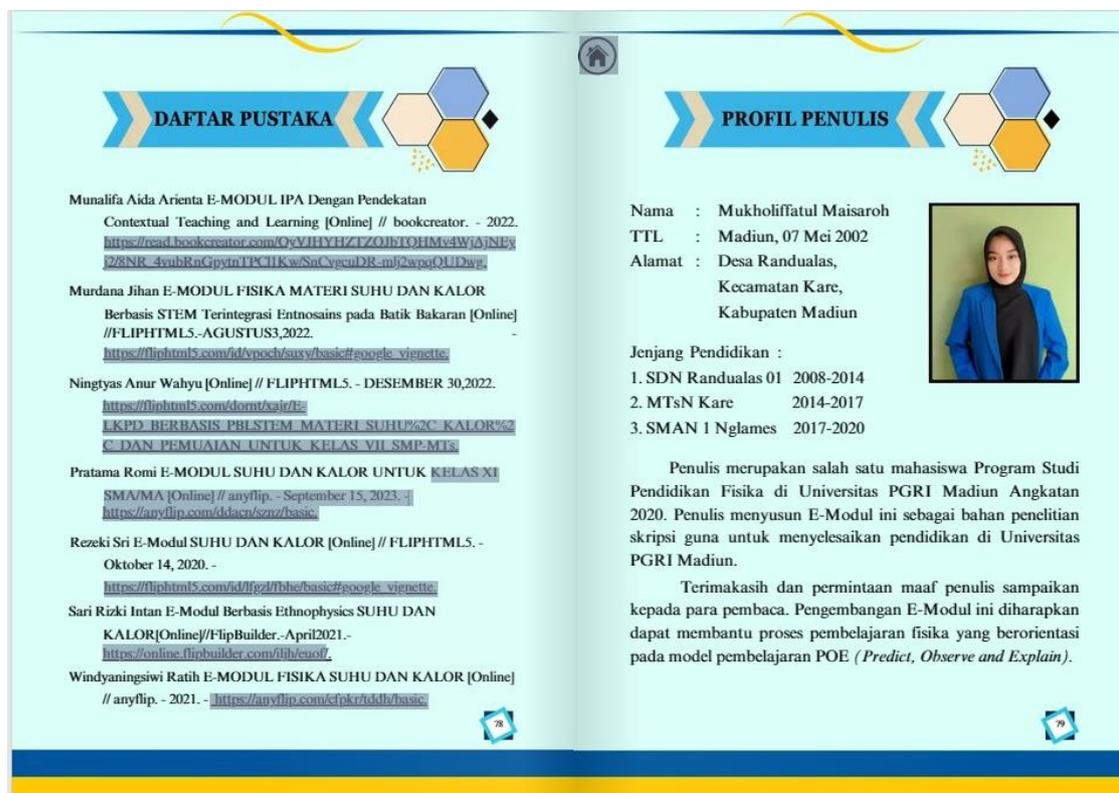
Predict : Dugaan terhadap suatu peristiwa atau fenomena fisika. Siswa memprediksikan jawaban dari suatu permasalahan dan menyusun dugaan awal berdasarkan pengetahuan awal yang mereka miliki.

Observe : Pengamatan dalam suatu demonstrasi. Siswa melakukan pengamatan mengenai apa yang terjadi, mencatat apa yang diamati dan mengaitkan prediksi sebelumnya dengan hasil pengamatan yang diperoleh.

Radiasi : Perpindahan panas yang dipancarkan secara langsung tanpa melalui zat perantara.

Suhu : Suatu besaran untuk mengukur dingin atau panasnya suatu benda yang dapat dirasakan oleh tubuh manusia.

Termometer : Alat yang dapat digunakan untuk mengukur suhu suatu zat dengan tepat dan dinyatakan secara kuantitatif (angka).



Lampiran 54. Hasil Pengumpulan Tugas Siswa

Kegiatan 1 Pengukuran Suhu

1 Pengukuran Suhu

Bagian 1 dari 2

Kegiatan 1 Pengukuran Suhu

Isilah dataamu untuk ansip paparan praktikum

Kelompok : *

Tulis jawaban singkat:

Nama Kelompok : *

Tulis jawaban panjang:

Kelas : *

1 Pengukuran Suhu

Partanyaan Jawaban Setelan

Laporan Singkat

Isilah beberapa pertanyaan berikut sebagai laporan hasil pengukuran sesuai dengan hasil dan analisismu

Predict (Prediksi) *

Tuliskan hasil prediksimu!

Tulis jawaban panjang:

Observe (Pengamatan) *

Hasil Pengamatan:

Tambahkan file Lihat folder

1. Mengapa ketiga air tersebut memiliki skala yang berbeda-beda? *

Tulis jawaban panjang:

Kegiatan 2 Perpindahan Kalor Konduksi

2 Perpindahan Konduksi

Bagian 1 dari 2

Kegiatan 2 Perpindahan Kalor Konduksi

Isilah dataamu untuk ansip paparan praktikum

Kelompok : *

Tulis jawaban singkat:

Nama Kelompok : *

Tulis jawaban panjang:

Kelas : *

2 Perpindahan Konduksi

Partanyaan Jawaban Setelan

Laporan Singkat

Isilah beberapa pertanyaan berikut sebagai laporan hasil pengukuran sesuai dengan hasil dan analisismu

Predict (Prediksi) *

Tuliskan hasil prediksimu!

Tulis jawaban panjang:

Observe (Pengamatan) *

Hasil Pengamatan:

Tambahkan file Lihat folder

1. Mengapa pada sendok manakah yang terlepas dalam waktu cepat? Mengapa? *

Tulis jawaban panjang:

Kegiatan 3 Perpindahan Kalor Konveksi

3 Perpindahan Konveksi

Pertanyaan Jawaban Setelan

Kegiatan 3 Perpindahan Kalor Konveksi

Isilah datamu untuk ansip pefaporan praktikum

Kelompok : *

Teks jawaban singkat

Nama Kelompok : *

Teks jawaban panjang

Kelas : *

Teks jawaban singkat

3 Perpindahan Konveksi

Pertanyaan Jawaban Setelan

Laporan Singkat

Isilah beberapa pertanyaan berikut sebagai laporan hasil pengukuran sesuai dengan hasil dan analisismu

Predict (Prediksi) *

Tuliskan hasil prediksi kamu

Teks jawaban panjang

Observe (Pengamatan) *

Hasil Pengamatan

Tambahkan file Lihat folder

1. Apa yang terjadi pada biji kacang hijau sebelum campuran mendidih? *

Teks jawaban panjang

Kegiatan 4 Perpindahan Kalor Radiasi

4 Perpindahan Radiasi

Pertanyaan Jawaban Setelan

Kegiatan 4 Perpindahan Kalor Radiasi

Isilah datamu untuk ansip pefaporan praktikum

Kelompok : *

Teks jawaban singkat

Nama Kelompok : *

Teks jawaban panjang

Kelas : *

Teks jawaban singkat

4 Perpindahan Radiasi

Pertanyaan Jawaban Setelan

Laporan Singkat

Isilah beberapa pertanyaan berikut sebagai laporan hasil pengukuran sesuai dengan hasil dan analisismu

Predict (Prediksi) *

Tuliskan hasil prediksi kamu

Teks jawaban panjang

Observe (Pengamatan) *

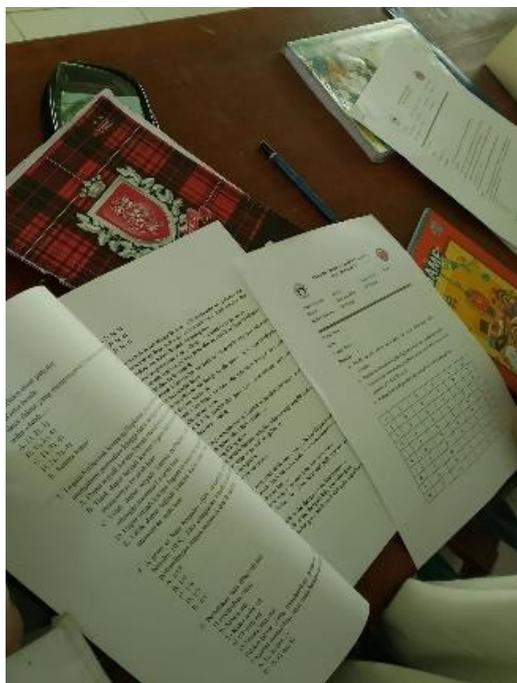
Hasil Pengamatan

Tambahkan file Lihat folder

1. Apa yang kalian rasakan ketika tangan di dekatkan dengan api? *

Teks jawaban panjang

Lampiran 55. Dokumentasi Uji Coba Terbatas

Gambar 1. Pengerjaan Soal *Pretest*

Gambar 2. Penjelasan Materi dan Penggunaan E-Modul Berbasis POE

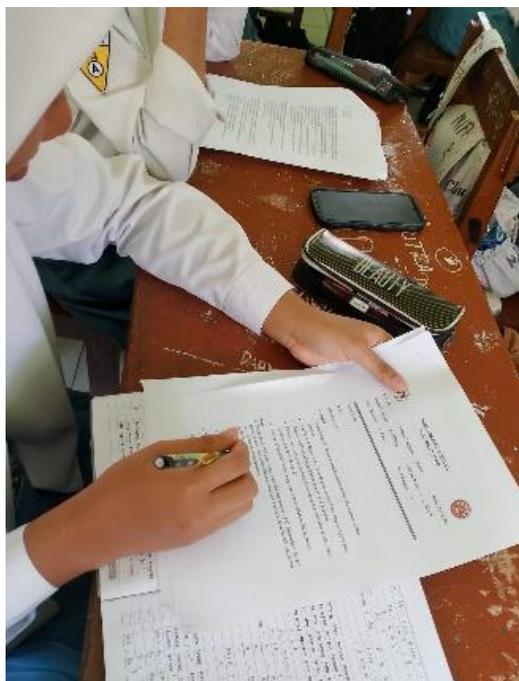


Gambar 3. Pengarahan Kegiatan Praktikum POE



Gambar 4. Penggunaan E-Modul Berbasis POE

Lampiran 56. Dokumentasi Uji Lapangan

Gambar 1. Pengerjaan Soal *Pretest*

Gambar 2. Penjelasan Materi dan Penggunaan E-Modul Berbasis POE



Gambar 3. Pengarahan Kegiatan Praktikum POE



Gambar 4. Penggunaan E-Modul Berbasis POE