

**PENGEMBANGAN E-MODUL DENGAN MODEL
PROBLEM BASED LEARNING (PBL) PADA MATERI
SUHU DAN KALOR UNTUK MENINGKATKAN HASIL
BELAJAR KOGNITIF SISWA SMA N 11 SEMARANG**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Disusun oleh :

Diana Sari Andini

NIM 2108066051

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN WALISONGO SEMARANG**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Diana Sari Andini

NIM : 2108066051

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

Pengembangan E-modul Dengan Model *Problem Based Learning* (PBL) Pada Materi Suhu Dan Kalor Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA N 11 Semarang

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

Semarang, 11 Juni 2025

Pembuat pernyataan,



Diana Sari Andini

NIM 2108066051



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

Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Pengembangan *E-modul* dengan Model *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Suhu dan Kalor untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA N 11 Semarang

Penulis : Diana Sari Andini

NIM : 2108066051

Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Semarang, 23 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji

Dr. Joko Budi Purnomo, M.Pd.
NIP. 197602142008011011

Penguji Utama I

Edi Daenuri Anwar, M.Si.
NIP. 197907262009121002

Sekretaris Sidang/Penguji

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

Penguji Utama II

Agus Sudarmanto, M.Si.
NIP. 197708232009121001

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Hartono, M.Sc.
NIP. 19900924201931006

NOTA DINAS

Semarang, 10 Juni 2025

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

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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

Judul : Pengembangan *E-modul* Dengan Model *Problem Based Learning* (PBL) Pada Materi Suhu Dan Kalor Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA N 11 Semarang

Nama : Diana Sari Andini

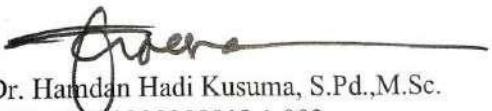
NIM : 2108066051

Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dosen Pembimbing I,


Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd.,M.Sc.
NIP. 19770320200912 1 002

NOTA DINAS

Semarang, 11 Juni 2025

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

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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

Judul : Pengembangan *E-modul* Dengan Model *Problem Based Learning* (PBL) Pada Materi Suhu Dan Kalor Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA N 11 Semarang

Nama : Diana Sari Andini

NIM : 2108066051

Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dosen Pembimbing II,



Hartono, M.Sc.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

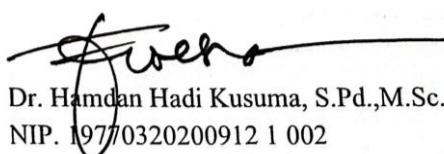
Skripsi ini telah disetujui oleh Pembimbing untuk dilaksanakan sidang munaqosyah.

Disetujui pada

Hari : Selasa

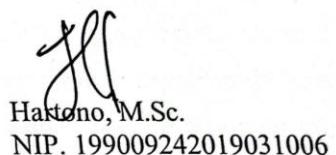
Tanggal : 11 Juni 2025

Pembimbing I



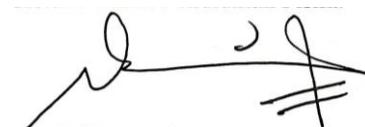
Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc.
NIP. 19770320200912 1 002

Pembimbing II



Hartono, M.Sc.
NIP. 199009242019031006

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika



Edi Daenuri Anwar, M.Si.
NIP. 197907262009121002

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-modul* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi suhu dan kalor untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa SMA. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model ADDIE dengan tahapan (1) *Analysis*, (2) *Design*, (3) *Development*, (4) *Implementation*, (5) *Evaluation*. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa *e-modul* berada pada kategori sangat valid, dengan rata-rata skor aspek materi sebesar 93,5% dan aspek media sebesar 94,17%. Uji kepraktisan melalui angket respons siswa memperoleh skor rata-rata 3,6 dari skala 4 yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Efektivitas *e-modul* ditunjukkan melalui peningkatan skor rata-rata nilai *pretest* sebesar 45,15 menjadi 70,95 pada *posttest*. Uji *paired sample t-test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah penggunaan *e-modul* dengan nilai *Sig. (2-tailed)* = 0,001 < 0,05. Nilai rata-rata N-gain sebesar 0,46 yang termasuk dalam kategori sedang, maka *e-modul* dengan model PBL pada materi suhu dan kalor ini dinyatakan sangat valid, sangat praktis, dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa SMA.

Kata kunci: *E-modul Problem Based Learning* (PBL), Hasil Belajar Kognitif, Suhu dan Kalor.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi rabbil'almiin, Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Pengebangaan *E-modul* Dengan Model *Problem Based Learning* (PBL) Pada Materi Suhu Dan Kalor Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA N 11 Semarang” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S1) Ilmu Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Agung Muhammad SAW yang selalu kita nantikan syafaatnya,

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan hambatan dalam penulisan skripsi ini. Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan, pengalaman, dan kemampuan penulis, namun berkat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak maka hambatan tersebut dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

3. Edi Daenuri Anwar, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
4. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing I dan Hartono, M.Sc., selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberi pengarahan, bimbingan, serta motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Qisthi Fariyani, M.Pd., sebagai dosen wali yang selalu memotivasi dan membimbing penulis selama masa kuliah.
6. Dr. Susilawati, M.Pd., dan Dr. Joko Budi Purnomo M.Pd., selaku validator instrumen penelitian yang telah memberikan masukan dan saran pada instrumen penelitian skripsi ini.
7. Segenap dosen Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membekali ilmu pengetahuan selama penulis belajar di UIN Walisongo.
8. Rr. Tri Widiyastuti, S.Pd., selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 11 Semarang yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di SMA Negeri 11 Semarang.
9. Wahyu Prastyanto, S.Pd., selaku guru pengampu mata pelajaran fisika di SMA Negeri 11 Semarang yang telah memberikan arahan, motivasi dan informasi selama proses penelitian.
10. Peserta didik kelas XI-2 tahun ajaran 2024/2025 atas bantuan dan kesediaanya membantu peneliti menjadi sampel penelitian.

11. Kedua orang tua yaitu Bapak Kambali dan Ibu Etty Susanti yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan serta menjadi motivator dalam hidup penulis.
12. Adik Elsani Dwi Andira yang selalu memberikan doa, semangat, dan bantuan selama penulis menempuh studi di UIN Walisongo.
13. Keluarga Pendidikan Fisika 2021 yang telah memberikan kenangan yang indah selama perkuliahan.
14. Keluarga PLP MAN Kendal dan keluarga KKN Reguler 83 Posko 25 Desa Sriwulan, terima kasih atas kebersamaan, kerjasama, motivasi dan pengalaman berharga yang telah penulis dapatkan.
15. Teman-teman pejuang wisuda yang selalu memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi di UIN Walisongo.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini dan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan dan penyempurnaan penelitian yang telah dilakukan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan memberikan kontribusi bagi peningkatan kualitas pendidikan. Aamiin.

Semarang, 11 Juni 2025

Penulis,

Diana Sari Andini

NIM. 2108066051

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
NOTA DINAS	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah.....	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Manfaat Penelitian	9
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	10
BAB II LANDASAN TEORI	11
A. Kajian Teori	11
B. Kajian Pustaka	35
C. Kerangka Berpikir.....	37

BAB III METODE PENELITIAN	39
A. Model Pengembangan	39
B. Prosedur Pengembangan	39
C. Lokasi dan Subjek Penelitian	41
D. Teknik Pengambilan Sampel.....	41
E. Teknik Pengumpulan Data.....	42
F. Teknik Analisis Data.....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	52
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	52
B. Hasil Uji Coba Produk	60
C. Revisi Produk.....	73
D. Kajian Produk Akhir	82
E. Keterbatasan Penelitian.....	89
BAB V PENUTUP	91
A. Kesimpulan.....	91
B. Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN	101

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kriteria Penilaian Validasi Ahli	43
Tabel 3.2 Kriteria Pemberian Skor.....	44
Tabel 3.3 Kriteria Respons Siswa.....	44
Tabel 3.4 Pedoman skor kepraktisan	45
Tabel 3.5 Kriteria Validitas Soal.....	46
Tabel 3.6. Kriteria Reliabilitas Soal.....	47
Tabel 3.7. Interval Tingkat Kesukaran Soal.....	48
Tabel 3.8. Interval Daya Pembeda Soal	49
Tabel 3.9. Interval N.Gain	51
Tabel 4.1. Hasil Validasi Ahli Materi	61
Tabel 4.2. Hasil Validasi Ahli Media.....	63
Tabel 4.3. Hasil Respons Siswa	65
Tabel 4.4 Komentar dan Saran Responden.....	65
Tabel 4.5 Hasil Analisis Uji Validitas Soal.....	67
Tabel 4.6 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal.....	68
Tabel 4.7 Hasil Uji Daya Pembeda Soal	69
Tabel 4.8 Hasil Analisis Uji Normalitas	70
Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi	71
Tabel 4.10 Hasil Uji Paired-T Test	71
Tabel 4.11 Hasil Analisis Uji N-Gain	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Beberapa Jenis Termometer	17
Gambar 2.2 Ilustrasi Konversi Suhu dalam Berbagai Skala	19
Gambar 2.3 Pengaruh Kalor pada Perubahan Wujud	22
Gambar 2.4 Cara Perpindahan Kalor	26
Gambar 2.5 Contoh Fenomena Konveksi	28
Gambar 2.6 Fenomena Radiasi pada Panas Api Unggun.....	29
Gambar 2.7 Kerangka Berpikir	38
Gambar 4.1 Cover E-modul	54
Gambar 4.2 Materi Suhu dan Kalor	56
Gambar 4.3 Kuis Wordwall	58
Gambar 4.4 Uji Kompetensi	59
Gambar 4.5 Ilustrasi atau Gambar Sebelum Direvisi.....	74
Gambar 4.6 Ilustrasi atau Gambar Setelah Direvisi	75
Gambar 4.7 Indikator Sebelum Direvisi	76
Gambar 4.8 Indikator Setelah Direvisi.....	77
Gambar 4.9 Persamaan Matematis Sebelum Direvisi	78
Gambar 4.10 Persamaan Matematis Setelah Direvisi	79
Gambar 4.11 Kalimat Sebelum Direvisi	80
Gambar 4.12 Kalimaat Setelah Direvisi.....	81

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil Persentase Ahli Materi	62
Grafik 4.2 Hasil Persentase Ahli Media.....	64
Grafik 4.3 Rata-Rata Nilai Pretest dan Postest	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Pra-riset	101
Lampiran 2 Surat Riset	102
Lampiran 3 Lembar Wawancara.....	103
Lampiran 4 Lembar Observasi.....	107
Lampiran 5 Rubrik Penilaian Validasi Ahli.....	109
Lampiran 6 Rubrik Penilaian Instrumen Tes	117
Lampiran 7 Rubrik Angket Respon Siswa.....	120
Lampiran 8 Angket Validasi Ahli Materi	124
Lampiran 9 Angket Validasi Ahli Media.....	130
Lampiran 10 Angket Validasi Instrumen Tes	136
Lampiran 11 Angket Respons Siswa	142
Lampiran 12 Kisi-Kisi dan Instrumen Tes.....	144
Lampiran 13 Modul Ajar	158
Lampiran 14 Uji Coba Instrumen Tes.....	170
Lampiran 15 Validitas Instrumen Tes.....	171
Lampiran 16 Reliabilitas Instrumen Tes	172
Lampiran 17 Daya Beda Instrumen Tes.....	172
Lampiran 18 Tingkat Kesukaran Instrumen Tes.....	173
Lampiran 19 Skor Pretest dan Postest.....	173
Lampiran 20 Uji Normalitas	175
Lampiran 21 Uji-T Paired Sample	175
Lampiran 22 Uji N-Gain	176
Lampiran 23 Surat Setelah Riset.....	177
Lampiran 24 Dokumentasi.....	178
Lampiran 25 Riwayat Hidup.....	179

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Teknologi memberikan dampak penting bagi pendidikan. Revolusi Industri 4.0 menjadikan teknologi sebagai fondasi kehidupan. Hal ini menuntut inovasi dan optimalisasi penggunaan teknologi sebagai kunci masa depan (Laraphaty et al., 2021). Ilmu pengetahuan dan teknologi dalam Islam termaktub dalam Surah Al-'Alaq ayat 1-5

اَفْرُأَ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ (١) خَلَقَ الْنِّسَاءَ مِنْ عَلَقٍ (٢) اَفْرُأَ وَرَبُّكَ الْكَوْزَمَ (٣)
الَّذِي عَلِمَ بِالْفَلَقِ (٤) عَلِمَ الْنِّسَاءَ مَا لَمْ يَعْلَمْ (٥)

Terjemahnya: “Bacalah dengan nama Rabbmu yang menciptakan, Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Rabbmulah yang Maha Pemurah. Yang mengajar (manusia) dengan perantaraan pena (qalam). Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya.” (Q.S. Al-'Alaq [96]: 1-5).

Surat Al-Alaq ayat 1-5, menerangkan bahwa alam semesta diciptakan oleh Tuhan dengan maksud agar manusia dapat mempelajarinya dan menjadikannya sumber ilmu. Alam semesta yang penuh informasi ini sengaja dihadirkan sebagai objek kajian. Tuhan juga membekali manusia dengan pengetahuan sejak awal penciptaanya sebagai pembeda dengan makhluk lainnya (Zuhriyandi & Malik Alfannajah, 2023).

Pesan yang terkandung di dalamnya menegaskan bahwa seluruh pengetahuan bersumber dari Allah. Implikasinya, pengembangan teknologi dan ilmu pengetahuan harus diiringi dengan kesadaran akan kebesaran-Nya dan tanggung jawab dalam penggunaannya. Membaca Surah Al-Alaq memberikan pelajaran tentang bagaimana memanfaatkan teknologi dengan bijak.

Kemajuan teknologi secara global terus berkembang dan memberikan kemudahan dalam berbagai bidang pekerjaan, termasuk di sektor pendidikan (Harahap et al., 2023). Proses pembelajaran di sekolah tidak hanya sekadar menyampaikan materi dari guru kepada siswa namun diperlukan kolaborasi yang harmonis antara keduanya agar tercipta suasana belajar yang nyaman dan mendukung. Guru perlu memanfaatkan sumber serta bahan ajar yang tepat dan memilih materi yang sesuai serta cara penyampaian yang menarik.

Bahan ajar berperan sebagai media penting dalam menyampaikan pesan dan informasi pembelajaran kepada siswa. Guru dapat menyusun materi secara sistematis dan dapat memfasilitasi keterlibatan aktif siswa, serta membantu mereka mencapai tujuan pembelajaran secara lebih optimal (Anshori, 2018). Bahan ajar membantu mengatasi keterbatasan waktu dan tempat, sehingga pembelajaran menjadi lebih fleksibel, terarah, dan efisien sesuai kebutuhan siswa (Laraphaty et al., 2021). Ketiadaan bahan ajar dapat menurunkan efektivitas pembelajaran

serta membuat siswa kurang tertarik dan kurang aktif selama kegiatan belajar. Bahan ajar berperan penting sebagai panduan dan sumber informasi yang membantu siswa. Tanpa adanya bahan ajar yang mendukung, proses belajar menjadi kurang terarah, sehingga pemahaman siswa terhadap materi pelajaran cenderung terbatas.

E-modul ialah bahan pembelajaran yang runtut dan terstruktur agar dapat digunakan secara mandiri oleh siswa. Tampilan yang menarik dan konten yang interaktif membuat *e-modul* dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran serta mendorong kemandirian belajar siswa (Istiqoma et al., 2023). *E-modul* mempermudah proses berbagi dan memperoleh informasi dalam kegiatan pembelajaran. (Qotimah & Mulyadi, 2021). Penggunaan *e-modul* terbukti dapat mendukung proses belajar mandiri siswa. Hal ini diperkuat oleh temuan Wulandari (2021) yang menunjukkan bahwa *e-modul* mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran serta mendorong kemandirian siswa dalam memahami materi secara mandiri tanpa bergantung sepenuhnya pada guru (Wulandari et al., 2021). *E-modul* dianggap sebagai bahan ajar yang praktis karena memiliki kelebihan dibandingkan modul cetak, seperti kemampuan menyertakan elemen interaktif berupa gambar, audio, dan video serta dilengkapi fitur evaluasi yang dirancang untuk membantu siswa meningkatkan hasil belajar secara lebih efektif.

Hasil belajar menunjukkan tingkat pemahaman siswa mengenai materi yang umumnya terlihat dari skor yang diperoleh. Keberhasilan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya semangat belajar, metode mengajar yang digunakan guru, serta suasana belajar yang mendukung (Kumalasari et al., 2023). Hasil belajar siswa mencerminkan pencapaian akademis yang diperoleh melalui tugas, ujian, serta partisipasi aktif selama pembelajaran. Peningkatan hasil belajar dapat didorong oleh penerapan model pembelajaran yang efektif dan menarik (Mufida et al., 2022).

Problem Based Learning (PBL) telah terbukti berpengaruh untuk mendorong peningkatan hasil belajar, diperkuat oleh penelitian Pramana (2020) yang mengungkapkan bahwa *e-modul* fisika yang dirancang menggunakan model PBL mampu meningkatkan capaian belajar siswa secara signifikan (Pramana et al., 2020).

PBL mengasah nalar kritis dan pola pikir analitis siswa melalui penyelesaian masalah yang bersumber dari kondisi nyata di lapangan. Siswa diajak terlibat aktif menelusuri, mengkaji, dan menuntaskan persoalan baik secara perorangan maupun kolaboratif, dengan fokus pada situasi yang lekat dengan kehidupan mereka sehari-hari. Model ini juga melatih siswa mengemukakan pendapat, sehingga guru dapat memahami cara berpikir mereka dan memberikan arahan berupa konsep atau

prinsip, yang pada akhirnya memperkuat interaksi antara guru dan siswa serta antarsiswa. (Nurhidayati et al., 2025).

Materi fisika yang dipilih untuk pembelajaran adalah tentang suhu dan kalor karena siswa seringkali kesulitan dalam membedakan antara konsep suhu dan kalor dan kesulitan dalam menerapkan konsep tersebut dalam menyelesaikan soal-soal yang lebih kompleks. Topik suhu dan kalor merupakan bagian penting dalam pelajaran fisika karena konsep-konsep di dalamnya sangat relevan dengan fenomena yang sering dijumpai. Pemahaman terhadap konsep ini membantu siswa mengaplikasikan ilmu fisika dalam berbagai situasi nyata (Amalissholeh et al., 2023), namun, berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika di SMA N 11 Semarang, diketahui bahwa pembelajaran fisika masih berlangsung secara kurang interaktif yang berdampak pada menurunnya hasil belajar siswa sehingga menjadi permasalahan yang signifikan, hal ini semakin mempertegas perlunya inovasi dalam pembelajaran fisika untuk menjawab tantangan pembelajaran di era digital. *E-modul* ini dapat menyajikan materi fisika dengan cara yang menarik melalui integrasi teknologi sehingga dikembangkanlah *e-modul* fisika dengan menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL) sebagai upaya strategis untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa khususnya pada pembelajaran materi suhu dan kalor.

B. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Pembelajaran fisika cenderung kurang diminati karena penyajiannya belum mampu membangkitkan minat belajar siswa
2. Belum tersedia *e-modul* sebagai alternatif bahan ajar pada topik suhu dan kalor
3. Pencapaian hasil belajar kognitif siswa masih berada di bawah standar yang diharapkan

C. Pembatasan masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini dikonsentrasiakan pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini membahas materi suhu dan kalor, yang mencakup berbagai subtopik seperti pengertian suhu dan alat ukurnya, konversi antar skala suhu, konsep dasar kalor, kapasitas dan kalor jenis, kalor lebur dan kalor uap, mekanisme perpindahan kalor, serta penerapan asas black dalam peristiwa pertukaran kalor.
2. Penggunaan *e-modul* difokuskan pada siswa kelas XI SMA N 11 Semarang.

D. Rumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi titik perhatian utama dalam penelitian ini dapat diungkapkan melalui pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Bagaimana kelayakan *e-modul* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada topik suhu dan kalor?
2. Bagaimana respons siswa terhadap e-modul yang dirancang dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi suhu dan kalor?
3. Bagaimana peningkatkan hasil belajar kognitif siswa setelah penggunaan *e-modul* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi suhu dan kalor?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kelayakan *e-modul* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi suhu dan kalor
2. Untuk mengetahui respons siswa terhadap pengembangan *e-modul* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi suhu dan kalor
3. Untuk mengetahui peningkatan hasil belajar kognitif siswa setelah penggunaan *e-modul* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi suhu dan kalor

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi siswa
 - a. Mempermudah pemahaman siswa, membuat pembelajaran lebih menyenangkan, dan meningkatkan keterlibatan aktif mereka.
 - b. Siswa mengalami peningkatan hasil belajar
2. Bagi guru
 - a. Acuan dalam pengembangan bahan ajar dan membantu guru memilih media yang tepat untuk mendukung pembelajaran yang lebih inovatif.
 - b. Referensi untuk guru dalam menyampaikan materi suhu dan kalor
3. Bagi sekolah

Memberikan referensi bagi sekolah terkait penggunaan bahan ajar interaktif
4. Bagi peneliti

Memberi kesempatan bagi peneliti untuk mengembangkan bahan ajar yang kreatif dan sesuai kebutuhan siswa, sekaligus meningkatkan keterampilan dalam menerapkan model pembelajaran efektif.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Karakteristik utama dari produk yang dihasilkan dalam penelitian ini mencakup::

1. *E-modul* yang berisi materi suhu dan kalor bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa

2. Isi *e-modul* memuat konsep-konsep materi suhu dan kalor, dengan aktivitas berbasis *wordwall* sebagai kuis, atau latihan soal untuk memperkuat pemahaman konsep secara interaktif dan menyenangkan melalui langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Hasil Belajar Kognitif

Hasil belajar siswa adalah aktualisasi kompetensi yang diperoleh siswa setelah menuntaskan suatu rangkaian proses pembelajaran. Hasil belajar menjadi dasar evaluasi efektivitas suatu pembelajaran, ketika siswa menunjukkan peningkatan dalam cara berpikir, bersikap, dan bertindak setelah mengikuti kegiatan belajar, hal tersebut menandakan bahwa proses pembelajaran berjalan secara bermakna. Upaya ini sangat penting agar hasil belajar yang diperoleh tidak hanya bersifat jangka pendek, melainkan juga berkelanjutan dan aplikatif dalam kehidupan nyata (Somayana, 2020).

Hasil belajar kognitif adalah luaran dari proses mental yang mencerminkan kemampuan individu dalam mengolah informasi, memahami konsep, serta mengaplikasikan pengetahuan dalam situasi yang relevan. Ranah ini menitikberatkan pada aspek intelektual, mulai dari mengenali fakta sederhana hingga menganalisis dan mengevaluasi informasi secara kritis. Pencapaian kognitif tidak sekadar dilihat dari hafalan, tetapi lebih pada kedalaman nalar dan ketajaman berpikir yang terbentuk melalui pengalaman belajar yang bermakna.

2. Problem Based Learning (PBL)

Problem Based Learning (PBL) dapat diartikan sebagai suatu yang memusatkan proses pembelajaran pada penuntasan masalah autentik dan kompleks. Paradigma ini tidak mengedepankan transmisi informasi secara searah, melainkan mendorong peserta didik untuk secara mandiri atau kolaboratif (Nelvianti & Fitria, 2020).

Model PBL tidak semata-mata mendorong peserta didik untuk menguasai konsep-konsep keilmuan, tetapi juga mengarahkan mereka secara aktif untuk terlibat dalam dinamika pemecahan persoalan yang bersifat autentik dan relevan dengan dunia nyata. Pendekatan ini menitikberatkan pada keterlibatan langsung siswa dalam proses berpikir kritis dan reflektif terhadap situasi yang kompleks, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan aplikatif (laila, & Nurul, 2024).

Sintaks PBL menurut Tiara et al. (2024) adalah

- a. Mengorientasikan siswa pada masalah

Guru memperkenalkan suatu situasi atau permasalahan. Tujuannya adalah agar siswa merasa tertarik dan terdorong untuk mencari tahu lebih lanjut.

- b. Mengelola Aktivitas Belajar Siswa

Siswa dikelompokkan ke dalam tim kecil untuk terlibat dalam diskusi kolaboratif serta merancang pendekatan pemecahan masalah. Guru mengambil peran

sebagai pembimbing yang memfasilitasi jalannya pembelajaran agar tetap fokus dan mandiri,

- c. Membimbing Proses Penyelidikan Personal maupun Kolaboratif

Siswa diarahkan untuk melakukan pengumpulan data, menelaah informasi yang relevan, merumuskan dugaan sementara (hipotesis), serta merancang alternatif solusi

- d. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya

Siswa mempresentasikan yang memuat hasil temuan mereka. Kemudian, setiap kelompok memaparkan hasilnya di depan kelas agar bisa didiskusikan bersama. Tahap ini melatih kemampuan komunikasi dan kerja sama.

- e. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Guru bersama siswa mereview pengalaman belajar yang telah berlangsung. Siswa diajak untuk mengungkapkan pendapat, kesulitan, serta pemahaman yang diperoleh selama pembelajaran berlangsung, guru juga memberikan umpan balik yang bersifat membangun sebagai bahan pertimbangan untuk peningkatan pembelajaran di masa mendatang.

3. Materi Suhu dan Kalor

A. Suhu

1. Pengertian suhu dan alat ukurnya

Suhu merupakan besaran fisika yang merepresentasikan tingkat energi termal suatu zat atau benda, yang mencerminkan seberapa panas atau dinginnya objek tersebut. Konsep suhu dan kalor juga memiliki keterkaitan dengan nilai-nilai dalam Al-Qur'an, salah satunya tercermin dalam Surah An-Nisa ayat 56.

إِنَّ الَّذِينَ كَفَرُوا بِأَيْتَنَا سُوْفَ نُصْلِيهِمْ نَارًا كُلَّمَا نَصِبُّ جُلُودُهُمْ جُلُودًا غَيْرَ هَا لَيُذْوَقُوا الْعَذَابَ إِنَّ اللَّهَ كَانَ عَزِيزًا حَكِيمًا

Artinya : “Sesungguhnya orang-orang yang kufur pada ayat-ayat Kami kelak akan Kami masukkan ke dalam neraka. Setiap kali kulit mereka hangus, Kami ganti dengan kulit yang lain agar mereka merasakan (kepedihan) azab. Sesungguhnya Allah Mahaperkasa lagi Mahabijaksana”.

Menurut tafsir Al-Jalalain, "setiap kali kulit mereka hangus" merujuk pada intensitas panas yang luar biasa sehingga kulit terbakar habis, kemudian kata "Kami ganti kulit mereka dengan kulit yang lain" menunjukkan adanya proses penggantian materi yang

terus-menerus agar siksaan panas tersebut dapat dirasakan secara berkelanjutan.

Konteks dalam ilmu fisika pada fenomena "kulit hangus" secara langsung berkaitan dengan transfer kalor yang sangat tinggi, di mana energi termal berpindah dari sumber panas ke kulit, menyebabkan kenaikan suhu yang drastis hingga merusak struktur biologis. Konsep "penggantian kulit" dapat dianalogikan dengan sistem yang terus-menerus terpapar panas dan memerlukan suplai materi baru untuk menjaga interaksi dengan sumber kalor. Hal ini menunjukkan adanya proses yang tidak berhenti, di mana panas dan suhu menjadi faktor sentral dalam intensitas siksaan sehingga ayat ini dapat dijadikan referensi untuk menunjukkan bagaimana Al-Qur'an telah menggambarkan efek ekstrem dari suhu dan kalor, bahkan dalam konteks metafisika, yang sejalan dengan prinsip-prinsip termodinamika tentang transfer energi dan perubahan wujud akibat panas.

Suhu diukur dengan termometer. Termometer berisi zat kerja yan memiliki sifat terukur (panjang, tekanan) yang seiring dengan pemanasan atau pendinginan akan berubah secara teratur (Halliday,1998). Jenis-jenis termometer dirancang untuk pengukuran suhu yang spesifik diantaranya

termometer cair, memanfaatkan pemanjangan zat cair, umum untuk suhu sehari-hari, termometer gun (tembak) yang menggunakan radiasi inframerah dan ideal untuk pengukuran cepat tanpa kontak termasuk suhu badan, termometer untuk suhu ekstrem tinggi seperti dalam industri menggunakan termometer tungku yang tahan pada kondisi tersebut, sementara termometer badan dirancang khusus untuk mengukur suhu tubuh manusia dengan akurat dan aman. Pemilihan jenis termometer bergantung pada kebutuhan pengukuran suhu yang berbeda. Gambar 2.1.



Sumber : (Abdullah, M., 2017)

Gambar 2.1 Beberapa Jenis Termometer

2. Skala Suhu

a. Skala Reamur

Skala Reamur menetapkan suhu beku air pada 0 derajat Reamur dan suhu mendidih air pada 80 derajat Reamur.

b. Skala Celcius

Skala Celsius, yang juga dikenal sebagai skala sentigrat, menetapkan suhu pembekuan air pada 0 derajat Celsius dan suhu air mendidih pada 100 derajat Celsius. Skala ini umum digunakan secara global dalam kehidupan sehari-hari, sains, dan industri.

c. Skala Fahrenheit

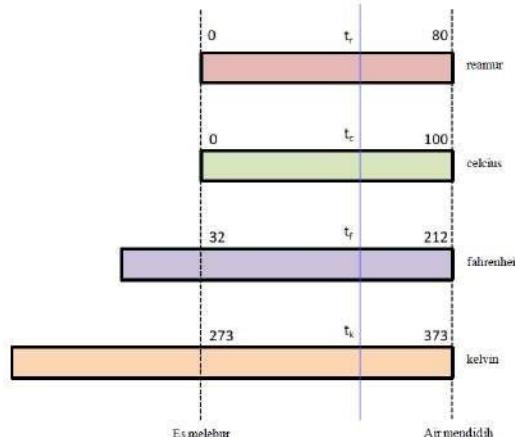
Skala Fahrenheit menetapkan suhu pembekuan air pada 32 derajat Fahrenheit, sementara titik didihnya berada pada angka 212 derajat Fahrenheit, dan masih digunakan di beberapa negara.

d. Skala Kelvin

Skala Kelvin merupakan satuan suhu resmi dalam Sistem Internasional (SI), di mana air membeku pada 273 Kelvin dan mendidih pada 373 Kelvin dalam kondisi tekanan standar. Perbedaannya setara dengan Celsius, namun dimulai dari nol mutlak, sehingga tidak memiliki nilai negatif. Skala ini penting dalam ilmu pengetahuan karena merepresentasikan energi termal secara absolut.

3. Konversi Antar Skala Suhu

Perhatikan pita pada Gambar 2.2.



Sumber : (Abdullah, M., 2017)

Gambar 2.2 Ilustrasi Konversi Suhu dalam Berbagai Skala

Benda diukur menggunakan dua alat ukur yang memiliki skala berbeda, maka hasil pengukurannya juga akan berbeda seperti dalam persamaan 2.1.

$$\frac{T_C - 0}{100 - 0} = \frac{T_R - 0}{80 - 0} = \frac{T_F - 32}{212 - 32} = \frac{T_K - 273}{373 - 273} \quad (2.1)$$

Keterangan :

T_C = suhu skala Celcius

T_R = suhu skala Reamur

T_F = suhu skala Fahrenheit

T_k = suhu skala Kelvin

B. Kalor

1. Pengertian Kalor

Kalor didefinisikan sebagai transfer energi termal yang terjadi akibat adanya perbedaan temperatur antara dua entitas atau sistem. Kalor tidak selalu menyebabkan kenaikan suhu, dalam beberapa kondisi, seperti saat terjadi perubahan wujud zat, kalor digunakan untuk memutus atau membentuk ikatan antarpartikel tanpa mengubah suhu. Kalor memainkan peran penting dalam berbagai proses fisis, terutama yang berkaitan dengan perubahan energi dan wujud materi.

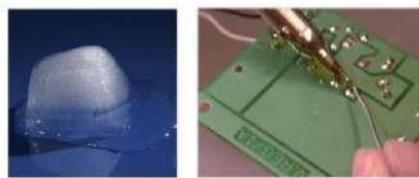
2. Beberapa Fenomena yang diakibatkan Kalor

a. Pengaruh Kalor pada Perubahan Suhu

Benda yang menyerap atau melepaskan energi panas akan mengalami perubahan suhu. Seberapa besar suhu naik atau turun bergantung pada beberapa hal.seperti banyaknya kalor yang terlibat, massa benda, serta nilai kalor jenis dari zat tersebut. Semakin besar kapasitas kalor spesifik suatu materi, semakin lambat perubahan suhunya ketika menerima atau melepaskan energi panas.

b. Pengaruh Kalor pada Perubahan Wujud

Kalor diberikan pada es (wujud padat) menyebabkan energi kinetik molekul airnya meningkat yang menyebabkan ikatan antar molekul melemah dan akhirnya berubah menjadi air (wujud cair). Proses ini dikenal sebagai peleburan, setiap perubahan wujud terjadi pada suhu tertentu dengan penyerapan atau pelepasan sejumlah kalor. Contoh pengaruh kalor pada perubahan wujud ditunjukan pada Gambar 2.3.



(a)

(b)

Sumber : (Abdullah, M., 2017)

Gambar 2.3 Pengaruh Kalor pada Perubahan Wujud

3. Kapasitas Kalor

Kapasitas kalor menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor tanpa mengalami perubahan suhu yang besar. Jumlah kapasitas kalor suatu benda ditentukan oleh massa serta jenis material yang

menyusunnya. Perhitungan kapasitas kalor seperti dalam Persamaan 2.2.

$$Q = C \Delta T \quad (2.2)$$

Keterangan

Q = kalor (kalori/Joule)

C = kapasitas kalor (J/K)

ΔT = perubahan suhu (K)

4. Kalor Jenis

Kalor jenis merupakan ukuran seberapa banyak panas yang dibutuhkan untuk mengubah suhu suatu benda. Besarnya hubungan kalor dan kalor jenis dapat ditentukan dengan persamaan 2.3.

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \quad (2.3)$$

Keterangan

c = kalor jenis (J/kg K)

Q = kalor (J)

m = massa benda (kg)

ΔT = Perubahan suhu (K)

5. Kalor Lebur

Kalor lebur merupakan sejumlah energi panas yang dibutuhkan oleh suatu zat padat untuk berubah menjadi cair pada titik leburnya tanpa mengalami perubahan suhu. Energi ini berperan dalam melemahkan ikatan antarpartikel,

memungkinkan zat tersebut bertransisi dari keadaan teratur ke bentuk yang lebih bebas. Setiap jenis zat memiliki nilai kalor lebur yang unik, tergantung pada struktur molekul dan kekuatan ikatan antarpartikelnya. Proses pelelehan ini hanya berlangsung jika seluruh energi kalor yang diserap digunakan untuk mengatasi gaya kohesi antarpartikel, bukan untuk menaikkan suhu, oleh karena itu, pemahaman terhadap kalor lebur sangat penting dalam berbagai bidang. Jumlah energi kalor yang dibutuhkan sesuai dengan ketentuan yang dinyatakan pada rumus 2.4.

$$Q = m L \quad (2.4)$$

Keterangan

m = massa zat yang dilebur (kg)

L = kalor lebur zat (kal/kg atau J/kg).

6. Kalor Uap

Kalor uap adalah jumlah energi termal yang dibutuhkan untuk mengubah sepenuhnya satu unit massa zat cair menjadi wujud gas pada suhu tetap, yakni pada titik didihnya, selama proses ini berlangsung, temperatur zat tidak mengalami perubahan meskipun energi terus diserap, karena energi tersebut digunakan untuk mengatasi gaya tarik antarpartikel dalam fase cair. Nilainya

dinyatakan dalam J/kg atau cal/g, dan selama proses ini, suhu tetap konstan hingga seluruh cairan menguap.

Energi yang dibutuhkan untuk menguapkan zat cair sepenuhnya dinyatakan seperti pada rumus 2.5.

$$Q = mU \quad (2.5)$$

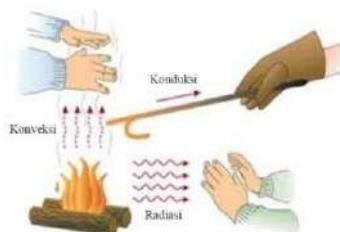
Keterangan

m = massa zat (kg)

U = kalor uap (J/kg)

7. Perpindahan Kalor

Perpindahan panas merupakan pergerakan energi termal yang terjadi antara objek atau sistem akibat adanya disparitas temperatur. Proses ini umumnya melibatkan tiga cara utama, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.



Sumber : (Abdullah, M., 2017)

Gambar 2.4 Cara Perpindahan Kalor

a. Konduksi

Konduksi adalah proses transfer panas yang terjadi melalui media perantara tanpa adanya perpindahan partikel dari media tersebut. Konduksi paling efektif terjadi pada zat padat, terutama logam, karena atom-atomnya tersusun rapat sehingga memungkinkan transfer energi yang lebih efisien. Contoh konduksi dapat diamati ketika ujung batang logam dipanaskan, maka panas akan merambat secara bertahap ke ujung lainnya.

Kemampuan suatu materi untuk menghantarkan kalor melalui konduksi diukur dengan konduktivitas termal. Kemampuan zat untuk menghantarkan kalor disebut dengan konduktivitas termal. Laju perpindahan kalor dirumuskan dalam Persamaan 2.6.

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{k A \Delta T}{L} \quad (2.6)$$

Sehingga

$$Q = k A t \frac{\Delta T}{L} \quad (2.7)$$

Keterangan:

H = laju perpindahan kalor (J/s)

k = koefisien konduktivitas termal (W/m°C)

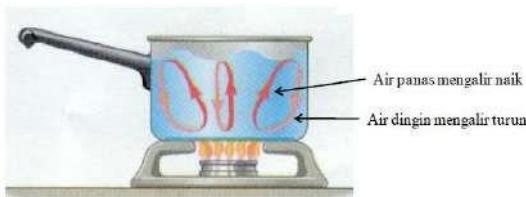
A = luas penampang (m^2)

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

L = panjang penghantar (m)

b. Konveksi

Konveksi terjadi melalui pergerakan fluida. Suatu bagian fluida yang dipanaskan maka volumenya akan memuoi dan menjadi kurang padat, sehingga cenderung bergerak ke atas karena adanya gaya apung, sementara itu, fluida yang lebih dingin dan lebih padat akan bergerak ke bawah menggantikan posisi fluida yang panas, menciptakan aliran atau sirkulasi kalor. Contoh konveksi antara lain terjadinya angin laut dan angin darat, serta sirkulasi air saat dipanaskan dalam panci ditunjukkan seperti pada Gambar 2.5.



Sumber : (Abdullah, M., 2017)

Gambar 2.5 Contoh Fenomena Konveksi

Laju Perpindahan konveksi seperti pada rumus 2.8.

$$H = \frac{Q}{t} = h A \Delta T \quad (2.8)$$

Keterangan:

H = laju perpindahan kalor (J/s)

h = Koefisien konveksi (W/m^2) $^\circ\text{C}$)

A = luas penampang (m^2)

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

c. Radiasi

Radiasi, dalam konteks perpindahan kalor, merujuk pada transmisi energi termal dalam bentuk gelombang elektromagnetik, yang tidak memerlukan medium perantara untuk perambatannya. Kalor yang dipancarkan melalui radiasi dapat diserap, dipantulkan, atau ditransmisikan oleh benda lain yang mengenainya. Contoh radiasi misalnya panas matahari yang mencapai bumi melalui ruang hampa, serta panas yang kita rasakan dari api unggun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Sumber : (Abdullah, M., 2017)

Gambar 2.6 Fenomena Radiasi pada Panas Api Unggun.

Laju perpindahan kalor secara radiasi memenuhi Persamaan 2.9.

$$H = \frac{Q}{t} = e \sigma A T^4 \quad (2.9)$$

Keterangan:

$$H = \frac{Q}{t} = \text{laju perpindahan kalor (J/s)}$$

$$e = \text{Koefisien emisivitas } (0 \leq e \leq 1)$$

$$\sigma = \text{konstanta Stefan Boltzman } (5,67 \times 10^{-8}$$

$$\text{W/m}^2\text{K}^4$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$T = \text{temperature (K)}$$

(Abdullah, M. 2017)

4. Bahan Ajar

a. Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar memiliki urgensi di dunia pendidikan, sehingga guru berlomba-lomba berinovasi untuk membuat bahan ajar yang efektif (Syahda Puspita Husada, 2020). Bahan ajar adalah sumber belajar yang dirancang secara cermat berdasarkan ide-ide dan digunakan guru serta siswa untuk belajar (Irza et al., 2024). Kehadiran sumber-sumber pembelajaran ditata secara sistematis sehingga memudahkan proses pembelajaran bagi siswa karena susunannya yang berurutan. Bahan ajar mempunyai ciri khas tersendiri dan disesuaikan dengan tujuan dan keadaan pembelajaran tertentu (Magdalena et al., 2020).

Pentingnya memastikan bahan ajar dirancang sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran, karena bahan-bahan tersebut akan berfungsi sebagai sumber berharga bagi guru dalam memfasilitasi proses belajar mengajar (Nuryasana & Desiningrum, 2020).

b. Fungsi dan Manfaat Bahan Ajar

Pelaksanaan proses belajar mengajar melibatkan tiga peran utama bahan ajar. Yaitu : (1) sebagai kerangka komprehensif, (2) sebagai arahan bagi siswa, (3) sebagai alat penilaian tingkat penguasaan hasil belajar (Aisyah et al., 2020).

Manfaat bahan ajar dapat dikategorikan bagi guru dan siswa. Manfaat bagi guru meliputi: (1) Memperoleh sumber daya pengajaran (2) Meningkatkan pemahaman dengan beragam sumber informasi, (3) Meningkatkan keahlian guru dalam menciptakan bahan ajar. Keuntungan bagi siswa, meliputi : (1) Meningkatkan daya tarik, (2) Memfasilitasi pembelajaran mandiri dan mengurangi ketergantungan pada kehadiran guru. (3) Memperolehan setiap keterampilan atau pengetahuan penting (Wahyudi, 2022).

5. *E-modul*

a. Pengertian *E-Modul*

Istilah "*E-modul*" berasal dari gabungan kata "elektronik" dan "modul". Menurut nurhasanah (2022) *E-modul* disusun agar siswa mampu belajar mandiri (Nurhasanah et al., 2022). *E-modul* dirancang dan diatur untuk memenuhi tingkat pemahaman unik siswa, sehingga mendorong pembelajaran yang dipersonalisasi dengan kecepatan dan bakat mereka sendiri. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, terjadi pergeseran dari media cetak ke media digital. modul pembelajaran telah bertransformasi ke dalam format digital yang biasa dikenal dengan *e-modul*. *E-modul* dibuat secara elektronik dan disusun secara sistematis dan menarik (Najwa & Sabariman, 2021). *E-modul* ini

berbasis komputer yang memuat materi dan soal pada setiap bagiannya untuk membantu siswa memahami isinya. *E-modul* yang interaktif dapat meringankan kejemuhan siswa dalam proses pembelajaran (Ricu Sidiq & Najuah, 2020). Modul elektronik memiliki keunggulan dibandingkan modul cetak, terutama dalam hal penyajian suara, video, gambar, dukungan, dan evaluasi (Zinnurain et al., 2021).

b. Tujuan *E-modul*

Tujuan *e-modul* seperti yang dikemukakan oleh Rahmi 2021 adalah: (1) Menjelaskan dan mengefektifkan penyampaian pesan, (2) Mengelola dan melampaui keterbatasan yang disebabkan oleh terbatasnya ketersediaan waktu, (3) Meningkatkan semangat dan kegembiraan siswa terhadap proses perolehan ilmu, (4) Mendorong pembelajaran mandiri, (5) Memungkinkan penilaian diri terhadap hasil pembelajaran (Rahmi et al., 2021).

c. Karakteristik *E-modul*

E-modul yang dihasilkan harus memenuhi karakteristik tertentu, antara lain: (1) Panduan Belajar Mandiri sehingga memungkinkan siswa belajar mandiri tanpa bergantung pada sumber luar. (2) Bahasanya mudah dipahami. (3) Menawarkan siswa kesempatan untuk mempelajari isi pembelajaran secara lengkap, (4)

Bersifat adaptif, yaitu kemampuan modul untuk secara efektif menyesuaikan dan merespons kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. (5) *User friendly*, mengacu pada persyaratan bahwa Modul harus berpegang pada prinsip *User Friendly* atau akomodatif terhadap penggunanya (Septora, 2017).

d. Fungsi *E-modul*

Fungsi utama *e-modul* adalah memberikan dukungan kepada guru dalam merancang kegiatan pembelajaran. Peran guru sangat signifikan dalam persiapan pembelajaran, termasuk menyempurnakan kemampuan berpikir guna mampu berinovasi dalam pendidikan (Damayanti et al., 2019).

Guru diharapkan dapat mengembangkan *e-modul* secara optimal. Ketidakseimbangan dalam menyusun *e-modul* pengajaran dapat menyebabkan penyampaian materi kepada siswa menjadi tidak sistematis. Hal ini dapat berdampak negatif, di mana pembelajaran menjadi kurang menarik karena kurangnya persiapan guru dalam menyusun modul pendidikan dengan baik, dengan demikian hasil pembelajaran bisa terlihat positif atau sebaliknya, tergantung pada sejauh mana guru telah mempersiapkan modul pendidikan secara optimal (Maulinda, 2022).

e. Kelebihan dan Kekurangan *E-modul*

Keuntungan memanfaatkan modul elektronik antara lain: (1) Mampu meningkatkan minat belajar siswa, (2) *E-modul* merupakan media terpadu, (3) *E-modul* interaktif yang memungkinkan adanya video, musik, dan animasi lebih dinamis dibandingkan modul cetak yang lebih bersifat statis. kelemahan pemanfaatan *e-modul* dalam proses pembelajaran adalah: (1) *e-modul* yang kurang fleksibel akan menimbulkan rasa bosan pada siswa karena sifatnya yang berulang-ulang. (2) Pendidik sendiri mungkin menghadapi tantangan dalam menghasilkan *e-modul* pembelajaran berkualitas tinggi, (3) Semua pengetahuan tidak dapat ditransfer melalui *e-modul* (Laili et al., 2019).

B. Kajian Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Waruwu (2024) mengembangkan e-modul fisika berbasis Problem Based Learning (PBL) dan memperoleh skor N-Gain rata-rata 0,8 (kategori tinggi). Hasil validitas, kepraktisan, dan efektivitas menunjukkan bahwa e-modul valid, praktis, dan efektif meningkatkan prestasi belajar. Penelitian ini serupa dalam penggunaan PBL untuk meningkatkan hasil belajar, namun berbeda pada materi yang dikembangkan.

Studi sebelumnya yang dilakukan oleh Marinda (2023) mengembangkan e-modul interaktif berbasis PBL pada

materi getaran dan gelombang, dan dinyatakan layak digunakan. Implementasinya terbukti secara empiris mampu meningkatkan hasil belajar siswa.

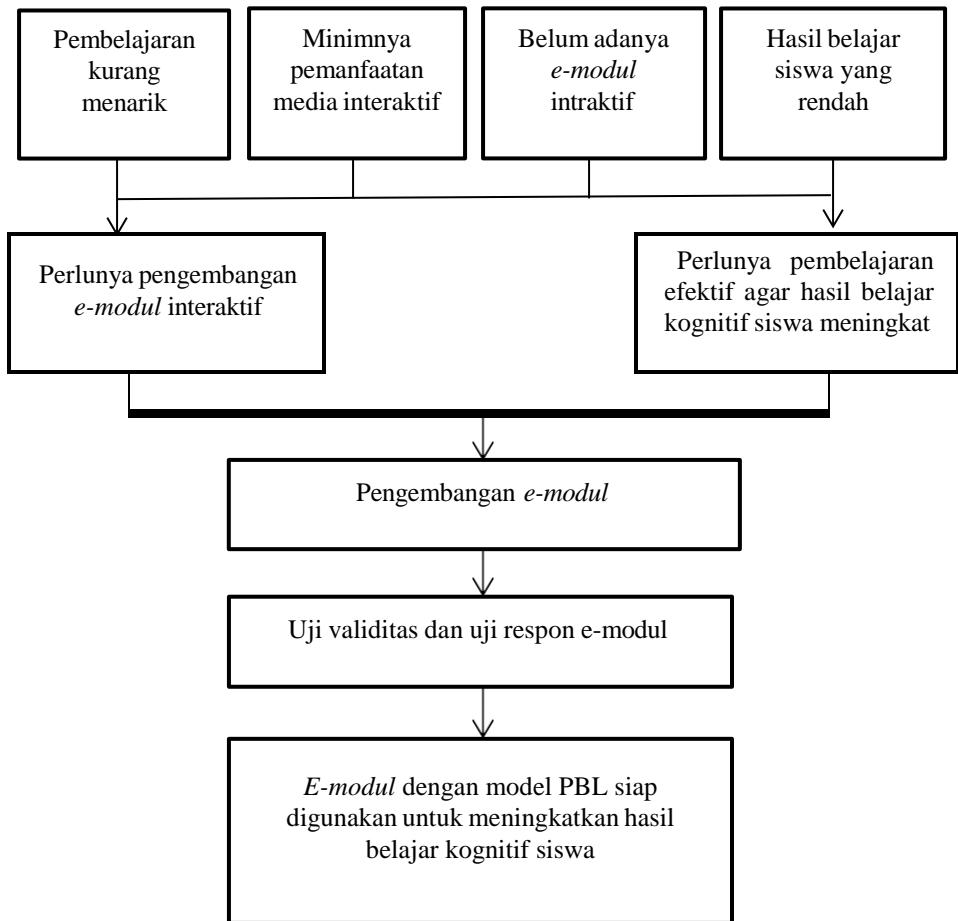
Penelitian yang dilakukan Hutajulu (2024) mengenai Hutajulu (2024) mengembangkan e-modul berbasis PBL pada materi usaha dan energi, dan terbukti efektif meningkatkan hasil belajar siswa. Persamaan penelitian ini terletak pada penggunaan PBL, sedangkan perbedaannya ada pada materi yang dikembangkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Agustina (2024) mengembangkan e-modul fisika berbasis PBL dengan flip PDF pada materi teori kinetik gas. Hasilnya menunjukkan e-modul layak, praktis, dan efektif digunakan. Persamaannya terletak pada penggunaan PBL untuk meningkatkan hasil belajar, sedangkan perbedaannya ada pada materi yang dikembangkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Feziyasti (2024) mengembangkan e-modul fisika berbasis PBL pada materi getaran harmonis sederhana. Persamaannya terletak pada penggunaan PBL untuk meningkatkan hasil belajar, sementara perbedaannya ada pada materi yang dibahas.

C. Kerangka Berpikir

Pembuatan *e-modul* digunakan untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri tanpa terikat oleh pembatasan ruang dan waktu. Siswa tidak perlu menunggu kehadiran guru untuk memperoleh materi, sehingga dapat lebih efisien dalam proses pembelajaran. *E-modul* ini khususnya dirancang untuk memudahkan siswa memahami materi suhu dan kalor dengan model PBL. Model ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep secara mendalam, tetapi juga dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Rangkaian alur penalaran yang melandasi penelitian ini terilustrasikan secara visual pada Gambar 2.7



Gambar 2.7. Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini termasuk dalam kategori *Research and Development* (R&D) yang berfokus pada pengembangan e-modul berbasis model pembelajaran PBL pada materi suhu dan kalor, sekaligus menguji sejauh mana modul tersebut berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik. Proses pengembangan mengikuti tahapan dalam model ADDIE, yang terdiri atas lima langkah utama, yakni analisis kebutuhan, perancangan rancangan awal, pembuatan dan penyempurnaan produk, penerapan di lapangan, serta evaluasi untuk menilai efektivitas dan kualitas produk. Melalui pendekatan sistematis ini, e-modul diharapkan tidak hanya layak digunakan, tetapi juga mampu menjadi alternatif bahan ajar yang kontekstual dan mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran (Hidayat, 2021).

B. Prosedur Pengembangan

Tahapan dalam model pengembangan ADDIE meliputi lima langkah (Sultan & Kasim, 2024), yaitu :

1. *Analysis* (analisis)

Tahapan ini yaitu melakukan identifikasi dan pengkajian terhadap kebutuhan belajar siswa, tujuan pembelajaran, serta karakteristik siswa. Analisis dilakukan

dengan mengkaji kesesuaian kurikulum, hambatan pembelajaran, serta pentingnya hasil belajar siswa. Hasil analisis menjadi dasar perancangan *e-modul* yang relevan dan tepat sasaran.

2. *Design* (perencanaan)

Tahap ini melibatkan perencanaan yang sistematis, mencakup penyusunan isi *e-modul* serta perancangan jalannya pembelajaran yang disesuaikan dengan PBL, selain itu tahap ini juga mencakup penyusunan berbagai instrumen penelitian, antara lain lembar validasi ahli, angket respon siswa, serta alat ukur berupa instrumen tes yang digunakan untuk mengevaluasi hasil pembelajaran.

3. *Development* (Pengembangan)

Tahapan ini mewujudkan rencana tersebut menjadi *e-modul* yang konkret. Materi disusun ke dalam bentuk digital, dikombinasikan dengan elemen visual dan interaktif. *E-modul* juga diuji melalui proses validasi guna menjamin mutu konten dan kualitas tampilannya.

4. *Implementation* (Implementasi)

E-modul yang telah dikembangkan diimplementasikan kepada siswa untuk melihat efektivitasnya dalam proses pembelajaran suhu dan kalor, dengan mengamati keterlibatan siswa, keaktifan dalam menyelesaikan masalah berbasis PBL, serta penggunaan kuis

wordwall dalam memperkuat pemahaman konsep untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

5. *Evaluation* (Evaluasui)

Tahap evaluasi menjadi langkah akhir dalam pelaksanaan penelitian ini yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitasnya berdasarkan data pretest dan postest serta hasil N-gain.

C. Lokasi dan Subjek Penelitian

Riset ini dilaksanakan di SMA Negeri 11 Semarang, dengan kelas XI-2 sebagai subjek penelitian

D. Teknik Pengambilan Sampel

Riset ini menerapkan teknik *purposive sampling*, yakni penetapan subjek penelitian secara selektif berdasarkan pertimbangan atau karakteristik tertentu (Sugiyono, 2016). populasi dalam studi ini mencakup seluruh siswa kelas XI di SMA Negeri 11 Semarang, sementara yang dijadikan sampel adalah kelas XI-2. Rancangan penelitian yang digunakan berupa *one group pretest-posttest design*, yang bertujuan untuk menelaah pergeseran atau dinamika hasil belajar siswa sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Kriteria pemilihan sampel pada kelas XI-2 berdasarkan pertimbangan tertentu yaitu mengidentifikasi kelas dengan siswa yang memiliki pemahaman materi yang paling rendah. Siswa-siswa inilah yang akan menjadi prioritas dalam penelitian ini, kemudian melalui observasi untuk

mengamati partisipasi siswa dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Kelas yang cenderung pasif atau kurang terlibat akan menjadi fokus penelitian ini dan kelas yang memiliki akses ke perangkat teknologi seperti laptop.

E. Teknik Pengumpulan Data

a. Wawancara

Wawancara untuk menggali informasi mendalam mengenai pandangan, pengalaman, dan kendala yang dihadapi guru dalam mengajar materi suhu dan kalor, serta tanggapan mereka terhadap penggunaan *e-modul*. Wawancara dilakukan dengan Bapak Wahyu Prastyanto selaku guru fisika di SMA N 11 Semarang.

b. Obsevasi

Observasi dilakukan dengan mengamati pembelajaran di kelas secara langsung untuk mendapatkan informasi .

c. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan bukti-bukti berupa foto kegiatan selama proses pembelajaran dengan *e-modul*.

d. Angket

Angket yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari skala penilaian 1 hingga 4 untuk mengukur tingkat kepuasan terhadap *e-modul*. Angket juga dilengkapi dengan kolom untuk kritik dan saran yang memungkinkan untuk memberikan masukan secara terbuka.

e. Tes

Pretest dan *posttest* digunakan sebagai alat untuk menilai sejauh mana pemahaman siswa.

F. Teknik Analisis Data

1. Teknik Analisis Data Angket Validasi Ahli

Kriteria penilaian seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kriteria Penilaian Validasi Ahli

Skor	Kategori
4	Sangat Baik
3	Baik
2	Kurang
1	Sangat Kurang

sumber : (Sugiyono, 2017)

Menghitung skor total rata-rata dengan rumus seperti Persamaan 3.1.

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} \quad (3.1)$$

Keterangan :

\bar{X} = Skor rata – rata

ΣX = Jumlah skor

n = Jumlah penilaian

Kriteria pemberian skor dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Pemberian Skor

Skor	Interval	Kategori
4	$76 < X \leq 100$	Sangat valid
3	$51 < X \leq 75$	Valid
2	$26 < X \leq 50$	Kurang valid
1	$4 < X \leq 25$	Tidak valid

(Sumber : Anwar, 2018)

2. Teknik Analisis Data Respons Siswa

Kriteria respons siswa seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kriteria Respons Siswa

	Interval	Kategori
4		Sangat Setuju
3		Setuju
2		Kurang Setuju
1		Tidak Setuju

(Sumber : Sugiyono, 2018)

Skor rata-rata dari aspek yang dinilai dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3.

$$X = \frac{X}{n} \quad (3.3)$$

Keterangan :

X = Skor rata – rata

X = Skor pada butir pernyataan

n = Banyak butir pernyataan

Aspek yang dinilai diubah menjadi data kualitatif berdasarkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Pedoman Skor Kepraktisan

Rentang Skor	Kategori
$X > 3,4$	Sangat Praktis
$2,8 < X \leq 3,4$	Praktis
$2,2 < X \leq 2,8$	Cukup Praktis
$1,6 < X \leq 2,2$	Kurang Praktis
$X \leq 1,6$	Tidak Praktis

(Sumber : Widyoko, 2020)

3. Teknik Analisis Hasil Belajar

a. Analisis Instrumen Tes

1. Uji Validitas

Instrumen dikatakan valid saat dapat mengungkap data dari variabel secara tepat dan tidak menyimpang dari keadaan yang sebenarnya (Yusup, F., 2018). Uji validitas untuk soal esai dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3.4

$$r_{xy} = \frac{N \sum XF - (\sum X)(\sum F)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum F^2 - (\sum F)^2)}} \quad (3.4)$$

Keterangan :

r_{xy} = Koefisien korelasi variabel X dan Y

N = Jumlah peserta tes

$\sum X$ = Jumlah skor item

$\sum Y$ = Jumlah skor item total

$\sum X^2$ = Jumlah skor item kuadrat

$\sum Y^2$ = Jumlah skor total kuadrat

$\sum XY$ = Hasil perkalian antara

skor item dengan skor total

Kriteria validitas soal ditunjukkan pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Kriteria Validitas Soal

Rentang Skor	Kategori
$0,80 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_{xy} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{xy} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 < r_{xy} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} \leq 0,20$	Sangat Rendah

(Sumber : Arikunto, 2013)

2. Uji reabilitas

Instrumen dikatakan reliabel saat dapat mengungkapkan data yang bisa dipercaya (Yusup, F., 2018). Uji reabilitas untuk soal esai dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3.5.

$$r_{11} = \frac{(\frac{n}{n-1})}{\sigma_t^2} (1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_t^2}) \quad (3.5)$$

Keterangan :

r_{11} = Reliabilitas tes keseluruhan

n = Jumlah soal

$\sum \sigma_t^2$ = Jumlah varian skor tiap item

σ_t^2 = Varian total

Kriteria reliabilitas soal ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Kriteria Reliabilitas Soal

Rentang Skor	Kategori
$0,00 < r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,80 \leq r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi

(Sumber : Arikunto, 2013)

3. Uji tingkat kesukaran soal

Perhitungan tingkat kesukaran soal menggunakan Persamaan 3.6.

$$TK = \frac{mean}{skor maks} \quad (3.6)$$

Keterangan :

TK = Tingkat kesukaran

Mean = Rata-rata skor

Skor maks = Skor maksimum soal

Interval tingkat kesukaran ditunjukkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Interval Tingkat Kesukaran Soal

Interval	Kategori
$0,70 < TK \leq 1,00$	Mudah
$0,30 < TK \leq 0,70$	Sedang
$0,00 < TK \leq 0,30$	Sukar

(Sumber : Arikunto, 2013)

4. Uji daya pembeda

Daya pembeda soal dapat diketahui dengan rumus pada Persamaan 3.7.

$$\text{Daya pembeda} = \frac{X_A - X_B}{SMI} \quad (3.7.)$$

Keterangan :

X_A = Rata – rata skor kelompok atas

X_B = Rata – rata kelompok bawah

SMI = Skor maksimal ideal

Interval daya pembeda soal ditunjukkan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Interval Daya Pembeda Soal

Interval	Kategori
$DP < 0,00$	Sangat Jelek
$0,00 < DP \leq 0,20$	Jelek
$0,20 < DP \leq 0,40$	Sedang
$0,40 < DP \leq 0,70$	Baik
$0,70 < DP \leq 1,00$	Baik Sekali

(Sumber : Arikunto, 2013)

b. Analisis statistik inferensial

1. Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menentukan apakah data yang dikumpulkan mengikuti distribusi normal atau tidak (Sugiyono, 2019). Uji tersebut dilakukan menggunakan rumus Chi-kuadrat sebagaimana tercantum pada Persamaan 3.8.

$$\chi^2 = \sum_1^k \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \quad (3.8)$$

Keterangan:

$\chi^2 = Chi Kuadrat$

$k = banyaknya kelas interval$

$f_o = Frekuensi hasil yang diamati$

$f_h = Frekuensi hasil yang diharapkan$

Jika $x^2_{hitung} \geq x^2_{tabel}$, berarti distribusi normal.

Jika $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$, berarti data berdistribusi tidak normal (Sugiyono, 2017).

2. Uji Hipotesis (Uji-t Paired Sample)

Uji-t paired sample digunakan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* siswa yang signifikan secara statistik. (Ghozali, 2018). Uji-t dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.9.

$$t = \frac{x-p}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad (3.9)$$

Keterangan :

n = Jumlah sampel

x = Nilai rata-rata sampel

p = Nilai uji

S = Standar deviasi sampel

Pengambilan keputusan dalam uji ini didasarkan pada nilai signifikansi (*Sig. 2-tailed*) dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0,05, jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_4 diterima, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara *pretest* dan *posttest*, sebaliknya, jika nilai signifikansi $\geq 0,05$, maka H_0 diterima dan H_4 ditolak, yang berarti tidak terdapat

perbedaan yang signifikan antara *pretest* dan *posttest*.

3. N-Gain

Perhitungan N-Gain digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa. N-Gain dirumuskan seperti pada Persamaan 3.10.

$$N - Gain = \frac{Skor\ posttest - Skor\ pretest}{Skor\ maksimal - Skor\ pretest} \quad (3.10)$$

Interval persamaan N-Gain tersebut dapat dilihat seperti pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Interval N-Gain

Interval	Kategori
$N - Gain > 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq N - Gain \leq 0,70$	Sedang
$N - Gain < 0,30$	Rendah

(Hake, 1999)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini menghasilkan e-modul berbasis Problem Based Learning (PBL) guna meningkatkan hasil belajar siswa pada materi suhu dan kalor. *E-modul* ini dirancang untuk mempermudah pemahaman siswa terhadap konsep suhu dan kalor melalui penyajian materi yang menarik, interaktif, dan menyenangkan. Fitur yang disematkan, seperti kuis interaktif berbasis *wordwall*, latihan soal yang beragam, serta kegiatan praktikum sederhana, diharapkan mampu mendorong keaktifan siswa dalam proses pembelajaran.

Proses awal pengembangan produk dilakukan dengan menganalisis kebutuhan siswa melalui wawancara guru fisika dan observasi kelas, guna mengidentifikasi kendala pembelajaran suhu dan kalor. Hasil wawancara dan observasi menyatakan bahwa keterlibatan siswa dalam proses belajar masih rendah, dan belum tersedia *e-modul* interaktif yang mendukung pembelajaran secara optimal.

Proses selanjutnya adalah *design* (perancangan). Perancangan dilakukan dengan memperhatikan kebutuhan siswa yang telah diidentifikasi serta menyesuaikan materi dengan kurikulum yang berlaku. Perancangan ini mencakup penyusunan struktur *e-modul*, pemilihan materi yang relevan, serta integrasi

berbagai kegiatan pembelajaran yang berbasis model Problem Based Learning (PBL).

Proses selanjutnya yaitu *development* atau pengembangan produk yaitu proses pembuatan *e-modul* mulai dilakukan. Pembuatan *e-modul* menggunakan aplikasi *Canva* dengan tampilan yang dirancang sederhana namun tetap menarik secara visual. *E-modul* ini juga dilengkapi dengan berbagai ilustrasi pendukung. Struktur atau komponen dalam *e-modul* dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Cover Buku

Bagian pertama dari *e-modul* adalah sampul atau *cover*, yang dirancang secara menarik dengan ilustrasi yang merepresentasikan konsep suhu dan kalor secara visual. Ilustrasi tersebut disesuaikan agar mudah dipahami oleh siswa dan mampu membangkitkan minat mereka untuk mempelajari isi *e-modul* lebih lanjut. *Cover* juga berfungsi sebagai daya tarik awal yang mencerminkan isi dari pembelajaran yang disajikan. Gambar tiga orang sedang duduk mengelilingi api unggun menunjukkan proses perpindahan kalor dan ada beberapa ikon pendukung lainnya seperti termometer berwarna-warni di bagian atas yang melambangkan perubahan suhu, serta ilustrasi panci yang sedang dipanaskan di atas api, yang menunjukkan proses perpindahan panas dalam memasak. Ilustrasi tampilan sampul *e-modul* ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Gambar Cover *E-modul*

2. Kata Pengantar

Kata pengantar berada di awal e-modul dan berisi penjelasan tujuan, latar belakang pengembangan, serta harapan agar materi membantu siswa memahami konsep dan meningkatkan hasil belajar.

3. Daftar Isi

Daftar isi menyajikan gambaran secara sistematis mengenai keseluruhan isi *e-modul*, memudahkan pengguna untuk menavigasi setiap bagian dengan cepat dan terstruktur.

4. Peta Konsep

Peta konsep berperan sebagai alat visual yang menggambarkan hubungan antar konsep utama dalam materi, sehingga siswa dapat memahami secara menyeluruh dan terorganisir.

5. Pendahuluan

Pendahuluan e-modul berisi gambaran umum isi, tujuan, serta petunjuk penggunaan agar siswa dapat menggunakannya dengan maksimal. Selain itu, disertakan pula RPP sebagai panduan dalam pembelajaran yang terintegrasi dengan e-modul.

6. Materi Suhu dan Kalor

Sumber utama yang digunakan adalah dari karya Mikrajudin, yang menyajikan penjelasan konsep fisika secara lengkap dan mudah dipahami. Ilustrasi mengenai materi suhu dan kalor seperti pada Gambar 4.2.

A. Suhu

Suhu merupakan suatu istilah yang dipakai suatu benda, misalnya benda panas dikatakan mempunyai suhu tinggi dan benda dingin mempunyai suhu rendah. Suhu merupakan besaran pokok yang diukur menggunakan termometer. Satuan suhu secara baku dalam Sistem Internasional (SI) adalah Kelvin (K).

Termometer dibuat dalam berbagai jenis yang disesuaikan dengan kegunaan masing-masing. Beberapa jenis termometer yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah termometer laboratorium, termometer suhu badan, termometer bimetal, termometer kristal cair, dll.

a. Termometer Laboratorium

Saat kita berada di laboratorium terdapat termometer laboratorium untuk mengecek suhu pada kegiatan praktikum di laboratorium. Bentuknya panjang dengan skala dari -10 °C sampai 110 °C, biasanya dilisir menggunakan air raksa atau alkohol seperti ditunjukkan pada gambar siswa menggunakan termometer tersebut untuk praktikum suhu dan kalor



Gambar 1 Termometer laboratorium

b. Termometer Suhu Badan




Gambar 2 Termometer suhu badan Gambar 3 Mengukur suhu tubuh anak

Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu badan manusia saat demam. Penggunaan termometer ini dilakukan dengan cara memasukkan termometer ke dalam mulut, ketiak, atau telinga.



9

Gambar 4.2 Materi Suhu dan Kalor

7. Latihan Soal

Latihan soal yang disajikan memiliki keterkaitan langsung dengan materi yang telah dipelajari dan siswa dapat mengidentifikasi bagian yang sudah dikuasai maupun bagian yang masih perlu diperbaiki. Latihan soal juga berfungsi

sebagai sarana evaluasi mandiri yang dapat meningkatkan kesiapan siswa sebelum menghadapi ujian atau penilaian lainnya.

8. Kuis Wordwall

E-modul ini dilengkapi kuis interaktif dari Wordwall untuk membuat pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan. Kuis ini bertujuan meningkatkan motivasi dan menguji pemahaman siswa. Contohnya ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kuis Wordwall

9. Uji Kompetensi

E-modul ini menyertakan uji kompetensi untuk menilai pemahaman dan keterampilan siswa, berupa latihan interaktif berbasis Wordwall dan latihan tertulis. Contohnya ditampilkan pada Gambar 4.4.

B. Uji Kompetensi Tertulis

PETUNJUK PENERJAAN SOAL

1. Sebelum mengerjakan soal periksalah lembar soal dan jawaban yang tersedia!
2. Tuliskan identitas peserta didik pada lembar jawaban yang tersedia!
3. Perhatikan dan bacalah soal dengan teliti sebelum menjawabnya!
4. Setiap soal memiliki kriteria penilaian dengan bobot 1 setiap nomornya!
5. Periksalah seluruh jawaban anda sebelum dikumpulkan kepada guru!

PILIHAN GANDA

Berilah tanda silang (X) dengan menggunakan bolipoint warna hitam pada jawaban A, B, C, D atau E yang anda anggap paling benar!

1. Suhu 313 K sama dengan...
 - A. 32°R
 - B. 40°F
 - C. 64°F
 - D. 64°R
 - E. 32°C
2. Suhu batang logam yang panjangnya 1 meter mengalami pertambahan suhu 100°C sehingga panjangnya bertambah sebesar 0,20 mm. Bila batang logam identik yang panjangnya 60 cm dipanaskan dari 0°C menjadi 120°C maka akan mengalami pertambahan panjang sebesar...
 - A. 0,50 mm
 - B. 0,60 mm
 - C. 144 mm
 - D. 120 mm
 - E. 2,40 mm

60

Gambar 4.4 Uji Kompetensi

10. Rangkuman

Berisi kesimpulan singkat dari seluruh materi yang dipelajari, memudahkan siswa mengingat kembali poin-poin penting sebagai persiapan dalam evaluasi pembelajaran.

11. Daftar Pustaka

Daftar isi mencakup kumpulan referensi yang dijadikan acuan dalam proses penyusunan *e-modul* ini.

B. Hasil Uji Coba Produk

Proses validasi *e-modul* bertujuan untuk menilai kualitas serta kelayakan produk sebelum digunakan secara luas. Validasi ini melibatkan dua dosen yang memiliki keahlian dalam materi sekaligus media pembelajaran, serta satu guru fisika SMA Negeri 11 Semarang, melalui penilaian dari para ahli tersebut, diharapkan e-modul dapat memenuhi standar akademik dan pedagogis yang diperlukan untuk mendukung proses belajar mengajar secara efektif.

1. Validasi Produk

a. Validasi Ahli Materi

Validasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas produk berdasarkan aspek kelayakan isi, cara penyajian, serta penggunaan bahasa yang digunakan dalam *e-modul*. Hasil validasi aspek kelayakan isi mendapatkan 85,83%, aspek penyajian memperoleh 95,83%, dan aspek bahasa memperoleh 98,33%. Rata-rata skor keseluruhan dari validasi oleh para ahli materi mencapai 93,5%, yang

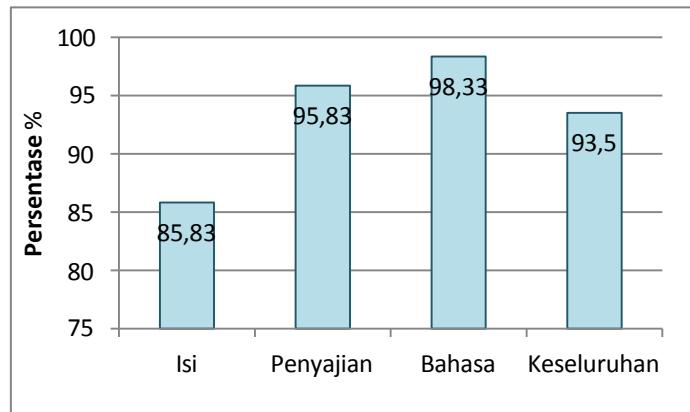
termasuk dalam kategori sangat valid. Detail hasil penilaian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	Validator		Total	Peras-	Rata-	%
penilaian	1	2	3	skor	pekar	
Isi	4	4	4	12	31	10,3
	3	3	3	9		
	3	3	4	10		
Penyajian	4	4	4	12	23	11,5
	4	3	4	11		
Bahasa	4	4	4	12	47	11,8
	4	3	4	11		
	4	4	4	12		
	4	4	4	12		
Total				101		
Rata-rata				93,5		
presentase						
Kategori				Sangat Valid		

Persentase keseluruhan hasil validasi dari ahli materi disajikan secara visual dalam Grafik 4.1.

Grafik 4.1 Hasil Persentase Ahli Materi



b. Validasi Ahli Media

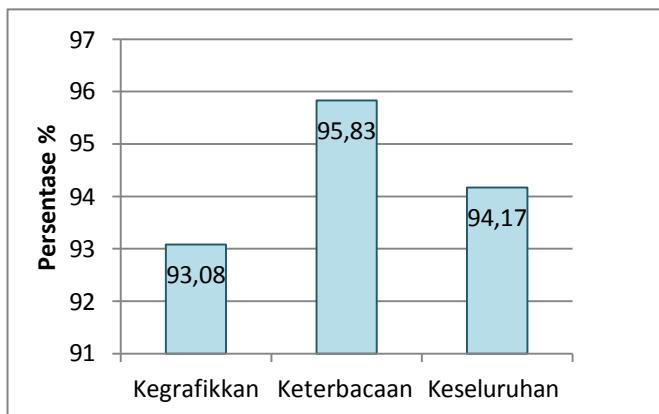
Tujuan dari validasi ini adalah untuk menilai kualitas desain *e-modul* yang telah dibuat, pada aspek kegrafikan, hasil validasi menunjukkan persentase sebesar 93,08%, dan aspek keterbacaan memperoleh 95,83%. Rata-rata keseluruhan hasil validasi dari ahli media mencapai 94,17%, yang termasuk dalam kategori sangat valid. Rincian penilaianya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Validator	Total	Peras	Rata-	%
penilaian	1 2 3	skor	pekar	rata	
Kegrafikan	4 4 4 4 4 3 3 4 4 3 3 4 4 4 4 4	12 12 12 10 11 10 11 12 12 113	67	11,17	93,08
Keterbacaan	4 4 3 4 4 4 4 4 4	11 11 12 12	46	11,5	95,83
Total					
Rata-rata			94,17		
presentase					
Kategori		Sangat Praktis			

Persentase total hasil validasi dari ahli media ditampilkan secara visual pada Grafik 4.2.

Grafik 4.2 Hasil Persentase Ahli Media



2. Hasil Angket Respons Siswa

Produk berupa *e-modul* diujikan pada kelas XI-2 SMA N 11 Semarang. Pengujian produk dilakukan dengan menggunakan angket respons siswa. *E-modul* dibagikan kepada siswa melalui tautan *Canva* yang dikirimkan via *WhatsApp*. Siswa membaca dan memahami *e-modul* tersebut kemudian mereka diminta untuk mengisi angket guna memberikan tanggapan. Angket ini berfungsi untuk mengetahui tingkat ketertarikan dan sejauh mana siswa menilai kualitas *e-modul* yang telah dikembangkan. Hasil dari uji respons siswa disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Respons Siswa

Pernyataan	Jumlah Siswa	Jumlah Skor	Nilai per aspek
Tampilan	35	388	3,7
Materi	35	471	3,4
Bahasa	35	268	3,8
Jumlah skor		1127	
Nilai total			3,6
Kategori		Sangat Praktis	

E-modul ini mendapatkan nilai total 3,6 dengan kategori sangat praktis. Rincian komentar dan saran dari siswa dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Komentar dan Saran Responden

No	Komentar dan Saran
1	Tampilan dalam <i>e-modul</i> bagus dan menarik
2	Bahasa yang digunakan mudah dipahami
3	<i>E-modul</i> nya menarik dan tidak membosankan, apalagi ada <i>wordwall</i> nya jadi seperti sambil bermain
4	Tampilan <i>e-modul</i> nya yang rapi dan mudah dipahami
5	Mungkin ada baiknya kalau ada lebih banyak

-
- variasi permainan di *wordwall*
-
- 6 Akan lebih bagus lagi kalau ada contoh-contoh penerapan konsep suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari yang lebih banyak
-
- 7 Beberapa soal di *wordwall* terasa terlalu mudah atau terlalu sulit
-
- 8 Desain *e-modul* sudah bagus, tapi mungkin bisa dibuat lebih interaktif lagi
-
- 9 Ketersediaan *e-modul* secara *offline* akan sangat membantu jika tidak ada koneksi internet
-
- 10 Akan lebih baik jika ada umpan balik yang lebih detail setelah mengerjakan latihan soal
-

3. Hasil Analisis Hasil Belajar

a. Hasil Analisis Uji Coba Soal

Sebanyak 30 siswa kelas XII-3 yang telah mempelajari materi suhu dan kalor menjadi subjek dalam uji coba soal. Soal-soal tersebut selanjutnya dianalisis melalui beberapa tahapan, yaitu uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, serta daya pembeda, guna memastikan kualitas dan efektivitas instrumen yang digunakan.

1. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui kevalidan suatu instrumen soal. Butir soal yang diuji validitasnya sebanyak 15 butir soal uraian. Sebuah

butir soal dikategorikan valid apabila nilai $r_{xy} > r_{tabel}$. Perhitungan validitas dilakukan dengan menggunakan bantuan software SPSS, dan hasilnya disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Analisis Uji Validitas Soal

Nomor	Uji Validitas		
Soal	r_{xy}	r_{tabel}	Kriteria
1	0,447		Valid
2	0,136		Tidak valid
3	0,449		Valid
4	0,387		Valid
5	0,698		Valid
6	0,066		Tidak valid
7	0,581		Valid
8	0,073	0,361	Tidak valid
9	0,776		Valid
10	0,245		Tidak valid
11	0,732		Valid
12	0,105		Tidak valid
13	0,777		Valid
14	0,023		Tidak valid
15	0,614		Valid

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa 9 butir soal dinyatakan valid sehingga dapat digunakan dan 6 soal lainnya harus dibuang.

2. Uji Reliabilitas

Uji realibilitas soal pada penelitian ini menggunakan bantuan SPSS. Nilai r_{tabel} untuk N = 30 pada taraf signifikan 5% yaitu 0,361. Analisis uji realibilitas yang telah dilakukan menghasilkan $r_{11} = 0,668$ pada taraf signifikansi 5%, hal ini menunjukkan bahwa nilai $r_{11} > r_{tabel}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa soal yang diuji memiliki tingkat reliabilitas yang baik.

3. Uji Tingkat Kesukaran Soal

Tingkat kesukaran soal menggambarkan sejauh mana sebuah butir soal dianggap mudah atau sulit oleh siswa. Data hasil analisis mengenai tingkat kesulitan soal ditampilkan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal

No	Kriteria Tingkat Kesukaran Soal	Nomor Soal
1	Sedang	1,3,5
2	Mudah	4,7,9,11,13,15

Tabel 4.6 menunjukkan sebanyak 3 butir soal tergolong dalam kategori tingkat kesukaran sedang,

sedangkan 6 butir soal lainnya masuk dalam kategori mudah.

4. Uji Daya Pembeda

Daya pembeda merujuk pada sejauh mana sebuah butir soal mampu membedakan siswa dengan kemampuan tinggi dan rendah. Hasil analisis daya pembeda soal dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Daya Pembeda Soal

No	Kriteria Daya Pembeda	Nomor Soal
1	Sangat Baik	13
2	Baik	5, 7, 9, 11, 15
3	Sedang	1, 3, 4

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa terdapat 1 butir soal yang memiliki kriteria sangat baik, 5 butir soal dengan kriteria baik, dan 3 butir soal memiliki kriteria sedang.

Butir soal yang digunakan dalam *pretest* dan *posttest* dipilih berdasarkan hasil pengujian validitas dan reliabilitas yang memenuhi kriteria yang telah ditetapkan, dengan tingkat kesukaran yang bervariasi mulai dari mudah hingga sulit, serta memiliki daya pembeda dari tingkat sedang hingga sangat baik. Hasil analisis uji coba instrumen tes

menunjukkan bahwa terdapat 9 butir soal subjektif yang memenuhi syarat dan layak digunakan untuk evaluasi awal maupun akhir pembelajaran, dengan demikian soal-soal tersebut dianggap cocok untuk mengukur perkembangan pemahaman siswa secara akurat dan efektif selama proses pembelajaran berlangsung.

b. Hasil Analisis Statistik Inferensial

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan metode *Shapiro Wilk* menggunakan bantuan SPSS. Kriteria pengujinya jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka data berdistribusi normal (Lolombuan, 2017). Hasil perhitungan uji normalitas disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Analisis Uji Normalitas

Kategori Nilai	Nilai Signifikansi
<i>Pretest</i>	0,063
<i>Postest</i>	0,488

Tabel 4.8 menunjukkan masing-masing *pretest* dan *postest* mendapatkan nilai signifikansi $> 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

2. Uji Hipotesis (Uji-t Paired Sample)

Hasil uji korelasi data *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi

<i>Paired Samples Correlations</i>		
	<i>Correlation</i>	<i>Sig.</i>
<i>Pair 1</i>	<i>Pretest</i>	
	dan	0,345
		0,042
	<i>Posttest</i>	

Berdasarkan perhitungan yang ditampilkan pada Tabel 4.9, diperoleh nilai signifikansi $< 0,05$ yang menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara kedua data tersebut. Detail hasil uji Paired-t untuk data *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Uji Paired-T Test

<i>Paired Samples Correlations</i>		
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	
<i>Pair 1</i>	<i>Pretest</i>	
	dan	0,001
	<i>Posttest</i>	

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai *sig. (2-tailed)* < 0,05, dengan demikian, hipotesis H4 diterima, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara kondisi sebelum dan setelah penggunaan *e-modul*.

3. Uji N-Gain

Uji N-Gain dilakukan untuk mengukur peningkatan hasil belajar siswa dengan menggunakan data *pretest* dan *posttest*. Proses perhitungan N-Gain dibantu oleh perangkat lunak SPSS, dan hasil dari analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Analisis Uji N-Gain

N	Rata-rata Nilai		Kategori
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	
35	45,15	70,95	0,46 Sedang

Tabel 4.11 menunjukkan rata-rata nilai N-Gain sebesar 0,46. Hasil analisis tersebut memberikan kesimpulan bahwa hasil belajar siswa kelas XI-2 termasuk ke dalam kategori sedang.

C. Revisi Produk

E-modul yang berhasil dikembangkan dinilai memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan sebagai bahan pembelajaran, meskipun masih terdapat beberapa bagian yang perlu direvisi. Perbaikan dilakukan berdasarkan pendapat dan rekomendasi yang diberikan oleh ahli materi, ahli media, serta guru mata pelajaran fisika dengan tujuan untuk menyempurnakan kualitas *e-modul* agar lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di kelas.

Revisi yang dilakukan mencakup aspek tampilan visual, serta penyampaian materi agar lebih mudah dipahami oleh siswa, adanya revisi dalam *e-modul* ini diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, menarik, dan mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam memahami konsep suhu dan kalor.

E-modul secara umum telah memenuhi kriteria kelayakan dan menunjukkan hasil yang sangat valid di setiap aspek penilaian, namun tetap ada beberapa bagian yang perlu diperbaiki guna mencapai hasil yang lebih optimal antara lain sebagai berikut :

1. Ilustrasi/gambar , tabulasi data dan grafik dalam *e-modul*



Banyaknya kalor untuk melebur ditentukan dengan persamaan berikut

$$Q = m \cdot L$$

Q = banyak kalor untuk melebur atau kalor yang dilepasan untuk membeku (J)

m = massa zat yang melebur atau membeku (kg)

L = kalor lebur atau kalor beku (J/kg)

b. Mengembun dan Menguap

Banyaknya kalor yang diperlukan oleh 1 kg zat cair agar menjadi uap seluruhnya pada titik didihnya disebut kalor uap. Contoh dari peristiwa menguap adalah air yang direbus. Adapun banyaknya kalor yang dilepas oleh 1 kg zat untuk berubah dari uap menjadi zat cair pada titik embunnya disebut kalor embun. Contoh dari peristiwa mengembun adalah terjadinya embun.

Banyaknya kalor uap dan kalor embun (Q) suatu zat dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut

$$Q = m \cdot U$$

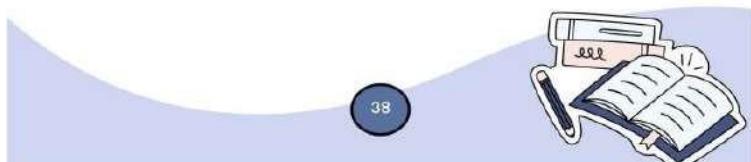
Q = banyak kalor untuk menguap atau kalor untuk mengembun (J)

m = massa zat yang menguap atau mengembun (kg)

U = kalor uap atau kalor embun (J/kg)

c. Menyublim dan Desublimasi (Deposisi)

Menyublim adalah perubahan wujud dari padat menjadi gas. Adapun desublimasi adalah perubahan wujud dari gas menjadi padat. Contoh dari peristiwa menyublim adalah kapur barus yang semula berukuran besar menjadi kecil, sedangkan contoh dari desublimasi adalah terbentuknya salju.



Gambar 4.5 Sebelum Direvisi



Banyaknya kalor untuk melebur ditentukan dengan persamaan berikut

$$Q = m L$$

Q = banyak kalor untuk melebur atau kalor yang dilepaskan untuk membeku (J)

m = massa zat yang melebur atau membeku (kg)

L = kalor lebur atau kalor beku (J/kg)

b. Mengembun dan Menguap

Banyaknya kalor yang diperlukan oleh 1 kg zat cair agar menjadi uap seluruhnya pada titik didihnya disebut kalor uap. Contoh dari peristiwa menguap adalah air yang direbus. Adapun banyaknya kalor yang dilepas oleh 1 kg zat untuk berubah dari uap menjadi zat cair pada titik embunnya disebut kalor embun. Contoh dari peristiwa mengembun adalah terjadinya embun.

Banyaknya kalor uap dan kalor embun (Q) suatu zat dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut

$$Q = m U$$

Q = banyak kalor untuk menguap atau kalor untuk mengembun (J)

m = massa zat yang menguap atau mengembun (kg)

U = kalor uap atau kalor embun (J/kg)



Gambar 26 Air yang menguap



Gambar 27 Terjadinya embun

c. Menyublim dan Desublimasi (Deposisi)

Menyublim adalah perubahan wujud dari padat menjadi gas. Adapun desublimasi adalah perubahan wujud dari gas menjadi padat. Contoh dari peristiwa menyublim adalah kopur barus yang semula berukuran besar menjadi kecil, sedangkan contoh dari desublimasi adalah terbentuknya salju.



Gambar 28 Kopur barus



Gambar 29 Terbentuknya salju



Gambar 4.6 Setelah Direvisi

2. Cek kembali indikator keterampilan yang ada pada kegiatan praktikum.

1. Pengamatan Awal
Amatilah gambar pada simulasi PhET tersebut! Apa saja benda yang ada dalam simulasi? Benda manakah yang menurutmu akan lebih cepat panas ketika dipanaskan? Jelaskan alasanmu!

2. Merumuskan Pertanyaan
Berdasarkan pengamatan, buatlah minimal 2 pertanyaan tentang hubungan antara suhu, energi panas, dan jenis bahan!

3. Merumuskan Hipotesis
Berdasarkan pertanyaan yang diajukan, buatlah dugaan atau hipotesis tentang jawaban dari pertanyaan tersebut!

29

Gambar 4.7 Sebelum Direvisi



Menambahkan indikator mengelompokkan yang akan sebelumnya belum ada.

5. Mengelompokkan

Berdasarkan pengamatan pada simulasi PhET, kelompokkanlah benda tersebut berdasarkan kenaikan suhu yang terjadi setelah menerima kalor yang sama! Jelaskan kriteria apa yang digunakan dalam pengelompokan tersebut!

Kelompok 1 : Benda yang mengalami kenaikan suhu tinggi

.....

Kelompok 2 : Benda yang mengalami kenaikan suhu rendah

.....

6. Menafsirkan

Setelah melakukan simulasi dan mengamati perubahan suhu untuk keempat bahan tersebut, Bagaimana kecepatan kenaikan suhu setiap bahan berbeda meskipun diberikan dengan sumber kalor yang sama dan dalam waktu yang sama? Kaitkan jawabamu dengan sifat-sifat termal materi yang relevan

7. Memprediksi

Jika intensitas sumber kalor dalam simulasi ditingkatkan, bagaimana kecenderungan perubahan kecepatan kenaikan suhu pada minyak, air, batu bata, dan besi? Berikan argumentasi ilmiah yang mendukung perkiraanmu mengenai pengaruh peningkatan intensitas kalor terhadap laju perubahan suhu masing-masing materi.

39



Gambar 4.8 Setelah Direvisi

3. Cek kembali persamaan matematis yang digunakan dan hindari menggunakan (.) dan (×) pada persamaan

a. Kalor

Kalor atau panas adalah bentuk energi yang dipindahkan melalui perbedaan suhu dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Satuan kalor dalam Sistem Internasional (SI) adalah joule (J), satuan lain yang sering digunakan yaitu kalori (cal).

Benda yang menerima kalor maka suhu benda tersebut akan naik atau wujud benda tersebut akan berubah, sedangkan benda yang melepaskan kalor maka suhu benda akan turun dan wujud benda tersebut berubah.

kalor definisikan sebagai 4,1868 J.

1 kalori = 4,2 Joule
1 Joule = 0,24 kalori

1. Hubungan antara kalor dengan perubahan suhu

Jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan suatu benda sebanding dengan massa benda pada perubahan suhunya. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut

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

Q = jumlah kalor (kalori)
 m = massa benda (kg)
 Δt = perubahan suhu ($^{\circ}$ C)
 c = kalor jenis (kal/kg $^{\circ}$ C)

36

Gambar 4.9 Sebelum Direvisi

a. Kalor

Kalor atau panas adalah bentuk energi yang dipindahkan melalui perbedaan suhu dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Satuan kalor dalam Sistem Internasional (SI) adalah joule (J), satuan lain yang sering digunakan yaitu kalori (cal).

Benda yang menerima kalor maka suhu benda tersebut akan naik atau wujud benda tersebut akan berubah, sedangkan benda yang melepaskan kalor maka suhu benda akan turun dan wujud benda tersebut berubah.

Kalor definisikan sebagai 4,1868 J.

1 kalori = 4,2 Joule
1 Joule = 0,24 kalori

1. Hubungan antara kalor dengan perubahan suhu

Jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan suatu benda sebanding dengan massa benda pada perubahan suhunya. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut

$$Q = m c \Delta T$$

Menghilangkan penggunaan titik pada persamaan

Q = jumlah kalor (kalori)
 m = massa benda (kg)
 ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)
 c = kalor jenis (kal/kg $^{\circ}\text{C}$)



Gambar 4.10 Setelah Direvisi

4. Terdapat salah ketik dan kalimat yang kurang efektif

B. Pemuaian Zat

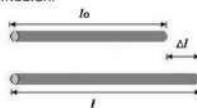
Pemuaian adalah bertambahnya ukuran suatu benda menjadi lebih besar akibat adanya pertambahan kenaikan suhu, sedangkan penurunan ukuran suatu benda menjadi lebih kecil akibat penurunan suhu. Pemuaian terjadi pada zat padat, cair, dan gas.

Contoh dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada rel dilengkapi celah untuk mengantisipasi pemuaian panjang akibat panas, kaca jendela dipasang dengan ruang kecil untuk menghindari retak, dan cairan termometer raksa atau alkohol memuai untuk menunjukkan perubahan suhu.

1. Pemuaian Zat Padat

a. Pemuaian Panjang

Zat padat dengan luas penampang kecil yang dipanaskan dan mengalami kenaikan suhu akan mengalami pemuaian panjang, pemuaian panjang tersebut ditandai dengan penambahan panjang dari panjang semula, selisih panjang mula-mula dengan panjang setelah dipanaskan menunjukkan besarnya panjang pemuaian.



Gambar 10 Pemuaian panjang sebatang logam

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemuaian panjang pada zat padat yaitu panjang mula-mula zat padat, kenaikan suhu zat, dan koefisien muai panjang.



Gambar 4.11 Sebelum Direvisi



B. Pemuaian Zat



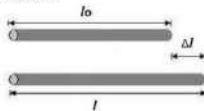
Pemuaian adalah bertambahnya ukuran suatu benda menjadi lebih besar akibat adanya kenaikan suhu, sedangkan penurunan adalah penurunan ukuran suatu benda menjadi lebih kecil akibat penurunan suhu. Pemuaian terjadi pada zat padat, cair, dan gas.

Contoh dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada rel dilengkapi celah untuk mengantisipasi pemuaian panjang akibat panas, kaca jendela dipasang dengan ruang kecil untuk menghindari retak, dan cairan termometer raksa atau alkohol memuai untuk menunjukkan perubahan suhu.

1. Pemuaian Zat Padat

a. Pemuaian Panjang

Zat padat dengan luas penampang kecil yang dipanaskan dan mengalami kenaikan suhu akan mengalami pemuaian panjang, pemuaian panjang tersebut ditandai dengan penambahan panjang dari panjang semula, selisih panjang mula-mula dengan panjang setelah dipanaskan menunjukkan besarnya panjang pemuaian.



Gambar 11 Pemuaian panjang sebatang logam

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemuaian panjang pada zat padat yaitu panjang mula-mula zat padat, kenaikan suhu zat, dan koefisien muai panjang.

24



Gambar 4.12 Setelah Direvisi

Saran dan tanggapan dari para validator selanjutnya dijadikan acuan dalam melakukan revisi terhadap produk yang telah dibuat. Proses revisi ini penting dilakukan agar produk lebih optimal dan mendukung keberhasilan pelaksanaan penelitian pada tahap uji lapangan.

D. Pembahasan

Pembelajaran fisika di SMA Negeri 11 Semarang biasanya menggunakan metode ceramah. Proses penyampaian informasi dengan metode ceramah bersifat satu arah. Siswa hanya menerima informasi yang disampaikan oleh guru sehingga menyebabkan siswa kurang terlibat aktif di dalam kelas.

E-modul setelah direvisi kemudian di implementasikan dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Pembelajaran dilakukan dalam 3 kali pertemuan. Topik yang dipelajari yaitu mengenai suhu dan kalor. Pertemuan pertama dimulai dengan *pretest* selama 45 menit untuk mengukur pengetahuan awal siswa sebelum pembelajaran, setelah *pretest*, kegiatan dilanjutkan dengan pembelajaran PBL yang berfokus pada penyelesaian masalah. Siswa terlihat aktif berdiskusi dalam kelompok menunjukkan antusiasme, dan berusaha memahami konsep melalui permasalahan yang disajikan. Pertemuan kedua sepenuhnya didedikasikan untuk melanjutkan pembelajaran PBL, di mana siswa semakin mendalami materi dan memecahkan permasalahan yang lebih kompleks. Suasana

kelas selama pembelajaran berlangsung kondusif, dengan siswa menunjukkan sikap kolaboratif dan kemandirian dalam mencari solusi. Pertemuan ketiga diakhiri dengan *posttest* untuk mengevaluasi pemahaman siswa setelah seluruh rangkaian pembelajaran.

Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dilaksanakan melalui serangkaian tahapan sintaks yang sistematis. Kegiatan yang dilakukan pada setiap tahapan sintaks PBL dalam penelitian ini yaitu orientasi terhadap suatu masalah. Tahap ini siswa dihadapkan pada permasalahan yang berkaitan dengan topik suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari. Guru membimbing siswa untuk menyimak masalah berupa gambar yang kemudian akan dipecahkan.

Tahap kedua yaitu mengorganisasikan siswa untuk belajar. Siswa dibagi dalam 7 kelompok yang beranggotakan 5 siswa, setiap kelompok diberikan LKPD yang berisi suatu permasalahan dan pertanyaan untuk dijawab dengan melakukan praktikum dan diskusi kelompok.

Contoh permasalahan dalam LKPD pada topik suhu dan kalor yaitu “Mengapa minyak dan air yang dipanaskan dalam waktu yang sama memiliki kecepatan pemanasan yang berbeda?” berikut ini contoh hipotesis yang dibuat oleh siswa : “Minyak itu digunakan untuk menggoreng, jadi pasti kecepatan pemanasannya berbeda, dan minyak akan lebih

cepat panas”, “Karena minyak lebih mudah terbakar dari air , jadi kecepatan pemanasanya berbeda”.

Tahap ketiga yaitu membimbing penyelidikan individu dan kelompok. Siswa bersama kelompoknya melakukan praktikum untuk mendapatkan data-data dan informasi sehingga dapat memperoleh penyelesaian dari permasalahan pada LKPD. Proses praktikum dan pengambilan data memperlihatkan keaktifan siswa. Siswa yang berpartisipasi aktif dalam pembelajaran menandakan minat dan cenderung mengikuti pembelajaran dengan rasa senang.

Tahap keempat yaitu mengebangkan dan menyajikan hasil. Siswa berdiskusi dengan kelompoknya untuk memberi penjelasan lebih lanjut berdasarkan data-data dari praktikum yang telah diperoleh dan menyusun strategi untuk menjawab permasalahan pada LKPD. Siswa kemudian mempresentasikan hasil penggerjaan LKPD masing-masing kelompok. Satu kelompok dipersilahkan maju untuk mempresentasikan hasil praktikum dan diskusi kelompoknya. Siswa lain menyimak dan diberi kesempatan untuk memberi tanggapan.

Tahap kelima yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, tahap ini siswa diminta untuk merefleksikan proses pemecahan masalah yang telah dilakukan serta mengevaluasi sejauh mana pemahaman mereka terhadap konsep yang telah dipelajari.

Tahapan model PBL memberi ruang kepada siswa untuk aktif dalam pembelajaran. Pembelajaran berbasis masalah adalah sarana pengajaran dimana siswa mempelajari sesuatu dengan menjadi peserta aktif dalam penekanan pada pemecahan masalah . Penerapan model pembelajaran PBL dapat memberikan pengaruh terhadap hasil belajar siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurhidayati (2022) yang menyatakan *e-modul* berbasis model *Problem Based Learning* efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

Hasil penilaian dari ahli materi menunjukkan bahwa produk *e-modul* tergolong valid dan layak digunakan. Pada aspek kelayakan isi, diperoleh persentase sebesar 85,83% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Persentase tinggi ini diperoleh karena materi dalam *e-modul* telah disusun secara sistematis dan sesuai dengan capaian serta tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya. Aspek penyajian mendapat penilaian sebesar 95,83% dan termasuk dalam kategori sangat valid. Penilaian ini diperoleh karena setiap subbab dalam *e-modul* disusun secara konsisten dan terstruktur dengan baik. Aspek kebahasaan memperoleh skor 98,33% yang juga berada dalam kategori sangat valid. Hal ini disebabkan oleh penggunaan struktur kalimat yang tepat, pemilihan kata dan istilah yang sesuai, serta penerapan ejaan yang mengikuti kaidah bahasa Indonesia secara benar.

Aspek kegrafikan dalam penilaian oleh ahli media memperoleh skor 93,08%, yang termasuk dalam kategori sangat valid. Nilai ini diberikan karena desain sampul dan tampilan keseluruhan *e-modul* telah dirancang dengan tepat, sehingga tidak mengganggu keterbacaan judul, teks, maupun penomoran halaman. Aspek keterbacaan memperoleh nilai sebesar 95,83% dan masuk dalam kategori sangat layak. Capaian ini didukung oleh penggunaan kalimat yang jelas dan mudah dipahami, serta pemilihan ukuran huruf dan tanda baca yang sesuai sehingga mempermudah siswa dalam membaca isi *e-modul*.

Uji lapangan yang dilaksanakan di SMA Negeri 11 Semarang menunjukkan bahwa *e-modul* tergolong sangat praktis untuk digunakan. Rata-rata skor dari 35 siswa pada skala penilaian 1–4 adalah 3,6. Respons positif ini muncul karena isi materi dalam *e-modul* disampaikan dengan cara yang mudah dipahami oleh siswa. *E-modul* dibuat sesuai dengan kebutuhan siswa dan dibagikan berbentuk *link*, sehingga mudah di akses kapanpun dan dimanapun.

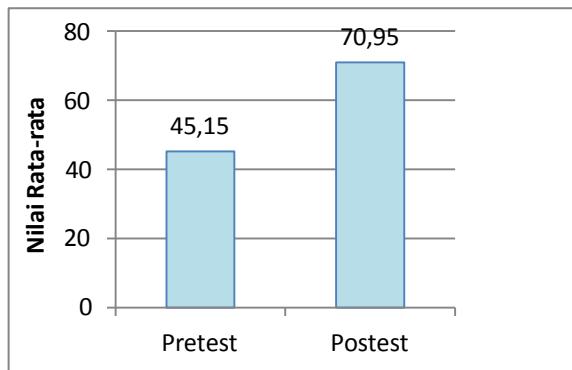
Instrumen tes diuji untuk mengetahui kelayakannya. Pengujian instrumen tes meliputi uji validitas, realibilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda. Uji coba instrumen tes dilakukan pada kelas XII-3 yang terdiri dari 30 siswa. Uji validitas diperoleh dengan bantuan SPSS untuk membandingkan nilai r_{xy} dan r_{tabel} . r_{tabel} pada taraf 5%

bernilai 0,361 karena N = 30. Tabel 4.5 menunjukkan bahwa r_{xy} dari sembilan butir soal bernilai $> 0,361$. Hasil uji validitas memberi kesimpulan bahwa terdapat 9 soal yang valid. Uji realibilitas menggunakan *conbrach alpha* dengan bantuan SPSS untuk membandingkan nilai r_{11} dan r_{tabel} Lampiran 14 menunjukkan nilai sig. = 0,668 $> 0,05$ pada taraf signifikan 5%. Hasil uji reliabilitas memberi kesimpulan bahwa instrumen tes reliabel. Hasil uji tingkat kesukaran pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa terdapat 3 butir soal termasuk dalam kriteria sedang dan 6 butir soal termasuk dalam kriteria mudah. Hasil uji daya beda soal terdapat pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa terdapat 1 butir soal dengan kategori sangat baik, 5 soal dengan kategori baik dan 3 butir soal dengan kategori sedang. Uji coba instrumen tes menghasilkan kesimpulan bahwa instrumen soal layak digunakan sebagai soal *pretest* dan *posttest*.

Proses selanjutnya dalam pengembangan *e-modul* adalah tahap *evaluation* (evaluasi), yang bertujuan untuk menilai efektivitas *e-modul* dalam meningkatkan pemahaman dan hasil belajar siswa. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest* setelah penerapan *e-modul* di kelas. Pada kelas XI-2, nilai rata-rata *pretest* yang diperoleh siswa adalah 45,15, sedangkan nilai rata-rata *posttest* meningkat menjadi 70,95, menunjukkan adanya

peningkatan pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari. Nilai rata rata *pretest* dan *posttest* disajikan pada Grafik 4.3.

Grafik 4.3 Rata-rata nilai pretest dan posttest



Grafik 4.3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan rata-rata *pretest* dan *posttest*. Skor rata-rata hasil belajar siswa setelah menerapkan *e-modul* dengan model PBL lebih tinggi daripada sebelum menerapkan pembelajaran menggunakan *e-modul*.

Hasil uji normalitas dengan bantuan SPSS dengan metode *shapiro wilk* menghasilkan nilai signifikansi *pretest* 0,063 dan nilai signifikansi *posttest* 0,488. Nilai signifikansi keduanya $Sig > 0,05$ maka menunjukkan data berdistribusi normal. Hasil uji-t *paired sample* data *pretest* dan *posttest* menghasilkan nilai $Sig = 0,001 < 0,05$. Hal tersebut menunjukkan H_0 ditolak dan H_1 diterima, maka disimpulkan

terdapat perbedaan antara sebelum dan sesudah penggunaan *e-modul*. Hal tersebut dikarenakan siswa lebih mudah memahami suatu materi karena penyajian format yang baik yang menjadikan siswa lebih tertarik pada pembelajaran (Anugrahana, 2021).

Uji N-Gain digunakan untuk mengetahui besar peningkatan hasil belajar siswa setelah penggunaan *e-modul*. Hasil uji N-Gain berdasarkan Hake diperoleh skor rata-rata N-Gain yang diperoleh adalah 0,46 dengan kategori sedang. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya kurangnya efisien waktu pembelajaran dan cara siswa memanfaatkan waktu untuk melakukan praktikum, dan mengolah data-data hasil praktikum untuk menyelesaikan permasalahan.

E. Keterbatasan Penelitian

1. Dibutuhkan koneksi internet untuk mengakses *e-modul*
2. Peneliti hanya dilakukan di SMA N 11 Semarang dengan sampel penelitian hanya menggunakan satu kelas yaitu kelas XI-2, sehingga jika dilakukan penelitian di tempat lain dengan karakteristik siswa yang berbeda mungkin akan memberikan hasil yang berbeda
3. Waktu penelitian di SMA N 11 Semarang terbatas. Jam pelajaran fisika kelas XI di SMA N 11 Semarang hanya 4×45 menit setiap minggunya, sehingga peneliti berusaha semaksimal mungkin memanfaatkan waktu penelitian yang tersedia agar memperoleh data yang akurat.

4. Penelitian yang dilakukan hanya sebatas pada materi suhu dan kalor sehingga apabila dilakukan penelitian pada materi fisika lain mungkin akan memberikan hasil yang berbeda.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kelayakan *e-modul* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi suhu dan kalor dari ahli materi menunjukkan bahwa e-modul memperoleh persentase kelayakan sebesar 93,5% dan tergolong dalam kategori sangat valid, sementara itu, hasil evaluasi dari ahli media menghasilkan persentase kelayakan sebesar 94,17% yang juga termasuk dalam kategori sangat valid sehingga dapat disimpulkan bahwa *e-modul* yang dikembangkan memiliki kelayakan tinggi dan siap untuk digunakan dalam proses pembelajaran
2. Respons siswa terhadap *e-modul* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi suhu dan kalor secara keseluruhan menghasilkan rata-rata skor dari 35 siswa pada skala penilaian 1–4 yaitu 3,6 yang termasuk dalam kategori sangat praktis
3. Peningkatan hasil belajar siswa setelah penggunaan *e-modul* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) memiliki skor rata-rata N-Gain sebesar 0,46 dengan kategori sedang

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. *E-modul* dengan model PBL dapat dijadikan sebagai alternatif bahan pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa
2. Perlu dilakukan pengembangan lanjutan pada *e-modul* dengan menambahkan fitur multimedia interaktif seperti video, simulasi, atau animasi untuk meningkatkan daya tarik dan pemahaman siswa
3. Perlukan uji coba dalam skala yang lebih luas dan jangka waktu yang lebih panjang untuk melihat efektivitas *e-modul* secara menyeluruh.
4. Penelitian serupa dapat dikembangkan pada materi atau jenjang yang berbeda guna memperluas pemanfaatan *e-modul* dengan model PBL

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M.(2017). Fisika Dasar I. Bandung. ITB
- Agustina, D.L. (2024). Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Fisika Berbasis PBL Menggunakan Flip PDF Professional pada Materi Teori Kinetik Gas, 1(2), 162.
- Aisyah, S., Noviyanti, E., & Triyanto, T. (2020). Bahan Ajar Sebagai Bagian Dalam Kajian Problematika Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Salaka : Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Budaya Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.33751/jsalaka.v2i1.1838>
- Alfiaturrohmah, H., Salma, R., Supriadi, B., & Mulyowidodo, H. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Pbl Berbantuan Teka-Teki Silang Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X. *Jurnal Wahana Pendidikan*, 11(2), 347. <https://doi.org/10.25157/jwp.v11i2.12980>
- Amalia, S. H., Purwanto, A., & Risdianto, E. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Game Edukasi Fisika (GEMIKA) Berbantuan Wordwall Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(2), 222–232. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i2.18099>
- Amalissholeh, N., Sutrio, S., Rokhmat, J., & Gunada, I. W. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Peserta Didik pada Pembelajaran

- Fisika di SMAN 1 Kediri. *Empiricism Journal*, 4(2), 356–364.
<https://doi.org/10.36312/ej.v4i2.1387>
- Anshori, S. (2018). Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Sebagai Media Pembelajaran. *Civic-Culture: Jurnal Ilmu Pendidikan PKn Dan Sosial Budaya*, 2(1), 88–100.
- Damayanti, R. H., Az-Zahra, H. M., & Wijoyo, S. H. (2019). Pengembangan E-Modul pada Mata Pelajaran Sistem Komputer untuk Kelas X Program Keahlian Teknik Komputer dan Jaringan di SMK Negeri 2 Malang dengan Model Pengembangan 4-D. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(10), 9892–9899.
- Feziyasti, A., Putra, A., & Sundari, P. D. (2024). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Model Problem Based Learning Materi Getaran Harmonis Sederhana. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 12(1), 32–38.
<https://doi.org/10.24252/jpf.v12i1.40557>
- Irza, S., Sari, S. P., & Zulhafizh, Z. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Peta Konsep (Mind Mapping) untuk Pembelajaran Teks Deskripsi Sekolah Menengah Pertama. *JIIP - Jurnal Ilmiah IlmuPendidikan*, 7(3), 2781–2788.
<https://doi.org/10.54371/jiip.v7i3.4084>
- Istiqloma, M., Nani Prihatmi, T., & Anjarwati, R. (2023). Modul

- Elektronik Sebagai Media Pembelajaran Mandiri. *Prosiding SENIATI*,7(2),296–300.
<https://doi.org/10.36040/seniati.v7i2.8016>
- Kumalasari, N., Fathurohman, I., & Fakhriyah, F. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Kearifan Lokal Daerah Grobogan untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Paedagogy*, 10(2), 554.
<https://doi.org/10.33394/jp.v10i2.7190>
- Kusnadi, E., & Azzahra, S. A. (2024). Penggunaan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Wordwall dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran PPKn di MA Al Ikhlas Padakembang Tasikmalaya. *Jurnal Dimensi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 12(2), 323–339.
<https://doi.org/10.24269/dpp.v12i2.9526>
- Laili, I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). Efektivitas pengembangan e-modul project based learning pada mata pelajaran instalasi motor listrik. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JIPP/article/download/21840/13513>
- Laraphaty, N. F. R., Riswanda, J., Anggun, D. P., Maretha, D. E., & Ulfa, K. (2021). Review: Pengembangan Media Pembelajaran

- Modul Elektronik (E-modul). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 145–156.
<http://proceedings.radenfatah.ac.id/index.php/semnaspbio>
- Magdalena, I., Prabandani, R. O., Rini, E. S., Fitriani, M. A., & Putri, A. A. (2020). Analisis Pengembangan Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 170–187.
<https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Marinda, F., Muhammad, N., & Saprudin, S. (2023). Pengembangan Konten E-Modul Interaktif Materi Getaran dan Gelombang Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1), 94. <https://doi.org/10.24127/jpf.v11i1.7285>
- Maulinda, U. (2022). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Tarbawi*, 5(2), 130–138.
- Mufida, L., Subandowo, M. S., & Gunawan, W. (2022). Pengembangan E-Modul Kimia Pada Materi Struktur Atom Untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 138–146.
<https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2498>
- Najwa, H., & Sabariman, B. (2021). Penerapan E-Modul Dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada Mata Pelajaran Mekanika Teknik Di Smk Negeri 3 Surabaya. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan (JKPTB)*, 7, 1–8.

- Nelvianti, N., & Fitria, Y. (2020). Karakteristik Model Problem Based Learning Berbantuan E-learning Portal Rumah Belajar pada Pembelajaran IPA Tematik. *Pedagogia Jurnal Ilmu Pendidikan*, 18(02), 162–172.
- Nurhasanah, F., Sumarni, S., & Riyadi, M. (2022). Pengembangan E-Modul Materi Barisan Dan Deret Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Sigma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 104–117.
<https://doi.org/10.26618/sigma.v14i2.9320>
- Nurhidayati, A., Agustin, R. S., S, T. L. A., Roemintoyo, R., & Murtiono, E. S. (2013). *Penerapan Model Pembelajaran Problem Bas.* 2(1), 10–28. <https://lens.org/175-066-519-463-756>
- Nurhidayati, E., Wijoyo, S. H., & Herlambang, A. D. (2022). Pengembangan E-Modul berbasis Model Problem-Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Dasar Program Keahlian Kelas X TKJ di SMK Negeri 5 Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(9), 4586–4586. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/11628>
- Nuryasana, E., & Desiningrum, N. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Strategi Belajar Mengajar Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(5), 967–974.

<https://doi.org/10.47492/jip.v1i5.177>

Pramana, M. W. A., Jampel, I. N., & Pudjawan, K. (2020). Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Melalui E-Modul Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal Edutech Undiksha*, 8(2), 17. <https://doi.org/10.23887/jeu.v8i2.28921>

Puspasari, H., & Puspita, W. (2022). Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Tingkat Pengetahuan dan Sikap Mahasiswa terhadap Pemilihan Suplemen Kesehatan dalam Menghadapi Covid-19. *JurnalKesehatan*,13(1),65. <https://doi.org/10.26630/jk.v13i1.2814>

Qotimah, I., & Mulyadi, D. (2021). Kriteria Pengembangan E-Modul Interaktif dalam Pembelajaran Jarak Jauh Artikel info. *Indonesian Journal of Learning Education and Counseling*, 4(2), 125–131.

Rahmi, E., Ibrahim, N., & Kusumawardani, D. (2021). Pengembangan Modul Online Sistem Belajar Terbuka Dan Jarak Jauh Untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Pada Program Studi TeknologiPendidikan. *Visipena*,12(1),44–66. <https://doi.org/10.46244/visipena.v12i1.1476>

Ricu Sidiq, & Najuah. (2020). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar. *JurnalPendidikanSejarah*,9(1),1–14.

- <https://doi.org/10.21009/jps.091.01>
- Sawitri, J. I., Novita, T., Karo, B., Mutiara, C., & Barus, B. (2024). *Meningkatkan Kualitas Pembelajaran dengan Menggunakan Media Pembelajaran Interaktif Improving the Quality of Learning by Using Interactive Learning Media.* 1, 96–102.
- Septian Harahap, Y., Sri Wahyuni Ginting, S., & Khafifah Indriyani, N. (2023). Pendidikan Teknologi dalam Al-Qur'an. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 1898–1906.
- Septora, R. (2017). Pengembangan modul dengan menggunakan pendekatan saintifik pada kelas X sekolah menengah atas. *Jurnal Lentera*, 2(1), 86–98. <http://dx.doi.org/10.24127/jplppm.v2i1.494>
- Somayana, W. (2020). Peningkatan Hasil Belajar Siswa melalui Metode PAKEM. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 1(03), 283–294. <https://doi.org/10.59141/japendi.v1i03.33>
- Sultan, U. I. N., & Kasim, S. (2024). *Pengembangan Model ADDIE (Analisis , Design , Development , Implemetation , Evaluation)*. 8.
- Syahda Puspita Husada. (2020). Jurnal Pengertian Dan Penerapan Storiteeling. *Jurnal Basicedu Volume 4 Nomor 2 April 2020 Hal. 419-425*, 4(2), 419–425.
- Wahyudi, A. (2022). Pentingnya Pengembangan Bahan Ajar dalam

- Pembelajaran IPS. *JESS: Jurnal Education Social Science*, 2(1), 51–61. <http://ejournal.iain-tulungagung.ac.id/index.php/epi/index>
- Wulandari, F., Yogica, R., Darussyamsu, R., Padang, N., & Info, A. (2021). *Analisis Manfaat Penggunaan E-modul Jauh di Masa Pandemi COVID-19*. 15(2), 139–144.
<https://doi.org/10.30595/jkp.v15i2.10809>
- Yusni, D. (2024). *Pemanfaatan Wordwall Game Fisika Terintegrasi Social Science Issue Untuk Merangsang Berpikir Kritis Peserta didik*. 3(2).
- Zuhriyandi, Z., & Malik Alfannajah. (2023). Penafsiran Ayat-Ayat Tentang Teknologi dan Inovasi Dalam Al-Qur'an: Implikasi Untuk Pengembangan Ilmu Pengetahuan di Era Modern. *J-CEKI : Jurnal Cendekia Ilmiah*, 2(6), 616–626.
<https://doi.org/10.56799/jceki.v2i6.2217>
- Zuhriyandi, & Malik A. (2023). Penafsiran Ayat-Ayat Tentang Teknologi dan Inovasi Dalam Al-Qur'an: Implikasi Untuk Pengembangan Ilmu Pengetahuan di Era Modern. *J-CEKI : Jurnal Cendekia Ilmiah*, 2(6), 616-626.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Pra-Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.7207/Jn.10.8/K/SP.01.08/10/2024

Lamp :-

Hal : Permohonan Izin Observasi Pra Riset dan Wawancara

Kepada Yth.

Kepala Sekolah SMA Negeri 11 Semarang
Lamper Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama	:	Diana Sari Andini
NIM	:	2108066051
Jurusan	:	PENDIDIKAN FISIKA
Semester	:	VII (Tujuh)

Untuk melaksanakan observasi di Sekolah yang Bapak/Ibu pimpin , Maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa dimaksud , yang akan dilaksanakan pada 4 Oktober 2024.

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

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Aze
to P. Wahyu
4/dkt 24



Tembusan Yth.

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

cp : DR. 152704169

Lampiran 2 Surat Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang
 E-mail: fst@walisongo.ac.id. Web:[Http://fst.walisongo.ac.id](http://fst.walisongo.ac.id)

Nomor : B.4426/Un.10.8/K/SP.01.08/04/2025
 Lamp : Proposal Skripsi
 Hal : Permohonan Izin Riset

Semarang, 10 April 2025

Kepada Yth.
 Kepala Sekolah SMA Negeri 11 Semarang
 Gg. XIV, RT.01/RW.01, Lamper Tengah, Kec. Semarang Sel.
 Kota Semarang, Jawa Tengah, 50248
 Di tempat

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Diana Sari Andini
 NIM : 2108066051
 Jurusan : PENDIDIKAN FISIKA
 Judul : Pengembangan *E-modul* Dengan Model *Problem Based Learning* Pada Materi Suhu Dan Kalor Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA N 11 Semarang
 Semester : VIII (Delapan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak/Ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 15 April 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth

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

Lampiran 3 Lembar Wawancara

LEMBAR WAWANCARA

Peneliti : Diana Sari Andini
Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berbantuan *Wordwall* Dengan Pendekatan PBL pada Materi Suhu dan Kalor untuk melatih Keterampilan Proses Sains Siswa SMA 11 Semarang
Lokasi Penelitian : SMA N 11 Semarang
Tanggal : 4 Oktober 2024

A. Informasi Umum Guru

- Nama lengkap : Wahyu Prastyanto, S.Pd.
- Jenjang pendidikan terakhir : S1-Universitas PGRI Semarang
- Prodi : Pendidikan Fisika

B. Proses Pembelajaran Fisika

1. Bagaimana bapak biasanya mengajarkan materi suhu dan kalor di kelas?

Jawaban : “Biasanya saya memulai pembelajaran dengan memberikan penjelasan materi suhu dan kalor secara rinci, disertai dengan contoh-contoh sederhana dari kehidupan sehari-hari, setelah itu, saya memberikan soal-soal latihan agar siswa dapat memahami penerapan konsep tersebut. Saya juga sering melakukan diskusi kelas untuk menggali

pemahaman siswa dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang muncul."

2. Media atau alat apa saja yang sering digunakan dalam pembelajaran materi suhu dan kalor?

Jawaban : "Untuk media pembelajaran, saya biasanya menggunakan buku teks, papan tulis, dan alat peraga sederhana misalnya, untuk menjelaskan perpindahan kalor, saya sering menggunakan termos, lilin, dan gelas berisi air panas."

3. Apakah bapak pernah menggunakan aplikasi simulasi seperti PhET dalam pembelajaran?

Jawaban : "Belum, saya belum pernah menggunakan aplikasi simulasi seperti PhET. Saat ini, saya lebih fokus pada penggunaan media pembelajaran yang sederhana dan hanya berfokus pada buku mata pelajaran fisika"

4. Menurut bapak, sejauh mana keterampilan proses sains siswa di SMA N 11 Semarang dalam memahami materi suhu dan kalor?

Jawaban : "Secara umum, keterampilan proses sains siswa di SMA N 11 Semarang cukup bervariasi. Untuk kelas XI-2, memang perlu perhatian khusus karena rata-rata nilai akademik mereka cenderung lebih rendah dibandingkan kelas XI-1 dan XI-3. Namun, dengan latihan yang cukup, saya yakin mereka dapat meningkatkan pemahaman konsep suhu dan kalor."

5. Apa kendala yang sering Anda hadapi dalam mengajarkan konsep-konsep abstrak seperti suhu dan kalor kepada siswa?

Jawaban : “Salah satu kendala utama yang sering saya hadapi adalah kesulitan siswa dalam membedakan antara konsep suhu dan kalor. Selain itu, banyak siswa yang masih kesulitan dalam menerapkan konsep tersebut dalam menyelesaikan soal-soal yang lebih kompleks..”

C. Kebutuhan Media Pembelajaran

1. Menurut bapak, apakah e-modul yang dilengkapi dengan wordwall dapat membantu pembelajaran siswa?

Jawaban : “Ya, e-modul tersebut tentunya bisa untuk membantu siswa. Karena adanya fitur-fitur dari wordwall yang bervariasi pasti bisa membuat siswa lebih senang belajar”

2. Apakah bapak pernah menggunakan e-modul dalam pembelajaran?

Jawaban : “Belum, saya belum pernah menggunakan e-modul dalam pembelajaran. Saya sangat mendukung jika kamu membuat e-modul yang lebih memudahkan siswa. saya yakin e-modul ini dapat menjadi bahan ajar tambahan yang sangat baik untuk proses pembelajaran.”

3. Fitur atau komponen apa yang bapak harapkan ada dalam e-modul suhu dan kalor untuk memudahkan proses pembelajaran?

Jawaban : “Saya sangat berharap e-modul tersebut nantinya dapat memuat visualisasi yang memang menarik sehingga membuat siswa lebih tertarik untuk belajar, kemudian ada petunjuk yang jelas untuk memudahkan siswa dalam melakukan simulasi. Serta ditambahkan variasi soal dan evaluasi diri untuk mengetahui sejauh mana pemahaman mereka”

Semarang, 4 Oktober 2024

Guru Fisika,



Wahyu Prastyanto

Lampiran 4 Lembar Observasi

LEMBAR OBSERVASI PRA PENELITIAN

Peneliti : Diana Sari Andini
Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berbantuan *Wordwall* Dengan Pendekatan PBL pada Materi Suhu dan Kalor untuk melatih Keterampilan Proses Sains Siswa SMA 11 Semarang
Lokasi Observasi : SMA N 11 Semarang
Tanggal : 4 Oktober 2024

A. Informasi Umum

1. Nama sekolah : SMA N 11 Semarang
2. Akreditasi sekolah : A
3. Jumlah kelas yang tersedia untuk mata pelajaran fisika : 3 Kelas
4. Rata-rata jumlah siswa per kelas : 35 siswa
5. Dukungan fasilitas sekolah untuk pembelajaran berbasis teknologi:
 - Akses internet: [Ada / ~~Tidak Ada~~]
 - Proyektor atau perangkat presentasi lainnya:
 - [Ada / ~~Tidak Ada~~]

B. Proses Pembelajaran Fisika

1. Metode pembelajaran yang digunakan guru:

- Ceramah (✓)
- Diskusi (✓)
- Eksperimen ()
- Simulasi ()
- Lainnya (sebutkan) : tanya jawab

2. Media pembelajaran yang digunakan:

- Buku teks: [Ya / Tidak]
- Penggunaan Wordwall (atau lainnya): [Ya/ Tidak]
- Lainnya (sebutkan):

3. Interaksi guru dan siswa:

- Guru sering memberikan kesempatan bertanya:
[Ya/Cukup/Kurang/Tidak]
- Siswa aktif dalam diskusi: [Ya/ Cukup/Kurang/Tidak]
- Guru memberikan tugas berbasis pemecahan masalah:
[Ya/Cukup/Kurang / Tidak]

C. Kondisi Lingkungan Pembelajaran

1. Kondisi ruang kelas:

- Kebersihan: [Baik / Cukup / Kurang]
- Kerapian: [Baik / Cukup / Kurang]

2. Sikap siswa selama pembelajaran:

- Antusiasme: [Tinggi / Sedang / Rendah]
- Tingkat keaktifan: [Tinggi / Sedang / Rendah]

Lampiran 5 Rubrik Penilaian Validasi Ahli

**Kisi-Kisi Lembar Penilaian
(Ahli Materi)**

No	Aspek Penilaian	Nomor Soal	Jumlah Indikator
1	Aspek Kelayakan Isi	1-3	3
2	Aspek Penyajian	4-5	2
3	Aspek Kelayakan Kebahasaan	6-9	3

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	
Kelayakan Isi			
1	Kesesuaian materi dengan Tujuan pembelajaran (TP) dan capaian pembelajaran (CP)	4	Materi yang disajikan dalam e-modul sangat sesuai dengan TP dan CP
		3	Materi yang disajikan dalam e-modul sesuai sesuai dengan TP dan CP
		2	Materi yang disajikan dalam e-modul kurang sesuai dengan TP dan CP
		1	Materi yang disajikan dalam e-modul tidak sesuai dengan TP dan CP
2	Kelengkapan materi dengan susunan yang urut dan sistematis	4	Susunan materi yang disajikan sangat urut dan sistematis
		3	Susunan materi yang disajikan urut dan sistematis
		2	Susunan materi yang

			disajikan kurang urut dan sistematis
		1	Susunan materi yang disajikan tidak urut dan sistematis
3	Keakuratan gambar, tabel dan ilustrasi	4	Gambar, tabel, dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan dapat membantu pemahaman siswa
		3	Gambar, tabel dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan namun kurang membantu pemahaman siswa
		2	Gambar, tabel dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan namun tidak membantu pemahaman siswa
		1	Gambar, tabel dan ilustrasi yang disajikan tidak sesuai dengan kenyataan dan tidak dapat membantu pemahaman siswa
Kelayakan penyajian			
4	Kuis latihan di dalam e-modul sesuai dengan materi pembelajaran	4	Kuis yang disajikan sangat sesuai dengan materi pembelajaran
		3	Kuis yang disajikan sesuai dengan materi pembelajaran
		2	Kuis yang disajikan kurang sesuai dengan materi pembelajaran
		1	Kuis yang disajikan tidak

			sesuai dengan materi pembelajaran
5	Referensi	4	Referensi isi e-modul sangat mudah dipahami oleh siswa
		3	Referensi isi e-modul dapat dipahami oleh siswa
		2	Referensi e-modul kurang mudah dipahami oleh siswa
		1	Referensi e-modul tidak mudah dipahami oleh siswa
Kelayakan bahasa			
6	Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar	4	Penggunaan semua kalimat pada e-modul sudah mengikuti tata kalimat bahasa indonesia
		3	Penggunaan kalimat pada e-modul kurang mengikuti tata kalimat bahasa indonesia
		2	Penggunaan beberapa kalimat pada e-modul tidak mengikuti tata kalimat bahasa indonesia
		1	Penggunaan semua kalimat pada e-modul tidak mengikuti tata kalimat bahasa indonesia
7	Kalimat yang digunakan jelas dan tidak menimbulkan makna ganda	4	Kalimat sangat jelas dan tidak ada ungkapan yang menimbulkan makna ganda
		3	Kalimat jelas dan tidak ada ungkapan menimbulkan makna ganda
		2	Kalimat kurang jelas dan ada ungkapan yang menimbulkan makna ganda

		1	Kalimat tidak jelas semuanya dan semua kalimat mengandung ungkapan yang nenimbulkan makna ganda
8	Keefektifan kalimat	4	Kalimat yang digunakan sederhana dan efektif
		3	Kalimat yang digunakan sederhana namun tidak efektif
		2	Kalimat yang digunakan kurang sederhana dan tidak efektif
		1	Kalimat yang digunakan rumit dan tidak efektif
9	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	4	Kalimat yang digunakan pada e-modul sangat mudah dipahami
		3	Kalimat yang digunakan dalam e-modul mudah dipahami
		2	Kalimat yang digunakan dalam e-modul kurang mudah dipahami
		1	Kalimat yang digunakan dalam e-modul rumit

**Kisi-Kisi Lembar Penilaian
(Ahli Media)**

No	Aspek Penilaian	Nomor Soal	Jumlah Indikator
1	Aspek Kelayakan Kegrafikan	1-6	6
2	Aspek Keterbacaan	7-10	4

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	
Aspek Kelayakan Kegrafikan			
1	Desain cover e-modul	4	Cover e-modul menarik dan menggambarkan materi ajar
		3	Cover e-modul kurang menarik tetapi menggambarkan materi ajar
		2	Cover e-modul kurang menarik dan tidak menggambarkan materi ajar
		1	Cover e-modul tidak menarik dan tidak menggambarkan materi ajar
2	Ukuran e-modul	4	Ukuran e-modul sangat sesuai dengan standar ISO
		3	Ukuran e-modul sesuai dengan standar ISO
		2	Ukuran e-modul tidak sesuai dengan standar ISO
		1	Ukuran e-modul sangat sesuai dengan standar ISO
3	Desain tampilan	4	Desain e-modul sangat menarik
		3	Desain e-modul menarik
		2	Desain e-modul kurang

			menarik
		1	Desain e-modul tidak menarik
4	Penggunaan ukuran dan variasi huruf tidak berlebihan	4	Penggunaan ukuran dan jenis huruf sangat konsisten
		3	Penggunaan ukuran dan jenis huruf konsisten
		2	Penggunaan ukuran dan jenis huruf kurang konsisten
		1	Penggunaan ukuran dan jenis huruf tidak konsisten
5	Kesesuaian gambar dengan materi	4	Gambar yang disajikan jelas dan sesuai dengan materi
		3	Gambar yang disajikan jelas namun kurang sesuai dengan materi
		2	Gambar yang disajikan kurang jelas tidak sesuai dengan materi
		1	Gambar yang disajikan tidak jelas dan tidak sesuai dengan materi
6	Penggunaan warna pada e-modul	4	Tampilan warna pada e-modul sangat menarik
		3	Tampilan warna pada e-modul menarik
		2	Tampilan warna pada e-modul kurang menarik
		1	Tampilan warna pada e-modul tidak menarik
Aspek Keterbacaan			
7	Ukuran teks yang tidak terlalu besar atau kecil	4	Ukuran teks yang digunakan dalam e-modul semuanya sudah sesuai
		3	Ukuran teks yang digunakan dalam e-modul hanya

			beberapa yang kurang sesuai
		2	Ukuran teks yang digunakan dalam e-modul sebagian besar kurang sesuai
		1	Ukuran teks yang digunakan dalam e-modul semuanya tidak sesuai
8	Spasi antar baris normal	4	Lebar spasi yang digunakan dalam e-modul semuanya sudah sesuai
		3	Lebar spasi yang digunakan dalam e-modul hanya beberapa yang kurang sesuai
		2	Lebar spasi yang digunakan dalam e-modul sebagian besar kurang sesuai
		1	Lebar spasi yang digunakan dalam e-modul semuanya tidak sesuai
9	Ketepatan penggunaan huruf kapital dan huruf kecil	4	Penggunaan huruf kapital dan huruf kecil pada e-modul semuanya sudah tepat
		3	Penggunaan huruf kapital dan huruf kecil pada e-modul hanya beberapa yang kurang tepat
		2	Penggunaan huruf kapital dan huruf kecil pada e-modul sebagian besar kurang tepat
		1	Penggunaan huruf kapital dan huruf kecil pada e-modul semuanya tidak tepat
10	Ketepatan penggunaan tanda baca	4	Penggunaan tanda baca di dalam e-module semuanya sudah tepat

		3	Penggunaan tanda baca di dalam e-module hanya beberapa yang kurang tepat
		2	Penggunaan tanda baca di dalam e-module sebagian besar kurang tepat
		1	Penggunaan tanda baca di dalam e-module semuanya tidak tepat

Lampiran 6 Rubrik Penilaian Instrumen Tes

Kisi-Kisi Lembar Penilaian Instrumen Tes

No	Aspek Penilaian	Nomor Soal	Jumlah Indikator
1	Isi yang disajikan	1-3	3
2	Bahasa	4-6	3

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	
Isi yang disajikan			
1	Sesuai dengan indikator dalam kisi-kisi penyusunan soal	4	Indikator yang disajikan sangat sesuai dengan kisi-kisi soal
		3	Indikator yang disajikan sesuai dengan kisi-kisi soal
		2	Indikator yang disajikan kurang sesuai dengan kisi-kisi soal
		1	Indikator yang disajikan tidak sesuai dengan kisi-kisi soal
2	Sesuai dengan tingkat kesukaran untuk siswa SMA/MA kelas XI	4	Dalam soal yang disajikan semuanya sudah sangat sesuai dengan tingkat kesukaran untuk siswa SMA/MA kelas XI
		3	Dalam soal yang disajikan ada beberapa yang kurang sesuai dengan tingkat kesukaran untuk siswa SMA/MA kelas XI
		2	Dalam soal yang disajikan sebagian besar kurang sesuai dengan tingkat kesukaran untuk siswa SMA/MA kelas

			XI
		1	Dalam soal yang disajikan semuanya tidak sesuai dengan tingkat kesukaran untuk siswa SMA/MA kelas XI
3	Soal disajikan dengan dengan sistematis, singkat dan jelas	4	Soal yang disajikan sangat sistematis, singkat dan jelas
		3	Soal yang disajikan sistematis, singkat dan jelas
		2	Soal yang disajikan kurang sistematis, singkat dan jelas
		1	Soal yang disajikan tidak sistematis, singkat dan jelas
Bahasa			
4	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	4	Semua butir soal sangat sesuai dengan kaidah bahasa indonesia dengan benar
		3	Butir soal sesuai dengan kaidah bahasa indonesia dengan benar
		2	Sebagian butir soal kurang sesuai dengan kaidah bahasa indonesia dengan benar
		1	Semua butir soal tidak sesuai dengan kaidah bahasa indonesia dengan benar
5	Menggunakan bahasa yang komunikatif	4	Semua butir soal disajikan dengan bahasa yang sangat komunikatif
		3	Butir soal disajikan dengan bahasa yang komunikatif
		2	Sebagian butir soal disajikan dengan bahasa yang kurang komunikatif
		1	Semua butir soal disajikan dengan bahasa yang tidak

			komunikatif
6	Menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami	4	Semua butir soal disajikan dengan sangat jelas dan menggunakan bahasa yang sangat mudah dipahami
		3	Butir soal disajikan jelas tetapi menggunakan bahasa yang kurang mudah dipahami
		2	Sebagian butir soal disajikan kurang jelas dan menggunakan bahasa yang kurang mudah dipahami
		1	Semua butir soal disajikan dengan kurang jelas dan menggunakan bahasa yang sulit dipahami

Lampiran 7 Rubrik Angket Respon Siswa

Kisi-Kisi Lembar Respon Siswa

No	Aspek Penilaian	Nomor Soal	Jumlah Indikator
1	Tampilan Isi	1-3	3
2	Penyajian Materi	4-7	8
3	Bahasa	8-9	1

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	
Tampilan Isi			
1	Teks yang disajikan dapat dibaca dengan jelas	4	Teks pada e-modul mudah dibaca dan sangat jelas
		3	Teks pada e-modul mudah dibaca namun kurang jelas
		2	Teks pada e-modul cukup mudah dibaca dan kurang jelas
		1	Teks pada e-modul sulit dibaca dan tidak jelas
2	Gambar yang disajikan pada e-modul jelas tidak buram	4	Gambar yang disajikan pada e-modul jelas dan tidak buram
		3	Gambar yang disajikan pada e-modul cukup jelas dan tidak buram
		2	Gambar yang disajikan pada e-modul kurang jelas dan buram
		1	Gambar yang disajikan pada e-modul tidak jelas dan sangat buram

3	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi	4	Gambar yang disajikan pada e-modul sesuai dengan materi
		3	Gambar yang disajikan pada e-modul cukup sesuai dengan materi
		2	Gambar yang disajikan pada e-modul kurang sesuai dengan materi
		1	Gambar yang disajikan pada e-modul tidak sesuai dengan materi

Penyajian Materi

4	Materi yang disajikan mudah dipahami	4	Materi yang disajikan dalam e-modul dapat dipahami dengan mudah
		3	Materi yang disajikan dalam e-modul cukup dapat dipahami dengan mudah
		2	Materi yang disajikan dalam e-modul kurang dapat dipahami dengan mudah
		1	Materi yang disajikan dalam e-modul sulit dipahami
5	E-modul bisa digunakan untuk belajar mandiri	4	E-modul dapat digunakan untuk belajar mandiri
		3	E-modul cukup dapat digunakan untuk belajar mandiri
		2	E-modul kurang dapat digunakan untuk

				belajar mandiri
		1		E-modul tidak dapat digunakan untuk belajar mandiri
6	Materi yang disajikan dalam e-modul runtut	4		Materi yang disajikan dalam e-modul runtut
		3		Materi yang disajikan dalam e-modul cukup runtut
		2		Materi yang disajikan dalam e-modul kurang runtut
		1		Materi yang disajikan dalam e-modul tidak runtut
7	Kegiatan praktikum mudah untuk dipahami	4		Kegiatan praktikum tiap tahapannya mudah untuk dipahami
		3		Kegiatan praktikum tiap tahapannya cukup mudah untuk dipahami
		2		Kegiatan praktikum tiap tahapannya kurang mudah untuk dipahami
		1		Kegiatan praktikum tiap tahapannya sulit untuk dipahami
Bahasa				
8	Kalimat dalam e-modul mudah dipahami	4		Kalimat yang digunakan dalam e-modul mudah untuk dipahami
		3		Kalimat yang digunakan dalam e-modul cukup mudah

			untuk dipahami
		2	Kalimat yang digunakan dalam e-modul kurang mudah untuk dipahami
		1	Kalimat yang digunakan dalam e-modul sulit untuk dipahami
9	Bahasa yang digunakan dalam e-modul sederhana dan mudah dimengerti	4	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dimengerti
		3	Bahasa yang digunakan cukup sederhana dan mudah dimengerti
		2	Bahasa yang digunakan kurang sederhana dan kurang mudah dimengerti
		1	Bahasa yang digunakan sulit dan tidak mudah dimengerti

Lampiran 8 Validasi Ahli Materi

ANGKET VALIDASI AHLI MATERI

Name : Sugilawati
 NIP : 198605122019032010
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

Petunjuk :

1. Isilah biodata anda sebagai validator terlebih dahulu dengan benar
2. Isilah lembar penilaian ini secara objektif berdasarkan dengan rubrik uji validitas ahli materi
3. Cukup memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu dari empat jenis penilaian yang Bapak/Ibu validator anggap sesuai
4. Angka-angka yang terdapat pada kolom yang dimaksud berarti :
 - 4 = Sangat Baik
 - 3 = Baik
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
5. Berilah kesimpulan terhadap validasi setelah melakukan penilaian pada bagian akhir lembar uji validitas

No	Aspek Penilaian	Nilai Pengamatan			
		4	3	2	1
Kelayakan Isi					
1	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran (TP) dan capaian pembelajaran (CP)	✓			
2	Kelengkapan materi dengan susunan yang urut dan sistematis	✓			
3	Keakuratan gambar, tabel dan ilustrasi	✓			
Kelayakan Penyajian					
4	Kuis latihan di dalam e-modul sesuai dengan materi pembelajaran	✓			
5	Referensi	✓			
Kelayakan Bahasa					
6	Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar	✓			
7	Kalimat yang digunakan jelas dan tidak menimbulkan makna ganda	✓			
8	Keefektifan kalimat	✓			
9	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	✓			

Kesimpulan terhadap validasi :

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan dengan revisi	✓
Tidak dapat digunakan	

Catatan :

E-model berbasis Wordwall dengan pendekatan PBL pada materi Suhu & Kalor dapat digunakan sebagai bahan / sumbu belajar pada siswa SMA/MA. Perhatikan gambar yang disertai tulisan besar font yang tidak beraturan. Hindari menggunakan (-) dan (x) pada persamaan. perhatikan garis yang dituliskan masih sedikit berbentuk ketelitian. Misalkan t diganti dengan T yaitu suhu dan persamaan lainnya yang merupakan hasil kali c (kalor jenis), massa dan suhu.

Semarang, 27 Februari 2023
Validator,

NIP. 198605127019032010

ANGKET VALIDASI AHLI MATERI

Nama : Dr. Joko Budi Hermanto, M.Pd.
 NIP :
 Instansi :

Petunjuk :

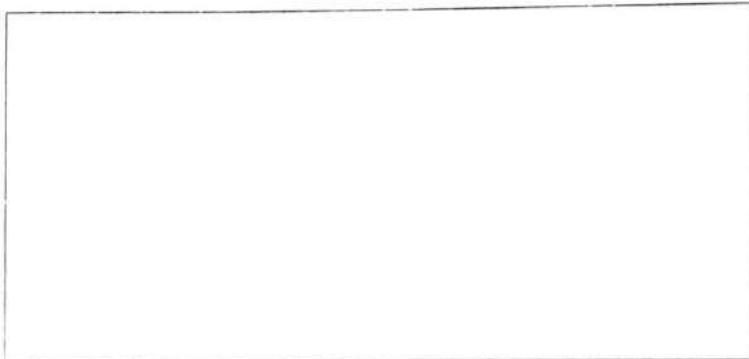
- Isilah biodata anda sebagai validator terlebih dahulu dengan benar
- Isilah lembar penilaian ini secara objektif berdasarkan dengan rubrik uji validitas ahli materi
- Cukup memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu dari empat jenis penilaian yang Bapak/Ibu validator anggap sesuai
- Angka-angka yang terdapat pada kolom yang dimaksud berarti :
 - 4 = Sangat Baik
 - 3 = Baik
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
- Berilah kesimpulan terhadap validasi setelah melakukan penilaian pada bagian akhir lembar uji validitas

No	Aspek Penilaian	Nilai Pengamatan			
		4	3	2	1
Kelayakan Isi					
1	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran (TT) dan capaian pembelajaran (CP)	✓			
2	Kelengkapan materi dengan susunan yang urut dan sistematis		✓		
3	Keakuratan gambar, tabel dan ilustrasi		✓		
Kelayakan Penyajian					
4	Kuis latihan di dalam e-modul sesuai dengan materi pembelajaran	✓			
5	Referensi		✓		
Kelayakan Bahasa					
6	Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar	✓			
7	Kalimat yang digunakan jelas dan tidak menimbulkan makna ganda		✓		
8	Keefektifan kalimat	✓			
9	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	✓			

Kesimpulan terhadap validasi :

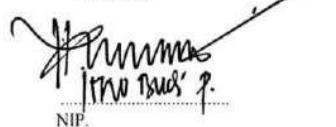
Dapat digunakan tanpa revisi	V
Dapat digunakan dengan revisi	
Tidak dapat digunakan	

Catatan :



Semarang.....
Validator,

NIP.



ANGKET VALIDASI AHLI MATERI

Nama : Wahyu Prastyanto S. Pd.
 NIP :
 Instansi : SMA Negeri 11 Semarang

Petunjuk :

1. Isilah biodata anda sebagai validator terlebih dahulu dengan benar
2. Isilah lembar penilaian ini secara objektif berdasarkan dengan rubrik uji validitas ahli materi
3. Cukup memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu dari empat jenis penilaian yang Bapak/Ibu validator anggap sesuai
4. Angka-angka yang terdapat pada kolom yang dimaksud berarti :
 - 4 = Sangat Baik
 - 3 = Baik
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
5. Berilah kesimpulan terhadap validasi setelah melakukan penilaian pada bagian akhir lembar uji validitas

No	Aspek Penilaian	Nilai Pengamatan			
		4	3	2	1
Kelayakan Isi					
1	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran (TP) dan capaian pembelajaran (CP)	✓			
2	Kelengkapan materi dengan susunan yang urut dan sistematis		✓		
3	Keakuratan gambar, tabel dan ilustrasi	✓			
Kelayakan Penyajian					
4	Soal latihan di dalam e-modul sesuai dengan materi pembelajaran	✓			
5	Referensi	✓			
Kelayakan Bahasa					
6	Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar	✓			
7	Kalimat yang digunakan jelas dan tidak menimbulkan makna ganda	✓			
8	Kecerahan kalimat	✓			
9	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	✓			

Kesimpulan terhadap validasi :

Dapat digunakan tanpa revisi	<input checked="" type="checkbox"/>
Dapat digunakan dengan revisi	<input type="checkbox"/>
Tidak dapat digunakan	<input type="checkbox"/>

Catatan :

• modul tersusun dengan baik dengan alur penyampaian materi yang logis dan layak digunakan sebagai bahan ajar untuk siswa. tambahkan lebih banyak ilustrasi gambar yang menarik dan relevan untuk memvisualisasikan penyampaian materi.

Semarang 4 Maret 2020,
Validator,

Wahyu Prastyanto
NIP.

Lampiran 9 Angket Validasi Ahli Media

ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA

Nama : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd
 NIP : 19760214200801011
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

Petunjuk :

1. Isilah biodata anda sebagai validator terlebih dahulu dengan benar
2. Isilah lembar penilaian ini secara objektif berdasarkan dengan rubrik uji validitas ahli media
3. Cukup memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu dari empat jenis penilaian yang Bapak/Ibu validator anggap sesuai
4. Angka-angka yang terdapat pada kolom yang dimaksud berarti :
 - 4 = Sangat Baik
 - 3 = Baik
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
5. Berilah kesimpulan terhadap validasi setelah melakukan penilaian pada bagian akhir lembar uji validitas

No	Aspek Penilaian	Nilai Pengamatan			
		4	3	2	1
Kelayakan kegrafikan					
1	Desain cover e-modul	✓			
2	Ukuran e-modul	✓			
3	Desain tampilan	✓			
4	Penggunaan ukuran dan variasi huruf tidak berlebihan	✓			
5	Kesesuaian gambar dengan materi	✓			
6	Penggunaan warna pada e-modul	✓			
Keterbacaan					
7	Ukuran teks yang tidak terlalu besar atau kecil	✓	*		
8	Spasi antar baris normal		✓		
9	Ketepatan penggunaan huruf kapital dan huruf kecil	✓			
10	Ketepatan penggunaan tanda baca	✓			

Kesimpulan terhadap validasi :

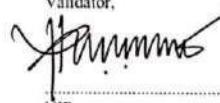
Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan dengan revisi	
Tidak dapat digunakan	

Catatan :

Instrumen media layout & uji dan dilanjutkan
dalam penelitian yg. tugas akhir.

Semarang.....
Validator,

NIP.



ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA

Nama : Susilawati
 NIP : 19860220512032010
 Instansi : Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

Petunjuk :

1. Isilah biodata anda sebagai validator terlebih dahulu dengan benar
2. Isilah lembar penilaian ini secara objektif berdasarkan dengan rubrik uji validitas ahli media
3. Cukup memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu dari empat jenis penilaian yang Bapak/Ibu validator anggap sesuai
4. Angka-angka yang terdapat pada kolom yang dimaksud berarti :
 - 4 = Sangat Baik
 - 3 = Baik
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
5. Berilah kesimpulan terhadap validasi setelah melakukan penilaian pada bagian akhir lembar uji validitas

No	Aspek Penilaian	Nilai Pengamatan			
		4	3	2	1
Kelayakan kegrafikan					
1	Desain cover e-modul	✓			
2	Ukuran e-modul	✓			
3	Desain tampilan	✓	▼		
4	Penggunaan ukuran dan variasi huruf tidak berlebihan	✓			
5	Kesesuaian gambar dengan materi	✓			
6	Penggunaan warna pada e-modul	✓			
Keterbaikan					
7	Ukuran teks yang tidak terlalu besar atau kecil	✓			
8	Spasi antar baris normal	✓			
9	Ketepatan penggunaan huruf kapital dan huruf kecil	✓			
10	Ketepatan penggunaan tanda baca	✓			

Kesimpulan terhadap validasi :

Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan dengan revisi	
Tidak dapat digunakan	

Catatan :

E-modul Materi Suhu dan Kalor berbasis wordwall dengan pendekatan PBL dapat diimplementasikan dalam pembelajaran Fisika Siswa SMA/MA. Desain E-modul menarik untuk dilihat, bahasa yang digunakan dalam pengajaran matematik termasuk bahasa yang mudah dipahami. Tambahkan Ilustrasi / Gambar, tabelisasi data dan grafik pada modul. tuliskan tahapan Cintiks PBL. Cek kembali Indikator Keterampilan proses Sains yang ada pada kegiatan praktikum. Cek kembali persamaan matematis yang digunakan.

Semarang, 27 Februari 2025
Validator,

NIP. 1986051220190320

ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA

Nama : Wahyu Prastyanto S. Pd.
 NIP :
 Instansi : SMA Negeri 11 Semarang

Petunjuk :

- Isilah biodata anda sebagai validator terlebih dahulu dengan benar
- Isilah lembar penilaian ini secara objektif berdasarkan dengan rubrik uji validitas ahli media
- Cukup memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu dari empat jenis penilaian yang Bapak/Ibu validator anggap sesuai
- Angka-angka yang terdapat pada kolom yang dimaksud berarti :
 - 4 = Sangat Baik
 - 3 = Baik
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
- Berilah kesimpulan terhadap validasi setelah melakukan penilaian pada bagian akhir lembar uji validitas

No	Aspek Penilaian	Nilai Pengamatan			
		4	3	2	1
Kelayakan kegrafikan					
1	Desain cover e-modul	✓			
2	Ukuran e-modul	✓			
3	Desain tampilan	✓			
4	Penggunaan ukuran dan variasi huruf tidak berlebihan		✓		
5	Kesesuaian gambar dengan materi	✓			
6	Penggunaan warna pada e-modul		✓		
Keterbacaan					
7	Ukuran teks yang tidak terlalu besar atau kecil		✓		
8	Spasi antar baris normal	✓			
9	Ketepatan penggunaan huruf kapital dan huruf kecil	✓			
10	Ketepatan penggunaan tanda baca	✓			

Kesimpulan terhadap validasi :

Dapat digunakan tanpa revisi	<input type="checkbox"/>
Dapat digunakan dengan revisi	<input checked="" type="checkbox"/>
Tidak dapat digunakan	<input type="checkbox"/>

Catatan :

perhatikan penggunaan spasi antar kata antar baris pastikan semuanya konsisten, pastikan lagi ukuran teksnya untuk desain e-modulnya sudah menarik seperti tampilan warna secara keseluruhan baik dan mendukung serta dapat digunakan sebagai bahan ajar

Scmarang, 4 Maret 2025.
Validator.



Wahyu Prastyanto
NIP.

Lampiran 10 Validasi Instrumen Tes

LEMBAR UJI VALIDATOR INSTRUMEN TES

Nama : Susilowati
 NIP : 198605122019092010
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

Petunjuk :

1. Isilah biodata anda sebagai validator terlebih dahulu dengan benar
2. Isilah lembar penilaian ini secara objektif berdasarkan dengan rubrik uji validitas instrumen tes
3. Cukup memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu dari empat jenis penilaian yang Bapak/Ibu validator anggap sesuai
4. Angka-angka yang terdapat pada kolom yang dimaksud berarti :
 - 4 = Sangat Baik
 - 3 = Baik
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
5. Berilah kesimpulan terhadap validasi setelah melakukan penilaian pada bagian akhir lembar uji validitas

No	Aspek Penilaian	Nilai Pengamatan			
		4	3	2	1
Isi yang disajikan					
1	Sesuai dengan indikator dalam kisi-kisi penyusunan soal		✓		
2	Sesuai dengan tingkat kesukaran untuk siswa SMA/MA kelas XI		✓		
3	Soal disajikan dengan sistematis, singkat dan jelas	✓			
Penyajian Materi					
4	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	✓			
5	Menggunakan bahasa yang komunikatif	✓			
6	Menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami	✓			

Kesimpulan terhadap validasi :

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan dengan revisi	✓
Tidak dapat digunakan	

Catatan :

Tes keterampilan proses sans dapat digunakan sebagai alat evaluasi dalam pembelajaran suhu & tekor. Indikator mencapai-tujuan masing penyajian soal diubah untuk menafsirkan permasalahan /data. Pada hantikan 1 kalimat misal No 2 terdiri dari kalimat: Nama Linda, massa 4 kg suhu (Ketekanan suhu). Linda menjalankan permasalahan dan pernyataan NO 1, NO 15, II, 13 diganti redaksi soalnya.

Pelajaran pada keterampilan proses sans diambil dari mengamati, Menginterpretasi, menafsirkan, memprediksi, menggunakan hypothesis, merencanakan dan mengamati alat & teknik, menyampaikan temuan.

Semarang.....
27 Februari 2022
Validator,

.....
Suci Ilawati
.....

NIP. 198605127019031

LEMBAR UJI VALIDATOR INSTRUMEN TES

Nama : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Ir
 NIP : 19760214200801011
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

Petunjuk :

- Isilah biodata anda sebagai validator terlebih dahulu dengan benar
- Isilah lembar penilaian ini secara objektif berdasarkan dengan rubrik uji validitas instrumen tes
- Cukup memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu dari empat jenis penilaian yang Bapak/Ibu validator anggap sesuai
- Angka-angka yang terdapat pada kolom yang dimaksud berarti :
 - 4 = Sangat Baik
 - 3 = Baik
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
- Berilah kesimpulan terhadap validasi setelah melakukan penilaian pada bagian akhir lembar uji validitas

No	Aspek Penilaian	Nilai Pengamatan			
		4	3	2	1
Isi yang disajikan					
1	Sesuai dengan indikator dalam kisi-kisi penyusunan soal	✓			
2	Sesuai dengan tingkat kesukaran untuk siswa SMA/MA kelas XI	✓			
3	Soal disajikan dengan sistematis, singkat dan jelas	✓			
Penyajian Materi					
4	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia		✓		
5	Menggunakan bahasa yang komunikatif		✓		
6	Menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami	✓			

Kesimpulan terhadap validasi :

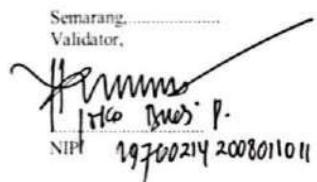
Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan dengan revisi	
Tidak dapat digunakan	

Catatan :

Instrumen terbaik digunakan sebagaimana
salah satu alat ukur penelitian



Semarang.....
Validator,



Hermawati
NIP 19700214 200801011

Lembar Uji Validator Instrumen Tes

Nama : Wahyu Prastyanto S. Pd.

NIP :

Instansi : SMK Negeri II Semarang

Petunjuk :

1. Isilah biodata anda sebagai validator terlebih dahulu dengan benar
2. Isilah lembar penilaian ini secara objektif berdasarkan dengan rubrik uji validitas instrumen tes
3. Cukup memberikan tanda checklist (✓) pada salah satu dari empat jenis penilaian yang Bapak/Ibu validator anggap sesuai
4. Angka-angka yang terdapat pada kolom yang dimaksud berarti :
 - 4 = Sangat Baik
 - 3 = Baik
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
5. Berilah kesimpulan terhadap validasi setelah melakukan penilaian pada bagian akhir lembar uji validitas

No	Aspek Penilaian	Nilai Pengamatan			
		4	3	2	1
Isi yang disajikan					
1	Sesuai dengan indikator dalam kisi-kisi penyusunan soal	✓			
2	Sesuai dengan tingkat kesukaran untuk siswa SMA/MA kelas XI	✓			
3	Soal disajikan dengan sistematis, singkat dan jelas	✓			
Penyajian Materi					
4	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	✓			
5	Menggunakan bahasa yang komunikatif	✓			
6	Menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami	✓			

Kesimpulan terhadap validasi :

Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan dengan revisi	
Tidak dapat digunakan	

Catatan :

pastikan soal sesuai dengan indikator keterampilan
proses Sains
hindari jokur pada pengetahuan teori saja !
hindari Soal yang serupa, lakukan lagi coba
tes dulu sebelum di berikan kepada siswa
untuk pretest dan postest.

4 Maret 2025
Semarang,
Validator,


Wahyu Prastyanto
NIP.

Lampiran 11 Angket Respon Siswa

No	Nama Siswa	Tampilan			Penyajian Materi				Bahasa	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	Aditya Bima Putra	4	4	4	3	3	3	3	4	4
2	Aisyah Putri K.	4	4	3	3	3	3	3	3	4
3	Amanda Faradiska	4	4	4	4	4	3	2	4	4
4	Arya Wiratama S.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	Bryan Kevin Satria	4	3	4	4	4	3	3	4	4
6	Chelsea Putri R. S.	3	3	3	3	3	3	3	4	4
7	Citra Lestari Dewi	4	4	4	4	4	4	3	4	4
8	Elara Ayu W.	4	4	3	3	3	4	3	4	4
9	Elsa Dwi Nadhira	3	3	3	3	3	3	2	3	3
10	Ethan Gabriel W.	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11	Fajar Ramadan P.	4	4	3	3	3	4	3	4	4
12	Hana Sofia C.	3	4	3	4	4	3	3	4	4
13	Intan Permata Sari	4	4	4	4	3	4	3	4	4
14	Kamelia Dyah P.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	Lintang Aura	4	4	4	4	3	3	3	4	4
16	Muhammad Alfian	4	4	4	3	4	4	4	4	4
17	Muhammad Bayu	3	4	3	3	4	4	3	4	4
18	Muhammad Farel	4	4	4	4	4	4	4	4	4
19	Muhammad Rafa	4	4	4	4	4	4	3	4	4
20	Muhammad Revan	4	4	4	3	3	3	3	4	4
21	Nadia Zahra A.	4	4	4	3	4	4	3	4	4
22	Narendra Surya P.	4	4	3	3	3	4	3	4	4
23	Nurul Hidayah K.	4	4	4	4	4	4	4	4	4
24	Raisa Amelia Putri	4	4	4	4	4	3	3	3	4
25	Salsabila Putri Ayu	3	3	3	3	3	3	3	3	3
26	Shafira Dwi K.P.	3	4	4	3	3	3	2	4	4

Lampiran 12 Kisi-kisi dan Instrumen Tes

KISI-KISI PRE-TEST DAN POST-TEST

Satuan Pendidikan : SMA/MA Materi : Suhu dan Kalor

Mata Pelajaran : Fisika Bentuk Soal : Essay

Kelas/Semester : XI/Genap Jumlah Soal : 9 soal

No	Sub Materi	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Nomor Soal
1	Konsep Suhu	Menafsirkan grafik pemanasan dua benda	1
		Menyajikan data hubungan antara waktu pemanasan dan perubahan suhu dalam bentuk grafik yang jelas dan mudah dipahami.	3
		Memprediksi suhu air setelah waktu pemanasan tertentu dan memprediksi pengaruh konduktivitas termal	9
2	Pemuaian Zat	Mengajukan pertanyaan yang relevan dan spesifik mengenai pemuaian suatu benda	5
3	Konsep Kalor	Mengamati perbedaan suhu antara air dan minyak setelah dipanaskan dalam waktu yang sama berdasarkan pengamatan visual dan data yang diberikan.	7
		Mengelompokkan zat-zat berdasarkan nilai kalor jenis yang tertera pada tabel, dan mengidentifikasi kriteria pengelompokan yang tepat	8
4	Asas Black	Merancang prosedur percobaan yang sistematis untuk	4

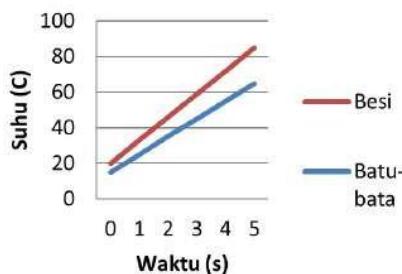
		membuktikan Asas Black	
		Menerapkan prinsip keseimbangan termal untuk menentukan suhu awal salah satu zat sebelum bercampur.	2
5	Perpindahan Kalor	Mengajukan hipotesis dari suatu percobaan sederhana	6

SOAL PRE-TEST DAN POSTTEST

Mata Pelajaran : Fisika
Materi : Suhu dan Kalor
Kelas XI
Waktu : 45 menit

PETUNJUK PENGISIAN SOAL

1. Sebelum mengerjakan soal periksalah lembar soal dan jawaban yang tersedia.
 2. Tuliskan identitas peserta didik pada lembar jawaban yang tersedia.
 3. Perhatikan dan bacalah soal dengan teliti sebelum menjawabnya.
 4. Periksalah seluruh jawaban anda sebelum dikumpulkan kepada pengawas
-
1. Perhatikan Grafik di bawah ini!



Grafik ini menunjukkan pemanasan kedua benda dengan kondisi yang sama, tafsirkan apa yang akan terjadi jika pemanasan dilanjutkan dalam jangka waktu yang lebih lama. Apakah ada kemungkinan suhu kedua benda akan mencapai titik yang sama? Berikan alasan yang mendukung!

2. Sebanyak 75 g air yang suhunya 20°C dicampurkan dengan 50 g air yang suhunya tidak diketahui. Jika suhu air campuran 40°C , tentukan suhu akhir air 50 g mula-mula !
3. Perhatikan tabel data waktu pemanasan dan suhu di bawah ini!

Waktu pemanasan (menit)	Suhu $^{\circ}\text{C}$
0	20
1	35
2	50
3	65
4	80
5	90
6	100
7	100
8	100

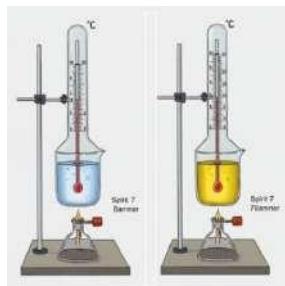
Buatlah grafik hubungan antara waktu pemanasan suatu benda dengan perubahan suhu air!

4. Seorang siswa ingin membuktikan kebenaran Asas Black menggunakan kalorimeter sederhana yang terbuat dari gelas styrofoam. Ia memiliki air panas dan air dingin dengan suhu yang berbeda. Rencanakan sebuah percobaan yang detail untuk membuktikan Asas Black menggunakan alat dan bahan yang tersedia. Tuliskan alat dan bahan yang kamu butuhkan dalam percobaan tersebut dan jelaskan langkah-langkah percobaanmu secara rinci!
5. Sebuah jembatan baja dirancang dengan celah pemuaian untuk mengakomodasi perubahan panjang akibat perubahan suhu. Suatu hari, seorang insinyur mengamati bahwa celah pemuaian jembatan tersebut terlihat lebih kecil dari biasanya. Ajukan satu pertanyaan yang relevan untuk menyelidiki celah pemuaian jembatan tersebut terlihat lebih kecil dari biasanya!
6. Perhatikan gambar berikut!



Buatlah hipotesis mengapa jika gelas yang tidak berisi air ketika di panaskan akan meleleh? bagaimana jika gelas berisi air?

7. Perhatikan gambar berikut!



Gambar dua wadah yang dipanaskan dengan satu wadah berisi air dan wadah lainnya berisi minyak. Setelah dipanaskan dalam waktu yang sama, bandingkan suhu air dan minyak. Manakah yang menurutmu akan memiliki suhu lebih tinggi? Berikan alasanmu berdasarkan pengamatanmu dan pengetahuanmu tentang kalor jenis!

8. Perhatikan tabel di bawah ini !

Zat	Kalor Jenis (J/kg°C)	Wujud pada Suhu Kamar
Aluminium	900	Padat
Air	4186	Cair
Besi	450	Padat
Etanol	2400	Cair
Es (0°C)	2100	Padat
Uap Air (100°C)	2080	Gas

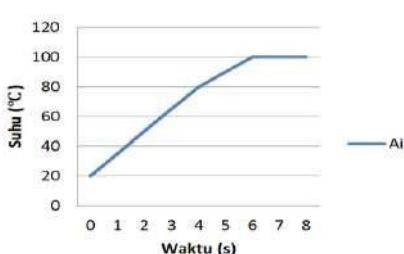
Berdasarkan data kalor jenis pada tabel, kategorikan zat-zat tersebut ke dalam dua kelompok berdasarkan kemampuan

mereka dalam menyerap atau melepaskan kalor. Tuliskan kriteria yang kamu gunakan untuk pengkategorian tersebut!

9. Sebuah wadah logam berisi air dengan suhu awal 25°C ditempatkan di atas kompor listrik yang diatur pada daya konstan. Setelah 5 menit pemanasan, suhu air naik menjadi 40°C . Prediksikan berapa suhu air setelah 10 menit pemanasan, dengan asumsi tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan ! Jika wadah tersebut terbuat dari bahan yang memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi, prediksikan apakah laju kenaikan suhu air akan lebih cepat, lebih lambat, atau tetap sama? Berikan alasan yang mendukung!

KUNCI JAWABAN PEDOMAN PENSKORAN PRE-TES DAN POSTTEST

No	Kunci Jawaban	Pedoman Penskoran
1	<p>Kata kunci : Pemanasan lanjutan, suhu akhir</p> <p>Kriteria : Jika pemanasan dilanjutkan, suhu kedua benda (besi dan batu bata) akan terus meningkat. Besi, yang pada awalnya mengalami kenaikan suhu yang lebih cepat, akan terus meningkat suhunya, tetapi dengan laju yang semakin melambat sedangkan batu bata yang mengalami kenaikan suhu yang lebih lambat dan seragam, akan terus meningkat suhunya dengan laju yang relatif konstan. Kemungkinan besar, suhu kedua benda tidak akan mencapai titik yang sama, bahkan jika pemanasan dilanjutkan dalam jangka waktu yang sangat lama. Alasannya adalah perbedaan sifat termal antara besi dan batu bata,</p>	4 = Menuliskan kata kunci, kriteria lengkap 3 = Menuliskan kata kunci, kriteria kurang lengkap 2 = Menuliskan kata kunci, kriteria tidak ada 1 = Menuliskan jawaban tanpa kata kunci atau kriteria 0 = Tidak menuliskan jawaban
2	<p>Diketahui</p> $m_{air} = 75 \text{ g}$ $T_{air} = 20^\circ\text{C}$ $m_{garam} = 50 \text{ g}$ $T_c = 40^\circ\text{C}$ <p>Ditanya</p> $T_{garam} = ?$ <p>Jawab</p> $Q_{lepas} = Q_{terima}$ $m_1 C_1 \Delta T_1 = m_2 C_2 \Delta T_2$ $m_1(T_a - T_c) = m_2(T_c - T_g)$ $75(20-40) = 50(40-T_g)$	4 = Menuliskan informasi yang diketahui dengan lengkap dan menuliskan variabel dalam rumus dengan nilai yang benar serta menuliskan hasil akhir perhitungan dengan nilai dan satuan yang benar. 3 = Menuliskan informasi yang

	$-1500 = 2000 - 50T_g$ $50T_g = 3500$ $T_g = 70^\circ\text{C}$	<p>diketahui dengan lengkap dan menuliskan variabel dalam rumus dengan nilai yang benar tetapi hasil perhitungan kurang tepat</p> <p>2 = Menuliskan informasi yang diketahui lengkap tetapi menuliskan rumus kurang tepat</p> <p>1 = Menuliskan informasi yang diketahui dari soal tudak lengkap</p> <p>0 = Tidak menuliskan jawaban</p>																				
3	<p>Kata Kunci: Suhu meningkat Kriteria:</p>  <table border="1"> <caption>Data points estimated from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Waktu (s)</th> <th>Suhu (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>20</td></tr> <tr><td>1</td><td>30</td></tr> <tr><td>2</td><td>40</td></tr> <tr><td>3</td><td>50</td></tr> <tr><td>4</td><td>60</td></tr> <tr><td>5</td><td>70</td></tr> <tr><td>6</td><td>80</td></tr> <tr><td>7</td><td>90</td></tr> <tr><td>8</td><td>100</td></tr> </tbody> </table> <p>suhu meningkat seiring waktu hingga mencapai titik didih, lalu tetap pada suhu konstan jika terjadi perubahan wujud</p>	Waktu (s)	Suhu (°C)	0	20	1	30	2	40	3	50	4	60	5	70	6	80	7	90	8	100	<p>4 = Menuliskan kata kunci, kriteria lengkap</p> <p>3 = Menuliskan kata kunci, kriteria kurang lengkap</p> <p>2 = Menuliskan kata kunci, kriteria tidak ada</p> <p>1 = Menuliskan jawaban tanpa kata kunci atau kriteria</p> <p>0 = Tidak menuliskan jawaban</p>
Waktu (s)	Suhu (°C)																					
0	20																					
1	30																					
2	40																					
3	50																					
4	60																					
5	70																					
6	80																					
7	90																					
8	100																					
4	Kata Kunci:	4 = Menuliskan kata																				

	<p>Asas Black, kalorimeter styrofoam, air panas, air dingin, langkah percobaan, alat dan bahan, pengukuran suhu, keseimbangan termal.</p> <p>Kriteria :</p> <p>Alat dan Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kalorimeter styrofoam • Termometer • Gelas ukur • Neraca • Air panas • Air dingin • Batang pengaduk <p>Langkah-langkah Percobaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ukur massa air dingin menggunakan gelas ukur dan neraca. Catat hasilnya (m_{dingin}) • Ukur suhu awal air dingin menggunakan termometer. Catat hasilnya (T_{dingin}) • Tuangkan air dingin ke dalam kalorimeter styrofoam. • Ukur massa air panas menggunakan gelas ukur dan neraca. Catat hasilnya (m_{panas}) • Ukur suhu awal air panas menggunakan termometer. Catat hasilnya (T_{dingin}) • Segera tuangkan air panas ke dalam kalorimeter yang sama dengan air dingin. • Tutup kalorimeter dan aduk campuran air secara perlahan dengan batang pengaduk • Amati perubahan suhu campuran 	kunci, kriteria lengkap 3 = Menulikan kata kunci, kriteria kurang lengkap 2 = Menuliskan kata kunci, kriteria tidak ada 1 = Menulikan jawaban tanpa kata kunci atau kriteria 0 = Tidak menuliskan jawaban
--	--	---

	<p>hingga mencapai keseimbangan termal (suhu konstan)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Catat suhu keseimbangan termal ($T_{campuran}$) 	
5	<p>Kata kunci : Celah pemuaian, perubahan panjang, perubahan suhu Kriteria : Pertanyaan harus relevan dengan fenomena yang diamati, pertanyaan harus membantu dalam memahami penyebab perubahan celah pemuaian, pertanyaan harus dapat dijawab melalui pengamatan atau pengukuran, pertanyaan harus menunjukkan pemahaman siswa tentang fenomena yang diamati</p>	<p>4 = Menuliskan kata kunci, kriteria lengkap</p> <p>3 = Menulikan kata kunci, kriteria kurang lengkap</p> <p>2 = Menuliskan kata kunci, kriteria tidak ada</p> <p>1 = Menulikan jawaban tanpa kata kunci atau kriteria</p> <p>0 = Tidak menuliskan jawaban</p>
6	<p>Kata Kunci: Hipotesis, gelas plastik, air, pemanasan, meleleh, kalor jenis, konduksi kalor Kriteria: Ketika gelas plastik berisi air dipanaskan, kalor dari api lilin akan ditransfer ke air melalui konduksi. Air memiliki kalor jenis yang tinggi, yang berarti air membutuhkan banyak energi panas untuk meningkatkan suhunya. Proses ini menyebabkan sebagian besar kalor yang diberikan oleh api lilin diserap oleh air, sehingga suhu gelas plastik tidak meningkat secara signifikan. Namun, jika gelas plastik tidak berisi air, tidak ada zat</p>	<p>4 = Menuliskan kata kunci, kriteria lengkap</p> <p>3 = Menulikan kata kunci, kriteria kurang lengkap</p> <p>2 = Menuliskan kata kunci, kriteria tidak ada</p> <p>1 = Menulikan jawaban tanpa kata kunci atau kriteria</p> <p>0 = Tidak menuliskan jawaban</p>

	yang menyerap kalor tersebut. Akibatnya, kalor dari api lilin akan langsung diserap oleh gelas plastik, menyebabkan suhunya meningkat dengan cepat. Ketika suhu gelas plastik mencapai titik lelehnya, gelas plastik akan mulai meleleh	
7	<p>Kata kunci : Kalor jenis, perubahan suhu, pemanasan, perbandingan suhu, air, minyak</p> <p>Kriteria : Setelah dipanaskan dalam waktu yang sama, minyak akan memiliki suhu yang lebih tinggi daripada air. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kalor jenis antara air dan minyak. Kalor jenis adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C. Air memiliki kalor jenis yang lebih tinggi dibandingkan minyak. Ini berarti air membutuhkan lebih banyak kalor untuk menaikkan suhunya dibandingkan minyak dengan massa yang sama. Oleh karena itu, dengan jumlah kalor yang sama yang diberikan oleh pemanasan, minyak akan mengalami kenaikan suhu yang lebih besar karena kalor jenisnya yang lebih rendah.</p>	4 = Menuliskan kata kunci, kriteria lengkap 3 = Menuliskan kata kunci, kriteria kurang lengkap 2 = Menuliskan kata kunci, kriteria tidak ada 1 = Menuliskan jawaban tanpa kata kunci atau kriteria 0 = Tidak menuliskan jawaban
8	<p>Kata kunci : Kalor jenis, kemampuan menyerap kalor, kemampuan melepaskan kalor, pengkategorian zat, kriteria pengelompokan</p> <p>Kriteria:</p>	4 = Menuliskan kata kunci, kriteria lengkap 3 = Menuliskan kata kunci, kriteria kurang lengkap

	<p>Kriteria yang digunakan adalah nilai kalor jenis zat. Zat dengan kalor jenis tinggi membutuhkan lebih banyak kalor untuk menaikkan suhunya, sehingga lebih baik dalam menyerap kalor. Sebaliknya, zat dengan kalor jenis rendah lebih mudah mengalami perubahan suhu, sehingga lebih mudah melepaskan kalor.</p> <p>Kelompok 1: Zat dengan Kemampuan Menyerap Kalor Tinggi (Kalor Jenis Tinggi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Air (4186 J/kg°C): Memiliki kalor jenis tertinggi, menunjukkan kemampuan menyerap kalor yang sangat baik. • Etanol (2400 J/kg°C): Memiliki kalor jenis yang relatif tinggi, menunjukkan kemampuan menyerap kalor yang baik. • Es (2100 J/kg°C): Memiliki Kalor jenis yang cukup tinggi, sehingga membutuhkan kalor yang cukup banyak untuk menaikkan suhunya. <p>Kelompok 2: Zat dengan Kemampuan Melepaskan Kalor Tinggi (Kalor Jenis Rendah)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aluminium (900 J/kg°C): Memiliki kalor jenis yang rendah, sehingga mudah mengalami perubahan suhu dan melepaskan kalor. • Besi (450 J/kg°C): Memiliki kalor jenis yang sangat rendah, sehingga sangat mudah mengalami perubahan suhu dan melepaskan kalor. • Uap Air (2080 J/kg°C): Memiliki Kalor jenis yang cukup rendah, 	<p>lengkap</p> <p>2 = Menuliskan kata kunci, kriteria tidak ada</p> <p>1 = Menulikan jawaban tanpa kata kunci atau kriteria</p> <p>0 = Tidak menuliskan jawaban</p>
--	---	---

	sehingga mudah mengalami perubahan suhu dan melepaskan kalor.	
9	<p>Kata Kunci: Prediksi suhu, pemanasan konstan, kenaikan suhu, laju kenaikan suhu</p> <p>Kriteria: 5 menit pertama, suhu air naik dari 25°C menjadi 40°C, berarti kenaikan suhu sebesar 15°C. Karena kompor listrik diatur pada daya konstan dan diasumsikan tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan, maka laju kenaikan suhu air akan konstan berarti setiap 5 menit, suhu air akan naik sebesar 15°C. Oleh karena itu, setelah 10 menit kenaikan suhu akan menjadi 30°C. Jadi suhu air adalah 25°C + 30°C = 55°C. Wadah yang memiliki konduktivitas termal lebih tinggi, akan membuat kalor dari kompor lebih cepat sampai ke air, sehingga air lebih cepat panas. Bahan dengan konduktivitas termal yang lebih tinggi akan menghantarkan kalor dari kompor ke air lebih efisien. Hal ini berarti lebih banyak kalor yang akan mencapai air dalam waktu yang sama, sehingga laju kenaikan suhu air akan lebih cepat.</p>	4 = Menuliskan kata kunci, kriteria lengkap 3 = Menuliskan kata kunci, kriteria kurang lengkap 2 = Menuliskan kata kunci, kriteria tidak ada 1 = Menuliskan jawaban tanpa kata kunci atau kriteria 0 = Tidak menuliskan jawaban

$$Total\ skor = \frac{skor\ yang\ diperoleh}{skor\ maksimum} \times 100$$

Lampiran 13 Modul Ajar

NO	KOMPONEN	DESKRIPSI/KETERANGAN
Informasi Umum		
1	Informasi Perangkat Ajar	
	Nama Penyusun	Diana Sari Andini
	Nama Institusi	SMA N 11 Semarang
	Mata Pelajaran	Fisika
	Jenjang/Kelas/Fase	SMA/XI/F
	Tahun Pelajaran	2024/2025
	Semester	Genap
	Materi Pokok	Suhu dan Kalor
	Alokasi Waktu	3 pertemuan × 2 JP = 6 JP
2	Kompetensi Awal	Peserta didik sudah memahami konsep dasar suhu dan kalor tentang perubahan wujud zat, serta perpindahan kalor
3	Profil Pelajar Pancasila	<p>Pada kegiatan pembelajaran ini akan dilatihkan dimensi profil pelajar pancasila tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlek mulia dengan cara melatih siswa berdoa sebelum dan sesudah belajar. • Berkebinikan global dengan cara melatih siswa tidak membeda-medakan teman ketika pembentukan kelompok diskusi atau praktikum. • Mandiri dengan cara melatih siswa untuk mengerjakan soal latihan di setiap akhir kegiatan pembelajaran tanpa bantuan orang lan. • Bergotong royong dengan cara

		<p>melatih siswa untuk saling membantu dalam kerjasama kelompok saat praktikum atau diskusi/presentasi.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bernalar kritis dengan cara melatih siswa dengan pertanyaan-pertanyaan dalam peristiwa kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan topik materi.
4	Sarana dan Prasarana	Buku fisika, E-modul suhu dan kalor, alat tulis, koneksi internet, LCD, laptop/handphone
5	Target Peserta Didik	Peserta didik regular/tipikal
6	Moda Pembelajaran	Tatap muka
7	Model Pembelajaran	Problem Based Learning
	Metode Pembelajaran	Diskusi, eksperimen, presentasi, dan tanya jawab
8	Sumber Belajar	Buku Fisika untuk SMA/MA kelas XI, E-modul suhu dan kalor, internet, dan sumber bacaan lainnya yang relevan
Komponen Inti		
1	Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	<p>CP :</p> <p>Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak partikel, usaha dan energi, fluida dinamis, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan</p>

	<p>berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar Pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.</p> <p>TP :</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mampu mengidentifikasi konsep dasar suhu dan kalor• Peserta didik mampu menjelaskan konsep kalor, Asas Black serta penerapannya dalam perubahan suhu• Peserta didik mampu membedakan tiga jenis perpindahan kalor dan penerapannya dalam kehidupan
--	--

		sehari-hari
2	Pemahaman Bermakna	<ul style="list-style-type: none"> Setelah mempelajari materi ini, peserta didik dapat mengetahui dan memahami penerapan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari Peserta didik berlatih menjadi ilmuwan dengan cara merancang, melakukan dan melaporkan penyelidikan melalui eksperimen menggunakan aplikasi <i>PhET Simulation</i>, serta melakukan percobaan menggunakan alat dan sederhana
3	Pertanyaan Pemantik	<ul style="list-style-type: none"> Apa yang dimaksud dengan suhu ? Apa yang dimaksud dengan kalor? Jelaskan bagaimana cara perpindahan kalor?
4	Persiapan Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> Perhatikan suasana kelas, pastikan tempat kelas kalian bersih, rapi, dan nyaman. Berdoalah terlebih dahulu, kemudian mengingat kembali materi pada pertemuan sebelumnya. Menyiapkan LKPD tentang suhu dan kalor Menyiapkan bahan bacaan untuk peserta didik.

5	Kegiatan Pembelajaran (Pertemuan 1)	<p>Pendahuluan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam, menyapa peserta didik, dan menanyakan kabar • Guru meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai • Peserta didik bersama guru melakukan doa bersama • Guru memberikan motivasi dan mengkondisikan peserta didik agar siap belajar serta mengecek kehadiran peserta didik • Guru mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan materi sebelumnya • Guru memberikan apresiasi kepada peserta didik dengan menanyakan tentang pengetahuan peserta didik seputar materi yang akan dipelajari. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran
		<p>Kegiatan Inti :</p> <p>Tahap 1 : Orientasi Terhadap Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menampilkan gambar air dan minyak ketika dipanaskan secara bersamaan

		 <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menganalisis gambar tersebut• Guru memberikan pertanyaan arahan<ol style="list-style-type: none">1. Mengapa minyak dan air yang dipanaskan dalam waktu yang sama memiliki kecepatan pemanasan yang berbeda?2. Apa yang menyebabkan suhu minyak naik lebih cepat dibandingkan dengan air meskipun menggunakan sumber panas yang sama <p>Tahap 2 : Mengorganisasi Belajar</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik diminta untuk merumuskan hipotesis sebagai jawaban sementara atas rumusan masalah dari foto tersebut• Guru memberikan penjelasan mengenai konsep dasar suhu dan kalor• Guru membimbing peserta didik untuk berkelompok• Guru memberikan LKPD untuk mendorong peserta didik agar lebih memahami materi <p>Tahap 3 : Membimbing Penyelidikan Individual dan Kelompok</p> <ul style="list-style-type: none">• Guru membimbing peserta didik untuk melakukan eksperimen
--	--	--

	<p>“Pengaruh Jenis Bahan Terhadap Kecepatan Pemanasan” menggunakan aplikasi <i>PhET Simulation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menghampiri kelompok yang mengajukan bantuan atau mengalami kesulitan dalam melakukan eksperimen • Peserta didik berdiskusi perkelompok mengenai eksperimen yang dilakukan <p>Tahap 4 : Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Kerja</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi dan menuliskan hasil eksperimennya pada lembar LKPD • Siswa mempresentasikan hasil eksperimen di depan kelas <p>Tahap 5 : Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan evaluasi untuk memberikan penguatan tentang materi tersebut <p>Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersama dengan guru menyimpulkan materi suhu dan kalor • Guru memberikan penugasan yang dapat dikerjakan dirumah untuk mengukur kemampuan dalam memahami materi • Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran selanjutnya yaitu tentang kalor dan asas black • Guru bersama peserta didik berdoa dengan dipimpin oleh satu siswa • Guru mengucapkan salam penutup
--	--

6	Kegiatan Pembelajaran (Pertemuan 2)	<p>Pendahuluan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam, menyapa peserta didik, dan menanyakan kabar • Guru meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai • Peserta didik bersama guru melakukan doa bersama • Guru memberikan motivasi dan mengkondisikan peserta didik agar siap belajar serta mengecek kehadiran peserta didik • Guru mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan materi sebelumnya • Guru memberikan apresiasi kepada peserta didik dengan menanyakan tentang pengetahuan peserta didik seputar materi yang akan dipelajari. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran <p>Kegiatan Inti :</p> <p>Tahap 1 :Orientasi terhadap Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menampilkan video animasi yang menunjukkan konsep kalor dan asas black https://youtu.be/4x5KmfOlTyM?feature=shared • Peserta didik mengamati video tersebut • Guru memberikan pertanyaan arahan <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengapa telur yang panas setelah direbus menjadi lebih
---	---	--

	<p>dingin ketika dimasukkan ke dalam air dingin?</p> <p>2. Mengapa suhu telur dan air dingin akhirnya menjadi seimbang setelah beberapa waktu?</p> <p>Tahap 2 : Mengorganisasi Belajar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk merumuskan hipotesis sebagai jawaban sementara atas rumusan masalah dari video tersebut • Guru memberikan penjelasan mengenai konsep kalor dan asas black • Guru membimbing peserta didik untuk berkelompok • Guru memberikan LKPD untuk mendorong peserta didik agar lebih memahami materi <p>Tahap 3 : Membimbing Penyelidikan Individual dan Kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk mengerjakan lembar LKPD yang diberikan • Guru menghampiri kelompok yang mengajukan bantuan atau mengalami kesulitan • Peserta didik berdiskusi perkelompok <p>Tahap 4 : Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Kerja</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi dan menuliskan hasil eksperimennya pada lembar LKPD • Siswa mempresentasikan hasil eksperimen di depan kelas <p>Tahap 5 : Analisis dan Evaluasi</p>
--	---

		<p>Proses Pemecahan Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan evaluasi untuk memberikan penguatan tentang materi tersebut <p>Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersama dengan guru menyimpulkan materi kalor dan asas black • Guru memberikan penugasan yang dapat dikerjakan dirumah untuk mengukur kemampuan dalam memahami materi • Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran selanjutnya yaitu tentang perpindahan kalor • Guru bersama peserta didik berdoa dengan dipimpin oleh satu siswa • Guru mengucapkan salam penutup
7	Kegiatan Pembelajaran (Pertemuan 3)	<p>Pendahuluan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam, menyapa peserta didik, dan menanyakan kabar • Guru meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai • Peserta didik bersama guru melakukan doa bersama • Guru memberikan motivasi dan mengkodisikan peserta didik agar siap belajar serta mengecek kehadiran peserta didik • Guru mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan materi sebelumnya • Guru memberikan apresiasi kepada peserta didik dengan menanyakan

		<p>tentang pengetahuan peserta didik seputar materi yang akan dipelajari.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran
		<p>Kegiatan Inti :</p> <p>Tahap 1 : Orientasi terhadap Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menampilkan gambar gelas plastik yang didekatkan ke api lilin  <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan pertanyaan arahan <ol style="list-style-type: none"> 1. Apa yang terjadi jika gelas plastik kosong tersebut didekatkan ke api pada lilin? 2. Bagaimana jika gelas tersebut diisi air? Apakah akan ada perbedaan dengan gelas yang tidak berisi air? <p>Tahap 2 : Mengorganisasi Belajar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk merumuskan hipotesis sebagai jawaban sementara atas rumusan masalah foto tersebut • Guru memberikan penjelasan mengenai konsep kalor • Guru membimbing peserta didik untuk berkelompok • Guru memberikan LKPD untuk

		<p>mendorong peserta didik agar lebih memahami materi</p> <p>Tahap 3 : Membimbing Penyelidikan Individual dan Kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk mengerjakan lembar LKPD yang diberikan • Guru menghampiri kelompok yang mengajukan bantuan atau mengalami kesulitan • Peserta didik berdiskusi perkelompok <p>Tahap 4 : Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Kerja</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi dan menuliskan jawaban pada LKPD • Siswa mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas <p>Tahap 5 : Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan evaluasi untuk memberikan penguatan tentang materi tersebut
		<p>Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersama dengan guru menyimpulkan materi pembelajaran • Guru memberikan penugasan yang dapat dikerjakan dirumah untuk mengukur kemampuan dalam memahami materi • Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran selanjutnya • Guru bersama peserta didik berdoa dengan dipimpin oleh satu siswa • Guru mengucapkan salam penutup

Lampiran 14 Uji Coba Instrumen Tes

Data Uji Coba Instrumen Tes

No.	Nama Responden	Pertanyaan															Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
1	Aisha Binar C.	3	2	3	4	3	3	4	3	4	2	2	3	4	3	4	47
2	Amara Dewi F.	4	1	4	3	4	4	1	2	2	3	4	3	2	2	3	42
3	Andyn Lusia R.	1	3	1	3	2	4	2	4	1	3	1	2	1	3	2	33
4	Anggun Asyifa	2	2	2	2	2	2	4	3	3	2	3	2	3	3	3	38
5	Ardito Rezky	4	2	4	4	4	1	3	1	4	3	4	3	4	3	4	48
6	Dika Rahadian	4	3	1	4	2	4	2	1	2	3	3	2	3	2	3	39
7	Elfara Nabilla	1	3	4	2	4	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	40
8	Farrel S.	1	3	1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42
9	Ghina Pramesti	3	4	2	3	2	4	3	2	3	3	3	2	3	2	4	40
10	Gilang Prayogi	2	4	3	2	2	3	3	1	3	3	3	2	3	2	3	45
11	Hanni Larasati	1	3	1	4	2	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	50
12	Junnika Talitha	2	3	4	4	3	2	4	3	4	3	4	3	4	3	3	43
13	Kurnia Aurelia	4	3	2	2	3	4	4	2	4	2	3	2	3	2	3	42
14	Lana R.	1	3	1	4	3	4	4	1	3	3	4	2	3	3	3	42
15	Lisa Riskyana	4	4	4	1	4	2	3	4	4	3	4	2	4	2	2	47
16	Luisa Annisa	4	3	4	4	3	3	4	4	4	2	4	2	4	2	4	51
17	Muhammad Akfi Ardian	4	4	4	3	4	4	4	2	4	3	3	2	3	2	3	49
18	Muhammad Andra Pradana	1	4	1	4	4	4	4	3	3	2	4	3	4	3	4	48
19	Muhammad Hamzi Risyat	1	2	1	3	1	4	3	2	4	2	4	3	4	2	4	40
20	Muhammad Ilham Zain	1	3	1	2	1	3	1	2	1	2	1	3	1	2	1	25
21	Muhammad Riyani	1	3	3	2	1	1	3	3	2	2	2	3	3	2	3	34
22	Nila Meidiani	3	4	1	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	1	39
23	Nisyah Syahilla	1	4	1	4	4	3	4	4	4	2	4	3	4	2	4	48
24	Pandu Hardi J.	1	2	1	4	1	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	32
25	Rizal Alghifari	3	2	3	3	2	1	4	3	4	3	3	2	3	3	3	42
26	Thufeil Danuarta	2	4	1	3	2	3	3	4	2	2	2	2	2	2	2	36
27	Vero Alaaric	3	3	4	4	4	4	2	3	3	3	4	2	3	2	3	47
28	Widya Ayu Y.	1	3	1	1	4	4	4	3	4	2	4	2	4	2	2	41
29	Zidan Malik A.	4	4	4	3	2	2	2	4	2	3	2	3	2	3	3	43
30	Zidni Intan Nur	4	3	4	4	3	3	4	1	4	3	4	2	3	2	2	46

Lampiran 15 Validitas Instrumen Tes

Uji Validitas Instrumen Soal Uji Coba

Nomor Soal	Uji Validitas		
	r_{xy}	r_{tabel}	Kriteria
1	0,447	0,361	Valid
2	0,136		Tidak valid
3	0,449		Valid
4	0,387		Valid
5	0,698		Valid
6	0,066		Tidak valid
7	0,581		Valid
8	0,073		Tidak valid
9	0,776		Valid
10	0,245		Tidak valid
11	0,732		Valid
12	0,105		Tidak valid
13	0,777		Valid
14	0,023		Tidak valid
15	0,614		Valid

Lampiran 16 Realibilitas Instrumen Tes

Uji Reliabilitas Soal Uji Coba

Cronbach's Alpha	N of Items
,668	15

Lampiran 17 Daya Beda Instrumen Tes

Uji Daya Beda

Nomor Soal	Indeks Diskriminasi (D)	Kriteria
1	0,247	Sedang
3	0,298	Sedang
4	0,238	Sedang
5	0,589	Baik
7	0,458	Baik
9	0,696	Baik
11	0,643	Baik
13	0,710	Sangat Baik
15	0,506	Baik

Lampiran 18 Tingkat Kesukaran Instrumen Tes

Tingkat Kesukaran

Nomor Soal	Indeks Diskriminasi (D)	Kriteria
1	0,59	Sedang
3	0,60	Sedang
4	0,77	Mudah
5	0,67	Sedang
7	0,77	Mudah
9	0,76	Mudah
11	0,77	Mudah
13	0,77	Mudah
15	0,72	Mudah

Lampiran 19 Skor Pretest dan Postest Keterampilan Proses Sains

Rekapitulasi Penilaian Tes Keterampilan Proses Sains

No	Nama	Pretest	Postest
1	Aditya Bima Putra	55,5	83,3
2	Aisyah Putri Aurelia	50	77,7
3	Amanda Faradiska	47,2	75
4	Arya Wiratama Sakti	22,2	69,4
5	Bryan Kevin Satria	41,6	61,1
6	Chelsea Putri Renata Sari	58,3	72,7
7	Citra Meidiani	38,8	77,7
8	Elara Devi Wulandari	47,2	61,1
9	Elsa Dwi Nadhira	38,8	58,3
10	Ethan Gabriel Wijaya	58,3	86,1
11	Fajar Ramadan Putra	52,7	72,2
12	Hana Sofia Cantika	36,1	66,6
13	Intan Permata Sari	55,5	69,4
14	Kamelia Dyah	44,4	72,2

15	Lintang Aura	36,1	69,4
16	Muhammad Alfian	47,2	69,4
17	Muhammad Bayu Ananda	36,1	52,7
18	Muhammad Farel Akbar	50	72,2
19	Muhammad Rafa Pratama	55,5	83,3
20	Muhammad Revan Zaki	44,4	80,5
21	Nadia Zahra Ameliya	47,2	61,1
22	Narendra Surya Pratama	50	72,2
23	Nurul Hidayah Kamila	52,7	83,3
24	Raisa Amelia Putri	47,2	80,5
25	Salsabila Rachma Ayu Dewi	52,7	72,7
26	Shafira Dwi Kirana Novanda	25	58,3
27	Tania Adelia Cahyani	33,3	61,1
28	Valerie Astrid Putri	30,5	63,8
29	Vania Indriani Irliyana	47,2	75
30	Veriska Salsabil	52,7	72,2
31	Viona Ayu Faradilla	47,2	66,6
32	Wira Bagas Kurniawan	44,4	77,7
33	Zelda Alya Anggreani	50	69,4
34	Zeno Cassian Malik	38,8	66,6
35	Zinnia Belle Hilmiani	44,4	72,2
Jumlah		1580,6	2483,3
Rata-rata		45,15	70,95

Lampiran 20 Uji Normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Pretest	,163	35	,019	,942	35	,063
Postest	,123	35	,199	,972	35	,488

Keterangan : Jika nilai signifikansi > 0,05, maka data berdistribusi normal.

Lampiran 21 Uji-t Paired Sample

Paired Samples Correlations						
			Correlati	One-Sided	Significance	
		N	on	p		Two-Sided p
Pair 1	Pretest & Postest	35	,345	,021		,042

Paired Samples Test									
	Paired Differences							Significance	
			95% Confidence					Two-	One-
	Std.	Error	Mean	Lower	Upper	t	df		Sided
	Mean	Deviation	Mean	Lower	Upper			Sided	p
Pair 1	Pretest – Posttest	-25,794	9,730	1,645	-29,136	-22,451	-15,684	34	<,001

Lampiran 22 Uji N-Gain

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ngain_Score	35	,26	,74	,4656	,13688
Ngain_Persen	35	26,09	73,91	46,5586	13,68799
Valid N (listwise)	35				

Lampiran 23 Surat Setelah Riset



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 11
SEMARANG

Jl. Lamper Tengah XIV Rt.01/Rw.01 Semarang 50248 Telp. (024)76585332
E-mail : smal1smg@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN

No. 422.1/700/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RR. TRI WIDHYASTUTI, S.Pd.
NIP : 197012311997022003
Jabatan : Kepala SMA Negeri 11 Semarang

Dengan ini menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

Nama : DIANA SARI ANDINI
NIM : 2108066051
Semester : VIII (Delapan)
Fakultas/Prog.Studi : Sains dan Teknologi/Pendidikan Fisika
Perguruan Tinggi : UIN Walisongo Semarang

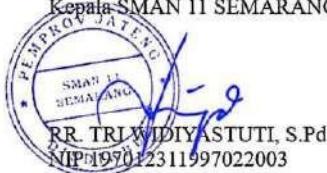
Telah mengadakan Penelitian Skripsi di SMA Negeri 11 Semarang pada :

Tanggal : 15-24 April 2025
Dengan Judul : Pengembangan E-modul Dengan Model Problem Based Learning Pada Materi Suhu Dan Kalor Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA N 11 Semarang

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan seperlunya.

Semarang, 26 Mei 2025

Kepala SMAN 11 SEMARANG



Lampiran 24 Dokumentasi



Lampiran 25 E-modul





KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan e-modul fisika berbantuan wordwall. Tujuan penulisan e-modul ini yaitu untuk memenuhi tugas akhir skripsi, dan keinginan dari penulis untuk membuat bahan ajar yang menarik agar membantu siswa memiliki keterampilan proses sains di sekolah pada mata pelajaran fisika materi suhu dan kalor. Keterampilan proses sains khususnya pada pelajaran fisika sangat diperlukan untuk siswa. Fisika adalah ilmu yang ada dilingkungan sekitar dan berkaitan dengan sains. E-modul yang penulis buat ini merupakan pedoman bagi guru dan siswa untuk melakukan pembelajaran fisika khususnya pada materi suhu dan kalor.

E-modul ini berisi materi pokok suhu dan kalor, dilengkapi dengan latihan soal yang berbasis wordwall dan latihan soal yang didesain khusus untuk meningkatkan kemampuan keterampilan proses sains siswa. Penulis sadar masih banyak salah dan kekeliruan dalam penyusunan e-modul ini. Oleh karena itu, kami mohon agar pembaca memberi kritik dan saran agar penulis dapat terus meningkatkan kualitasnya.

Demikian e-modul ini penulis buat, dengan harapan agar pembaca dapat memahami dan juga mendapatkan wawasan mengenai materi suhu dan kalor serta dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca

Semarang, April 2025

Penulis

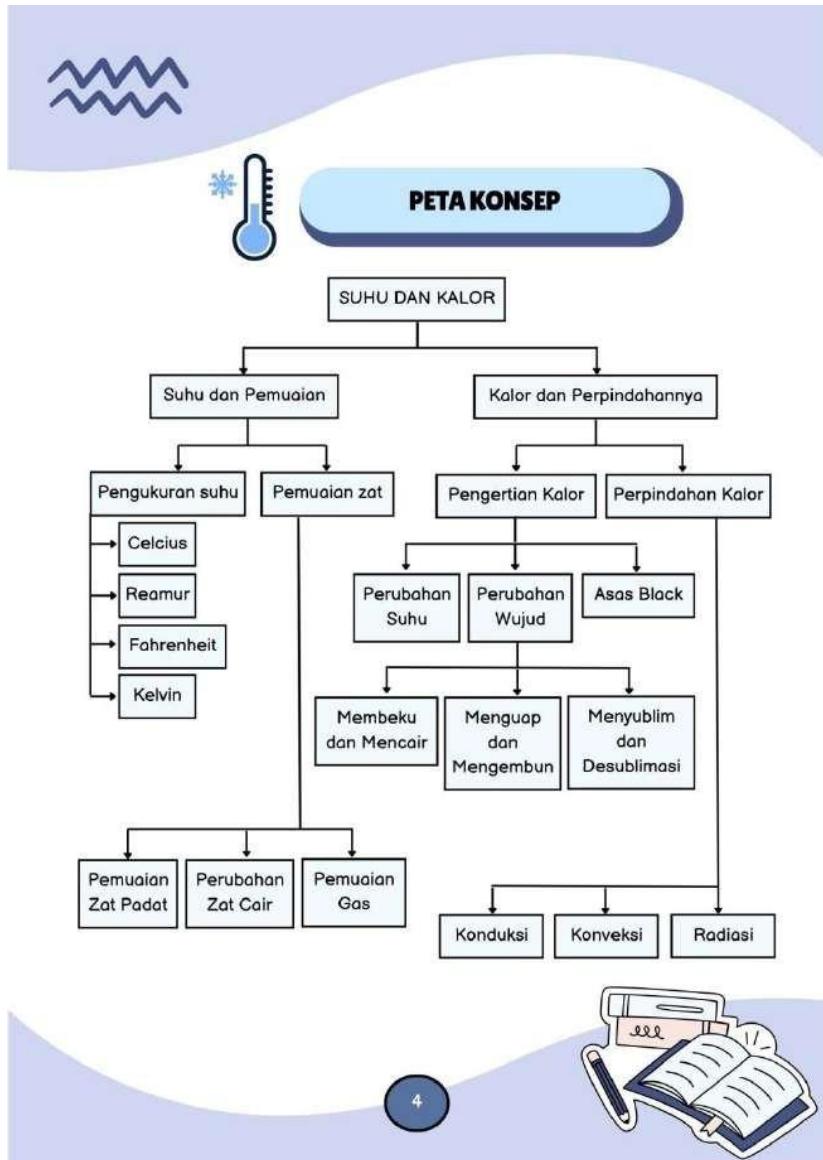




DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
PETA KONSEP.....	4
PENDAHULUAN.....	5
A. Deskripsi E-modul.....	5
B. Petunjuk Penggunaan E-modul.....	5
C. Modul Ajar.....	6
MATERI.....	14
Konsep Suhu dan Pemuaian.....	14
A. Suhu.....	17
B. Pemuaian Zat.....	24
Kuis Wordwall.....	41
Kalor dan Perpindahannya.....	42
A. Kalor.....	45
B. Asas Black.....	51
C. Perpindahan Kalor.....	53
Kuis Wordwall.....	69
Refleksi.....	70
Ringkasan.....	72
UJI KOMPETENSI.....	73
A. Uji Kompetensi Berbasis Wordwall.....	73
B. Uji Kompetensi Tertulis.....	78
GLOSARIUM.....	90
BIODATA DIRI.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93







PENDAHULUAN

A. Deskripsi E-modul

E-modul atau modul elektronik merupakan salah satu pemanfaatan teknologi dalam pendidikan yang dapat menunjang proses belajar mandiri dengan susunan yang sistematis serta menambah motivasi siswa untuk belajar. E-modul ini digunakan sebagai salah satu bahan ajar bagi siswa SMA/MA Kelas XI yang menyajikan materi suhu dan kalor disertai dengan banyak latihan soal tertulis maupun soal berbasis wordwall. Adapun tujuan penulisan ini yaitu untuk mempermudah para siswa untuk memahami konsep materi suhu dan kalor lebih dalam sehingga menumbuhkan keterampilan berproses sains.

B. Petunjuk Penggunaan E-modul

- Bacalah dengan cermat bagian peta konsep dan pahami keterkaitan antara materi suhu dan kalor
- Pelajari setiap subbab suhu dan kalor secara berurutan.
- Klik tautan kuis wordwall yang ada di setiap subbab dan selesaikanlah
- Ikuti panduan praktikum, dan mencatat hasilnya pada LKPD.
- Jawab pertanyaan pada LKPD sesuai hasil praktikum dan pemahaman materi.
- Selesaikan Uji Kompetensi berbasis Wordwall di akhir bab
- Selesaikan Uji Kompetensi tes tertulis di akhir bab.





C. Modul Ajar

INFORMASI UMUM

1. Informasi Perangkat Ajar

- Nama Penyusun : Diana Sari Andini
- Mata Pelajaran : Fisika
- Jenjang/Kelas/Fase : SMA/XI/F
- Tahun Pelajaran : 2024/2025
- Semester : Genap
- Materi Pokok : Suhu dan Kalor
- Alokasi Waktu : 3 pertemuan X 2 JP = 6 JP

2. Kompetensi Awal

Peserta didik sudah memahami konsep dasar suhu dan kalor tentang perubahan wujud zat, serta perpindahan kalor

3. Profil Pelajar Pancasila

Pada kegiatan pembelajaran ini akan dilatihkan dimensi profil pelajar pancasila tentang:

- Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlik mulia dengan cara melatih siswa berdoa sebelum dan sesudah belajar.
- Berkebhinaaan global dengan cara melatih siswa tidak membedakan teman ketika pembentukan kelompok diskusi atau praktikum.
- Mandiri dengan cara melatih siswa untuk mengerjakan soal latihan di setiap akhir kegiatan pembelajaran tanpa bantuan orang lain.
- Bergotong royong dengan cara melatih siswa untuk saling membantu dalam kerjasama kelompok saat praktikum atau diskusi/presentasi.
- Bernalar kritis dengan cara melatih siswa dengan pertanyaan-pertanyaan dalam peristiwa kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan topik materi.

4. Sarana dan Prasarana

Buku fisika, E-modul suhu dan kalor, alat tulis, koneksi internet, LCD, laptop/handphone



**5. Target Peserta Didik**

Peserta didik regular/tipikal

6. Moda Pembelajaran

Tatap muka

7. Model Pembelajaran

Problem Base Learning

8. Metode Pembelajaran

Diskusi, eksperimen, presentasi, dan tanya jawab.

9. Sumber Belajar

Buku Fisika untuk SMA/MA kelas XI, E-modul suhu dan kalor, internet, dan sumber bacaan lainnya yang relevan

KOMPONEN INTI**1. Capaian Pembelajaran**

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





2. Tujuan Pembelajaran

- Peserta didik mampu melatih keterampilan proses sains mengamati, mengelompokkan, menafsirkan, memprediksi, mengkomunikasikan, mengajukan pertanyaan, mengajukan hipotesis, menerapkan konsep, merancang percobaan
- Peserta didik mampu mengidentifikasi konsep dasar suhu dan kalor
- Peserta didik mampu menjelaskan konsep kalor, Asas Black serta penerapannya dalam perubahan suhu
- Peserta didik mampu membedakan tiga jenis perpindahan kalor dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

3. Pemahaman Bermakna

- Setelah mempelajari materi ini, peserta didik dapat mengetahui dan memahami penerapan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari
- Peserta didik berlatih menjadi ilmuwan dengan cara merancang, melakukan dan melaporkan penyelidikan melalui eksperimen menggunakan aplikasi PhET Simulation, serta melakukan percobaan menggunakan alat dan sederhana

4. Pertanyaan Pemantik

- Apa yang dimaksud dengan suhu ?
- Apa yang dimaksud dengan kalor?
- Jelaskan bagaimana cara perpindahan kalor?

5. Persiapan Pembelajaran

- Perhatikan suasana kelas, pastikan tempat kelas kalian bersih, rapi, dan nyaman.
- Berdoalah terlebih dahulu, kemudian mengingat kembali materi pada pertemuan sebelumnya.
- Menyiapkan LKPD tentang suhu dan kalor
- Menyiapkan bahan bacaan untuk peserta didik.





5. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan 1	<p>Pendahuluan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam, menyapa peserta didik, dan menanyakan kabar • Guru meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai • Peserta didik bersama guru melakukan doa bersama • Guru memberikan motivasi dan mengkondisikan peserta didik agar siap belajar serta mengecek kehadiran peserta didik • Guru mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan materi sebelumnya • Guru memberikan apresiasi kepada peserta didik dengan menanyakan tentang pengetahuan peserta didik seputar materi yang akan dipelajari. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran <p>Kegiatan Inti :</p> <p>Tahap 1: Orientasi Terhadap Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menampilkan gambar air dan minyak ketika dipanaskan secara bersamaan • Peserta didik menganalisis dan menentukan permasalahan • Guru memberikan pertanyaan arahan • Mengapa minyak dan air yang dipanaskan dalam waktu yang sama memiliki kecepatan pemanasan yang berbeda? • Apa yang menyebabkan suhu minyak naik lebih cepat dibandingkan dengan air meskipun menggunakan sumber panas yang sama
-------------	---





Pertemuan 1	<p>Tahap 2 : Mengorganisasi Belajar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk merumuskan hipotesis sebagai jawaban sementara atas rumusan masalah dari video dan foto tersebut • Guru memberikan penjelasan mengenai konsep dasar suhu dan kalor • Guru membimbing peserta didik untuk berkelompok • Guru memberikan LKPD untuk mendorong peserta didik agar lebih memahami materi <p>Tahap 3 : Membimbing Penyelidikan Individual dan Kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk melakukan eksperimen “Pengaruh Jenis Bahan Terhadap Kecepatan Pemanasan” menggunakan aplikasi PhET Simulation • Guru menghampiri kelompok/peserta didik yang mengajukan bantuan atau mengalami kesulitan dalam melakukan eksperimen • Peserta didik berdiskusi perkelompok mengenai eksperimen yang dilakukan <p>Tahap 4 : Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Kerja</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi dan menuliskan hasil eksperimennya pada lembar LKPD • Siswa mempresentasikan hasil eksperimen di depan kelas <p>Tahap 5 : Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah Guru memberikan evaluasi untuk memberikan penguatan tentang materi tersebut</p>
--------------------	---





Pertemuan 1	<p>Penutup</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik bersama dengan guru menyimpulkan materi suhu dan kalor• Guru memberikan penugasan yang dapat dikerjakan dirumah untuk mengukur kemampuan dalam memahami materi• Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran selanjutnya yaitu tentang kalor dan asas black• Guru bersama peserta didik berdoa dengan dipimpin oleh satu siswa• Guru mengucapkan salam penutup
-------------	---





Pertemuan 2	<p>Pendahuluan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam, menyapa peserta didik, dan menanyakan kabar • Guru meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai • Peserta didik bersama guru melakukan doa bersama • Guru memberikan motivasi dan mengkondisikan peserta didik agar siap belajar serta mengecek kehadiran peserta didik • Guru mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan materi sebelumnya • Guru memberikan apresiasi kepada peserta didik dengan menanyakan tentang pengetahuan peserta didik seputar materi yang akan dipelajari. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran <p>Kegiatan Inti :</p> <p>Tahap 1: Orientasi Terhadap Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menampilkan video animasi yang menunjukkan konsep kalor dan asas black https://youtu.be/4x5KmfOITyM?feature=shared • Peserta didik mengamati dan menentukan permasalahan dari video tersebut • Guru memberikan pertanyaan arahan <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengapa telur yang panas setelah direbus menjadi lebih dingin ketika dimasukkan ke dalam air dingin? 2. Mengapa suhu telur dan air dingin akhirnya menjadi seimbang setelah beberapa waktu?
------------------------	--





Pertemuan 2	<p>Tahap 2 : Mengorganisasi Belajar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk merumuskan hipotesis sebagai jawaban sementara atas rumusan masalah dari video tersebut • Guru memberikan penjelasan mengenai konsep kalor dan asas black • Guru membimbing peserta didik untuk berkelompok • Guru memberikan LKPD untuk mendorong peserta didik agar lebih memahami materi <p>Tahap 3 :Membimbing Penyelidikan Individual dan Kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk mengerjakan lembar LKPD yang diberikan • Guru menghampiri kelompok yang mengajukan bantuan atau mengalami kesulitan • Peserta didik berdiskusi perkelompok <p>Tahap 4 : Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Kerja</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi dan menuliskan hasil eksperimennya pada lembar LKPD • Siswa mempresentasikan hasil eksperimen di depan kelas <p>Tahap 5 : Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan evaluasi untuk memberikan penguatan tentang materi tersebut
	<p>Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersama dengan guru menyimpulkan materi kalor dan asas black • Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran selanjutnya yaitu tentang perpindahan kalor • Guru bersama peserta didik berdoa dengan dipimpin oleh satu siswa • Guru mengucapkan salam penutup





MATERI SUHU DAN KALOR

1. Konsep Suhu dan Pemanasan

Mari mengamati video berikut!





Mari menganalisis !

1. Berdasarkan video tersebut, mengapa anak yang bersepeda di luar merasa kepanasan akibat sinar matahari?

“ ”

” ”

2. Mengapa anak yang sedang sakit demam merasa kedinginan meskipun berada di ruangan yang suhunya sama?

“ ”

” ”





Mari mengamati gambar berikut!



Gambar 1 Air dan minyak yang dipanaskan bersamaan

Mari menganalisis

1. Mengapa minyak dan air yang dipanaskan dalam waktu yang sama memiliki kecepatan pemanasan yang berbeda?
2. Apa yang menyebabkan suhu minyak nail lebih cepat dibandingkan dengan air meskipun menggunakan sumber panas yang sama ?

“ ”





A. Suhu

-
-
-

Suhu merupakan suatu istilah yang dipakai suatu benda, misalnya benda panas dikatakan mempunyai suhu tinggi dan benda dingin mempunyai suhu rendah. Suhu merupakan besaran pokok yang diukur menggunakan termometer. Satuan suhu secara baku dalam Sistem Internasional (SI) adalah Kelvin (K).

Termometer dibuat dalam berbagai jenis yang disesuaikan dengan kegunaan masing-masing. Beberapa jenis termometer yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah termometer laboratorium, termometer suhu badan, termometer bimetal, termometer kristal cair, dll.

a. Termometer Laboratorium

Saat kita berada di laboratorium terdapat termometer laboratorium untuk mengecek suhu pada kegiatan praktikum di laboratorium. Bentuknya panjang dengan skala dari -10°C sampai 110°C, biasanya dilengkapi dengan air raksa atau alkohol seperti ditunjukkan pada gambar 1. siswa menggunakan termometer tersebut untuk praktikum suhu dan kalor.



Gambar 2 Termometer laboratorium

b. Termometer Suhu Badan



Gambar 3 Termometer suhu badan



Gambar 4 Mengukur suhu tubuh anak

Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu badan manusia saat demam. Penggunaan termometer ini dilakukan dengan cara memasukkan termometer ke dalam mulut, ketiak, atau telinga.





Masyarakat saat ini menggunakan termometer inframerah yang disebut thermogun, termometer ini biasa digunakan untuk mengukur suhu benda tanpa menyentuh benda tersebut. Termometer ini memanfaatkan sifat gelombang elektromagnetik dan inframerah. Cara menggunakan termometer ini yaitu didekati ke arah dahi kemudian sensor inframerah akan bekerja menghitung suhu tubuh seseorang. Semakin panas suhu tubuh seseorang atau sebuah benda energi infra merah yang terdeteksi akan semakin kuat.



Gambar 5 Thermogun



Gambar 6 Seseorang mengukur suhu tubuh menggunakan thermogun

c. Termometer Bimetal

Logam dapat kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Logam jika dipanaskan akan memuai dengan panjang yang berbeda-beda. Pemuatan panjang logam yang berbeda-beda inilah yang dimanfaatkan untuk membuat keping bimetal. Termometer ini biasanya untuk mengukur suhu tungku.



Gambar 7 Termometer bimetal

d. Termometer Kristal Cair

Termometer kristal cair warnanya dapat berubah jika suhunya berubah. Penggunaannya yaitu dengan cara diletakkan di kening untuk mengetahui suhu badan. Termometer ini juga bisa digunakan untuk mengukur suhu akuarium

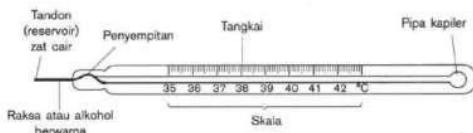


Gambar 8 Termometer kristal cair





Termometer dapat menunjukkan derajat angka panas atau dinginnya suatu benda. Termometer terdiri atas beberapa bagian, seperti dijelaskan dalam gambar berikut.



Gambar 9 Bagian-bagian termometer

Termometer dibedakan menjadi termometer analog dan termometer digital.

a. Termometer Analog

Termometer analog merupakan termometer berbentuk tabung dengan bagian dalam ruangannya diisi raksa atau alkohol. Pada bagian tabung terdapat garis yang tertulis angka. Pengukuran suhu diketahui dengan membaca kenaikan atau penurunan cairan pengisi termometer.

b. Termometer Digital

Termometer digital merupakan termometer yang menampilkan suhu dalam bentuk angka pada layar. Penggunaannya sangat memudahkan bagi siapa pun. Cara penggunaannya dengan menyelipkan termometer digital pada ketiak atau memasukkan termometer digital ke mulut.

Selain termometer analog dan digital, terdapat juga termometer berdasarkan zat pengisinya. Pindailah kode QR di samping untuk mengetahui penjelasannya.

Bogaimana prinsip kerja termometer dalam mengukur suhu? Untuk mengetahuinya, kerjakan kegiatan dengan memindai kode QR di samping.





Zat cair yang digunakan untuk termometer biasanya adalah raksa atau alkohol yang dimasukkan ke dalam pipa kapiler, jika pipa kapiler disentuhkan pada benda panas raksa atau alkohol tersebut akan memuai. Perbedaan termometer raksa dan termometer alkohol diantaranya adalah sebagai berikut

Termometer Raksa

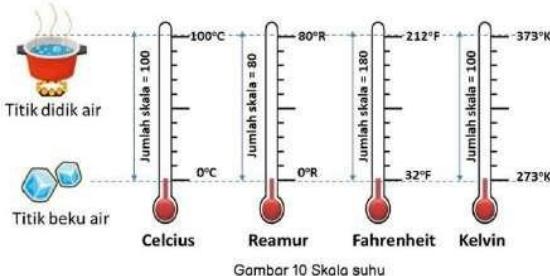
- Pengukuran lebih akurat karena pemuaian raksa sangat teratur.
- Mudah dibaca karena warna raksa mengkilat.
- Cocok untuk mengukur suhu tinggi.
- Beracun dan berbahaya jika pecah
- Tidak dapat mengukur suhu sangat rendah.
- Harga lebih mahal.

Termometer Alkohol

- Lebih aman karena alkohol tidak beracun.
- Dapat mengukur suhu sangat rendah.
- Harga lebih murah
- Pemuatan tidak sebesar raksa, sehingga kurang akurat untuk pengukuran suhu yang sangat tinggi.
- Sulit dibaca karena warna alkohol biasanya bening atau berwarna pucat.

Pembuatan termometer memerlukan penentuan suhu acuan. Suhu acuan yang sering digunakan adalah titik didih dan titik beku air murni pada tekanan udara 1 ATM. beberapa skala Termometer yang dikenal saat ini adalah skala Celcius, skala Reamur, skala Fahrenheit, dan skala Kelvin.





1. Termometer Celcius

Titik tetap bawah bernilai 0°C , titik tetap atas bernilai 100°C , dan daerah antara kedua titik tetap tersebut dibagi dalam 100 skala

2. Termometer Reamur

Titik tetap bawah bernilai 0°R , titik tetap atas bernilai 80°R dan daerah antara kedua titik tetap tersebut dibagi dalam 80 skala

3. Termometer Fahrenheit

Titik tetap bawah bernilai 32°F , titik tetap atas bernilai 212°F , dan daerah antara kedua titik tetap tersebut dibagi dalam 180 skala

4. Termometer Kelvin

Titik tetap bawah bernilai 273 K , titik tetap atas bernilai 373 K , dan daerah antara kedua titik tetap tersebut dibagi dalam 100 skala





Konversi skala seperti pada tabel berikut

Tabel 1 konversi skala suhu

	Celcius	Reamur	Kelvin	Fahrenheit
Celcius		$\frac{4}{5}C$	$C + 273$	$\left(\frac{9}{5}C\right) + 32$
Reamur	$\frac{5}{4}R$		$\frac{5}{4}R + 273$	$\left(\frac{9}{4}R\right) + 32$
Fahrenheit	$\frac{5}{9}(F - 32)$	$\frac{4}{9}(F - 32)$	$\frac{5}{9}(F - 32) + 273$	
Kelvin	$K - 273$	$\frac{4}{5}(K - 273)$		$\frac{9}{5}(k - 273) + 32$

Contoh Soal

1

$$95^\circ F = \dots K$$

Jawaban

$$K = \frac{5}{9}(F - 32) + 273$$

$$K = \frac{5}{9}(95 - 32) + 273$$

$$K = 35 + 273 = 308K$$

2

$$50^\circ C = \dots F$$

Jawaban

$$F = \left(\frac{9}{5}C\right) + 32$$

$$F = \frac{9}{5}50 + 32 = 122^\circ F$$





Latihan Soal

1 $30K = \dots^{\circ}F$

Jawaban

.....
.....
.....

2 $20^{\circ}R = \dots K$

Jawaban

.....
.....
.....

3 $30K = \dots^{\circ}F$

Jawaban

.....
.....
.....

4 $100^{\circ}F = \dots^{\circ}C$

Jawaban

.....
.....
.....

5 $77^{\circ}F = \dots K$

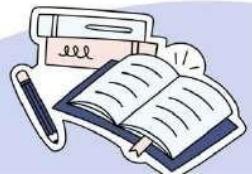
Jawaban

.....
.....
.....

6 $62^{\circ}C = \dots^{\circ}R$

Jawaban

.....
.....
.....



B. Pemuaian Zat



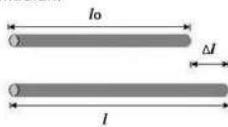
Pemuaian adalah bertambahnya ukuran suatu benda menjadi lebih besar akibat adanya kenaikan suhu, sedangkan penyusutan adalah penurunan ukuran suatu benda menjadi lebih kecil akibat penurunan suhu. Pemuaian terjadi pada zat padat, cair, dan gas.

Contoh dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada rel dilengkapi celah untuk mengantisipasi pemuaian panjang akibat panas, kaca jendela dipasang dengan ruang kecil untuk menghindari retak, dan cairan termometer raksa atau alkohol memuai untuk menunjukkan perubahan suhu.

1. Pemuaian Zat Padat

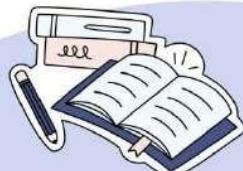
a. Pemuaian Panjang

Zat padat dengan luas penampang kecil yang dipanaskan dan mengalami kenaikan suhu akan mengalami pemuaian panjang, pemuaian panjang tersebut ditandai dengan penambahan panjang dari panjang semula, selisih panjang mula-mula dengan panjang setelah dipanaskan menunjukkan besarnya panjang pemuaian.



Gambar 11 Pemuaian panjang sebatang logam

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemuaian panjang pada zat padat yaitu panjang mula-mula zat padat, kenaikan suhu zat, dan koefisien muai panjang.





Secara matematis pemuatan panjang ditulis seperti persamaan berikut

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta T$$

atau

$$l_t = l_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

l_t = panjang benda pada suhu $t^{\circ}\text{C}$ (m atau cm)

l_0 = panjang suhu 0°C (m atau cm)

α = koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$ atau /K)

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

Δl = pertambahan panjang satuanya m atau cm

Benda akan mengalami pemuatan apabila suhunya meningkat dan mengalami penyusutan jika suhunya menurun. Contohnya pada kawat, sebuah kawat jika dipanaskan maka molekul dari kawat tersebut akan bergetar dan semakin cepat pergetaran molekul tersebut akan menyebabkan amplitudo getaran menjadi semakin besar dan mengakibatkan jarak antara molekul semakin besar. Perubahan jarak antara molekul ini menyebabkan kawat memuai menjadi panjang, setelah kawat dinginkan maka ukuran akan kembali ke bentuk semula.



Gambar 12 Kawat yang dipanaskan

Contoh lain pemuatan dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada celah rel kereta api atau jarak pada sambungan rel kereta api dibuat untuk mengantisipasi agar tidak terjadi pembengkokan saat suhu lingkungan naik, ketika siang hari suhu udara panas maka rel kereta akan memuai atau memanjang dan ketika malam hari suhu normal maka bentuk rel kereta juga akan kembali seperti semula.



Gambar 13 pemuatan pada rel kereta api





Tabel 2 Koefisien muai panjang

Jenis zat	Koefisien Muai Panjang
Alumunium	0,000026
Baja	0,000011
Besi	0,000012
Emas	0,000014
Kaca	0,000009
Kuningan	0,000018
Tembaga	0,000017

Contoh Soal

1

Sebuah Batang besi pada suhu 20°C memiliki panjang 100 cm. jika koefisien muai panjang besi adalah $0,000012 \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$. Berapakah panjang besi pada suhu 100°C ?

Jawaban

Diket:

$$\begin{aligned}l_0 &= 100\text{cm} \\ \Delta T &= 100^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} \\ \Delta T &= 80^{\circ}\text{C} \\ \alpha &= 0,000012^{\circ}\text{C}^{-1}\end{aligned}$$

Ditanya:

$$l_t ?$$

Jawab :

$$\begin{aligned}l_t &= l_0 (1 + \alpha \Delta T) \\ l_t &= 100\text{cm} (1 + 0,000012 C^{-1} 80^{\circ}\text{C}) \\ l_t &= 100\text{cm} (1 + 0,00096) \\ l_t &= 101,00096\text{cm}\end{aligned}$$





Latihan Soal

- 1** Sepotong logam yang mempunyai panjang 100 cm dan suhu awal 30°C dipanaskan sampai 130°C . berapakah pertambahan panjang logam itu jika koefisien muai panjangnya $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Jawaban

b. Pemuaian Luas

Pemuaian luas di aplikasikan dalam pemasangan kaca jendela., biasanya dalam pemasangan kaca jendela diberikan ruang. Pemberian ruang ini bertujuan untuk menghindari pecahnya kaca jendela saat terjadi pemuaian. Pemuaian luas dipengaruhi oleh luas zat padat semula perubahan suhu yang dialami zat dan koefisien muai luas zat padat.

Secara matematis besar pemuaian luas dapat ditulis dengan persamaan berikut

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

atau

$$A_t = A_0 (1 + \beta \Delta T)$$





A_t = luas benda pada suhu $t^\circ\text{C}$ (cm^2 atau m^2)

A_0 = luas benda pada suhu mula-mula (cm^2 atau m^2)

β = koefisien muai luas / $^\circ\text{C}$ atau /K

ΔT kenaikan suhu $^\circ\text{C}$ atau /K

ΔA = pertambahan luas cm^2 atau / m^2

Hubungan antara koefisien muai luas bahan dan koefisien muai panjang bahan dinyatakan dengan persamaan berikut

$$\beta = 2\alpha$$

Jika suatu benda berbentuk lempengan dipanaskan maka pemuatan akan terjadi pada kedua arah sisi-sisinya. Pemuatan luas memiliki koefisien muai sebesar dua kali koefisien muai panjang. Contoh yang dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada daun pintu yang tidak dapat ditutup dan daun jendela yang tidak dapat masuk ke bingkainya.



Gambar 14 Pemuatan pada daun pintu



Gambar 15 Pemuatan pada daun jendela

Hal itu terjadi karena pemasangan daun pintu dan daun jendela terlalu rapat dengan bingkainya, sehingga ketika terjadi pemuatan atau penyusutan tidak tersedia lagi ruang yang cukup dan mengakibatkan susah untuk dibuka atau ditutup.





Contoh pemanjangan luas lainnya yaitu terjadi pada lantai keramik, yaitu fenomena di mana ukuran keramik berubah akibat perubahan suhu.



Gambar 16 Pemanjangan pada lantai keramik

Pemanjangan pada lantai keramik dapat disebabkan oleh perubahan suhu yang ekstrem, kelembapan yang tinggi, atau gerakan tanah. Pemanjangan ini dapat menyebabkan keramik terangkat, retak, pecah, bahkan meledak.

Contoh Soal

1

Sebuah plat besi berbentuk persegi dengan panjang sisi 25 cm dipanaskan dari suhu 20°C menjadi 80°C , jika koefisien muai luas besi adalah $2,4 \times 10^{-5}\text{C}^{-1}$. Hitunglah pertambahan plat besi!

Jawaban

Diket :

$$\begin{aligned}s &= 25\text{cm} \\ A_0 &= S^2 \\ A_0 &= 25\text{cm}^2 \\ A_0 &= 625\text{cm}^2 \\ \Delta T &= 100^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} \\ \Delta T &= 80^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Ditanya : ΔA ?

Jawab :

$$\begin{aligned}\Delta A &= A_0 \times \beta \times \Delta T \\ \Delta A &= 625\text{cm}^2 \times 2,4 \cdot 10^{-5}\text{C}^{-1} \times 60^{\circ}\text{C} \\ \Delta A &= 0,9\text{cm}^2\end{aligned}$$






Latihan Soal

1 Plat besi luasnya 4 m^2 pada suhu 20°C . bila suhunya dinaikkan menjadi 100°C , berapakah luasnya! ($\alpha = 2,4 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)

Jawaban

c. Pemuaian Volume

Pemuaian volume terjadi dalam tiga arah yaitu pemuaian panjang lebar dan tinggi. Besarnya pemuaian volume dipengaruhi volume zat pada mula-mula perubahan suhu dan koefisien muai volume zat tersebut.

Secara matematis besar muai volume dituliskan seperti persamaan berikut

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

atau

$$V_t = V_0 (1 + \gamma \Delta T)$$

V_t = volume benda pada suhu $t^\circ\text{C}$ (cm^3 atau m^3)

V_0 = volume benda pada suhu mula-mula (cm^3 atau m^3)

γ = koefisien muai volume ($/{^\circ}\text{C}$ atau $/\text{K}$)

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

ΔV = pertambahan volume (cm^3 atau m^3)





Hubungan antar koefisien muai volume bahan dan koefisien muai panjang bahan dinyatakan dengan persamaan berikut

$$\gamma = 3\alpha \text{ atau } \gamma = \frac{3}{2}\beta$$

Benda-benda yang berdimensi tiga akan mengalami muai volume jika dipanaskan. Pemuaian volume memiliki koefisien muai tiga kali koefisien muai panjang. Contoh yang dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada balon udara.



Gambar 17 Pemuaian pada balon udara

Pemuaian volume pada balon udara adalah proses penambahan volume balon yang terjadi ketika udara di dalamnya dipanaskan. Pemuaian ini menyebabkan balon udara dapat terbang.

Pemuaian volume juga terjadi pada ban kendaraan, terjadi karena gas di dalam ban memuai saat suhu naik. Pemuaian ini dapat menyebabkan ban meletus. Ban kendaraan berisi gas yang menempati ruang tertentu saat suhunya naik, gas dalam ban akan memuai dan volumenya bertambah yang menyebabkan udara memuai mendekat keluar kemudian ban tidak dapat menahan ikatan partikel dari udara, sehingga lama kelamaan ban akan meletus.



Gambar 18 Pemuaian pada ban kendaraan





berikut adalah tabel beberapa benda beserta koefisien muai volumenya

Tabel 2 Koefisien muai volume beberapa benda

Zat cair	Koefisien Muai Volume
Aluminium	72×10^{-6}
Kuningan	57×10^{-6}
Tembaga	51×10^{-6}
Besi	35×10^{-6}
Timbal	87×10^{-6}

Contoh Soal

- 1 Sebuah balok besi memiliki volume 500 cm^3 pada suhu 25°C , jika koefisien muai volume besi adalah $3,6 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ maka pertambahan volume bola besi jika dipanaskan hingga suhu 100°C adalah

Jawaban

diket :

$$V_0 = 500 \text{ cm}^3$$

$$\lambda = 3,6 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = 100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 75^\circ\text{C}$$

ditanya:

$$\Delta V?$$

jawab :

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

$$\Delta V = 500 \text{ cm}^3 \times 3,6 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 75^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = 1,35 \text{ cm}^3$$






Latihan Soal

1

Sebuah balok tembaga dengan ukuran panjang lebar dan tinggi masing-masing 15 cm, 10 cm, dan 12 cm bersuhu 27°C . Balok tersebut kemudian dipanaskan sampai suhu 47° C , jika koefisien muai panjang tembaga $17 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, volume balok tersebut adalah

Jawaban

2. Pemuaian Zat Cair

Pemuaian yang terjadi pada zat cair merupakan pemuaian volume. nilai pemuaian zat cair dipengaruhi koefisien muainya makin besar koefisien muai zat cair makin besar pula pemuaian zat cair tersebut. Koefisien muai volume beberapa zat cair dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 3 Koefisien muai volume zat cair

Zat cair	Koefisien Muai Volume
Air	0,00021
Alkohol	0,00112
Minyak goreng	0,00072
Minyak tanah	0,00095
Gliserin	0,00049





Secara umum koefisien muai volume zat cair lebih besar daripada koefisien muai volume zat padat, oleh karena itu nilai muai volume zat cair juga lebih besar daripada zat padat jika volume awal dan perubahan suhunya sama. tetapi saat suhu air antara 0°C dan 4°C sifat muai zat cair tidak berlaku pada suhu tersebut air justru menyusut jika dipanaskan. Pengecualian ini disebut anomali air.



Gambar 19 Pemaianan zat cair



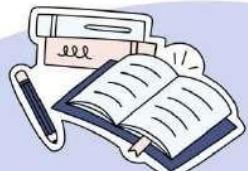
Gambar 20 Pemaianan zat cair pada termometer

Proses memuainya zat cair terjadi akibat keadaan suhu dari lingkungan. Semakin tinggi suhu maka semakin besar volume zat cair. Pemaianan zat cair dalam kehidupan sehari-hari dapat dijumpai saat memasak air hingga mendidih menyebabkan air menguap dan tumpah, penguapan zat cair terjadi juga pada termometer alkohol maupun termometer air raksa pemaianan pada zat cair dikendal sebagai ruang muai atau muai volume saja.

3. Pemaianan zat gas

Pemaianan gas ditandai dengan adanya kenaikan suhu dan perubahan volume. pemaianan zat gas dipengaruhi koefisien muai volume. Persamaan koefisien muai volume gas dinyatakan dengan persamaan berikut

$$\gamma = \left[\frac{1}{273} \right] {}^\circ C^{-1}$$





Aktivitas Kelompok

LKPD 1

Pengaruh Jenis Bahan Terhadap Kecepatan Pemanasan

Tujuan Praktikum

- Memahami konsep dasar suhu dan kalor
- Menganalisis pengaruh jenis bahan terhadap perubahan suhu.

Alat dan Bahan

- Handphone /Laptop
- Simulasi PhET
- Lembar kerja siswa

Prosedur Kerja

- Bukalah website <https://phet.colorado.edu> pada laptop atau handphone anda untuk mengakses aplikasi PhET ini
- Pilihlah menu Physics > "Heat & Thermo"
- Pilihlah simulasi "Energy Forms and Changes" sehingga tampilan akan seperti gambar 20.

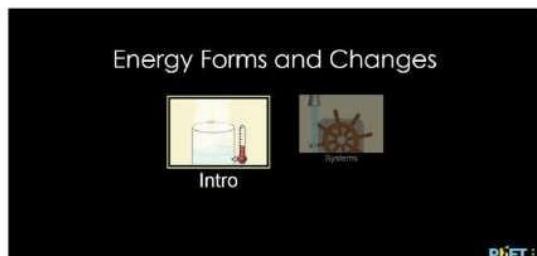


Gambar 21



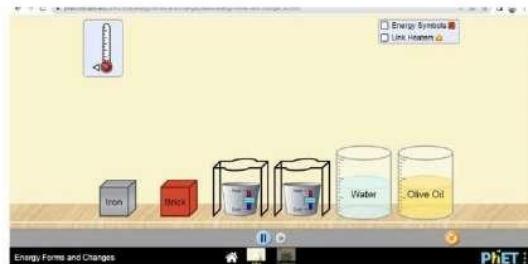


d. Klik tombol "Play" untuk menjalankan program sehingga tampilan menjadi seperti gambar 22.

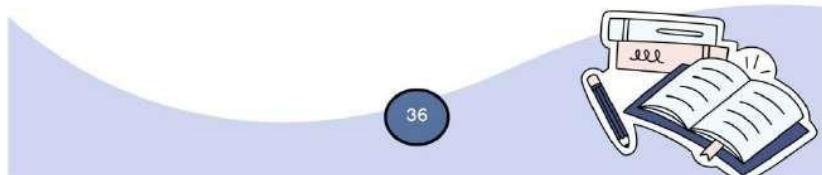


Gambar 22

e. Pilihlah menu "Intro" sehingga muncul tampilan seperti pada gambar 23.



Gambar 23



**Tabel Percobaan**

Bahan	Kenaikan Suhu (Cepat/Lambat/Paling Cepat/Paling Lambat)
Besi	
Batu bata	
Air	
Minyak Zaitun	

1. Merencanakan Percobaan

Variabel yang dimanipulasi :

Variabel yang di kontrol :

Variabel yang diamati :

Langkah-langkah Percobaan



**2. Mengamati**

Amatilah gambar pada simulasi PhET tersebut! Apa saja benda yang ada dalam simulasi? Benda manakah yang akan lebih cepat panas ketika dipanaskan? Jelaskan alasanmu!

3. Merumuskan Pertanyaan

Berdasarkan pengamatan, buatlah pertanyaan tentang hubungan antara suhu, energi panas, dan jenis bahan!

4. Merumuskan Hipotesis

Berdasarkan pertanyaan yang diajukan, buatlah dugaan atau hipotesis tentang jawaban dari pertanyaan tersebut!





5. Mengelompokkan

Berdasarkan pengamatan pada simulasi PhET, kelompokkanlah benda tersebut berdasarkan kenaikan suhu yang terjadi setelah menerima kalor yang sama! Jelaskan kriteria apa yang digunakan dalam pengelompokan tersebut!

Kelompok 1: Benda yang mengalami kenaikan suhu tinggi

.....

Kelompok 2 : Benda yang mengalami kenaikan suhu rendah

.....

6. Menafsirkan

Setelah melakukan simulasi dan mengamati perubahan suhu untuk keempat bahan tersebut, Bagaimana kecepatan kenaikan suhu setiap bahan berbeda meskipun dipanaskan dengan sumber kalor yang sama dan dalam waktu yang sama? Kaitkan jawabanmu dengan sifat-sifat termal materi yang relevan

.....

7. Memprediksi

Jika intensitas sumber kalor dalam simulasi ditingkatkan, bagaimana kecenderungan perubahan kecepatan kenaikan suhu pada minyak, air, batu bata, dan besi? Berikan argumentasi ilmiah yang mendukung perkiraanmu mengenai pengaruh peningkatan intensitas kalor terhadap laju perubahan suhu masing-masing materi.



A large, empty rectangular box with a thin black border, designed for students to write their answers to the question below.**8. Menerapkan Konsep**

Bayangkan kamu memiliki dua panci identik yang satu berisi air dan yang lain berisi minyak dengan volume yang sama. Keduanya dipanaskan di atas kompor dengan nyala api yang sama besar. Berdasarkan hasil simulasimu, materi manakah yang akan lebih lambat mendidih? Mengapa demikian? Kaitkan jawabanmu dengan konsep fisika yang kamu pelajari dalam praktikum virtual ini.

A large, empty rectangular box with a thin black border, designed for students to write their answers to the question above.

Kuis Wordwall

Kerjakan kuis dibawah ini !

Quiz Time

Time to test your knowledge!

LET'S PLAY



2. Kalor dan Perpindahannya

Mari mengamati video berikut!





Mari Menganalisis !

1. Mengapa telur yang panas setelah direbus menjadi lebih dingin ketika dimasukkan kedalam air dingin ?

“ ”

“ ”

2. Mengapa suhu telur dan air dingin akhirnya menjadi seimbang setelah beberapa waktu ?

“ ”

“ ”





Mari mengamati gambar berikut !



Mari menganalisis !

1. Apa yang terjadi jika gelas plastik kosong tersebut didekatkan ke api lilin?
2. Bagaimana jika gelas tersebut diisi air? apakah akan ada perbedaan dengan gelas yang tidak berisi air

“ ”

44





a. Kalor



Kalor atau panas adalah bentuk energi yang dipindahkan melalui perbedaan suhu dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Satuan kalor dalam Sistem Internasional (SI) adalah joule (J), satuan lain yang sering digunakan yaitu kalori (cal).



Benda yang menerima kalor maka suhu benda tersebut akan naik atau wujud benda tersebut akan berubah, sedangkan benda yang melepaskan kalor maka suhu benda akan turun dan wujud benda tersebut berubah.



Kalor definisikan sebagai 4,1868 J.

$$1 \text{ kalori} = 4,2 \text{ Joule}$$

$$1 \text{ Joule} = 0,24 \text{ kalori}$$

1. Hubungan antara kalor dengan perubahan suhu

Jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan suatu benda sebanding dengan massa benda pada perubahan suhunya. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut

$$Q = m c \Delta T$$

Q = jumlah kalor (kalori)

m = massa benda (kg)

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

c = kalor jenis (kal/kg $^{\circ}\text{C}$)





Kalor jenis (c) adalah bilangan yang menunjukkan berapa kalori panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu tiap satu satuan massa zat dalam satu derajat. sedangkan kapasitas Kalor (C) adalah banyaknya panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebesar satu derajat.

Hubungan antara kalor jenis dan kapasitas kalor dapat dituliskan dalam persamaan berikut

$$C = m c$$

C = kapasitas kalor (kal/ $^{\circ}\text{C}$ atau J/C)

m = massa zat (kg)

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

Sehingga

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

2. Hubungan Kalor Terhadap Perubahan Wujud Zat

a. Membeku dan Mencair

Membeku merupakan perubahan wujud dari zat cair menjadi zat padat, contohnya adalah air menjadi es, sementara mencair merupakan perubahan wujud dari zat padat menjadi zat cair, contohnya adalah es menjadi air. Zat padat yang dipanaskan sampai titik leburnya akan berubah menjadi cair. Titik lebur adalah suhu minimum yang diperlukan suatu zat berwujud padat untuk berubah menjadi wujud menjadi cair. Banyaknya kalor yang dibutuhkan oleh 1 kg zat untuk berubah wujud dari padat menjadi cair pada titik leburnya disebut kalor lebur.



Gambar 24 Es batu yang mencair



Gambar 25 Air yang membeku





Banyaknya kalor untuk melebur ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Q = m L$$

Q = banyak kalor untuk melebur atau kalor yang dilepaskan untuk membeku (J)

m = massa zat yang melebur atau membeku (kg)

L = kalor lebur atau kalor beku (J/kg)

b. Mengembun dan Menguap

Banyaknya kalor yang diperlukan oleh 1 kg zat cair agar menjadi uap seluruhnya pada titik didihnya disebut kalor uap. Contoh dari peristiwa menguap adalah air yang direbus. Adapun banyaknya kalor yang dilepas oleh 1 kg zat untuk berubah dari uap menjadi zat cair pada titik embunnya disebut kalor embun. Contoh dari peristiwa mengembun adalah terjadinya embun.

Banyaknya kalor uap dan kalor embun (Q) suatu zat dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut

$$Q = m U$$

Q = banyak kalor untuk menguap atau kalor untuk mengembun (J)

m = massa zat yang menguap atau mengembun (kg)

U = kalor uap atau kalor embun (J/kg)



Gambar 26 Air yang menguap



Gambar 27 Terjadinya embun

c. Menyublim dan Desublimasi (Deposisi)

Menyublim adalah perubahan wujud dari padat menjadi gas. Adapun desublimasi adalah perubahan wujud dari gas menjadi padat. Contoh dari peristiwa menyublim adalah kapur barus yang semula berukuran besar menjadi kecil, sedangkan contoh dari desublimasi adalah terbentuknya salju.



Gambar 28 Kapur barus

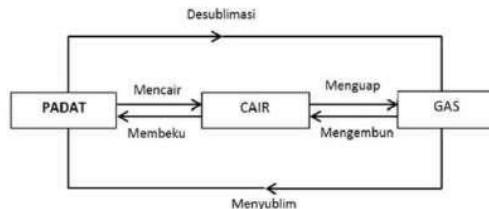


Gambar 29 Terbentuknya salju





Perubahan-perubahan fase tersebut dapat digambarkan seperti gambar 28.

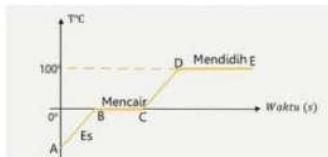


Gambar 30 Perubahan wujud zat jika mengalami perubahan suhu

Keterangan gambar :

- Tanda anak panah ke kanan yaitu pada peristiwa mencair menguap dan desublimasi selalu menyerap kalor
- Tanda anak panah ke kiri yaitu pada peristiwa membeku mengembun dan menyublim selalu melepaskan kalor

Es jika dipanaskan akan mengalami perubahan, saat dipanaskan, es akan mencair dan berubah menjadi air. selanjutnya, air yang dipanaskan lama-kelamaan mendidih. Jika air mendidih terus-menerus dipanaskan, lama-kelamaan akan menjadi uap air. Grafik perubahan wujud air ditunjukkan pada gambar 31.



gambar 31 Grafik perubahan wujud air





Contoh Soal
1

Sebuah benda bermassa 500 g dipanaskan sehingga suhunya naik 20°C menjadi 80°C jika kalor yang dibutuhkan sebesar 12.600 J berapakah kalor jenis benda tersebut?

Jawaban**Diket**

$$m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 80^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 12.600 \text{ J}$$

Ditanya**c ?****Jawab**

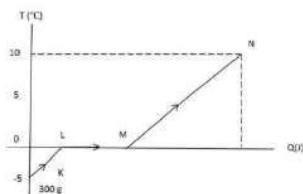
$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

$$c = \frac{12.600 \text{ J}}{0,5 \text{ kg} \cdot 60^{\circ}\text{C}}$$

$$c = 420 \text{ J kg}^{-1} {}^{\circ}\text{C}$$

2

Perhatikan grafik pemanasan 300 g es hingga menjadi air pada gambar di bawah ! jika kalor jenis es = $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor lebur es = 340.000 J/kg maka pada saat perubahan suhu proses M-N diperlukan kalor sebanyak?

**Jawaban**

$$Q_{M-N} = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_{M-N} = 300 \times 10^{-3} \cdot 4200 \cdot 10^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{M-N} = 12.600 \text{ J}$$





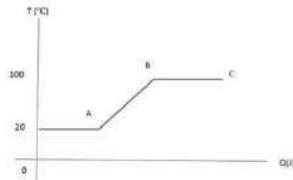
 Latihan Soal

1 Berapa panas yang diperlukan (nyatakan dalam Joule dan kkal) untuk memanaskan 500 g tembaga (panas jenis = 0,09 kJ/gr°C) dari Suhu 25°C sampai 75°C?

Jawaban

2 Perhatikan grafik pemanasan 500 g air menjadi uap di bawah ini. Jika kalor jenis air 4200 J/kg°C kalor uap air 2.270.000 J/kg, maka berapakah kalor yang dibutuhkan dalam proses A-B-C?

Jawaban



b. Asas Black

-
-
-

Dua buah benda suhunya berbeda maka benda yang suhunya lebih tinggi akan melepaskan kalor dan benda yang suhunya rendah akan menyerap kalor. Asas ini menjelaskan bahwa ketika dua benda dengan suhu berbeda dicampurkan, kalor yang dilepaskan oleh benda bersuhu lebih tinggi akan sama dengan kalor yang diterima oleh benda bersuhu lebih rendah, dengan asumsi tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan.

Jumlah kalor yang dilepaskan = jumlah kalor yang diserap.

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

$$\Delta Q_2 = \Delta Q_1$$

Persamaan ini disebut hukum kekekalan energi kalor atau asas black yang menyatakan bahwa kalor yang diterima sama dengan kalor yang dilepaskan. Bila dinyatakan dalam massa m kalor jenis c dan perubahan suhu delta ΔT pernyataan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut

$$m_2c_2\Delta T_2 = m_1c_1\Delta T_1$$

$$m_2c_2(T_2 - T_a) = m_1c_1(T_a - T_1)$$

T_a = suhu akhir/suhu campuran/suhu kesetimbangan termal

T_2 = suatu zat yang melepas kalor

T_1 = sudut zat yang menyerap kalor

c_2 = kalor jenis zat yang melepas kalor

c_1 = kalor jenis zat yang menyerap kalor





Contoh Soal

- 1** Air 100 gram pada suhu 20°C dicampur dengan air 50 gram pada suhu 80°C . Tentukan suhu campuran air tersebut ! ($c_{\text{air}} = 1 \text{ cal/g}$)

Jawaban

Diketahui

$$\begin{aligned}m_1 &= 100\text{g} \\m_2 &= 50\text{g} \\t_1 &= 20^{\circ}\text{C} \\t_2 &= 80^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Ditanya

$$t_c = ?$$

$$\begin{aligned}Q_{\text{terima}} &= Q_{\text{lepas}} \\Q_{\text{terima}} &= m \cdot c \cdot \Delta T \\&= m_1 \cdot c \cdot (t_c - t_1) \\&= 100 \cdot 1 \cdot (t_c - 20) \\&= 100 \cdot (t_c - 2000)\end{aligned}$$

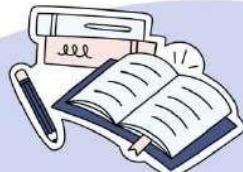
$$\begin{aligned}Q_{\text{terima}} &= Q_{\text{lepas}} \\100t_c - 2000 &= 4000 - 50t_c \\150t_c &= 6000 \\t_c &= 40^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{\text{lepas}} &= m_2 \cdot c \cdot (t_2 - t_c) \\&= 50 \cdot 1 \cdot (80 - t_c) \\&= 4000 - 50t_c\end{aligned}$$

Latihan Soal

- 1** Logam bermassa 200 gram dipanaskan sampai 105°C . Logam tersebut dimasukkan ke dalam 500 gram air bersuhu 25°C . setelah keadaan setimbang, suhu campuran adalah 35°C . Apabila kalor jenis air $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, tentukan kalor jenis logam !

Jawaban



c. Perpindahan Kalor

-
-
-

Kalor berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. berdasarkan Asas Black benda yang suhunya lebih tinggi akan melepaskan kalor dan diterima oleh benda lain yang suhunya lebih rendah sehingga terjadi temperatur akhir. Cepat lambatnya rambatan kalor bergantung caranya berpindah dan zat perantaranya.

Macam-macam rambatan kalor yaitu konduksi (hantaran) konveksi (aliran) dan radiasi (pancaran).

1. Konduksi (Hantaran)

Konduksi (hantaran) adalah perpindahan kalor yang tidak disertai perpindahan partikel zat penghantar. Jika sebatang logam salah satu ujungnya dipanaskan maka beberapa saat kemudian ujung yang lain menjadi panas, hal itu terjadi karena migrasi elektron dan hanya terjadi pada material logam (material yang mengandung elektron bebas). Contoh perpindahan panas melalui konduksi dalam kehidupan sehari-hari yaitu saat mengaduk air panas menggunakan sendok logam, bagian sendok yang tercelup akan panas lebih dulu, kemudian panasnya merambat ke bagian sendok yang dipegang. Contoh lain yaitu pada saat menyeterika pakaian, melelehnya es batu ditangan, berjalan diatas pasir yang panas.



Gambar 32 sendok logam yang digunakan untuk mengaduk air panas



Gambar 33 menyeterika pakaian





Konduksi biasanya terjadi pada zat padat



Gambar 34

Sebuah batang panjangnya = L, luas penampangnya = A dan selisih temperatur kedua ujungnya = ΔT , maka jumlah kalor yang mengalir tiap satu satuan waktu dirumuskan :

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

$H = \frac{Q}{t}$ = besar kalor yang merambat tiap satuan waktu ($J s^{-1}$) atau Watt

k = koefisien konduksi termal ($J s^{-1} m C^{-1}$)

A = luas penampang (m^2)

$\frac{\Delta t}{l}$ = gradien suhu (${}^\circ C m^{-1}$)

Cepat perambatan kalor pada zat padat berbeda-beda sesuai dengan jenis masing-masing benda. Bahan di sekitar kita yang mampu menghantarkan panas dengan baik disebut konduktor contohnya yaitu besi tembaga aluminium timbal baja perak dan emas. Benda di sekitar kita yang menghantarkan panas dengan buruk dan sulit memindahkan kalor disebut isolator contohnya kaca karet kayu batu plastik bata dan lain-lain.



Gambar 35 Contoh benda konduktor dan isolator

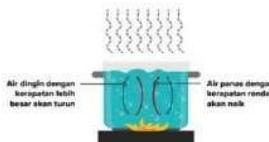




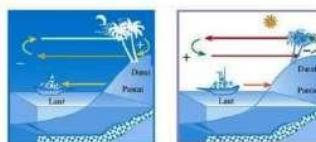
Peralatan rumah tangga juga memanfaatkan bahan konduktor dan isolator seperti alat memasak yaitu panci panci terbuat dari aluminium di mana aluminium merupakan bahan penghantar panas yang baik tegangan panci terbuat dari kayu merupakan bahan isolator yang tidak dapat menghantarkan panas.

2. Konveksi (Aliran)

Konveksi (aliran) adalah perpindahan kalor yang disebabkan oleh perpindahan partikel-partikel. Contoh peristiwa konveksi dalam kehidupan sehari-hari yaitu saat merebus air, ketika air dipanaskan maka molekul air bagian bawah menjadi panas sehingga volumenya bertambah besar dan massa jenisnya mengecil, akhirnya molekul air tersebut berpindah ke tempat yang suhunya lebih rendah sambil memindahkan panas ke tempat itu. Molekul air yang dingin mengisi tempat yang ditinggalkan molekul panas kemudian karena dikenai kalor ia juga bergerak naik sambil memanaskan bagian di atasnya yang selanjutnya turun lagi, dengan demikian terjadilah sirkulasi yang terus-menerus.



Gambar 36 Aliran konveksi saat merebus air



Gambar 37 Angin laut dan angin darat

Aliran konveksi juga dapat dirasakan di pantai yaitu berupa angin laut dan angin darat. Siang hari daratan lebih cepat panas daripada lautan sehingga udara di atas daratan ikut panas dan bergerak naik digantikan oleh udara dari lautan dengan demikian terjadilah angin laut, sedangkan pada malam hari daratan lebih cepat dingin daripada lautan udara di atas lautan lebih hangat dan bergerak naik digantikan oleh udara dari daratan dengan demikian terjadilah angin darat.





Contoh lain perpindahan kalor secara konveksi yaitu pada oven, magic jar sistem pendingin mobil, pengering rambut (hair dryer).

Jumlah kalor yang mengalir tiap satuan waktu dirumuskan :

$$H = hA\Delta T$$

H = kalor yang merambat tiap satuan waktu ($J s^{-1}$)

h = koefisien konveksi ($J s^{-1} m^{-2} C^{-1}$)

A = luas setiap permukaan (m^2)

ΔT = perbedaan suhu ($^{\circ}C$)

3. Radiasi (Pancaran)

Radiasi (pancaran) adalah energi yang dipancarkan oleh suatu benda dalam bentuk gelombang elektromagnetik tanpa memerlukan medium perantara. Radiasi bahkan dapat terjadi di ruang hampa, seperti yang terjadi pada panas matahari yang sampai ke bumi. Perambatan energi kalor matahari sampai ke permukaan bumi sebagai gelombang elektromagnetik inilah yang disebut radiasi, energi radiasi ini diserap oleh bumi sebagai kalor, semua benda di sekitar kita memancarkan kalor secara radiasi. Contoh perpindahan kalor secara radiasi dapat ditemukan pada panas yang dipancarkan oleh Matahari.

Kalor dapat berpindah dari matahari sampai tubuh kita dengan jarak berjuta-juta kilometer hal tersebut salah satu bukti bahwa kalor dapat berpindah tanpa memerlukan medium atau perantara



Gambar 38 Panas yang dipancarkan matahari





Radiasi kalor saat di rumah dapat dirasakan saat menyalakan lampu. ketika kita mendekatkan tangan ke lampu maka semakin lama tangan menjadi hangat, ketika lampu disambung ke tegangan listrik maka energi listrik pada lampu akan berubah menjadi energi panas sehingga panas dapat dirasakan pada tangan saat berada di depan lampu, hal tersebut menunjukkan bahwa panas dapat merambat melalui ruang hampa tanpa perantara.



Gambar 39 Lampu pijar

Radiasi kalor dapat dirasakan pada banyak kegiatan salah satunya pada saat berkemah, pada malam hari ketika kita berkemah para siswa menyalakan api unggun, saat tubuh berada di dekat api unggun maka badan akan terasa hangat yang menunjukkan kalor dapat kita rasakan tanpa adanya zat perantara.



Gambar 40 Duduk disekitar api unggun membuat badan terasa hangat



Gambar 41 Menjemur pakaian adalah contoh radiasi

Setiap benda dapat memancarkan dan menyerap radiasi kalor yang besarnya bergantung pada suhu benda dan warna benda, misalnya ketika menjemur pakaian, maka pakaian yang berwarna gelap akan mudah kering daripada pakaian yang cerah. Pakaian yang berwarna gelap akan lebih mudah menerima kalor.

Jumlah kalor yang dipancarkan tiap satu satuan waktu dirumuskan :

$$H = e \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4$$





H = kalor yang dipancarkan tiap satuan waktu ($J s^{-1}$)

e = emisivitas benda

T = suhu permukaan benda dalam derajat Kelvin

σ = konstanta Stefan boltzman

A = luas permukaan (m^2)

Contoh Soal

- 1 Sebuah jendela dalam suatu rumah memiliki bentuk persegi dengan panjang sisi 1 m. Kaca dalam jendela tersebut mempunyai tebal 0,5 cm. Berapakah kalor yang hilang saat melalui jendela ini dalam sehari jika suhu dalam rumah $21^\circ C$ dan suhu di luar $0^\circ C$? anggap koefisien konduksi termometer kaca adalah $0,84 W m^{-1} K^{-1}$

Jawaban

Diketahui

$$T_1 = 21^\circ C$$

$$T_2 = 0^\circ C$$

$$k = 0,84 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$$

$$t = 86.400 s$$

$$L = 0,5 cm = 0,005 m$$

$$A = s^2$$

$$= (1)^2 = 1 m^2$$

Ditanya

$$Q?$$

Jawab

$$Q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L} \cdot t$$

$$= \frac{0,84 \cdot 1 \cdot 21 \cdot 86400}{0,005}$$

$$= 3J$$





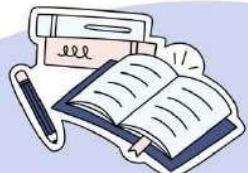
Latihan Soal

1

Permukaan dalam suatu dinding rumah dijaga bersuhu tetap 20°C pada saat suhu udara luar adalah 10°C . Berapa banyak kalor yang hilang karena konveksi alami pada dinding yang berukuran $8 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ selama sehari? anggap koefisien konveksi rata-rata $3,5 \text{ Js}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$

Jawaban

59





Aktivitas Kelompok

LKPD 2 Pencampuran Suhu dalam Kalorimeter

Tujuan Praktikum

- Mengembangkan keterampilan proses sains
- Memahami konsep Asas Black dalam pertukaran kalor antara dua zat yang berbeda suhu

Alat dan Bahan

- Kalorimeter
- Termometer (minimal 2 buah)
- Gelas ukur
- Neraca
- Air panas (suhu sekitar 60-80°C)
- Air dingin (suhu ruang)
- Pengaduk

Tabel Percobaan

No	m_{kal}	$m_{air\ dingin}$	$T_{air\ dingin}$	$m_{air\ panas}$	$T_{air\ panas}$	$T_{campuran}$
1						
2						



**1. Merencanakan Percobaan**

Tuliskan langkah-langkah percobaan yang kamu ketahui

2. Mengamati

Selama proses pencampuran air panas dan air dingin, perubahan apa saja yang kamu amati pada termometer yang tercelup dalam kalorimeter?
Jelaskan !





3. Mengelompokkan

Berdasarkan data hasil pengamatan yang telah anda peroleh (massa kalori meter, massa air dingin, suhu awal air dingin, massa air panas, suhu awal air panas, dan suhu campuran), kelompokkanlah variabel-variabel tersebut ke dalam dua kategori utama:

Variabel yang nilainya diketahui di awal percobaan

Variabel yang nilainya diperoleh setelah percobaan

4. Menafsirkan

Setelah melakukan percobaan dan menganalisis data, tafsirkanlah makna dari perbandingan nilai kalor yang dilepaskan oleh air panas (Q lepas) dan kalor yang diterima oleh air dingin (Q terima). Apakah terdapat perbedaan antara kalor yang di lepas dan kalor yang diterima?

5. Memprediksi

Misalkan kalorimeter yang digunakan diganti dengan kalorimeter yang terbuat dari bahan yang memiliki kapasitas kalor lebih besar. Dengan menggunakan massa dan suhu awal air yang sama seperti pada salah satu percobaan sebelumnya, prediksikanlah apakah suhu akhir campuran akan lebih tinggi, lebih rendah, atau sama. Jelaskan!



A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question 6.**6. Mengajukan Pertanyaan**

Tuliskan pertanyaan yang muncul dari percobaan ini!

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question 7.**7. Mengajukan Hipotesis**

Tuliskan hipotesis mengenai pertanyaan yang anda ajukan!

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question 8.

**B. Menerapkan Konsep**

Dalam kehidupan sehari-hari, banyak sekali contoh penerapan Asas Black. Berikan satu contoh situasi yang menunjukkan prinsip pertukaran kalor hingga mencapai kesetimbangan termal. Jelaskan bagaimana konsep Asas Black bekerja dalam contoh yang anda berikan!

Diskusikan!

Bagaimana fenomena yang terjadi pada telur dan air dalam video di awal pembelajaran dapat dijelaskan menggunakan konsep Asas Black yang telah kamu pelajari dalam praktikum kalorimeter dengan air panas dan air dingin? tentukan zat yang melepaskan kalor, zat yang menerima kalor, sampai proses mencapai kesetimbangan termal.





Aktivitas Kelompok

LKPD 3

Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Suhu dan Sifat Fisik Benda

Tujuan Praktikum

- a. Mengembangkan keterampilan proses sains
- b. Mengidentifikasi pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan sifat benda

Alat dan Bahan

- a.Piring plastik
- b.Lilin
- c.Gelas plastik kosong
- d.Gelas plastik berisi air
- e.Korek api
- f.Gelas kaca
- g.Air berwarna

Prosedur Kerja

- a.Percobaan 1
 - 1.Letakkan lilin di atas piring plastik dan nyalaikan lilin menggunakan korek api!
 - 2. Dekatkan gelas plastik kosong ke api lilin dan perhatikan apa yang terjadi!
 - 3. Isilah gelas plastik kosong dengan air!
 - 4. Dekatkan gelas plastik berisi air ke api lilin dan perhatikan apa yang terjadi!
- b.Percobaan 2
 - 1. Nyalaikan lilin di atas piring plastik menggunakan korek api!
 - 2. Tuangkan air berwarna ke dalam piring!
 - 3. Ambil gelas kaca dan tutup lilin yang menyala dengan gelas kaca tersebut!
 - 4. Perhatikan apa yang terjadi!



**Tabel Percobaan**

Percobaan	Kondisi	Hasil Pengamatan
Percobaan 1	Gelas plastik kosong didekatkan ke api lilin	
	Gelas plastik berisi air didekatkan ke api lilin	
Percobaan 2	Lilin ditutup dengan gelas kaca	

1. Mengamati

Apa yang Anda amati pada :

a. Gelas plastik kosong yang didekatkan ke api lilin:

b. Gelas plastik berisi air yang didekatkan ke api lilin:

c. Lilin setelah ditutup menggunakan gelas kaca:



**2. Mengelompokkan**

Kelompokkan kejadian-kejadian yang Anda amati pada percobaan berdasarkan sifat kalor:

a. Gelas plastik kosong yang didekatkan ke api lilin:

b. Gelas plastik berisi air yang didekatkan ke api lilin:

c. Lilin setelah ditutup menggunakan gelas kaca:

3. Menafsirkan

Apa penjelasan Anda tentang perbedaan reaksi gelas plastik kosong dan gelas plastik berisi air terhadap api?

4. Memprediksi

Apa yang akan terjadi jika Anda menambahkan lebih banyak air ke dalam gelas plastik pada percobaan pertama?

5. Mengajukan Pertanyaan

Tuliskan pertanyaan yang muncul dari percobaan ini:

6. Mengajukan Hipotesis

Tuliskan hipotesis mengenai pertanyaan yang anda ajukan!





7. Merencanakan Percobaan

Jika Anda ingin mengetahui lebih lanjut tentang kalor, bagaimana Anda akan merancang percobaan lanjutan selain menggunakan percobaan yang telah dilakukan?

8. Menerapkan Konsep

Percobaan ilir yang ditutup gelas di atas air melibatkan prinsip perubahan tekanan gas akibat perubahan suhu. Jelaskan bagaimana konsep ini diterapkan dalam teknologi sehari-hari. Berikan contoh alat atau fenomena yang memanfaatkan hubungan antara suhu, tekanan, dan volume gas!





Kuis Wordwall

Kerjakan kuis dibawah ini !



Quiz Time

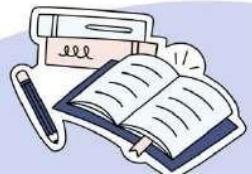
Time to test your knowledge!



LET'S PLAY



69

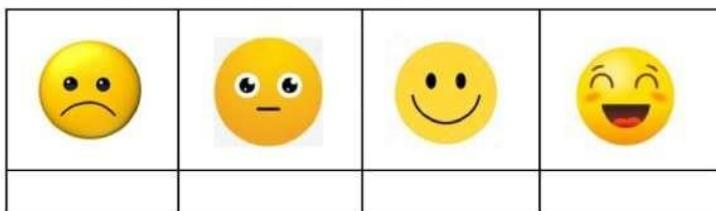




Refleksi

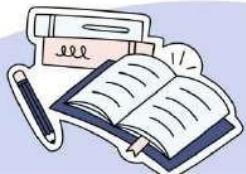
Lembar Refleksi Peserta Didik

Bagaimana perasaanmu setelah mempelajari materi pada hari ini ?
Lingkirlah angka di bawah ini yang mewakili perasaanmu !



1. Bagian mana yang menurutmu paling sulit dari pelajaran ini ?

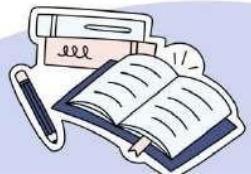
2. Apa yang akan kamu lakukan untuk memperbaiki atau meningkatkan hasil belajarmu ?





3. Kepada siapa kamu akan meminta bantuan untuk memahami pelajaran ini ?

4. Arsirlah bintang dibawah ini sesuai dengan nilai usaha yang telah kamu lakukan untuk memahami materi pembelajaran pada hari ini





Ringkasan

- Suhu adalah ukuran tingkat panas atau dingin suatu benda.
- Satuan suhu dalam Sistem Internasional (SI) adalah Kelvin (K).
- Skala suhu yang sering digunakan yaitu Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin.
- Celsius ($^{\circ}\text{C}$) merupakan skala yang paling umum digunakan di Indonesia. Titik beku air pada 0°C dan titik didih air pada 100°C .
- Reamur ($^{\circ}\text{R}$) memiliki titik beku air pada 0°R dan titik didih air pada 80°R
- Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) memiliki titik beku air pada 32°F dan titik didih air pada 212°F
- Kelvin (K) memiliki titik beku air pada 273 K dan titik didih air pada 373 K
- Pemanasan adalah perubahan volume atau panjang suatu benda akibat perubahan suhu.
- Kalor adalah energi yang berpindah karena perbedaan suhu.
- Satuan kalor dalam SI adalah joule (J).
- Asas Black menyatakan bahwa jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan oleh suatu zat tergantung pada perubahan suhu dan sifat fisik zat tersebut, seperti massa dan kalor jenis.
- Kalor jenis (c) adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C . Dengan rumus: $Q = m \times c \times \Delta T$
- Kapasitas kalor (C) adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebanyak 1°C .
- Perubahan wujud zat terjadi saat zat mengalami perubahan fase, seperti dari padat ke cair, cair ke gas, atau sebaliknya.
- Kalor latent adalah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud zat tanpa mengubah suhu.
- Kalor dapat dipindahkan melalui konduksi, konveksi, dan radiasi.
- Konduksi adalah perpindahan kalor melalui benda padat tanpa perpindahan partikel.
- Konveksi adalah perpindahan kalor pada zat cair atau gas yang disertai pergerakan partikel zat tersebut.
- Radiasi adalah perpindahan kalor tanpa medium, melalui gelombang elektromagnetik





UJI KOMPETENSI

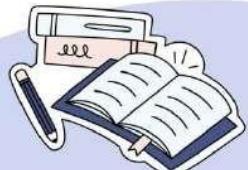
A. Uji Kompetensi Berbasis Wordwall

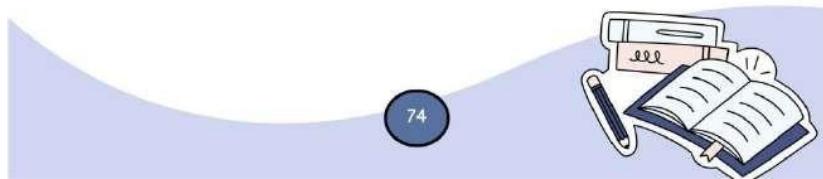
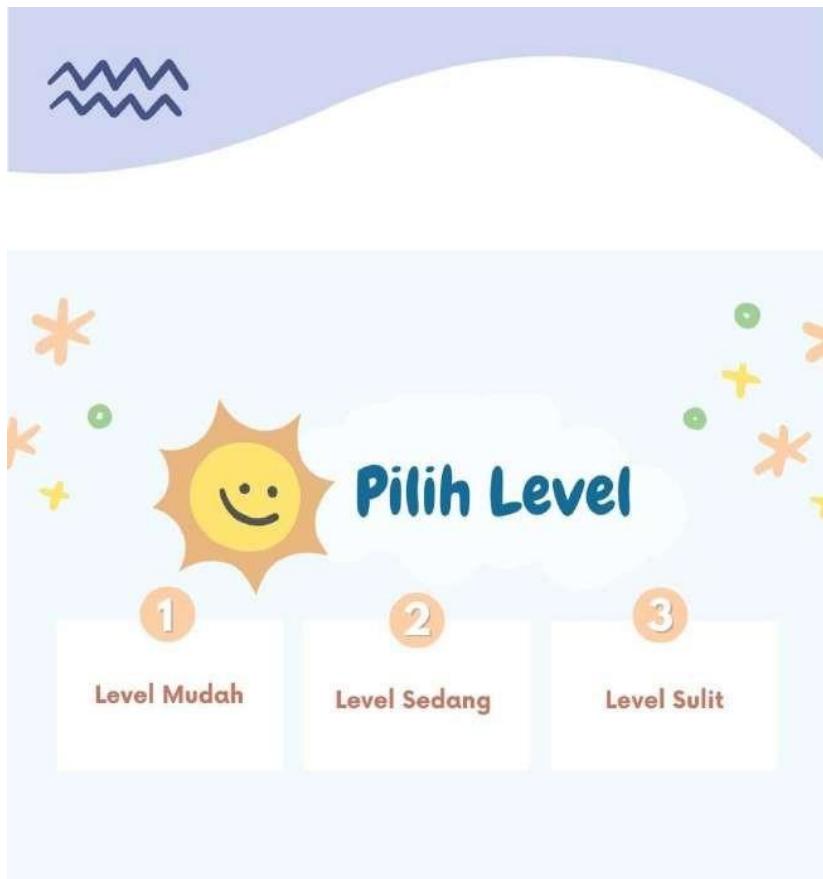
1. Klik tombol let's play pada tampilan di bawah ini!
2. Pilihlah tingkatan level dari soal yang akan di kerjakan!
3. Bacalah setiap pertanyaan dengan seksama dan pilih jawaban benar!
4. Beberapa kuis mungkin memiliki batas waktu, jadi perhatikan timer jika ada.
5. Setelah selesai, pastikan anda melihat hasil akhir dan skor yang diperoleh.
6. Kerjakan dengan jujur dan nikmati proses pembelajarannya!

Quiz Time

Time to test your knowledge!

LET'S PLAY





Level Mudah

Pilihlah kuis yang akan anda kerjakan di bawah ini!



A



B



C



D

Back





Level Sedang

Pilihlah kuis yang akan anda kerjakan di bawah ini!



A



B

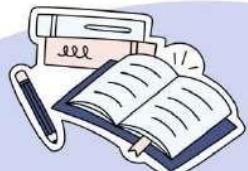


C



D

Back





Level Sulit

Pilihlah kuis yang akan anda kerjakan di bawah ini!



A



B

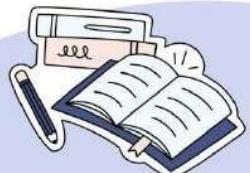


C



D

Back





B. Uji Kompetensi Tertulis

PETUNJUK PENERJAAN SOAL

1. Sebelum mengerjakan soal periksalah lembar soal dan jawaban yang tersedia!
2. Tuliskan identitas peserta didik pada lembar jawaban yang tersedia!
3. Perhatikan dan bacalah soal dengan teliti sebelum menjawabnya!
4. Setiap soal memiliki kriteria penilaian dengan bobot 1 setiap nomornya!
5. Periksalah seluruh jawaban anda sebelum dikumpulkan kepada guru!

PILIHAN GANDA

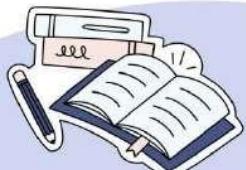
Berilah tanda silang (X) dengan menggunakan ballpoint warna hitam pada jawaban A, B, C, D atau E yang anda anggap paling benar !

1. Suhu 313 K sama dengan....
 - A. 32°R
 - B. 40°F
 - C. 64°F
 - D. 64°R
 - E. 32°C
2. Suhu batang logam yang panjangnya 1 meter mengalami pertambahan suhu 100°C sehingga panjangnya bertambah sebesar $0,20\text{ mm}$. Bila batang logam identik yang panjangnya 60 cm dipanaskan dari 0°C menjadi 120°C maka akan mengalami pertambahan panjang sebesar....
 - A. $0,50\text{ mm}$
 - B. $0,60\text{ mm}$
 - C. $1,44\text{ mm}$
 - D. $1,20\text{ mm}$
 - E. $2,40\text{ mm}$





3. Sebatang baja bersuhu 45°C dipanaskan sampai suhu 85°C sehingga menjadi menaiki $50,02\text{ cm}$. Jika koefisien muai panjang baja $1 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ maka panjang besi mula-mula adalah....
- 50 cm
 - 48 cm
 - 46 cm
 - 45 cm
 - 40 cm
4. Sebanyak 75 g air yang suhunya 20°C dicampurkan dengan 50 g air yang suhu nya tidak diketahui. Jika suhu akhir campuran 40°C , maka suhu akhir 50 g mula-mula adalah....
- 70°C
 - 50°C
 - 40°C
 - 30°C
 - 20°C
5. Sebuah bejana dari baja, koefisien muai panjangnya $10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ mempunyai ukuran 6 liter diisi penuh cairan aseton dengan koefisien muai volumenya $1,5 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Jika kedua-duanya dipanaskan sehingga suhu ruang naik dari 0°C sampai 40°C , maka volume aseton yang tumpah adalah....
- 0,36 liter
 - 0,48 liter
 - 0,58 liter
 - 1,36 liter
 - 1,48 liter
6. Air mendidih 100°C , sebanyak 250 ml dituangkan kedalam panci berisi 400 ml air bersuhu 35°C . Setelah terjadi keseimbangan termal, maka suhu campuran air adalah....(kalor jenis air $1,0\text{kal.g}^{-1}. \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
- 55°C
 - 60°C
 - 65°C
 - 75°C
 - 80°C



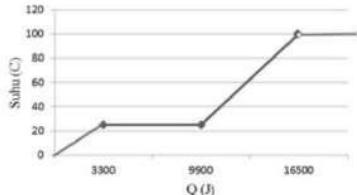


7. Es yang memiliki massa M g bersuhu 0°C dimasukkan kedalam air bermassa 340 g suhu 20°C yang ditempatkan pada bejana khusus. Anggap bejana tidak menyerap/melepaskan kalor, jika $L_{es} = 80 \text{ kal. g}^{-1}$, $C_{air} = 1 \text{ kal. g}^{-1}$. Apabila semua es mencair dan kesetimbangan termal dicapai pada suhu 5°C , maka massa es (M) adalah....
- 60 g
 - 68 g
 - 75 g
 - 80 g
 - 170 g
8. Air sebanyak 60 g bersuhu 90°C (kalor jenis air = $C_{air} = 1 \text{ kal. g}^{-1}$) dicampur 40 gr air sejenis bersuhu 25°C . Jika tidak ada faktor lain yang mempengaruhi proses ini, maka suhu akhir campuran adalah....
- 15°C
 - 23°C
 - 46°C
 - 64°C
 - 77°C
9. Tiga kilogram batang timah hitam dengan kalor jenis 1.400 J bersuhu 80°C dicelup kedalam 10 kg air. Setelah terjadi kesetimbangan termal Suhu campuran 20°C , jika kalor jenis air adalah $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, suhu air mula-mula adalah....
- 20°C
 - 18°C
 - 14°C
 - 15°C
 - 10°C
10. 1 kg es pada suhu 0°C dicampur dengan 0,5 kg air pada suhu 0°C , maka....
- Sebagian air membeku
 - Sebagian es mencair
 - Semua es mencair
 - Semua air membeku
 - Jumlah massa es dalam air tetap





11. Perhatikan Grafik dibawah ini !



Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara suhu dan kalor (Q) yang diserap oleh es. Jika kalor lebur es $3,3 \times 10^5 \text{ J/kg}$, maka massa es yang melebur adalah....

- A. $2 \times 10^{-5} \text{ kg}$
- B. $1 \times 10^{-2} \text{ kg}$
- C. $2 \times 10^{-2} \text{ kg}$
- D. $3 \times 10^{-2} \text{ kg}$
- E. $4 \times 10^{-2} \text{ kg}$

12. Logam tembaga bersuhu 100°C dimasukkan ke dalam air yang bermassa 128 g dan bersuhu 30°C . Kalor jenis air $1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$, dan kalor jenis tembaga $0,1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$, jika keseimbangan termal terjadi pada suhu 36°C , maka massa logam tersebut adalah....

- A. 140 g
- B. 120 g
- C. 100 g
- D. 80 g
- E. 75 g





13. Kalor jenis es akan ditentukan dengan cara memberikan kalor 400 kJ pada 2 kg es bersuhu -10°C. Jika kalor lebur es 340 kJ/kg dan setelah terjadi kesetimbangan termal tersisa 0,95 kg es, maka kalor jenis es pada percobaan tersebut adalah....
- 3850 J/kg°C
 - 3570J/kg°C
 - 2542J/kg°C
 - 2150 J/kg°C
 - 1855J/kg°C
14. 50 g balok es 0°C dicelupkan pada 200 g air yang bersuhu 30°C. Jika kalor jenis air 4.200 J/kg°C dan kalor lebur es 336.000 J/kg, maka suhu akhir campuran adalah....
- 0°C
 - 4°C
 - 6°C
 - 8°C
 - 13°C
15. Perhatikan pernyataan berikut :
- konduktivitas logam
 - perbedaan suhu ujung-ujung logam
 - panjang logam
 - massa logam
- Faktor-faktor yang menentukan laju perambatan kalor pada logam adalah....
- (1), (2) dan (3)
 - (1) dan (4)
 - (2) dan (4)
 - (3) dan (4)
 - (4) saja
16. Sebuah batang logam panjangnya 2 m dengan luas penampangnya 1 cm², batang tersebut menghubungkan dua reservoir suhu yang berbeda, yaitu 100°C dan 0°C. Jika konduktivitas termal logam tersebut adalah 400 W/Mk, maka laju perpindahan kalor melalui batang logam tersebut adalah....
- 8 W
 - 6 W
 - 2 W
 - 5 W
 - 4 W





17. Pernyataan berikut yang tidak benar mengenai konduksi ialah....
- A. Konduksi terjadi karena getaran partikel-partikel zat
 - B. Logam merupakan konduktor kalor yang baik
 - C. Konduksi tidak memerlukan medium perantara
 - D. Laju perpindahan kalor konduksi dipengaruhi oleh luas penampang benda
 - E. Perpindahan kakor secara konduksi terjadi dari suhu tinggi ke suhu rendah
18. Manakah contoh dibawah ini yang merupakan perpindahan kalor secara konveksi?
- A. Panas matahari menghangatkan wajah kita
 - B. Gagang panci menjadi panas saat digunakan untuk memasak
 - C. Air di dalam panci mendidih dan uapnya naik
 - D. Sebuah ruangan menjadi hangat ketika dinyalakan penghangat ruangan
 - E. Sebuah bola lampu pijar memancarkan cahaya dan panas
19. Dua buah bola logam identik memiliki suhu yang berbeda. Bola A memiliki suhu 500 K dan bola B memiliki suhu 1000 K. Perbandingan daya radiasi yang dipancarkan bola A dan bola B adalah....
- A. 1:16
 - B. 1:8
 - C. 1:4
 - D. 1:2
 - E. 1:1
20. Manakah pernyataan berikut yang benar mengenai perpindahan kalor radiasi....
- A. Radiasi membutuhkan medium untuk merambat
 - B. Hanya benda hitam sempurna yang dapat memancarkan radiasi
 - C. Laju radiasi berbanding lurus dengan pangkat empat suhu mutlak benda (T^4)
 - D. Radiasi hanya terjadi pada benda padat
 - E. Warna benda tidak mempengaruhi daya radiasi





LEMBAR JAWABAN

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

11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E





KUNCI JAWABAN

1. $313K = \dots$

Celsius

$$C = 313K - 273 = 40^\circ C$$

Reamur

$$R = \frac{4}{5} \times (313 - 273) = 32^\circ R$$

Fahrenheit

$$F = \frac{9}{5} \times (313 - 273) + 32 = 104^\circ F$$

Jawaban A. $32^\circ R$

2. Diketahui

$$l_a = 1m$$

$$\Delta T_a = 100^\circ C$$

$$\Delta l_a = 0,2 \times 10^{-3} m$$

$$l_b = 60cm = 0,6m$$

$$\Delta T_b = 120^\circ C$$

Ditanya

$$\Delta l_b?$$

Jawab

$$\Delta l_a = l_a \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$0,2 \times 10^{-3} = 1 \cdot \alpha \cdot 100$$

$$\alpha = \frac{0,2 \times 10^{-3}}{100}$$

$$\alpha = 2 \times 10^{-5}^\circ C^{-1}$$

$$\Delta l_b = l_b \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$= 0,6 \cdot 2 \times 10^{-5} \cdot 120$$

$$= 144 \times 10^{-5} m$$

$$= 1,44mm$$

Jawaban C. 1,44 mm

3. Diketahui

$$\Delta T = 85^\circ C - 45^\circ C = 40^\circ C$$

$$l_t = 50,02cm$$

$$\alpha = 1 \times 10^{-5}^\circ C^{-1}$$

Ditanya

$$l_0?$$

Jawab

$$l_t = l_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$50,02 = l_0 (1 + 1 \times 10^{-5} \cdot 40)$$

$$l_0 = \frac{50,02}{1 + 40 \times 10^{-5}}$$

$$= \frac{50,02}{1,00040}$$

$$= 50cm$$

Jawaban A. 50 cm

4. Diketahui

$$m_{air} = 75g$$

$$T_{air} = 20^\circ C$$

$$m_{garum} = 50g$$

$$T_c = 40^\circ C$$

Ditanya

$$T_{garum} = ?$$

Jawab

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

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

$$m_1 (T_a - T_s) = m_2 (T_c - T_g)$$

$$75 (20 - 40) = 50 (40 - T_g)$$





$$\begin{aligned} -1500 &= 2000 - 50T_g \\ 50T_g &= 2000 + 1500 \\ 50T_g &= 3500 \\ T_g &= 70^\circ C \end{aligned}$$

Jawaban A. $70^\circ C$

5. Diketahui

$$\begin{aligned} \alpha &= 10^{-5^\circ} C^{-1} \\ V_0 &= 6\text{ liter} \\ \gamma &= 1,5 \times 10^{-3^\circ} C^{-1} \\ \Delta T &= 40^\circ C - 0^\circ C = 40^\circ C \end{aligned}$$

Ditanya

$$\Delta V?$$

Jawab

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \\ &= 6,1,5 \times 10^{-3} \cdot 40 \\ &= 0,36\text{ liter} \end{aligned}$$

Jawaban A. 0.36 l

6. Diketahui

$$\begin{aligned} T_1 &= 100^\circ C \\ m_1 &= 250\text{ ml} \\ T_2 &= 35^\circ C \\ m_2 &= 400\text{ ml} \\ c &= 1\text{ kal. } g^{-1} \cdot C^{-1} \end{aligned}$$

Ditanya

$$T_c?$$

Jawab

$$\begin{aligned} Q_{lepas} &= Q_{terima} \\ m_1 \cdot c_1 (T_1 - T_c) &= m_2 \cdot m_2 (T_c - T_2) \\ 250,1 (100 - T_c) &= 400,1 (T_c - 35) \\ 25000 - 250T_c &= 400T_c - 14000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 25000 + 14000 &= 400T_c + 250T_c \\ 39000 &= 650T_c \\ T_c &= 60^\circ C \end{aligned}$$

Jawaban B. $60^\circ C$

7. Diketahui

$$\begin{aligned} m_{air} &= 340\text{ g} \\ T_{air} &= 20^\circ C \\ T_{es} &= 0^\circ C \\ T_c &= 5^\circ C \\ L_{es} &= 80\text{ kal. } g^{-1} \\ c &= 1\text{ kal. } g^{-1} \cdot C^{-1} \end{aligned}$$

Ditanya

$$m_{es} = ?$$

Jawab

$$\begin{aligned} Q_{lepas} &= Q_{terima} \\ m_a \cdot c_a (T_a - T_c) &= (m_c \cdot L_c) + m_c \cdot c_c (T_c - T_e) \\ 340,1 (20 - 5) &= (m_c \cdot 80) + (m_c \cdot 1 (5 - 0)) \\ 5100 &= 80m_c - 5m_c \\ 5100 &= 85m_c \\ m &= 60\text{ g} \end{aligned}$$

Jawaban A. 60 g

8. Diketahui

$$\begin{aligned} m_1 &= 60\text{ g} \\ T_1 &= 90^\circ C \\ m_2 &= 400\text{ g} \\ T_2 &= 35^\circ C \\ c &= 1\text{ kal. } g^{-1} \cdot C^{-1} \end{aligned}$$





Ditanya

$$T_c = ?$$

Jawab

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

$$m_1 \cdot c_1 (T_1 - T_c) = m_2 \cdot m_2 (T_c - T_2)$$

$$60.1 (90 - T_c) = 40.1 (T_c - 25)$$

$$5400 - 60T_c = 40T_c - 1000$$

$$5400 + 1000 = 40T_c + 60T_c$$

$$6400 = 100T_c$$

$$T_c = 64^\circ C$$

Jawaban D. $64^\circ C$

9. Diketahui

$$m_1 = 3\text{ kg}$$

$$c_1 = 1400\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot {}^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T_1 = 80^\circ C$$

$$m_2 = 10\text{ kg}$$

$$c_2 = 4200\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot {}^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T_c = 20^\circ C$$

Ditanya

$$T_2?$$

Jawab

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

$$m_1 \cdot c_1 (T_1 - T_c) = m_2 \cdot m_2 (T_c - T_2)$$

$$3.1400 (80 - 20) = 10.4200 (20 - T_2)$$

$$336000 - 84000 = 840000 - 42000T_2$$

$$252000 - 840000 = -42000T_2$$

$$-588000 = -42000T_2$$

$$T_2 = 14^\circ C$$

Jawaban C. $14^\circ C$

10. E. Jumlah masa es dalam air tetap

Dalam kasus ini air dan es sudah berada pada suhu $0^\circ C$ yang merupakan titik beku air sehingga tidak ada penurunan atau kenaikan suhu lebih lanjut jadi air tidak akan membeku dan es juga tidak akan mencair sehingga massa es dan air akan tetap sama

11. Diketahui

$$L_{es} = 3,3 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$Q_t = 16500\text{ J} - 3300\text{ J}$$

$$Q_t = 13200\text{ J}$$

$$Q = m \cdot L$$

$$13200 = m \cdot 3,3 \times 10^5$$

$$m = \frac{13200}{330000}$$

$$= 0,04 = 4 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

Jawaban E. $4 \times 10^{-2} \text{ kg}$

12. Diketahui

$$T_i = 100^\circ C$$

$$m_a = 128\text{ g}$$

$$T_a = 30^\circ C$$

$$c_a = 1\text{ kal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot {}^\circ\text{C}^{-1}$$

$$c_1 = 0,1\text{ kal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot {}^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T_c = 36^\circ C$$

Ditanya

$$m_f = ?$$





Jawab

$$\begin{aligned}Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\m_l \cdot c_l (T_l - T_c) &= m_a \cdot c_a (T_c - T_a) \\m_l \cdot 0,1 (100 - 36) &= 128,1 (36 - 30) \\6,44m_l &= 768 \\m_l &= 120g\end{aligned}$$

Jawaban B. 120 g

13. Diketahui

$$\begin{aligned}Q_{\text{total}} &= 400kJ = 400.000J \\m_{es, \text{awal}} &= 2kg \\T_{es, \text{awal}} &= -10^{\circ}\text{C} \\L_{es} &= 340kJ \cdot kg^{-1} = 340.000J \cdot kg^{-1} \\m_{es, \text{sisa}} &= 0,95kg\end{aligned}$$

Ditanya

c_{es} ?

Jawab

$$\begin{aligned}m_{es} \text{ lebur} &= 2kg - 0,95kg \\&= 1,05kg \\Q_{\text{lebur}} &= m \cdot L \\&= 1,05 \times 340.000 \\&= 357.000J\end{aligned}$$

kalor untuk menaikkan suhu es

$$\begin{aligned}Q &= Q_{\text{total}} - Q_{\text{lebur}} \\&= 400.000J - 357.000J \\&= 43.000J\end{aligned}$$

$$\Delta T_{es} = T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$$

$$\begin{aligned}\Delta T_{es} &= (0^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C})) \\&= 10^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

menghitung kalor jenis

$$\begin{aligned}Q &= m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T_{es} \\43.000 &= 2 \cdot c \cdot 10 \\c &= 2150 J \cdot kg^{-1} \cdot {}^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Jawaban D. 2150 J/kg^oC

14. Diketahui

$$\begin{aligned}m_{es} &= 50g = 0,05kg \\T_{es} &= 0^{\circ}\text{C} \\m_{air} &= 200g = 0,2kg \\T_{air} &= 30^{\circ}\text{C} \\c_{air} &= 4.200 J \cdot kg^{-1} \cdot {}^{\circ}\text{C} \\L_{es} &= 336.000 J \cdot kg^{-1}\end{aligned}$$

Ditanya

T_c ?

Jawab

$$\begin{aligned}Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\m_a \cdot c_a (T_a - T_c) &= (m_e, L_e) + m_e \cdot c_e (T_c - T_e) \\0,2.4200 (30 - T_c) &= (0,05.336000) + (0,05.4200 (T_c - 0)) \\25200 - 840T_c &= 16800 + 210T_c \\8400 &= 1050T_c \\T_c &= 8^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Jawaban D. 8°C





15. A. (1), (2), dan (3)

massa logam tidak secara langsung mempengaruhi laju perambatan kalor dalam konduksi termal.

16. Diketahui

$$l = 2\text{m}$$

$$A = 1\text{cm}^2 = 1 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$\Delta T = 100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 100^\circ\text{C}$$

$$k = 400\text{W.m}^{-1}.K^{-1}$$

Ditanya

$$H?$$

Jawab

$$H = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{l}$$

$$H = \frac{400 \cdot 1 \times 10^{-4} \cdot 100}{2} = 2\text{W}$$

Jawaban C. 2 W

17. C. konduksi adalah perpindahan kalor melalui zat perantara tanpa disertai perpindahan partikel zat perantara tersebut

18. C. ketika air dipanaskan di panci partikel air dibawa akan bergerak ke atas sementara air yang lebih dingin akan bergerak ke bawah

19. Diketahui

$$T_a = 500\text{K}$$

$$T_b = 1000\text{K}$$

daya radiasi sebanding dengan T^4 maka

$$\begin{aligned} \frac{P_a}{P_b} &= \left(\frac{T_a}{T_b} \right)^4 \\ &= \left(\frac{500}{1000} \right)^4 \\ &= \left(\frac{1}{2} \right)^4 \\ &= 1 : 16 \end{aligned}$$

Jawaban A. 1:16

20. C.

$$H = e \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4$$

sehingga laju reaksi radiasi berbanding lurus dengan T^4





GLOSARIUM

Suhu	: Tingkat panas atau dinginnya suatu benda yang diukur menggunakan termometer
Termometer	: Alat untuk mengukur suhu suatu benda, biasanya menggunakan skala Celsius, Fahrenheit, atau Kelvin.
Kolor	: Energi panas yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah.
Kalorimeter	: Alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang dilepaskan atau diserap oleh suatu benda
Kapasitas Kalor (C)	: Jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebesar 1°C.
Kalor Jenis (c)	: Jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram zat sebesar 1°C.
Konduksi	: Perpindahan panas melalui zat padat tanpa disertai perpindahan partikel.
Konveksi	: Perpindahan panas yang terjadi melalui zat cair atau gas yang disertai perpindahan partikel.
Radiasi	: Perpindahan panas tanpa melalui medium perantara (dapat terjadi di ruang hampa).
Perpindahan Kalor	: Proses transfer energi panas dari satu benda ke benda lain melalui konduksi, konveksi, atau radiasi.
Titik Didih	: Suhu dimana suatu zat cair mulai berubah menjadi gas (mendidih)
Titik Beku	: Suhu dimana suatu zat cair mulai berubah menjadi padat (membeku)
Pemanasan	: Perubahan ukuran suatu benda akibat perubahan suhu.





- Azaz Black : Prinsip dalam pertukaran kalor yang menyatakan bahwa jumlah kalor yang dilepaskan oleh benda panas sama dengan jumlah kalor yang diserap oleh benda dingin dalam sistem tertutup.
- Konduktor : Bahan yang dapat mengantarkan kalor dengan baik, seperti tembaga dan aluminium.
- Koefisien Muai Panjang (α) : Besaran yang menyatakan perubahan panjang suatu benda per satuan panjang awalnya akibat perubahan suhu sebesar 1°C .
- Koefisien Muai Luas (β) : Besaran yang menyatakan perubahan luas suatu benda per satuan luas awal akibat perubahan suhu sebesar 1°C .
- Koefisien Muai Volume (γ) : Besaran yang menyatakan perubahan volume suatu benda per satuan volume awal akibat perubahan suhu sebesar 1°C .





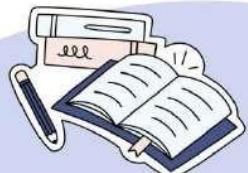
BIODATA DIRI

A. Identitas Diri

1. Nama : Diana Sari Andini
2. Tempat, tanggal lahir : Tegal, 22 Juni 2003
3. Alamat rumah : Jl. Merpati, Randugunting, Kota Tegal
4. No. Hp : 082322704169
5. Email : 2108066051@student.walisongo.ac.id

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Masyithoh 1 Kota Tegal
 - b. SD N Randugunting 4 Kota Tegal
 - c. SMP N 7 Kota Tegal
 - d. SMA N 2 Kota Tegal
2. Pendidikan Non Formal





DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. 2016. *Fisika Dasar 1*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.

Tipler, P.A, 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 1* (Terjemahan). Jakarta : Erlangga.

Wagijartini, et al. 2020. *Fisika*. Jakarta : Sagafindo Kinarya.



Lampiran 26 Riwayat Hidup

Riwayat Hidup

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Diana Sari Andini
Tempat Lahir : Tegal
Tanggal Lahir : 22 Juni 2003
Alamat Rumah : Jl. Merpati, Randuginting, Kota Tegal
No. HP : 082322704169
Email : dianasandini226@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Masyitoh 1 Kota Tegal
2. SD Negeri Randugunting 4 Kota Tegal
3. SMP Negeri 7 Kota Tegal
4. SMA Negeri 2 Kota Tegal