

**PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN  
MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI  
SUHU DAN KALOR**

**SKRIPSI**

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



**Nurul Istiqomah  
NIM 2008066038**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2024**

**PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN  
MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI  
SUHU DAN KALOR**

**SKRIPSI**

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

**Nurul Istiqomah  
NIM 2008066038**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2024**

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nurul Istiqomah

NIM : 2008066038

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

### **PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

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

Semarang, 19 Juni 2024



Nurul Istiqomah

NIM 2008066038



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

Alamat: Jln Prof. Dr. Hamka Km 1, Semarang Telp. 02476433366 Semarang 50185  
Email: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id). Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

**PENGESAHAN**

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor

Nama : Nurul Istiqomah

NIM : 2008066038

Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Semarang, 5 Juli 2023

**Ketua Sidang / Penguji**

Edi Daenuri Anwar, M.Si.  
NIP. 197907262009121002

**Sekretaris Sidang / Penguji**

M. Izzatul Faqih, S.Pd., M.Pd.  
NIP. 199205202023211030

**Penguji Utama I**

Dr. Susilawati, M.Pd.  
NIP. 198605122019032010

**Penguji Utama II**

Afiya Ardhi Saputri, M.Pd.  
NIP. 199004102019032018

**Pembimbing I**

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

**Pembimbing II**

Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si.  
NIP. 199005052019032017



## NOTA DINAS

Semarang, 19 Juni 2024

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 Muris untuk Meningkatkan  
Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI  
SMA pada Materi Suhu dan Kalor  
Nama : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008066038  
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. Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
NIP. 19760214 200801 1 011

## NOTA DINAS

Semarang, 19 Juni 2024

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 Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor  
Nama : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008066038  
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



Sheilla Rully Anggita, M.Si.  
NIP. 199005052019032017

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan e-modul muris (multi representasi keislaman) dan efektivitas e-modul muris untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa pada materi suhu dan kalor. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) yang mengacu pada model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul muris sangat layak untuk digunakan. Berdasarkan hasil validasi ahli materi diperoleh persentase 92% dan ahli media diperoleh persentase 90% dengan kategori sangat valid. Respon siswa terhadap e-modul diperoleh kategori sangat baik dengan persentase 89,4%. Berdasarkan uji *t-test* diperoleh  $t_{hitung}(3,08) > t_{tabel}(2,00)$  dan uji *effect size* diperoleh  $d = 0,79$  dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan efektif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa diperoleh kategori sedang dengan skor n-gain 0,66.

**Kata Kunci:** E-Modul, Multi representasi, Keislaman, Suhu dan Kalor, Keterampilan Pemecahan Masalah

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirabbil'alamin* puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Suhu dan Kalor” dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu dinantikan syafa’atnya kelak di Yaumul Qiyamah. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, kerjasama, dukungan, fasilitas, serta do’a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Edy Daenuri Anwar, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah membantu proses perizinan penelitian.

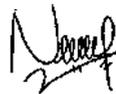
4. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd., selaku dosen pembimbing I dan Sheilla Rully Anggita, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
5. Segenap dosen UIN Walisongo Semarang yang telah membekali ilmu pengetahuan kepada penulis selama belajar di UIN Walisongo hingga akhir penulisan skripsi.
6. Kepala sekolah, guru fisika, dan siswa kelas XI SMAN 5 Semarang yang telah mengizinkan penelitian dan membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.
7. Bapak Sodik Budiyono dan Ibu Kartini selaku orang tua penulis, yang tidak pernah lelah memberikan do'a, bimbingan, ilmu, semangat, motivasi, cinta, kasih sayang, dan pengorbanan yang sangat tinggi kepada penulis.
8. Arfian Zaki Alfaza dan Adnan Faiz Anggara selaku adik penulis, yang telah memberikan do'a dan semangat kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat terbaik Sintiya Elinawati, Nuhyia Nabila, Rikhma Farrakin, Dewi Muthia, Siti Choiriatun Nazilah, Nurul Afidatuz Zahro, dan Qoni'atus Sa'adah yang telah memberikan semangat, motivasi, canda tawa, dan keceriaan serta selalu menemani penulis selama proses penulisan skripsi ini.

10. Teman-teman mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2020 khususnya kelas PF-B.
11. Teman-teman KKN Regular Posko 8 Desa Poncoruso yang selalu memberikan motivasi dan dukungan.
12. Teman-teman PLP SMAN 5 Semarang yang selalu memberikan motivasi dan dukungan.
13. Keluarga besar Pondok Pesantren Al-Amanah yang telah memberikan do'a, dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis.
14. Semua pihak yang telah memberikan do'a, dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas segala jasa dan kebaikannya dengan balasan yang tidak terduga. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan masukan dari pembaca. Namun peneliti berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan menambah khazanah keilmuan.

Semarang, 19 Juni 2024

Penulis



Nurul Istiqomah

NIM: 2008066038

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>NOTA DINAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Manfaat Penelitian.....	7
G. Spesifikasi Produk.....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>
A. Kajian Teori.....	10
B. Kajian Pustaka.....	25
C. Kerangka Berpikir .....	27
D. Hipotesis Penelitian.....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
A. Jenis Penelitian .....	32
B. Prosedur Pengembangan .....	32
C. Sampel dan Teknik Sampling.....	35
D. Teknik Pengumpulan Data .....	35
E. Metode Analisis Data .....	36
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
A. Pengembangan Produk.....	47

B. Pembahasan .....	59
C. Keterbatasan Penelitian .....	69
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>70</b>
A. Kesimpulan.....	70
B. Saran.....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>72</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>80</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Aspek dan indikator keterampilan pemecahan masalah	10
Tabel 2.2	Kalor jenis berbagai jenis zat	20
Tabel 3.1	Kriteria penilaian produk	37
Tabel 3.2	Kriteria kevalidan e-modul	38
Tabel 3.3	Kriteria uji keterbacaan	38
Tabel 3.4	Kriteria respon siswa	39
Tabel 3.5	Kategori validitas	40
Tabel 3.6	Kategori reliabilitas	41
Tabel 3.7	Kategori tingkat kesukaran	41
Tabel 3.8	Kategori daya pembeda soal	42
Tabel 3.9	Kriteria skor <i>effect size</i>	45
Tabel 3.10	Kriteria skor N-gain	46
Tabel 4.1	Revisi produk	52
Tabel 4.2	Hasil tingkat kesukaran soal	54
Tabel 4.3	Hasil daya beda soal	55
Tabel 4.4	Hasil uji <i>t-test</i>	56
Tabel 4.5	Hasil uji <i>effect size</i>	57

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Penetapan skala termometer	18
Gambar 2.2	Grafik perubahan wujud	21
Gambar 2.3	Contoh konduksi	23
Gambar 2.4	Contoh konveksi	24
Gambar 2.5	Contoh radiasi	25
Gambar 2.6	Kerangka berpikir	28
Gambar 3.1	Prosedur pengembangan	33
Gambar 4.1	Hasil validasi ahli materi	51
Gambar 4.2	Hasil validasi ahli media	52
Gambar 4.3	Hasil uji N-gain	57
Gambar 4.4	Ketercapaian keterampilan pemecahan masalah	58

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Hasil wawancara dengan guru	81
Lampiran 2	Tampilan e-modul muris (multi representasi keislaman)	83
Lampiran 3	Instrumen validasi e-modul	112
Lampiran 4	Instrumen penilaian keterbacaan e-modul	121
Lampiran 5	Instrumen respon siswa	123
Lampiran 6	Instrumen validasi butir soal	125
Lampiran 7	Modul ajar	128
Lampiran 8	Instrumen soal uji coba	143
Lampiran 9	Daftar nama kelas eksperimen	148
Lampiran 10	Daftar nama kelas kontrol	149
Lampiran 11	Lembar penilaian validasi ahli materi	150
Lampiran 12	Lembar penilaian validasi ahli media	165
Lampiran 13	Hasil penilaian validasi ahli materi	177
Lampiran 14	Hasil penilaian validasi ahli media	178
Lampiran 15	Revisi produk	179
Lampiran 16	Lembar penilaian keterbacaan e-modul	188
Lampiran 17	Hasil penilaian keterbacaan e-modul	190
Lampiran 18	Lembar penilaian respon siswa	191
Lampiran 19	Hasil penilaian respon siswa	193
Lampiran 20	Lembar penilaian butir soal	194
Lampiran 21	Lembar jawaban soal uji coba	200
Lampiran 22	Hasil uji validitas soal	206

Lampiran 23	Hasil uji reliabilitas soal	207
Lampiran 24	Hasil uji tingkat kesukaran soal	208
Lampiran 25	Hasil uji daya beda soal	209
Lampiran 26	Kisi-kisi soal	210
Lampiran 27	Pedoman penskoran	213
Lampiran 28	Instrumen soal	221
Lampiran 29	Nilai pretest kelas eksperimen	225
Lampiran 30	Nilai pretest kelas kontrol	231
Lampiran 31	Uji homogenitas	235
Lampiran 32	Uji normalitas awal	236
Lampiran 33	Nilai posttest kelas eksperimen	238
Lampiran 34	Nilai posttest kelas kontrol	243
Lampiran 35	Uji normalitas akhir	248
Lampiran 36	Uji t-test	250
Lampiran 37	Uji effect size	252
Lampiran 38	Uji n-gain	254
Lampiran 39	Ketercapaian indikator keterampilan pemecahan masalah	258
Lampiran 40	Surat penunjukan pembimbing	262
Lampiran 41	Persetujuan pembimbing	263
Lampiran 42	Pengesahan proposal	264
Lampiran 43	Surat permohonan validasi instrumen	265
Lampiran 44	Surat keterangan validasi	266
Lampiran 45	Surat izin riset	269
Lampiran 46	Surat keterangan riset	272
Lampiran 47	Dokumentasi	273
Lampiran 48	Daftar riwayat hidup	275

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Penguasaan literasi abad modernisasi kini semakin dibutuhkan (Wulandari, 2020). Literasi menjadi indikator kemajuan bangsa dan menarik perhatian dunia internasional. Kemajuan suatu negara sangat dipengaruhi oleh tingkat literasi bangsa (Simbolon *et al.*, 2022). Membaca adalah salah satu literasi yang penting dalam kehidupan. Kemampuan membaca menjadi kunci untuk memperoleh informasi, memperluas pemahaman, dan meningkatkan pengetahuan seseorang. (Nilsari *et al.*, 2020).

Budaya membaca masyarakat Indonesia masih sangat rendah. Adapun riset PISA (*Program for International Student Assessment*) tahun 2009, 2012, 2015, dan 2018 menyatakan bahwa Indonesia menempati urutan 57 dari 65 negara, 62 dari 65 negara, 61 dari 69 negara, dan 74 dari 79 negara (Hewi & Shaleh, 2020). Berdasarkan data statistik UNESCO (*The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*), hanya 0,001% masyarakat Indonesia yang rajin membaca (Anisa *et al.*, 2021). Hasil PISA tentang prestasi literasi membaca siswa Indonesia menyatakan bahwa kemampuan siswa Indonesia dalam literasi membaca pada tahun 2022 mencapai 359 poin yang artinya berkurang 12 poin dibanding tahun 2018 (Muhammad, 2023).

Literasi mendukung keberhasilan pembelajaran terutama dalam pengembangan kurikulum merdeka. Penanaman literasi pada siswa menjadi modal utama dalam meningkatkan serta menumbuhkan pemahaman dan pengetahuan siswa (Latifah *et al.*, 2023). Kurikulum merdeka adalah pembelajaran intrakurikuler yang beragam agar siswa memiliki waktu yang memadai dalam memahami konsep dan mengembangkan kompetensi (Kemendikbud, 2022a). Salah satu karakteristik Kurikulum Merdeka yaitu pembelajaran lebih fleksibel dengan penerapan pendekatan pembelajaran yang disesuaikan dengan konteks, muatan lokal, dan kemampuan siswa (Kemendikbud, 2022b).

Implementasi Kurikulum Merdeka menekankan pada pembelajaran yang menyenangkan dan mampu memotivasi siswa agar tidak merasa terbebani oleh materi pembelajaran (Shofia Hattarina *et al.*, 2022). Pembelajaran difokuskan pada kebebasan untuk berinovasi, belajar mandiri, dan berpikir kreatif untuk memecahkan masalah (Indarta *et al.*, 2022). Oleh karena itu, dibutuhkan sumber belajar berupa modul yang mampu mendorong kreativitas siswa dalam memecahkan masalah dan mendukung kemandirian belajar siswa. Modul dikembangkan menggunakan bahasa sederhana yang mudah dipahami siswa. Penggunaan modul pada kegiatan pembelajaran akan lebih efisien untuk mencapai kompetensi

siswa dalam bentuk kegiatan yang lebih terarah (Susilawati *et al.*, 2020).

Teknologi saat ini mempengaruhi gaya belajar siswa. Siswa cenderung lebih menyukai aktivitas menggunakan *smartphone* seperti *browsing*, *chatting*, mendengarkan musik, bermain *game*, dan sosial media (Ngafifi, 2014). *Smartphone* dapat dijadikan sarana untuk mengakses informasi edukasi seperti informasi mengenai materi yang dipandang sulit dan menambah pengetahuan siswa (Kurniawati, 2020). Pemanfaatan teknologi informasi memberikan pengaruh baik terhadap prestasi siswa apabila dalam pengawasan orang tua (Priatno & Marantika, 2017). Penggunaan *smartphone* sebagai sumber belajar siswa dapat meningkatkan prestasi siswa (Mujib, 2013).

Perkembangan teknologi informasi di bidang pendidikan adalah penggunaan media digital seperti e-modul (Sinaga, 2019). E-modul dapat digunakan kapan pun dan di mana pun (Mutmainnah *et al.*, 2021). E-modul dapat digunakan guru untuk mendorong keterlibatan siswa aktif dalam pembelajaran (Kurniati *et al.*, 2022).

Penelitian Larasati *et al.*, (2020) diketahui bahwa penggunaan e-modul yang terintegrasi nilai-nilai keislaman dapat menjadi sumber belajar alternatif pada pembelajaran di kelas. Penelitian lainnya dilakukan oleh Hafiza & Suparwoto

(2021) bahwa e-modul yang terintegrasi keislaman dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa MAN 1 Sumbawa.

Fisika mempelajari fenomena-fenomena alam secara fisik dan dalam bentuk matematis agar mudah dipahami dan dimanfaatkan (A. D. Puspitasari, 2019). Pembelajaran fisika melibatkan pemahaman konsep, pendekatan ilmiah, dan keterampilan memecahkan masalah. Namun, pembelajaran fisika di kelas lebih mementingkan pemahaman konsep siswa daripada keterampilan memecahkan masalah (*Ramadayanty et al.*, 2021). Keterampilan pemecahan masalah didefinisikan sebagai keterampilan dengan melibatkan pemikiran kritis, sistematis, dan logis (Silamon *et al.*, 2020).

Suhu dan kalor dianggap sulit karena menjelaskan konsep-konsep abstrak tetapi fenomenanya konkret (Sundari, 2019). Penelitian yang dilakukan Laili *et al.*, (2021) mengungkapkan bahwa siswa SMA Negeri di Kota Batu sulit memahami hubungan kalor dan suhu, perpindahan kalor berdasarkan sifat konduktivitas benda, dan konsep pemuaiannya. Penelitian Charli *et al.*, (2018) mengungkapkan bahwa keterampilan pemecahan masalah siswa SMA Ar-Risalah Lubuklinggau tergolong rendah. Siswa kesulitan memahami soal, menganalisis grafik, dan menggunakan rumus suhu dan kalor.

Pembelajaran dengan menyajikan multi representasi dapat memberikan pemahaman konsep lebih mendalam dan dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah (Rahmawati *et al.*, 2023). Penelitian Wiyana (2022) mengungkapkan bahwa pembelajaran fisika berbasis multi representasi efektif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Penelitian Ramadayanty *et al.*, (2021) mengungkapkan bahwa pengembangan e-modul fisika berbasis *multiple representation* dapat melatih keterampilan pemecahan masalah siswa.

Hasil wawancara dengan guru SMAN 5 Semarang mengungkapkan bahwa kesulitan yang dihadapi saat mengajar fisika adalah kurangnya minat siswa pada materi fisika. Siswa menganggap materi fisika adalah materi yang sulit karena perlu menghafal rumus. Sumber belajar yang digunakan masih berupa buku cetak seperti modul, LKS, dan buku paket sehingga belum maksimal dalam pembelajaran. Pembelajaran fisika belum menggunakan sumber belajar berupa e-modul berbasis multi representasi yang terintegrasi keislaman yang dapat dimanfaatkan siswa sebagai sumber belajar mandiri. Dengan demikian, perlu adanya pengembangan e-modul berbasis multi representasi yang terintegrasi keislaman (muris) untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMA pada materi suhu dan kalor.

## **B. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah penelitian ini antara lain:

1. Fisika dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit.
2. Keterampilan pemecahan masalah siswa pada materi suhu dan kalor masih tergolong rendah.
3. Sumber belajar yang digunakan guru untuk menunjang proses pembelajaran masih terbatas.

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah

1. Materi yang dikembangkan berupa suhu dan kalor kelas XI SMA.
2. Indikator pendekatan fisika (*physics approach*) tidak digunakan pada soal suhu dan kalor.

## **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang diajukan adalah:

1. Bagaimana kelayakan e-modul muris untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMA pada materi suhu dan kalor yang dikembangkan?
2. Bagaimana efektivitas e-modul muris untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMA pada materi suhu dan kalor yang dikembangkan?

## **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan kelayakan e-modul muris untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMA pada materi suhu dan kalor yang dikembangkan.
2. Mendeskripsikan efektivitas e-modul muris untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMA pada materi suhu dan kalor yang dikembangkan.

## **F. Manfaat Penelitian**

### 1. Manfaat Teoritis

Memperluas pengetahuan dalam pengembangan e-modul dan dapat dijadikan sumber referensi untuk penelitian yang berhubungan dengan keterampilan pemecahan masalah siswa.

### 2. Manfaat Praktis

#### a. Bagi Siswa

Menumbuhkan semangat literasi siswa, menjadi alternatif sumber belajar dalam pembelajaran yang dapat dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada materi suhu dan kalor.

b. Bagi Pendidik

Memberikan wawasan dan informasi baru sebagai pendorong kreativitas guru dalam menciptakan bahan ajar fisika yang berdasarkan kebutuhan siswa menggunakan e-modul berbasis multi representasi dan terintegrasi keislaman.

c. Bagi Sekolah

Meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah, sehingga pembelajaran dengan e-modul menjadi pengalaman yang dapat memperkuat semangat sekolah dalam menghadapi segala kondisi dengan tetap mengutamakan terwujudnya hak siswa atas fasilitas pendidikan.

d. Bagi Peneliti

Memperluas pengetahuan tentang pengembangan e-modul berbasis multi representasi terintegrasi keislaman sebagai sumber belajar mandiri bagi siswa dan berfungsi sebagai informasi untuk penelitian selanjutnya.

## **G. Spesifikasi Produk**

Spesifik produk ini yaitu e-modul berbasis multi representasi yang terintegrasi keislaman. E-modul berupa modul elektronik yang dirancang menggunakan *google sites*. Materi suhu dan kalor disajikan secara multi representasi

berupa matematis, visual (gambar/grafik/diagram/tabel), dan verbal, dikaitkan dengan fenomena alam sekitar, dan nilai-nilai keislaman. Terdapat kata pengantar, peta konsep, petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran (TP), capaian pembelajaran (CP), kegiatan pembelajaran, contoh soal, rangkuman, dan referensi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Kajian Teori

##### 1. Keterampilan Pemecahan Masalah

Pemecahan masalah merupakan proses berpikir terarah untuk mendapatkan solusi yang spesifik (Mawaddah & Anisah, 2015). Keterampilan dalam upaya memecahkan masalah diartikan sebagai proses untuk mengatasi masalah yang dipecahkan dalam mencapai tujuan yang diharapkan. Dalam pembelajaran fisika, siswa harus memiliki keterampilan untuk memecahkan permasalahan (Habibi *et al.*, 2017). Aspek pemecahan masalah untuk menilai proses keterampilan pemecahan masalah menurut Docktor (2009) sesuai pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Aspek dan indikator keterampilan pemecahan masalah

Aspek	Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah
<i>Useful description</i> (deskripsi yang berguna)	Menilai proses pemecahan masalah dalam mengelola dan menyajikan informasi ke representasi yang sesuai dan berguna.
<i>Physics approach</i> (pendekatan fisika)	Menilai proses pemecahan masalah dalam memilih konsep dan prinsip fisika yang sesuai. Konsep fisika untuk memaknai ide fisika, contohnya konsep vektor. Prinsip fisika merujuk pada hukum fisika untuk menggambarkan objek dan interaksinya, contohnya hukum III Newton.

Aspek	Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah
<i>Spesific application of physics</i> (aplikasi spesifik fisika)	Menilai proses pemecahan masalah dalam menerapkan konsep dan prinsip fisika secara khusus. Penerapan aplikasi spesifik pada masalah yang diberikan melibatkan hubungan objek dan besaran ke dalam istilah yang tepat. Contohnya hubungan antar besaran.
<i>Mathematical procedure</i> (prosedur matematis)	Menilai proses pemecahan masalah dalam menemukan solusi dengan memilih dan mengikuti prosedur matematis yang tepat. Prosedur matematis contohnya seperti aturan penggunaan akar dan kuadrat.
<i>Logical progression</i> (proses logis)	Menilai proses pemecahan masalah dalam menyampaikan fokus pada tujuan, alasan, dan mengevaluasi kesesuaian.

(Docket, 2009)

## 2. Multi Representasi

Multi adalah bentuk terikat banyak, lebih dari satu dan lebih dari dua. Sedangkan representasi adalah bentuk mewakili, perwakilan, atau diwakili. Representasi merupakan mendeskripsikan suatu hal melalui bentuk media (Haniyah, 2022). Proses pendeskripsian dengan kata-kata yang merupakan representasi verbal, kemudian dengan gambar atau diagram yang merupakan representasi visual, dan proses matematis berupa persamaan-persamaan rumus yang menggunakan prinsip fisika untuk menggambarkan proses merupakan representasi matematis (Yuliana *et al.*, 2017). Menurut Ainsworth (1999), fungsi multi representasi

antara lain:

- 1) Pelengkap dalam proses kognitif, yaitu penerapan multi representasi dapat memudahkan siswa menyimpulkan konsep yang dipelajari. Sebagai contoh, fenomena fisika yang dijelaskan melalui teks atau representasi verbal. Kemudian diinterpretasikan dalam representasi visual (gambar/grafik/diagram/tabel) yang sesuai dengan kenyataannya. Kemudian dapat diturunkan ke dalam persamaan-persamaan matematika (representasi matematis). Hal ini menunjukkan bahwa multi representasi saling melengkapi antara satu sama lain.
- 2) Membantu membatasi kemungkinan kesalahan interpretasi lain, yaitu Penggunaan multi representasi memudahkan siswa memahami konsep. Sebagai contoh, siswa kesulitan memahami fenomena fisika karena dijelaskan melalui teks (verbal) yang dapat menimbulkan pemahaman siswa yang berbeda-beda. Maka representasi verbal harus dilengkapi representasi visual (gambar/grafik/diagram/tabel) yang sesuai dengan informasi yang diperoleh. Representasi visual membatasi dengan jelas antara situasi nyata dengan teori yang dijelaskan, lalu dapat disajikan dalam bentuk persamaan matematika.
- 3) Membangun pemahaman dengan lebih mendalam suatu

konsep, Contohnya untuk memahami konsep energi, siswa dapat memahami informasi yang secara verbal kemudian diinterpretasikan secara visual yang akan digunakan untuk menemukan persamaan matematis yang dapat meningkatkan pemahaman siswa.

Multi representasi yang disajikan pada pembelajaran fisika menurut Haniyah (2022) antara lain:

- 1) Matematis digunakan untuk menentukan solusi masalah bersifat kuantitatif. Penyajian representasi matematis harus disertai dengan representasi verbal sehingga tidak perlu menghafal rumus. Sebagai contoh diterapkan dalam menyelesaikan persamaan diferensial.
- 2) Visual digunakan untuk merepresentasikan data ke bentuk representasi lainnya seperti gambar, diagram, grafik, atau tabel agar dipahami dengan jelas. Contohnya adalah grafik percepatan benda, diagram fase air, dan lain-lainnya.
- 3) Verbal digunakan untuk mendefinisikan konsep fisika dalam bentuk kalimat.

### **3. Integrasi Keislaman**

Integrasi adalah menyatukan komponen-komponen yang terpisah dalam satu kesatuan. Istilah integrasi merujuk pada pembauran, perpaduan atau penyatuan dari unsur atau komponen yang memiliki perbedaan menjadi satu kesatuan

utuh (Chanifudin & Nuriyati, 2020). Nilai-nilai keislaman adalah nilai yang memiliki sifat suci, universal, dan mutlak kebenarannya (Yaqin *et al.*, 2020). Integrasi keislaman dalam pembelajaran merupakan solusi yang dapat dipilih untuk mengatasi pemisahan ilmu agama dan ilmu pengetahuan umum karena pada hakikatnya semua ilmu bersumber dari Al-Qur'an (Hanafia, 2023).

Firman Allah SWT yang berkaiatan dengan suhu dan kalor terdapat dalam Q.S. At-Taubah ayat 81.

فَرِحَ الْمُخَلَّفُونَ بِمَقْعَدِهِمْ جُلُفًا رَسُولَ اللَّهِ وَكَرَهُوا أَنْ يُجَاهِدُوا بِأَمْوَالِهِمْ وَأَنْفُسِهِمْ فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَقَالُوا لَا تَنْفِرُوا فِي الْحَرِّ قُلْ نَارُ جَهَنَّمَ أَشَدُّ حَرًّا لَوْ كَانُوا يَفْقَهُونَ

Artinya:

*“Orang-orang yang ditinggalkan (tidak ikut berperang) merasa gembira dengan duduk-duduk setelah kepergian Rasulullah (ke medan perang). Mereka tidak suka berjihad dengan harta dan jiwa mereka di jalan Allah dan mereka (justu) berkata, “Janganlah kamu berangkat (ke medan perang) di tengah panas terik.” Katakanlah (Nabi Muhammad), “Api neraka Jahanam lebih panas.” Seandainya saja selama ini mereka memahami” (At-Taubah: 81).*

Tafsir ilmi menjelaskan bahwa lafaz *harr* atau *harran* di dalam Al-Qur'an menunjukkan panas. Lafaz *al-harr* diartikan sebagai panas matahari dan lafaz *harran* diartikan

sebagai panasnya api neraka. Q.S At-Taubah ayat 81 menjelaskan perbedaan derajat panas antara *al-harr* dan *harran*. Lafaz *harran* menjelaskan panas api neraka yang memiliki panas yang jauh berkali lipat dibanding lafaz *al-harr* yang menjelaskan puncak panas matahari yang ada dibumi. Hal ini menunjukkan bahwa bahwa panas api neraka tidak dapat tergambar oleh pikiran manusia (Puspitasari *et al.*, 2022).

#### **4. E-Modul**

##### **a. Pengertian E-Modul**

Modul adalah sumber belajar yang dapat mendukung siswa belajar secara mandiri. Modul berisi materi, tujuan pembelajaran, dan evaluasi (Daryanto, 2013). E-modul adalah modul elektronik yang diakses melalui *smartphone*, laptop, ataupun komputer. E-Modul dapat menyajikan animasi, audio, dan video serta dikemas dengan menarik untuk mempermudah siswa belajar secara mandiri (Latifah *et al.*, 2020).

##### **b. Komponen E-Modul**

Komponen e-modul mencakup cover, bagian pendahuluan, kegiatan pembelajaran, latihan, evaluasi, dan daftar pustaka (Kemendikbud, 2017). Sedangkan menurut Fadieny & Fauzi (2021) komponen e-modul terdiri dari halaman awal, bagian pendahuluan meliputi

daftar isi, petunjuk penggunaan, dan kata pengantar, bagian kegiatan pembelajaran terdiri dari materi, peta konsep, ringkasan, dan soal, dan bagian penutup meliputi evaluasi, glosarium, dan daftar pustaka.

**c. Karakteristik E-Modul**

Karakteristik e-modul diantaranya (Kemendikbud, 2017):

- 1) *Self-instructional*, siswa mampu belajar secara mandiri.
- 2) *Self-contained*, materi modul disusun sesuai kompetensi.
- 3) *Stand alone*, tidak memiliki keterikatan dan tidak bergantung pada sumber lainnya.
- 4) *Adaptif*, mampu mengikuti kemajuan ilmu dan teknologi
- 5) *User friendly*, disusun harus memperhatikan kemudahan penggunaannya.
- 6) Penggunaan spasi, *font*, dan tata letak tidak berubah-ubah.
- 7) Menggunakan fungsi media elektronik yang bersifat multimedia.
- 8) Dapat diakses melalui *smartphone*, komputer, dan laptop.
- 9) Berbagai fitur yang ada dalam perangkat lunak

digunakan secara optimal.

10) Didesain secara teliti sesuai dengan pembelajaran.

#### **d. Keunggulan dan Kekurangan E-Modul**

Secara umum, e-modul mempunyai keunggulan dan kekurangan diantaranya (Kemendikbud, 2017):

##### **a. Keunggulan**

- 1) E-modul dapat digunakan secara fleksibel.
- 2) Materi dapat diakses dengan mudah sehingga siswa dapat mengulang pembelajaran
- 3) Biaya pembuatan produk menjadi lebih terjangkau karena menambah produk dapat dengan cara dengan mengcopy file.
- 4) Mendorong minat belajar siswa

##### **b. Kekurangan e-modul**

- 1) Interaksi sosial secara langsung dalam proses pembelajaran menjadi berkurang.
- 2) Membutuhkan tingkat disiplin belajar yang tinggi dan tingkat kegigihan guru untuk memantau proses belajar siswa.

#### **4. Suhu dan Kalor**

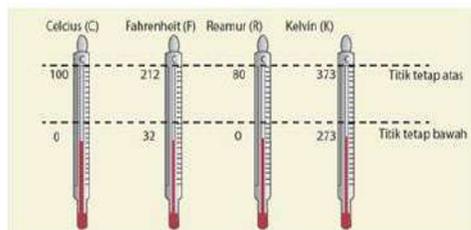
##### **a. Suhu**

Suhu merupakan ukuran kuantitatif panas dinginnya benda (Abdullah, 2016). Kulit adalah indera peraba yang mampu merasakan panas atau dinginnya

benda. Energi partikel meningkat pada suhu yang lebih tinggi karena getaran atom penyusun benda lebih cepat (Abdullah, 2016).

b. Skala suhu

Skala suhu ditentukan oleh dua peristiwa sebagai acuan penetapan. Pada tekanan satu atmosfer, titik tetap bawah yaitu ketika suhu es murni melebur sedangkan titik tetap atas yaitu ketika suhu air murni mendidih (Abdullah, 2016). Skala suhu pada termometer ada empat yaitu: Kelvin Celcius, , Reamur, dan Fahrenheit. Penetapan skala termometer dapat ditinjau pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Penetapan skala termometer

Sumber: [www.dok.kemdikbud.com](http://www.dok.kemdikbud.com)

Gambar 2.1 rentang skala Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin yaitu  $100^{\circ}\text{C}$ ,  $180^{\circ}\text{F}$ ,  $80^{\circ}\text{R}$ , dan  $100\text{K}$ . Jika rentang skala tersebut dibandingkan, perbandingannya adalah  $100 : 180 : 80 : 100$  dan disederhanakan menjadi  $5 : 9 : 4 : 5$ .

## c. Konversi suhu

Skala termometer dapat dikonversikan menjadi skala termometer yang lain menggunakan persamaan 2.1 (Abdullah, 2016).

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

Keterangan :

$T_C$  = suhu Celcius

$T_F$  = suhu Fahrenheit

$T_R$  = suhu Reamur

$T_K$  = suhu Kelvin

## d. Kalor

Kalor merupakan perpindahan energi benda dari suhu tinggi ke suhu rendah. Satuan SI (standar internasional) kalor adalah Joule (J), kilokalori (kkal) namun atau satuan kalori (kal) juga umum digunakan.

$$1 \text{ kkal} = 4,186 \times 10^3 \text{ J} \quad (2.2)$$

$$1 \text{ kal} = 4,186 \text{ J}$$

Kenaikkan suhu 1 kg air sebesar 1 °C membutuhkan satu kilokalori atau kenaikkan suhu satu gram air sebesar satu °C membutuhkan satu kalori (Giancoli, 2001). Kenaikkan suhu disebabkan oleh kalor yang mengalir. Kalor untuk mengubah suhu benda sebanding dengan perubahan suhu dan massa benda. Hubungan ini dinyatakan secara matematis dalam Persamaan 2.3 (Giancoli, 2001).

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

Keterangan:

$Q$  = kalor yang dibutuhkan (J)

$m$  = massa (kg)

$c$  = kalor jenis (J/kg°C)

$\Delta T$  = perubahan suhu (°C)

Kalor jenis merupakan kalor yang diperlukan satu kilogram air untuk menaikkan suhu satu °C. Kalor jenis zat dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kalor jenis berbagai jenis zat

Zat	Kalor Jenis	
	Kal/g°C	J/g°C
Udara	0,24	1,0035
Aluminium	0,214	0,897
Argon	0,124	0,5203
Tembaga	0,092	0,385
Intan	0,122	0,5091
Etanol	0,583	2,44
Kaca	0,2	0,84
Grafit	0,17	0,710
Emas	0,03	0,129
Hidrogen	3,418	14,30
Besi	0,108	0,450
Timbal	0,031	0,129
Air raksa	0,033	0,1395
Lilin	0,598	2,5
Perak	0,056	0,233
Titanium	0,125	0,523
Baja	0,111	0,466
Air	1,00	4,184
Es	0,504	2,108
Seng	0,092	0,387

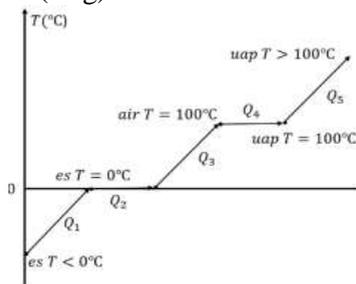
(Abdullah, 2016)

Perubahan wujud membutuhkan kalor, dari padat menjadi cair maupun dari cair menjadi gas. Kalor lebur ( $L_{es}$ ) ialah kalor yang diperlukan untuk mengubah 1 kilogram padat menjadi cair. Sedangkan kalor uap ( $L_{uap}$ ) adalah kalor yang diperlukan untuk mengubah zat cair menjadi uap. Kalor lebur dan kalor uap disebut juga kalor laten. Perubahan wujud dipengaruhi oleh kalor laten dan massa zat tersebut. Hubungan ini dapat dinyatakan secara matematis dalam Persamaan 2.4 (Giancoli, 2001).

$$Q = mL \quad (2.4)$$

Keterangan:

$L$  = kalor laten (J/kg)



Gambar 2. 2 Grafik perubahan wujud

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

Gambar 2.2 merupakan perubahan wujud dari es menjadi uap. Kalor  $Q_1$  untuk menaikkan suhu kurang dari  $0^\circ\text{C}$  menjadi  $0^\circ\text{C}$ . Kalor  $Q_2$  untuk mengubah es  $0^\circ\text{C}$  menjadi air  $0^\circ\text{C}$ . Kalor  $Q_3$  untuk menaikkan suhu air  $0^\circ\text{C}$

menjadi  $100^{\circ}\text{C}$ . Kalor  $Q_4$  untuk mengubah air  $100^{\circ}\text{C}$  menjadi uap  $100^{\circ}\text{C}$ . Kalor  $Q_5$  untuk menaikkan suhu uap  $100^{\circ}\text{C}$  menjadi lebih dari  $100^{\circ}\text{C}$ .

e. Azas Black

Azas Black menjelaskan bahwa dua zat yang memiliki suhu berbeda dicampurkan, jumlah kalor yang dilepas benda yang bersuhu tinggi sebanding dengan jumlah kalor yang diserap benda yang bersuhu rendah. Hubungan ini dapat dinyatakan secara matematis dengan persamaan 2.5 (Giancoli, 2001).

$$Q_{Lepas} = Q_{Serap} \quad (2.5)$$

Keterangan:

$Q_{Lepas}$  = kalor yang dilepaskan (J)

$Q_{Serap}$  = kalor yang diserap (J)

f. Perpindahan kalor

1) Konduksi

Konduksi adalah kalor yang berpindah melalui zat dari suatu titik ke titik lain karena perbedaan suhu antara dua titik tersebut (Giancoli, 2001). Ketika sendok diletakkan ke dalam teh lama-kelamaan ujung sendok juga menjadi panas karena terjadi perpindahan panas dari sendok yang berada di dalam teh ke sendok yang dipegang tangan (Abdullah, 2016). Contoh konduksi dapat dilihat pada Gambar

2.3.



Gambar 2. 3 Contoh konduksi

Sumber: <https://id.depositphotos.com/>

Laju konduksi dihitung dengan persamaan 2.6.

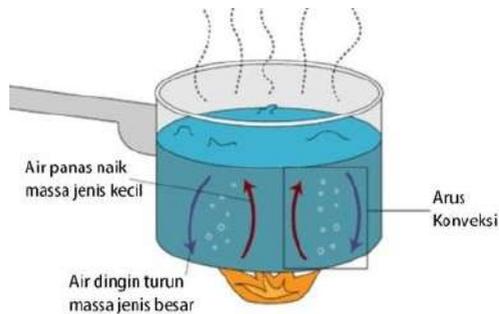
$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \left( \frac{\Delta T}{L} \right) \quad (2.6)$$

Keterangan:

 $H$  = laju perpindahan kalor (J/s) $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$  = kalor yang berpindah perdetik (J/s) $k$  = konduktivitas termal (J/smK) $A$  = luas penampang ( $m^2$ ) $L$  = jarak antara ujung benda (m)

## 2) Konveksi

Konveksi adalah kalor berpindah melalui gerakan molekul dari suatu titik ke titik lain. Ketika memanaskan air dengan panci, maka air panas di dasar panci akan naik karena massa jenisnya kecil dan air dingin akan turun karena massa jenisnya besar (Giancoli, 2001). Contoh konveksi diilustrasikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Contoh konveksi

Sumber: [www.kibrispdr.org](http://www.kibrispdr.org)

Laju konveksi dihitung dengan persamaan 2.7.

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = h_c A \Delta T \quad (2.7)$$

Keterangan:

$h_c$  = koefisien konveksi termal ( $J/sm^2K$ )

### 3) Radiasi

Radiasi adalah kalor yang berpindah tanpa adanya medium sebagai perantara. Kehidupan di bumi bergantung pada perpindahan panas dari matahari, dimana panas berpindah ke bumi melalui ruang hampa (Giancoli, 2001). Contoh radiasi diilustrasikan pada Gambar 2. 5.



Gambar 2. 5 Contoh Radiasi  
Sumber: [www.maison.com](http://www.maison.com)

Laju radiasi dihitung dengan persamaan 2.8.

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma \Delta T^4 \quad (2.8)$$

Keterangan:

$e$  = emisivitas ( $0 < e < 1$ )

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

## B. Kajian Pustaka

Penelitian sebelumnya yang relevan antara lain yaitu:

1. Penelitian Ramadayanty *et al.*, (2021) adalah mengembangkan e-modul berbasis *multiple representation* pada materi alat optik memperoleh kriteria valid dengan skor persentase 78%, aspek isi 76%, aspek penyajian 81%, dan aspek bahasa 76%. Persamaan penelitian Ramadayanty *et al.*, (2021) dengan penelitian ini yaitu produk akhir berupa e-modul berbasis multi representasi. Sedangkan perbedaannya terletak pada materi dan aplikasi yang digunakan.

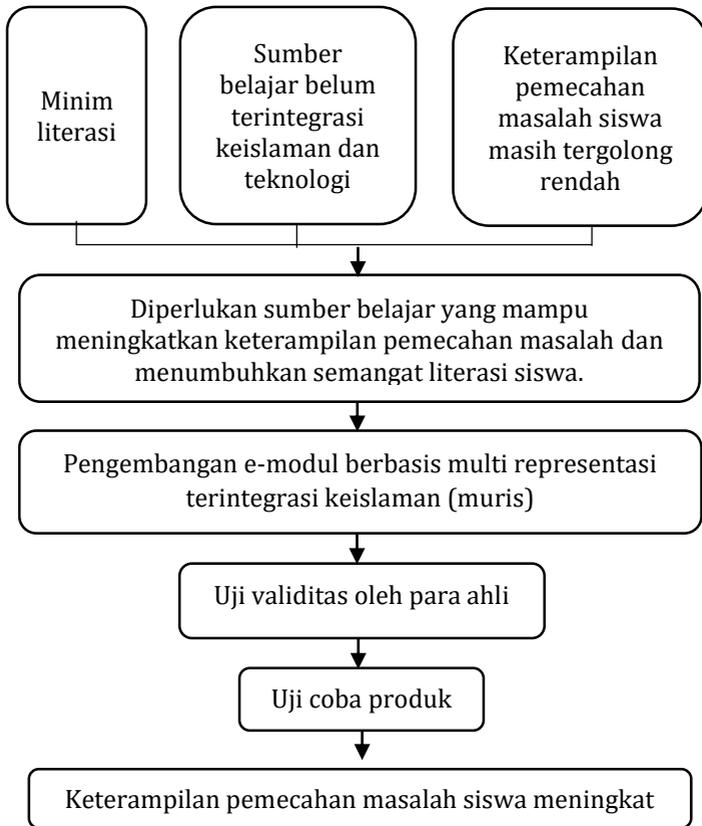
2. Penelitian oleh Busyairi *et al.*, (2021) tentang pengembangan e-modul menggunakan pendekatan multi representasi diperoleh hasil validasi penggunaan dengan kategori sangat baik dalam aspek media, materi, dan bahasa. Berdasarkan uji skala luas untuk peningkatan pemahaman konsep pada materi kinematika gerak lurus dan gerak parabola diperoleh skor N-gain 0,41 termasuk kategori sedang. Persamaan penelitian Busyairi *et al.*, (2021). dengan penelitian ini yaitu produk akhir berupa e-modul berbasis multi representasi. Perbedaannya terletak pada 1). Penelitian dilakukan untuk meningkatkan pemahaman konsep, sedangkan penelitian ini untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah. 2). Materi.
3. Penelitian Nisa *et al.*, (2020) tentang pengembangan e-modul berbasis multi representasi menggunakan aplikasi *flipbook* diperoleh hasil validasi ahli 92,2% termasuk kategori sangat valid. Hasil belajar siswa diperoleh persentase 93,48% termasuk kategori sangat praktis. Persamaan penelitian Nisa *et al.*, (2020) dengan penelitian ini yaitu pada produk akhir berupa e-modul fisika berbasis multi representasi. Sedangkan perbedaannya terletak pada materi dan aplikasi yang digunakan.
4. Penelitian Saputra *et al.*, (2020) adalah mengembangkan e-modul berbasis multi representasi menggunakan aplikasi 3D

*pageflip* profesional pada materi gerak lurus. Hasil validasi ahli materi diperoleh persentase 86,67% dan ahli media 87% dengan kategori sangat baik. Persamaan penelitian Saputra *et al.*, (2020) dengan penelitian ini terletak pada produk akhir yaitu e-modul fisika berbasis multi representasi. Sedangkan perbedaannya terletak pada materi yang diambil, aplikasi yang digunakan, dan penelitian tersebut tidak mengukur keterampilan pemecahan masalah siswa.

5. Penelitian Husna *et al.*, (2020) adalah mengembangkan modul berbasis integrasi sains dikategorikan sangat valid dengan persentase 90,7%. Berdasarkan skor N-gain 0,67 peningkatan hasil belajar siswa termasuk kategori sedang, sehingga modul layak digunakan sebagai alternatif sumber belajar. Persamaan penelitian Husna *et al.*, (2020) dengan penelitian ini terletak pada produk akhir yaitu modul terintegrasi islam. Perbedaannya yaitu penelitian dilakukan untuk meningkatkan hasil belajar, sedangkan pada penelitian ini untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah.

### **C. Kerangka Berpikir**

Kerangka pemikiran dalam pengembangan e-modul muris disajikan pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Kerangka berpikir

#### **D. Hipotesis Penelitian**

Adapun hipotesis penelitian ini adalah:

Ho : E-modul muris tidak efektif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMA pada materi suhu dan kalor.

Ha : E-modul muris efektif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMA pada materi suhu dan kalor.

## **BAB III**

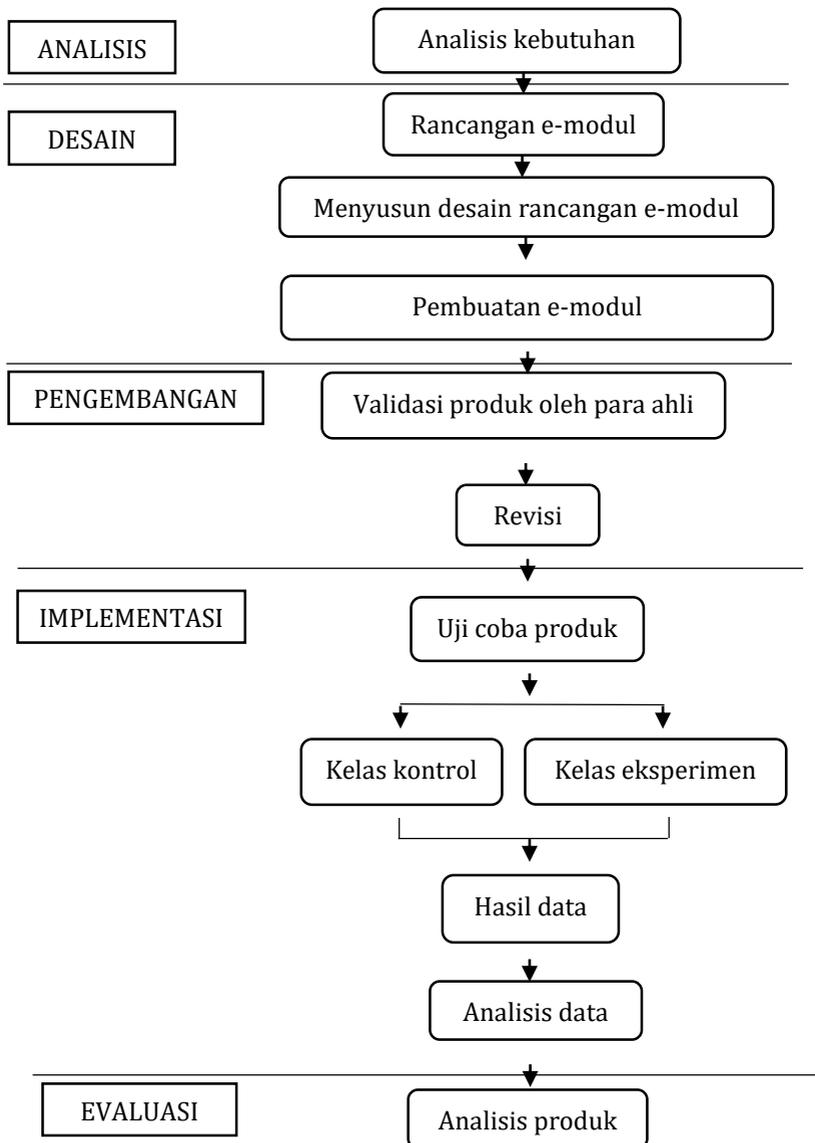
### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian e-modul adalah penelitian pengembangan R&D (*Research and Development*) yang digunakan untuk menghasilkan produk dan mengetahui keefektifan produk (Sugiyono, 2016b). Model penelitian mengacu pada model ADDIE yang memiliki 5 tahap yaitu: *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Mulyatiningsih, 2016).

#### **B. Prosedur Pengembangan**

Prosedur penelitian “Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor” dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Prosedur pengembangan

Prosedur pengembangan model ADDIE tersebut adalah:

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap Analisis untuk menganalisis kebutuhan sumber belajar siswa SMA yang dilakukan dengan cara mencari informasi dari berbagai artikel dan wawancara dengan guru SMA.

2. Tahap Desain (*Design*)

Penyusunan desain rancangan penelitian pengembangan e-modul muris sebagai berikut:

- 1) Mencari informasi terkait materi suhu dan kalor, keislaman, dan multi representasi.
- 2) Merancang proses pembelajaran pada bagian e-modul.
- 3) Merancang desain e-modul multi representasi dengan diintegrasikan nilai-nilai keislaman yang disusun sesuai format penulisan modul.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

E-modul muris dikembangkan sesuai tahapan berikut:

- a. Validasi ahli bertujuan untuk menilai kelayakan produk dan untuk memperoleh saran dari validator terhadap produk yang dikembangkan.
- b. Revisi produk untuk melakukan perbaikan produk sesuai dengan saran dari validator ahli.

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

Tahap implementasi e-modul muris diujikan kepada siswa untuk mengetahui efektivitas e-modul yang dikembangkan.

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

Evaluasi merupakan tahap mengevaluasi produk melalui respon siswa untuk mengetahui hasil penilaian terhadap pengembangan produk, kemudian dianalisis sesuai kriteria yang ditetapkan.

### **C. Sampel dan Teknik Sampling**

Populasi penelitian ini yaitu siswa kelas XI SMAN 5 Semarang dengan teknik pengambilan sampel yaitu *purposive sampling*. Menurut Sugiyono (2013) *purposive sampling* merupakan cara mengambil sampel berdasarkan tujuan tertentu. Sampel penelitian ini adalah dua kelas yang homogen yaitu siswa kelas XI 9 sebagai kelas kontrol dan siswa kelas XI 10 sebagai kelas eksperimen

### **D. Teknik Pengumpulan Data**

#### 1. Tes

Tes merupakan pertanyaan untuk mengetahui tingkat keterampilan pemecahan masalah siswa. Tes berupa soal *pretest* dan *posttest* dalam bentuk uraian.

## 2. Angket

Angket digunakan untuk menganalisis kelayakan penggunaan e-modul muris untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Angket yang digunakan yaitu validasi ahli, uji keterbacaan, dan respon siswa.

## 3. Wawancara

Wawancara yang digunakan untuk memperoleh informasi dari guru fisika kelas XI SMA terkait penggunaan sumber belajar.

## 4. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan ketika sedang melakukan penelitian agar diperoleh beberapa data yang akan dijadikan acuan penelitian yang bisa berupa nama siswa, lembar jawaban siswa, angket respons, nilai, dan foto kegiatan yang akan dijadikan lampiran.

# **E. Metode Analisis Data**

## **1. Uji Kelayakan E-Modul Muris**

### a. Uji Validasi

#### 1) Subjek Validator

Validator ahli yaitu dua dosen Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang ahli dalam bidang media dan materi, dan satu praktisi yaitu guru fisika SMAN 5 Semarang.

## 2) Instrumen Pengumpulan Data

Lembar validasi ahli digunakan untuk memperoleh kritik dan saran terhadap kelayakan e-modul muris yang dikembangkan. Terdapat empat aspek yakni, kelayakan isi, kelayakan penyajian, kebahasaan, dan multi representasi.

## 3) Teknik Pengolahan Data

Data diperoleh melalui validator yang memberikan penilaian pada tiap aspek dan memberikan saran pada lembar validasi.

## 4) Teknik Analisis Data

a) Skor rerata dihitung menggunakan persamaan 3.1.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.1)$$

Keterangan :

$\bar{X}$  = Skor rerata

$\sum X$  = Jumlah skor

N = Jumlah pertanyaan

b) Skor rerata diubah menjadi data kualitatif dengan menghitung jarak interval dengan persamaan 3.2.

$$\text{Jarak interval (i)} = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}} \quad (3.2)$$

Kategori penilaian produk sesuai Tabel 3.1.

Skor rata-rata	Kriteria
$4,20 < \bar{X} \leq 5,00$	Sangat Layak
$3,40 < \bar{X} \leq 4,20$	Layak
$2,60 < \bar{X} \leq 3,40$	Sedang

$1,80 < \bar{X} \leq 2,60$	Kurang Layak
$1,00 < \bar{X} \leq 1,80$	Tidak Layak

(Arikunto, 2012)

- c) Persentase kelayakan dihitung dengan persamaan 3.3.

$$P = \frac{\text{skor empiris}}{\text{skor maksimal yang diharapkan}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Kriteria kevalidan e-modul sesuai Tabel 3.2.

Persentase	Kriteria Validasi
$85\% < P \leq 100\%$	Sangat valid
$70\% < P \leq 85\%$	Cukup valid
$50\% < P \leq 70\%$	Kurang valid
$1\% < P \leq 50\%$	Tidak valid

(Akbar, 2013)

b. Uji Keterbacaan

Data uji keterbacaan e-modul didapatkan dari pengisian angket oleh siswa, kemudian data dihitung menggunakan persamaan 3.3. Kriteria uji keterbacaan sesuai Tabel 3.3.

Persentase	Kriteria
$80\% < P \leq 100\%$	Sangat layak
$60\% < P \leq 80\%$	Layak
$40\% < P \leq 60\%$	Kurang layak
$20\% < P \leq 40\%$	Tidak layak
$0\% < P \leq 20\%$	Sangat tidak layak

(Akbar, 2013)

### c. Respon Siswa

Respon siswa digunakan untuk mengetahui respon terhadap pembelajaran yang dilaksanakan menggunakan e-modul. Hasil respon siswa dihitung menggunakan persamaan 3.3. Kriteria respon siswa sesuai Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Kriteria respon siswa

Persentase	Kriteria
$80\% < P \leq 100\%$	Sangat baik
$60\% < P \leq 80\%$	Baik
$40\% < P \leq 60\%$	Kurang baik
$20\% < P \leq 40\%$	Tidak baik
$0\% < P \leq 20\%$	Sangat tidak baik

(Akbar, 2013)

## 2. Uji Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa

### a. Instrumen

Soal *pretest* dan *posttest* dalam bentuk uraian dikerjakan siswa secara mandiri.

### b. Indikator

Indikator soal sesuai dengan langkah keterampilan pemecahan masalah yang meliputi: deskripsi berguna, pendekatan fisika, penerapan fisika secara khusus, prosedur matematis, dan proses logis.

### c. Teknik perolehan data

Hasil nilai *pretest* dan *posttest* yang telah dikerjakan siswa secara mandiri.

## d. Teknik analisis data

## 1). Uji Coba Instrumen

## a) Uji Validitas

Instrumen soal di uji validitas dengan Indeks Aiken's V sesuai persamaan 3.4.

$$V = \frac{\sum s}{m(c - 1)} \quad (3.4)$$

Dengan:

$$s = r - Lo$$

Kategori validitas sesuai pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Kategori validitas instrumen

Indeks validitas	Kategori
$0,0 < V \leq 0,4$	Kurang
$0,4 < V \leq 0,8$	Sedang
$0,8 < V \leq 1,0$	Sangat Valid

(Retnawati, 2016)

## b) Uji Reliabilitas

Soal dikatakan reliabel jika kepercayaannya tinggi, sehingga layak digunakan dalam penelitian (Arikunto, 2012). Menghitung reliabilitas instrumen menggunakan persamaan 3.5.

$$r_{11} = \frac{n}{(n-1)} \left\{ \frac{\sum si^2}{st^2} \right\} \quad (3.5)$$

Kategori reliabilitas sesuai Tabel 3.6.

Interval $r_{11}$	Kategori
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Cukup
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r_{11} \leq 0,20$	Sangat rendah

(Arikunto, 2012)

c) Tingkat Kesukaran

Uji tingkat kesukaran soal bertujuan untuk mengetahui kesukaran soal yang tepat sesuai kategori. Menghitung tingkat kesukaran soal dengan persamaan 3.6.

$$TK = \frac{\bar{X}}{SM} \quad (3.6)$$

Kategori tingkat kesukaran soal sesuai pada Tabel 3.7.

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

(Arikunto, 2012)

d) Daya Beda Soal

Daya beda soal bertujuan untuk mengetahui siswa berkemampuan tinggi dan rendah. Daya beda soal dihitung menggunakan persamaan 3.7.

$$D = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{SM} \quad (3.7)$$

Kategori daya beda soal sesuai pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Kategori daya pembeda soal

Interval D	Kategori
$0,70 \leq D < 1,00$	Baik sekali
$0,40 \leq D < 0,70$	Baik
$0,20 \leq D < 0,40$	Cukup
$0,00 \leq D < 0,20$	Jelek

(Arikunto, 2012)

## 2) Analisis Tahap Awal

### a. Uji homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk menganalisis hasil nilai *pretest* siswa untuk mengetahui perbedaan varians sampel penelitian. Uji homogenitas dihitung sebagai berikut (Sugiyono, 2016):

1. Mencari nilai  $\bar{X}$ .
2. Mencari nilai  $s^2$  menggunakan persamaan 3.8.

$$s^2 = \frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)} \quad (3.8)$$

3. Mencari F dengan cara varians terbesar dibagi varians terkecil .
4. Membandingkan  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$ , untuk taraf kesalahan 5% dengan dk pembilang dan

penyebut =  $n-1$ . Apabila  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka kedua varians homogen.

b. Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menganalisis hasil nilai *pretest* siswa untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dihitung menggunakan Chi Kuadrat ( $\chi^2$ ) sebagai berikut (Sugiyono, 2016):

1. Jumlah kelas interval yang ditetapkan adalah 6.
2. Panjang kelas interval dihitung dengan persamaan 3.9.

$$P = \frac{\text{Range}}{6} \quad (3.9)$$

3. Disusun ke dalam tabel distribusi frekuensi dan tabel penolong.
4. Menghitung nilai Chi Kuadrat ( $\chi^2$ ) menggunakan persamaan 3.10.

$$\frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h} \cdot \frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h} \quad (3.10)$$

5. Nilai  $\chi^2_{hitung}$  dibandingkan dengan  $\chi^2_{tabel}$  untuk taraf kesalahan 5% dengan  $dk = n - 3$ . Apabila nilai  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$  maka distribusi data dikatakan normal.

### 3) Analisis Tahap Akhir

#### a. Uji t-Test

Analisis hasil posttest menggunakan uji t-test dengan hipotesis:

$$H_o : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan:

$\mu_1$  = rerata nilai kelas eksperimen.

$\mu_2$  = rerata nilai kelas kontrol

$H_o$  = rerata nilai kelas eksperimen kurang dari sama dengan kelas kontrol.

$H_a$  = rerata nilai kelas eksperimen lebih dari kelas kontrol.

Kemudian dihitung menggunakan persamaan

3.11 (Sugiyono, 2016a):

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} \quad (3.11)$$

Keterangan:

$\overline{X}_1$  = rerata nilai *posttest* kelas eksperimen

$\overline{X}_2$  = rerata nilai *posttest* kelas kontrol

$s_1^2$  = varian *posttest* kelas eksperimen

$s_2^2$  = varian *posttest* kelas kontrol

$n_1$  = jumlah siswa kelas eksperimen

$n_2$  = jumlah siswa kelas kontrol

$r$  = korelasi antara dua sampel

Hasil  $t_{hitung}$  dibandingkan dengan

hasil  $t_{tabel}$  untuk taraf kesalahan = 5%

dengan  $dk = n_1 + n_2 - 2$ .

b. Uji *Effect Size*

Efektivitas e-modul muris terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa dihitung dengan persamaan 3.12 dan 3.13.

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{gab}} \quad (3.12)$$

Dengan

$$S_{gab} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (3.13)$$

Kriteria skor *effect size* sesuai pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Kriteria skor effect size

Interval d	Kriteria
$0,0 < d \leq 0,5$	Rendah
$0,5 < d \leq 0,8$	Sedang
$0,8 < d \leq 2,0$	Tinggi

(Becker, 2000)

c. Uji N-Gain

Uji peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa dihitung dengan persamaan 3.14.

$$g = \frac{(S_{post} - S_{pre})}{100 - S_{pre}} \quad (3.14)$$

Kriteria skor N-gain diklasifikasikan sesuai Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Kriteria skor N-Gain

Skor $g$	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Sundayana, 2014)

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengembangan Produk

##### 1. Analisis

Tahapan pengembangan produk diawali dengan mencari sumber informasi dari berbagai artikel dan wawancara dengan guru. Hasil informasi diperoleh dari penelitian Laili *et al.* (2021) yang mengungkapkan bahwa siswa SMA Negeri di Kota Batu kesulitan memahami hubungan kalor dan suhu, perpindahan kalor berdasarkan sifat konduktivitas benda, dan konsep pemuaiian benda. Penelitian oleh Charli *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa keterampilan pemecahan masalah siswa SMA Ar-Risalah Lubuklinggau tergolong rendah. Siswa kesulitan memahami soal, menganalisis grafik, dan menggunakan rumus suhu dan kalor.

Hasil wawancara dengan guru fisika SMAN 5 Semarang diperoleh informasi bahwa kurikulum yang digunakan SMAN 5 adalah kurikulum merdeka. Kesulitan yang dihadapi saat mengajar fisika adalah kurangnya minat siswa pada materi fisika. Siswa menganggap materi fisika adalah materi yang sulit karena perlu menghafal rumus. Sumber belajar yang digunakan pada pembelajaran fisika berupa PPT dan buku cetak seperti LKS, buku paket, dan

modul. Pembelajaran fisika di sekolah belum pernah menggunakan modul dalam bentuk elektronik (e-modul) sebagai penunjang proses belajar siswa.

Hasil analisis menunjukkan bahwa dibutuhkan sumber belajar berupa e-modul sesuai dengan kurikulum merdeka. E-modul yang dikembangkan berbasis multi representasi terintegrasi keislaman (muris) untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa pada materi suhu dan kalor.

## **2. Desain Produk**

Tahap pengembangan produk selanjutnya yaitu mendesain e-modul yang menghasilkan produk awal e-modul sebagai berikut:

### **a. Halaman Awal**

Halaman awal memuat judul yang mencerminkan isi e-modul dan terdapat delapan menu yang dapat diakses. Tampilan halaman awal dapat dilihat pada Lampiran 2.1.

### **b. Kata Pengantar**

Menu ini berisi ucapan dari penulis, tombol ke halaman selanjutnya, dan kembali ke halaman awal. Tampilan menu kata pengantar dapat dilihat pada Lampiran 2.2.

c. Petunjuk Penggunaan

Menu ini berisi petunjuk penggunaan e-modul, tombol ke halaman selanjutnya dan sebelumnya, serta kembali ke halaman awal. Tampilan menu petunjuk penggunaan dapat dilihat pada Lampiran 2.3.

d. CP dan TP

Menu ini berisi Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) yang disesuaikan dengan kurikulum merdeka. Tampilan menu CP dan TP dapat dilihat pada Lampiran 2.4.

e. Peta Konsep

Menu ini berisi peta konsep materi suhu dan kalor untuk memudahkan siswa dalam memahami materi yang terdapat dalam e-modul. Tampilan menu ini dapat dilihat pada Lampiran 2.5.

f. Kegiatan Pembelajaran

Menu ini berisi materi suhu dan kalor. Penjelasan materi menggunakan multi representasi, terintegrasi nilai-nilai keislaman. Menu ini dilengkapi dengan video dan contoh soal. Tampilan menu ini dapat dilihat pada Lampiran 2.6.

g. Asesmen

Menu ini berisi soal-soal untuk mengetahui keterampilan pemecahan masalah siswa. Tampilan menu asesmen dapat dilihat pada Lampiran 2.7.

h. Glosarium

Menu ini berisi definisi berbagai istilah yang terdapat pada e-modul yang disusun berdasarkan urutan alfabet. Tampilan menu glosarium dapat dilihat pada Lampiran 2.8.

i. Referensi

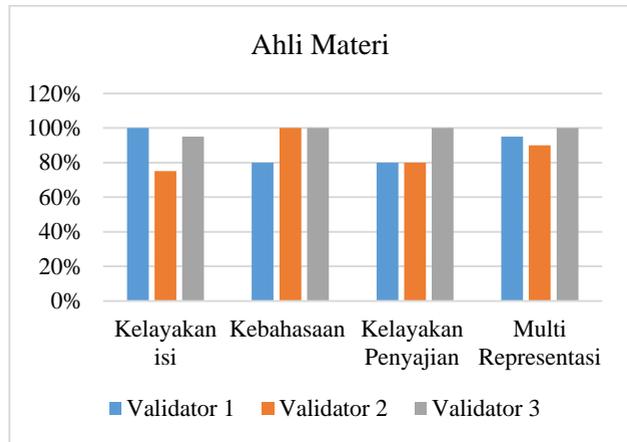
Menu ini berisi rujukan yang digunakan oleh penulis dalam pengembangan e-modul. Tampilan menu ini dapat dilihat pada Lampiran 2.9.

### **3. Hasil Pengembangan Produk**

a. Validasi Ahli

1) Validasi Ahli Materi

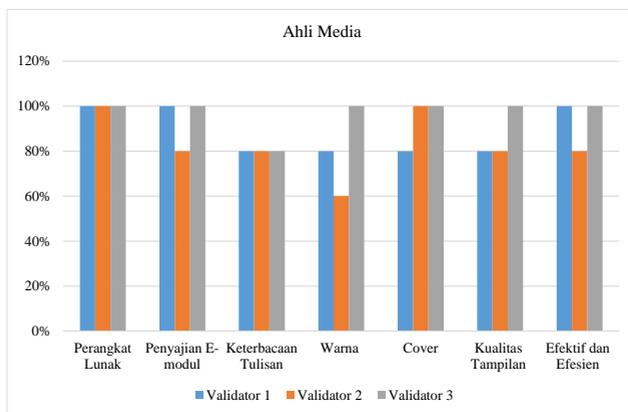
Validator melakukan penilaian materi dengan lembar instrumen penilaian yang meliputi 4 aspek yaitu, kelayakan isi, kebahasaan, kelayakan penyajian, dan multi representasi. Hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Hasil validasi ahli materi

## 2) Validasi Ahli Media

Validator melakukan penilaian media dengan lembar instrumen penilaian yang meliputi 7 aspek yaitu, perangkat lunak, penyajian e-modul, keterbacaan tulisan, warna, cover, kualitas tampilan, efektif dan efisien. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Hasil validasi ahli media

#### b. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan sesuai saran dari validator. Revisi produk dapat dilihat pada Lampiran 15 dan Tabel 4. 1.

Tabel 4. 1 Revisi produk

	Sebelum direvisi	Setelah direvisi
1. Peta konsep	Pada sub bab suhu terdapat skala suhu dan pemaian.	Pemaian masuk sub bab kalor dan pada sub bab suhu ditambah termometer.
2. Konversi skala suhu	Disajikan dalam bentuk tulisan	Disajikan dalam bentuk tabel
3. Integrasi keislaman	Terletak diakhir sub bab. Firman Allah SWT yang berkaitan dengan suhu diintegrasikan pada Q.S At-Taubah ayat 81.	Terletak di awal sub bab. Firman Allah SWT yang berkaitan dengan suhu diintegrasikan pada Q.S Al-Mu'minin ayat 18.
4. Tabel koefisien muai panjang		

Sebelum direvisi	Setelah direvisi
Dituliskan dalam bentuk bilangan desimal.	Dituliskan dalam bentuk 10 pangkat.
5. Perubahan wujud zat Hanya terdapat macam-macam perubahan wujud zat.	Terdapat definisi macam-macam perubahan wujud zat beserta contohnya
6. Halaman awal Judul e-modul menabrak menu navigasi	Dimensi atas gambar diperbesar sehingga Judul e-modul tidak menabrak menu navigasi dan terdapat gambar tentang keislaman
7. Representasi gambar Disajikan menggunakan gambar dengan background berwarna kuning	Gambar disajikan menggunakan keterangan gambar dengan font yang berwarna.
8. Rangkuman Disajikan dalam bentuk tulisan	Disajikan dalam bentuk mind mapping

#### 4. Hasil Uji Coba Lapangan

##### a. Uji Keterbacaan

Uji keterbacaan e-modul dilakukan oleh 15 siswa kelas XI 12 SMAN 5 Semarang. Penilaian terdiri dari aspek materi, kebahasaan, dan kegrafikan. Hasil penilaian uji keterbacaan diperoleh presentase 92,93% termasuk kategori sangat layak dan dapat dilihat pada Lampiran 17.

b. Uji Coba Instrumen

1) Uji Validitas

Validitas soal dihitung dengan persamaan 3.4. Butir soal berupa 20 soal uraian. Penilaian validasi soal meliputi aspek materi, konstruksi soal, dan bahasa. Hasil validasi dari dua validator tersebut dinyatakan bahwa semua soal dikategorikan sangat valid dengan diperoleh nilai rerata 0,94 yang dapat dilihat pada Lampiran 22.

2) Uji Reliabilitas

Reliabilitas soal diperoleh dengan soal diujikan pada 15 siswa kelas XI 12 SMAN 5 Semarang. Hasil uji reliabilitas soal diperoleh nilai sebesar 0,90 dengan kategori sangat tinggi yang dapat dilihat pada Lampiran 23.

3) Tingkat Kesukaran

Hasil tingkat kesukaran soal dapat dilihat pada Lampiran 24 dan pada Tabel 4. 2.

Tabel 4. 2 Hasil tingkat kesukaran soal

Kategori	Nomor soal	Jumlah
Mudah	2, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17	9
Sedang	1, 3, 5, 7, 14, 15, 16, 19	8
Sukar	6, 18, 20	3

## 4) Daya Beda

Hasil daya beda soal terdapat pada Lampiran 25 dan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil daya beda soal

Kategori	Nomor soal	Jumlah
Jelek	3, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 18, 19, 20	10
Cukup	2, 4, 5, 8, 12, 13, 15, 17	8
Baik	1, 9	2
Baik Sekali	-	0

## c. Analisis Data Awal

## 1) Uji Homogenitas

Hasil uji homogenitas pada kelas XI 9 dan XI 10 diperoleh  $F_{hitung} (1,02) < F_{tabel} (1,86)$  untuk taraf kesalahan 5% dengan dk pembilang dan penyebut = 29. Hasil perhitungan menyatakan bahwa kedua varians homogen dan dapat dilihat pada Lampiran 31.

## 2) Uji Normalitas

Hasil uji normalitas pada kelas XI 9 diperoleh  $X^2_{hitung} (4,58) < X^2_{tabel} (7,81)$  dan kelas XI 10 diperoleh  $X^2_{hitung} (1,51) < X^2_{tabel} (7,81)$  untuk taraf kesalahan 5% dengan dk = 3. Hasil perhitungan menyatakan bahwa kedua data berdistribusi normal dan dapat dilihat pada Lampiran 32.

## d. Analisis Data Akhir

## 1) Uji Normalitas

Hasil uji normalitas pada kelas XI 9 diperoleh  $X^2_{hitung} (2,17) < X^2_{tabel} (7,81)$  dan kelas XI 10 diperoleh  $X^2_{hitung} (2,93) < X^2_{tabel} (7,81)$  untuk taraf kesalahan 5% dengan  $dk = 3$ . Hasil perhitungan menyatakan bahwa kedua data berdistribusi normal dan dapat dilihat pada Lampiran 35.

2) Uji *t-Test*

Hasil uji *t-test* dapat dilihat pada Lampiran 36 dan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil uji *t-test*

Kelas	Nilai Total	Nilai Rata-Rata
Eksperimen	2407	80,24
Kontrol	2192	73,07

Berdasarkan Tabel 4. 4 yang disubstitusikan pada persamaan 3.11 diperoleh  $t_{hitung} (3,08) > t_{tabel} (2,00)$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul muris efektif terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa.

3) Uji *Effect Size*

Hasil uji *effect size* dapat dilihat pada Lampiran 37 dan pada Tabel 4.5.

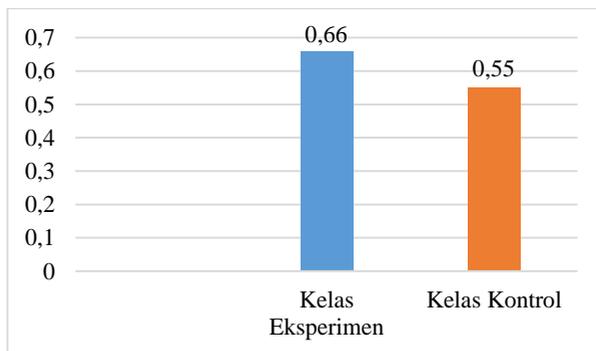
Tabel 4. 5 Hasil uji *effect size*

Kelas	Varian	Nilai Rata-Rata
Eksperimen	9,19	80,24
Kontrol	8,84	73,07

Berdasarkan Tabel 4. 5 yang disubstitusikan pada persamaan 3.12 dan 3.13 diperoleh skor *effect size*  $d = 0,79$  dengan kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul muris cukup efektif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah.

#### 4) Uji N-Gain

Hasil uji N-gain dapat dilihat pada Lampiran 38 dan Gambar 4.3.



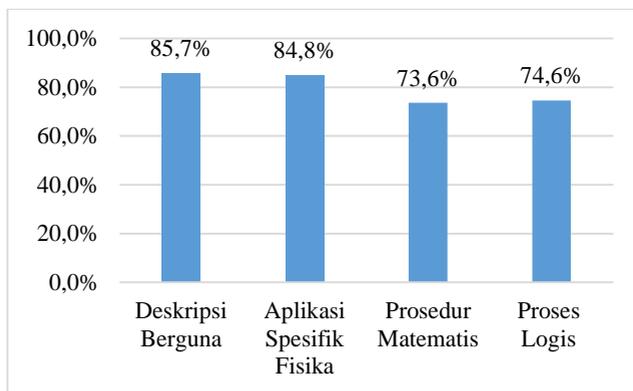
Gambar 4. 3 Hasil uji N-gain

Berdasarkan Gambar 4. 3 skor N-gain pada kelas eksperimen lebih besar dari pada kelas kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan

keterampilan pemecahan masalah kelas eksperimen lebih besar dari kelas kontrol.

#### 5) Ketercapaian Keterampilan Pemecahan Masalah

Ketercapaian keterampilan pemecahan masalah setiap indikator dari hasil nilai *posttest* kelas eksperimen dapat dilihat pada Lampiran 39 dan Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Ketercapaian keterampilan pemecahan masalah

Gambar 4. 4 menunjukkan bahwa indikator deskripsi berguna memperoleh persentase tertinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa pada indikator deskripsi berguna, siswa mampu memahami dan mengelola informasi dari soal dengan baik.

## 5. Evaluasi

Tahap terakhir dari pengembangan produk yaitu dengan melakukan tahap evaluasi melalui respon siswa. Penilaian respon siswa dilakukan oleh siswa kelas XI 10 SMAN 5 Semarang meliputi aspek materi, ketertarikan, dan bahasa. Hasil penilaian respon siswa secara keseluruhan diperoleh persentase 89,4% dengan kategori sangat baik. Hasil respon siswa dapat dilihat pada Lampiran 19.

Persentase tertinggi adalah aspek bahasa dengan persentase 92% termasuk kategori sangat baik. Hasil ini menyatakan bahwa e-modul yang dikembangkan mudah dipahami oleh siswa. Aspek ketertarikan diperoleh persentase 87,9% dan aspek materi diperoleh persentase 88,4% termasuk kategori sangat baik. Hasil ini menyatakan bahwa ketertarikan dan penyajian materi pada e-modul masih belum sempurna sehingga peningkatan keterampilan pemecahan siswa masih tergolong sedang.

## B. Pembahasan

Penelitian ini merupakan penelitian R&D (*Research and Development*) dengan menggunakan model ADDIE yang memiliki 5 tahap yaitu: *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan e-modul muris dan efektivitas e-modul

muris untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMA pada materi suhu dan kalor.

Tahap awal penelitian ini yaitu analisis (*analysis*). Tahap analisis dilakukan dengan mencari sumber informasi dari berbagai artikel dan wawancara dengan guru fisika SMA. Kalor dijadikan sebagai pengembangan e-modul disebabkan oleh kajian literatur yang mengungkapkan bahwa kalor merupakan materi yang sulit dipahami siswa (Laili *et al.*, 2021). Keterampilan pemecahan masalah siswa pada materi suhu dan kalor masih tergolong rendah (Charli *et al.*, 2018). Penyusunan e-modul dalam pengembangan penelitian ini dikarenakan penggunaan sumber belajar di beberapa sekolah masih belum menarik minat siswa (Liza, 2021; Quddus, 2018). Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika SMAN 5 Semarang mengungkapkan bahwa siswa kesulitan memahami materi fisika karena sumber belajar yang digunakan masih berupa PPT dan buku cetak seperti LKS, buku paket, dan modul.

Tahap selanjutnya yaitu desain (*design*) yang dilakukan dengan merancang produk awal e modul menggunakan *google sites*. E-modul yang dihasilkan berupa link yang dapat diakses menggunakan internet. Keunggulan e-modul ini adalah dapat diakses tanpa menginstal aplikasi tambahan. E-modul terdiri dari halaman awal, kata pengantar, petunjuk penggunaan, CP dan TP, peta konsep, kegiatan pembelajaran, asesmen,

glosarium, dan referensi. Kegiatan pembelajaran menyajikan materi suhu dan kalor secara multi representasi dan terintegrasi nilai-nilai keislaman yang ditunjukkan dengan warna-warna tertentu.

Penyajian multi representasi pada e-modul berupa representasi verbal, visual, dan matematis. Representasi verbal digunakan untuk mendefinisikan konsep fisika dalam bentuk kalimat yang ditunjukkan dengan tulisan berwarna ungu. Representasi verbal disajikan menggunakan bahasa yang mudah dipahami siswa dan disesuaikan dengan materi suhu dan kalor. Representasi visual digunakan untuk merepresentasikan data dari suatu representasi ke bentuk representasi lainnya agar mudah dipahami dengan jelas. Representasi visual pada e-modul ditunjukkan dengan tulisan berwarna hijau. Representasi visual disajikan berupa gambar, diagram, grafik, atau tabel yang sesuai konsep suhu dan kalor. Representasi matematis digunakan untuk menentukan solusi masalah bersifat kuantitatif yang ditunjukkan dengan tulisan berwarna biru. Multi representasi disajikan dengan warna yang berbeda-beda bertujuan untuk memudahkan siswa memahami materi dan menarik perhatian siswa. Pembelajaran menggunakan multi representasi dapat memudahkan siswa memahami konsep dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah (Rahmawati *et al*, 2023).

Integrasi keislaman pada e-modul ditunjukkan dengan tulisan berwarna oranye yang disajikan pada petunjuk penggunaan e-modul. Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan berupa ayat-ayat Al-Qur'an yang sesuai dengan materi suhu dan kalor. Integrasi keislaman dikaitkan dengan contoh fisika dalam kehidupan sehari-hari menggunakan bahasa yang mudah dipahami. Penggunaan integrasi keislaman dalam pembelajaran dapat memudahkan siswa memahami fenomena alam dalam konsep fisika dan dapat menumbuhkan sikap spiritual siswa (K. Nisa et al., 2016). Islam dan sains adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan karena pada hakikatnya semua ilmu bersumber dari Al-Qur'an (Hanafia, 2023).

Tahap pengembangan (*development*) dilakukan melalui penilaian validasi ahli untuk mengetahui kelayakan e-modul. Validasi ahli dilakukan oleh dua dosen yang ahli dalam aspek materi dan media, dan guru fisika SMA yaitu Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd., Istikomah, M.Sc., dan Agustinih, S.Pd.. Hasil penilaian validasi ahli materi didapatkan nilai rerata 4,60 dan persentase 92% termasuk kriteria sangat valid. Hasil penilaian validasi ahli media didapatkan nilai rerata 4,48 dan persentase 90% termasuk kriteria sangat valid. Kelayakan e-modul secara keseluruhan didapatkan nilai rerata 4,54 dan persentase 91% termasuk kriteria sangat valid.

Penilaian validasi ahli materi meliputi empat aspek yaitu, kelayakan isi, kebahasaan, kelayakan penyajian, dan multi representasi. Persentase tertinggi adalah aspek multi representasi dengan persentase 95%. Multi representasi yang disajikan adalah representasi verbal, representasi matematis, dan representasi visual (gambar/grafik/diagram/tabel). Representasi verbal memperoleh persentase 100% karena sudah maksimal dalam mendefinisikan konsep fisika dan mudah dipahami siswa. Representasi matematis memperoleh persentase 93% dikarenakan pada *google sites* sulit untuk menuliskan *equation*, sehingga representasi matematis kurang maksimal. Representasi gambar/grafik memperoleh persentase 93% dikarenakan gambar/grafik disajikan dengan background yang berwarna kuning sehingga menyebabkan gambar/grafik kurang menarik. Aspek kelayakan isi diperoleh persentase 90%, kebahasaan 93%, dan kelayakan penyajian 87%. Aspek kelayakan belum sempurna dikarenakan nilai-nilai keislaman yang disajikan belum sesuai dengan materi dan masih sulit untuk dipahami.

Penilaian validasi ahli media meliputi tujuh yaitu, perangkat lunak, penyajian e-modul, keterbacaan tulisan, warna, cover, kualitas tampilan, efektif dan efisien. Persentase tertinggi adalah aspek perangkat lunak dengan persentase 100%. Keunggulan e-modul yang dikembangkan menggunakan

*google sites* yang dapat diakses menggunakan laptop dan *smartphone*, serta dapat dibuka tanpa menginstal aplikasi tambahan. Kelemahan dari e-modul ini adalah hanya dapat diakses apabila terhubung internet dan sulit dalam menuliskan *equation*. Perangkat lunak merupakan komponen penting dalam pengembangan media pembelajaran yang dengan mudah diakses oleh siswa (Ramadayanty *et al.*, 2021). Aspek kualitas tampilan diperoleh persentase 87%, aspek penyajian e-modul, cover, efektif, dan efisien diperoleh persentase 93%, dan aspek keterbacaan tulisan serta warna diperoleh persentase 80% sehingga diperlukan perbaikan. Salah satu unsur paling penting dari desain e-modul adalah warna ilustrasi disesuaikan dengan realita dan perpaduan yang menarik, serta kualitas yang seimbang (Istiqomah *et al.*, 2019).

E-modul yang telah divalidasi kemudian dilakukan revisi sesuai saran dari validator. E-modul yang dikembangkan juga dilakukan uji keterbacaan e-modul. Uji keterbacaan dilakukan oleh 15 siswa kelas XI 12 SMAN 5 Semarang. Penilaian uji keterbacaan terdiri dari aspek materi, kebahasaan, dan kegrafikan. Aspek materi memperoleh persentase tertinggi yaitu sebesar 94,3%. Aspek kebahasaan memperoleh persentase 90% dan aspek kegrafikan memperoleh persentase 93,7%. Hasil penilaian uji keterbacaan secara keseluruhan diperoleh presentase 92,93% termasuk kategori sangat layak.

Tahap implementasi (*implementation*) dilakukan untuk mengetahui efektivitas e-modul muris untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa pada materi suhu dan kalor. Keterampilan pemecahan masalah siswa diketahui melalui hasil nilai *pretest* dan *posttest* yang dikerjakan siswa secara mandiri. Soal *pretest* dan *posttest* sesuai dengan indikator keterampilan pemecahan masalah yang meliputi: deskripsi berguna, pendekatan fisika, prosedur matematis, dan proses logis. Instrumen soal yang dikembangkan berupa 20 soal uraian berbasis multi representasi yang terintegrasi keislaman. Instrumen soal kemudian divalidasi oleh dosen ahli dan guru fisika SMAN 5 Semarang yaitu Istikomah, M.Sc., dan Agustinih, S.Pd.. Validasi instrumen soal meliputi tiga aspek yaitu: materi, konstruksi soal, dan bahasa. Hasil validasi dari dua validator tersebut dinyatakan bahwa semua soal dikategorikan sangat valid dengan nilai rata-rata 0,94. Soal di uji coba kepada 15 siswa kelas XI 12 SMAN 5 Semarang untuk mengetahui tingkat kesukaran, reliabilitas, dan daya beda soal. Hasil tingkat kesukaran soal diperoleh 9 soal mudah, 8 soal sedang, dan 3 soal sukar. Hasil perhitungan reliabilitas soal diperoleh nilai reliabilitas sebesar 0,90 dengan kategori sangat tinggi. Hasil daya beda soal diperoleh 10 soal termasuk kategori jelek, sehingga 10 soal tersebut tidak dapat digunakan.

Efektivitas e-modul diketahui melalui uji coba lapangan pada siswa kelas XI 9 sebagai kelas kontrol dan kelas XI 10 sebagai kelas eksperimen. Hasil analisis data dari nilai *pretest* menunjukkan bahwa kedua kelas homogen dan berdistribusi normal. Langkah selanjutnya yaitu memberi perlakuan pada kelas kontrol menggunakan modul dan kelas eksperimen menggunakan e-modul muris yang dikembangkan.

Hasil uji *t-test* dari kedua kelas diperoleh hasil  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima yang menunjukkan bahwa e-modul muris efektif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMA pada materi suhu dan kalor. Kelas yang menggunakan e-modul muris memperoleh nilai rerata sebesar 80,24, sedangkan kelas yang menggunakan modul memperoleh nilai rerata sebesar 73,07. Hasil uji *effect size* diperoleh skor  $d = 0,79$  dengan kategori sedang. Hasil ini menyatakan bahwa e-modul muris (multi representasi keislaman) cukup efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah.

Berdasarkan perhitungan uji *n-gain*, peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa pada kelas yang menggunakan modul diperoleh skor 0,55 dengan kategori sedang dan kelas yang menggunakan e-modul muris diperoleh skor 0,66 dengan kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa kelas yang menggunakan e-modul muris (multi

representasi terintegrasi keislaman) memiliki kemampuan pemecahan masalah lebih tinggi dibandingkan kelas yang menggunakan modul.

Integrasi keislaman dalam e-modul dapat mendukung keterampilan pemecahan masalah siswa karena dikaitkan dengan contoh fisika dalam kehidupan sehari-hari. Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan berupa ayat-ayat al-quran. Konsep fisika yang dikaitkan dengan nilai keislaman dapat menarik perhatian siswa dan dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Husna *et al.*, 2020). Modul fisika terintegrasi keislaman efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa (Syafa'ati, 2018).

Multi representasi yang disajikan pada e-modul berupa matematis, visual (grafik,/gambar/diagram/tabel) dan verbal. Penyajian multi representasi dengan warna-warna yang berbeda membuat siswa lebih tertarik dan lebih memahami materi. Modul berbasis multi representasi sangat efektif dalam meningkatkan hasil belajar (Haniyah, 2022). Penelitian terdahulu tentang pengembangan e-modul berbasis multi representasi termasuk kategori layak digunakan untuk melatih keterampilan pemecahan masalah siswa (Ramadayanty *et al.*, 2021).

Ketercapaian keterampilan pemecahan masalah siswa pada kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 4.9. Pada

indikator deskripsi berguna dan aplikasi spesifik fisika diperoleh persentase 85,7% dan 84,8% dengan kategori tinggi. Hasil ini menyatakan bahwa siswa dapat mengelola informasi dan menerapkan aplikasi fisika dengan baik. Sedangkan pada indikator prosedur matematis dan proses logis diperoleh persentase 73,6% dan 74,6% dengan kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa masih kesulitan dalam menemukan solusi masalah dengan prosedur matematis dan menyampaikan solusi masalah secara logis. Hasil penelitian Hidayatulloh *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan pemecahan masalah termasuk kategori sedang dikarenakan siswa kurang berlatih dan teliti mengerjakan soal.

Respon siswa terhadap e-modul diperoleh persentase 89,4% termasuk kategori sangat baik. Penilaian respon siswa meliputi tiga aspek meliputi aspek materi, ketertarikan, dan bahasa. Persentase tertinggi adalah aspek bahasa dengan persentase 92%. E-modul disusun menggunakan bahasa sederhana sehingga memudahkan siswa memahami e-modul dan dapat digunakan belajar secara mandiri. E-modul dikembangkan sesuai dengan karakteristik e-modul yaitu: siswa mampu belajar secara mandiri (*self instructional*), materi disusun sesuai kompetensi yang akan dipelajari (*self contained*), tidak bergantung dengan sumber belajar lainnya (*stand alone*), mengikuti kemajuan ilmu dan teknologi

(*adaptive*), dan memperhatikan kemudahan penggunaannya (*user friendly*) (Daryanto, 2013)

Aspek ketertarikan diperoleh persentase 87,9% dan pada aspek materi diperoleh persentase 88,4% termasuk kategori sangat baik. Aspek ketertarikan dan aspek materi belum sempurna dikarenakan kelemahan e-modul yang dirancang menggunakan *google sites* adalah sulit untuk menuliskan *equation* sehingga penyajian materi pada bagian representasi matematis belum maksimal.

### **C. Keterbatasan Penelitian**

Keterbatasan penelitian ini adalah materi yang dikembangkan berupa suhu dan kalor, dan penerapan e-modul hanya dilaksanakan di SMAN 5 Semarang.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Kelayakan e-modul muris (multi representasi terintegrasi keislaman) pada materi suhu dan kalor berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media diperoleh nilai rerata 4,54 dan persentase kelayakan 91% termasuk dalam kriteria sangat valid. Hasil penilaian validasi ahli media diperoleh nilai rerata 4,60 dan persentase kelayakan 92%, sedangkan hasil penilaian validasi ahli materi diperoleh nilai rerata 4,48 dan kelayakan persentase 90%.
2. E-modul muris (multi representasi terintegrasi keislaman) pada materi suhu dan kalor untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas XI SMAN 5 Semarang terbukti efektif digunakan dalam pembelajaran dengan hasil uji *t-test* diperoleh  $t_{hitung} (3,08) > t_{tabel} (2,00)$  dan uji *effect size* diperoleh skor 0,79 dengan kategori sedang. Peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa kelas eksperimen diperoleh skor *n-gain* 0,66 dengan kategori sedang.

## **B. Saran**

1. E-modul muris (multi representasi terintegrasi keislaman) pada materi suhu dan kalor dapat menjadi sebagai sumber belajar siswa dengan bimbingan guru maupun secara mandiri di dalam ataupun di luar sekolah.
2. E-modul muris (multi representasi terintegrasi keislaman) perlu dikembangkan pada materi fisika yang lainnya.
3. Indikator pendekatan fisika (*physics approach*) perlu digunakan pada soal suhu dan kalor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2016). Fisika Dasar 1. In *Bandung: Institut Teknologi Bandung*.
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers and Education*, 33(2–3), 131–152. [https://doi.org/10.1016/s0360-1315\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/s0360-1315(99)00029-9)
- Akbar, S. (2013). Instrumen Perangkat Pembelajaran. In *Bandung: Rosdakarya*.
- Anisa, A. R., Ipongkarti, A. A., & Saffanah, N. (2021). Pengaruh Kurangnya Literasi serta Kemampuan dalam Berpikir Kritis yang Masih Rendah dalam Pendidikan di Indonesia. *Conference Series Journal*, 01(01), 1–12.
- Arikunto, S. (2012). Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan. *Jakarta: Bumi Aksara*.
- Becker, L. A. (2000). Effect Size Measures For Two Independen Groups. *Juornal Effect Size Becker*, 1993.
- Busyairi, A., Harjono, A., Doyan, A., Sutrio, S., & Gunada, I. W. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Pendektan Multipel Representasi untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Calon Guru Fisika di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 7(2), 167–176. <https://doi.org/10.29303/jpft.v7i2.3137>
- Chanifudin, & Nuriyati, T. (2020). INTEGRASI SAINS DAN ISLAM DALAM. *Jurnal Pendidikan*, 1, 212–229.
- Charli, L., Amin, A., & Agustina, D. (2018). Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Fisika pada Materi Suhu dan Kalor di Kelas X SMA Ar-Risalah Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2016/2017. *Journal of Education and Instruction (JOEAI)*, 1(1), 42–50. <https://doi.org/10.31539/joeai.v1i1.239>
- Daryanto. (2013). Menyusun Modul (Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar). *Yogyakarta: Gava Media*.
- Docktor, J. L. & K. H. (2009). Robust Assessment Instrument for Student Problem Solving. *Prroceeding of the NARST Annual*

*International Conference, 1–19.*

- Fadieny, N., & Fauzi, A. (2021). Validitas E-Modul Fisika Terintegrasi Materi Bencana Petir Berbasis Experiential Learning. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 7(1), 17–25. <https://doi.org/10.24036/jppf.v7i1.111794>
- Giancoli, D. C. (2001). Fisika Jilid 1. *Jakarta : Erlangga.*
- Habibi, M., Zainuddin, Z., & Misbah, M. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Fisika Berorientasi Kemampuan Pemecahan Masalah Menggunakan Model Pengajaran Langsung Pada Pokok Bahasan Tekanan Di SMP Negeri 11 Banjarmasin. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.20527/bipf.v5i1.2234>
- Hafiza, N. N., & Suparwoto. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Islami Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Ditinjau Dari Kemampuan Awal Dan Sikap Spiritual Peserta Didik Madrasah Aliyah. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(3), 1–9.
- Hanafia, I. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Scientific Approach Terintegrasi Nilai Islam untuk Melatih Keterampilan Proses Sains Terpadu dan Keterampilan Komunikasi Siswa Kelas XI SMA / MA. *Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.*
- Haniyah, H. (2022). Pengembangan Modul Berbasis Multirepresentasi pada Materi Fenomena Kuantum SMA/MA Kelas XII. *Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.*
- Hewi, L., & Shaleh, M. (2020). Refleksi Hasil PISA (The Programme For International Student Assesment): Upaya Perbaikan Bertumpu Pada Pendidikan Anak Usia Dini. *Jurnal Golden Age, Universitas Hamzanwadi*, 04(1), 30–41.
- Hidayatulloh, R., Suyono, & Azizah, U. (2020). *Analisis Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa SMA Pada Topik Laju Reaksi*. 10(01), 1899–1909.
- Husna, A., Hasan, M., Mustafa, M., Syukri, M., & Yusrizal, Y.

- (2020). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi Islam-Sains pada Materi Gerak Lurus untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(1), 55–66. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.15539>
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3011–3024. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2589>
- Istiqomah, R. M., Kurniawan, E. S., & Sriyono, S. (2019). Pengembangan bahan ajar fisika SMA berbasis masalah menggunakan android untuk meningkatkan kemampuan evaluasi peserta didik. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(1), 28. <https://doi.org/10.12928/jrpkf.v6i1.11366>
- Kemendikbud. (2017). Panduan Praktis Penyusunan E-Modul Tahun 2017. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA. Ditjen Pendidikan Dasar Dan Menengah.
- Kemendikbud. (2022a). *Buku Saku: Tanya Jawab Kurikulum Merdeka*. <http://repositori.kemdikbud.go.id/id/eprint/25344>
- Kemendikbud. (2022b). Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran Nomor 56/M/2022. Jakarta. Kemendikbud.
- Kurniati, P., Kelmaskouw, A. L., Deing, A., Bonin, B., & Haryanto, B. A. (2022). Model Proses Inovasi Kurikulum Merdeka Implikasinya Bagi Siswa Dan Guru Abad 21. *Jurnal Citizenship Virtues*, 2(2), 408–423. <https://doi.org/10.37640/jcv.v2i2.1516>
- Kurniawati, D. (2020). Pengaruh Penggunaan Gadget Terhadap Prestasi Siswa. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2(1), 79–84. <https://doi.org/10.58176/edu.v3i1.559>
- Laili, A. N., Sutopo, & Diantoro, M. (2021). Ragam Kesulitan Siswa SMA dalam Menguasai Suhu dan Kalor. *Jurnal Riset*

- Pendidikan Fisika (JRPF)*, 6(1), 20–26.
- Larasati, A. D., Lepiyanto, A., Sutanto, A., & Asih, T. (2020). Pengembangan E-Modul Terintegrasi Nilai-Nilai Islam Pada Materi Sistem Respirasi. *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 4(1), 1–9. <http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/dikbio>
- Latifah, N., Ashari, & Kurniawan, E. S. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 01(01), 1–7. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jips/article/view/570>
- Latifah, N., Mulyati, S., & Siwi, D. A. (2023). Analisis Penerapan Literasi Membaca Dan Numerik Kurikulum Merdeka Siswa Kelas IV Sekolah Dasar Negeri Kragilan 01 Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 9655–9667.
- Liza, S. (2021). Upaya Peningkatan Minat dan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XII IPA 3 SMAN 3 Muaro Jambi melalui Media Pembelajaran Animasi 3. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 1(2), 170–176.
- Mawaddah, S., & Anisah, H. (2015). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Pada Pembelajaran Matematika dengan Menggunakan) di SMPn Model Pembelajaran Generatif (Generative Learning) di SMP. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 166–175. <https://doi.org/10.20527/edumat.v3i2.644>
- Muhammad, N. (2023). *PISA 2022: Skor Literasi Membaca Indonesia Turun*. Databoks.Katadata.Co.Id.
- Mujib, M. (2013). Pengaruh Penggunaan Internet terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah Atas di Kota Yogyakarta. *Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta*. <https://www.slideshare.net/ALBICEE/lembar-observasi-siswa-50178674>
- Mulyatiningsih, E. (2016). Metode Penelitian Terapan Bidang

- Pendidikan. In *Bandung: Alfabeta*.
- Mutmainnah, M., Aunurrahman, A., & Warneri, W. (2021). Efektivitas Penggunaan E-Modul Terhadap Hasil Belajar Kognitif Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Di Madrasah Tsanawiyah. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1625–1631. <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/952>
- Ngafifi, M. (2014). Kemajuan Teknologi Dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi Dan Aplikasi*, 2(1), 33–47. <https://doi.org/10.21831/jppfa.v2i1.2616>
- Nilsari, J., Sugiyono, S., & Suryatin, S. (2020). Analisis minat baca dan pemahaman siswa kelas iv pada pembelajaran tema 7 di sekolah dasar negeri 1 tanjungpuro tahun pelajaran 2019/2020. *Analisis Minat Baca*, 2–8. <http://repository.stkippacitan.ac.id>
- Nisa, K., Susilawati, & Farhan, A. (2016). Pengaruh Pembelajaran Fisika Berbasis Al- Qur'an Terhadap Sikap Spiritual Siswa Kelas X SMA Negeri 2 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pendidikan Fisika*, 1(4), 202–207.
- Nisa, W. L., Ismet, I., & Andriani, N. (2020). Development of E-Modules Based on Multi-representations in Solid-State Physics Introductory Subject. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(2), 73. <https://doi.org/10.20527/bipf.v8i1.7690>
- Priatno, & Marantika, D. (2017). Analisa Penerimaan Teknologi Informasi terhadap Prestasi Anak Menggunakan Metode Technology Acceptance Model. *Konferensi Nasional Ilmu Sosial & Teknologi (KNiST)*, 1(1), 584–589.
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik Pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 17–25. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/indeks.php/PendidikanFisika>
- Puspitasari, N. S., Akbar, A. F. R., Bandiyah, S. U., & Aditya, M. A. (2022). Temperatur dalam Al-Qur'an; Tafsir Ilmi atas

- Kata al-Harr dan Al-bard. *Hermeneutik: Jurnal Ilmu Al Qur'an Dan Tafsir*.
- Quddus, A. (2018). Mengidentifikasi Permasalahan Siswa dan Guru pada Pembelajaran Fisika (Studi Kasus di SMA Negeri 15 Adidarma Banda Aceh). *Prosiding Seminar Nasional MIPA IV*, 169–173.
- Rahmawati, I., Pamelasari, S. D., & Hardianti, R. D. (2023). Penggunaan Model Pembelajaran Multi Representasi Berbantuan Adventure Game Untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa. *Seminar Nasional IPA XIII*, 401–412.
- Ramadayanty, M., Sutarno, S., & Risdianto, E. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Multiple Representation untuk Melatihkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(1), 17–24. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.1.17-24>
- Retnawati, H. (2016). Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian. *Yogyakarta: Parama Publishing*.
- Saputra, B. E., Pathoni, H., & Kurniawan, D. A. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Multirepresentasi Pada Materi Gerak Lurus. *EduFisika*, 5(01), 39–44. <https://doi.org/10.22437/edufisika.v5i01.8843>
- Shofia Hattarina, Nurul Saila, Adenta Faradila, Dita Refani Putri, & RR.Ghina Ayu Putri. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di Lembaga Pendidikan. *Seminar Nasional Sosial Sains, Pendidikan, Humaniora (SENASSDRA)*, 1, 181–192. <http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SENASSDRA>
- Silamon, M. A., Roshayanti, F., & Siswanto, J. (2020). Profil Keterampilan Pemecahan Masalah Fisika Pokok Bahasan Kinematika Gerak Lurus Pada Siswa Kelas X Ipa Sma Negeri 2 Semarang. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 7(1), 41–47. <https://doi.org/10.36706/jipf.v7i1.10925>

- Simbolon, M. E., Marini, A., & Nafiah, M. (2022). Pengaruh Literasi Digital Terhadap Minat Baca Siswa. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(2), 532–542. <http://dx.doi.org/10.31949/jcp.v8i2.2449>
- Sinaga, M. N. (2019). *Strategi Praktis Untuk Meningkatkan Kompetensi Guru Lansia Dalam Penerapan Kurikulum Merdeka Belajar*.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*.
- Sugiyono. (2016a). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2016b). *Metode Penelitian Pendidikan*. In Bandung: Alfabeta.
- Sundari, P. D. (2019). Profil Penguasaan Konsep Siswa Pada Materi Suhu Dan Kalor Dalam Peer Instructions. *Physics Education*, 12(4), 889–895.
- Sundayana, R. (2014). *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Susilawati, S., Pramusinta, P., & Saptaningrum, E. (2020). Unnes Physics Education Journal Penguasaan Konsep Siswa Melalui Sumber Belajar e-Modul Gerak Lurus dengan Software. *Unnes Physics Education Journal*, 9(1), 8.
- Syafa'ati, D. (2018). Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Gelombang Elektromagnetik Kelas X Di MA Hidayatus Syubban Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang*.
- Wulandari, T. (2020). *Pengaruh gerakan literasi sekolah terhadap minat baca dan keterampilan membaca siswa sma n 1 purworejo*.
- Yaqin, M. A., Astuti, E. W., Angraini, C. E., & Hidayatullah, A. F. (2020). Integrasi ayat-ayat al- qur'an dalam pembelajaran sains (biologi) berdasarkan pemikiran ian g. barbour. *Jurnal Kajian Pendidikan Sains* 06, 06(1), 78–83.

Yuliana, Y., TMS, H., & Hamdani, H. (2017). Kemampuan Multirepresentasi Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal Pesawat Sederhana. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 6(8), 1–9.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Hasil wawancara dengan guru

## Pedoman Wawancara untuk Guru

Nama Guru : Gurahsi Agustinah, S.Pd.

Hari/ Tanggal : Selasa, 25 Juli 2023

Tempat : SMAN 5 Semarang

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apakah pembelajaran fisika yang dilakukan sudah sesuai dengan kurikulum merdeka?	Sudah sesuai dengan kurikulum merdeka
2.	Apa kesulitan yang Bapak/ibu hadapi saat mengajar fisika?	Apa beberapa siswa yang tidak menyukai fisika. Pemahaman fisiknya kurang dan siswa yang belum paham malah bertanya.
3.	Bagaimana respon siswa selama proses pembelajaran berlangsung?	Ada yang aktif bertanya dan menjawab, tetapi ada juga yang sibuk dengan kegiatan masing-masing.
4.	Menurut Bapak/Ibu, apa yang menyebabkan materi fisika sulit dipahami oleh siswa? Materi fisika apa yang dianggap sulit bagi peserta didik?	Siswa menganggap bahwa fisika sulit karena terlalu banyak rumus.
5.	Apakah pembelajaran fisika sudah berbasis multi representasi? Multi representasi apa yang digunakan?	Iya sudah. Karena materi fisika. Paket banyak menghafal dan menghitung
6.	Sumber belajar apa yang bapak/ibu gunakan saat pembelajaran?	PPT, buku cetak (LKS, buku paket, modul).
7.	Apakah bapak/ibu membuat bahan ajar atau media sendiri?	Iya. Untuk PPT biasanya saya yang membuat

8.	Bagaimana keefektifan modul sebagai sumber penunjang belajar dalam proses pembelajaran?	modul dapat memudahkan siswa untuk belajar mandiri
9.	Apakah bapak/ibu pernah menggunakan modul dalam bentuk elektronik?	Belum pernah
10.	Apakah modul yang digunakan sudah berbasis multi representasi terintegrasi keislaman?	Sudah berbasis multi representasi. tetapi belum terintegrasi keislaman.

Semarang, 25 Juli 2023

Guru Fisika

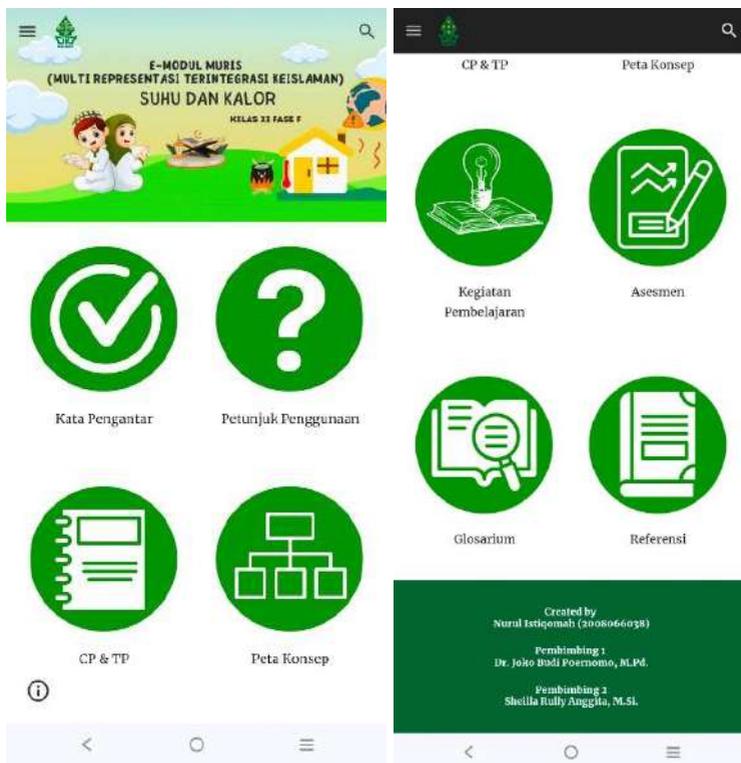
SMAN 5 Semarang



Sunardi Agurkiah

## Lampiran 2 Tampilan e-modul muris (multi representasi keislaman)

### 2.1 Halaman awal



## 2.2 Kata pengantar



Alhamdulillah puji dan syukur kita haturkan kepada Allah SWT serta salawat dan salam kepangkuan Nabi Muhammad SAW., sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan E-modul ini dengan lancar. E-Modul ini disusun dalam rangka menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengembangan E-modul Muris (Multi Representasi Terintegrasi Keislaman) untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor".

E-modul muris dikembangkan sebagai sumber belajar mandiri dan menumbuhkan semangat literasi siswa. E-modul ini merupakan modul yang disajikan dalam berbagai bentuk representasi pada materi pokok suhu dan kalor. Konsep-konsep fisika yang dimuat pada e-modul ini tidak hanya menjelaskan dari representasi verbal saja, melainkan dijabarkan ke dalam visual/diagram, matematis dan grafik. Modul ini dilengkapi dengan penjelasan materi suhu dan kalor yang disesuaikan dengan CP & TP, gambar, integrasi nilai-nilai keislaman, dan asesmen.

Penulis menyadari bahwa penyusunan e-modul ini tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung memberikan bantuan, semangat, dan doa dalam penyusunan e-modul ini, terutama kepada keluarga dan dosen pembimbing. Akhir kata penulis sampaikan terimakasih dan semoga e-modul ini bermanfaat untuk pembaca. Aamiin

Semarang, Januari 2024

Penulis



Created by  
Nurul Istiqomah (2008066038)

Pembimbing 1  
Dr. Joko Budi Puerto, M.Pd.

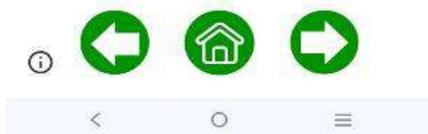
Pembimbing 2  
Sheila Holly Anggita, M. Si.

## 2.3 Petunjuk penggunaan



Mulailah sebelum mempelajari isi dari e-modul dengan berdoa, agar ilmu yang didapat membawa manfaat dan keberkahan. Berikut petunjuk penggunaan e-modul ini :

1. Siapkan alat tulis sebelum mempelajari e-modul
2. Pahami setiap konsep yang disajikan secara berurutan pada uraian materi dan contoh soal pada tiap kegiatan belajar dengan baik dan cermat
3. Catat materi yang kurang dipahami dan diskusikan dengan teman atau tanyakan kepada guru
4. Kerjakan asesmen yang terdapat pada e-modul ini secara mandiri
5. Lihatlah bagian-bagian konsep berwarna pada e-modul ini untuk mempermudah melihat penjabaran konsep dalam berbagai representasi
  - = representasi verbal
  - = representasi visual
  - = representasi matematis
  - = integrasi keislaman



## 2.4 CP dan TP

**CP & TP**

### CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP)

Pada akhir fase F, peserta didik mampu memahami konsep gerak satu dan dua dimensi beserta penggunaan vektor untuk analisisnya, hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur, hubungan usaha dan energi, momentum dan impuls, serta penerapannya dalam analisis gerak benda dan desain teknologi; penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari, konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya dalam meninjau efisiensi mesin kalor, konsep osilasi, gelombang, dan karakteristiknya untuk menjelaskan fenomena bunyi dan cahaya, sifat dan pengaruh muatan listrik serta pemanfaatannya dalam komponen listrik; sifat arus listrik dan hubungan antar besaran fisis pada rangkaian listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, elektromagnetisme serta penerapannya dalam teknologi, teori relativitas khusus dan pengaruhnya terhadap pemahaman atas ruang dan waktu, teori kuantum dan pengaruhnya dalam perkembangan elektronika; pemanfaatan teknologi komunikasi dan digital untuk

mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.

### TUJUAN PEMBELAJARAN (TP)

Pada akhir pembelajaran diharapkan:

1. Peserta didik mampu memahami besaran suhu dan konversi satuannya
2. Peserta didik mampu menganalisis pengaruh kalor terhadap suhu, wujud benda, dan ukuran benda dalam kehidupan sehari-hari
3. Peserta didik mampu menerapkan asas black secara kuantitatif.
4. Peserta didik mampu menganalisis perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dalam kehidupan sehari-hari.

Created by  
Nurul Istiqomah (2008066038)

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

Pembimbing 2  
Sheilla Inully Anggra, M.Si.

## 2.5 Peta konsep



## 2.6 Kegiatan pembelajaran



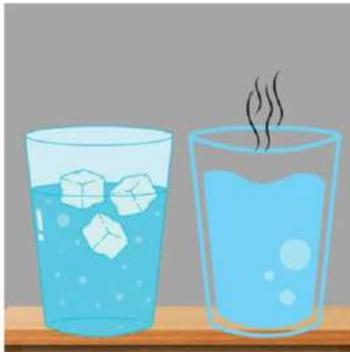


Semua yang ada di bumi memiliki ukuran, salah satunya yaitu suhu. Firman Allah SWT yang berkaitan dengan suatu ukuran terdapat dalam Q.S Al-Mu'minin ayat 18, sebagai berikut ini:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَنْشَرْنَا فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ تَعَابِهِ

أَنزَلْنَا  
Artinya: Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya. Menurut Tafsir Al-Mukhtashar, ayat tersebut menjelaskan bahwa Kami turunkan air hujan dari langit sesuai ukuran atau kadar kebutuhan makhluk, tidak terlalu banyak hingga merusak, dan tidak pula sedikit hingga tidak mencukupi. Lalu Kami jadikan air hujan itu menetap di bumi agar manusia dan seluruh hewan bisa mememanfaatkannya. Sungguh Kami pasti kuasa untuk melenyapkannya sehingga kalian tidak mengambil manfaat darinya.

Perhatikan Gambar 1.1 berikut ini:



Gambar 1. 1 Dua wadah dengan suhu yang berbeda

Pada Gambar 1.1 dapat dilihat terdapat dua gelas yang berisi air panas dan air dingin. Ketika kalian memasukkan jari ke dalam air panas, apa yang kalian rasakan? Dan ketika kalian memasukkan jari ke dalam air dingin, apa yang kalian rasakan?

Tentu kalian akan merasakan dua keadaan yang berbeda. Ketika dimasukkan ke dalam air panas jari akan terasa panas dan ketika dimasukkan ke dalam air dingin jari akan terasa dingin. Hal ini karena kulit pada jari merupakan indera peraba yang dapat merasakan panas atau dingin suatu benda. Benda dikatakan panas apabila suhunya tinggi, dan benda dikatakan dingin apabila suhunya rendah. Maka apa itu suhu?

Suhu merupakan ukuran derajat panas suatu benda.



Termometer



Skala Suhu



Rangkuman

- = representasi verbal
- = representasi visual
- = representasi matematis
- = integrasi keislaman



Created by  
Nurul Istiqomah (2008066.036)

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

Pembimbing 2  
Sheilla Rully Anggita, M.Si.





Pembuat pertama termometer dalam buku karya Robert Briffault (1938) berjudul *The Making of Humanity*, disebutkan bahwa Ibnu sina merupakan ilmuwan muslim yang pertama menggunakan termometer udara untuk mengukur temperatur. Nama lengkap Ibnu sina adalah Abu Ali Al-Husayn bin Abdullah bin sina. Ibnu sina lahir pada tahun 980 di Afsharneh daerah dekat Bukhara. Dalam sejarah kedokteran Islam, Ibnu sina dikenal sebagai Avicenna di dunia barat adalah seorang pakar ilmu kedokteran kelahiran Persia. Sebagian besar karya beliau dalam kedokteran telah diterapkan oleh para dokter hingga saat ini.

Apakah kulit dapat dijadikan sebagai alat ukur suatu benda? apa alasannya? Simak video berikut ini!



Ketika kamu memasukkan tangan kanan ke bejana yang berisi air panas, tanganmu terasa panas. Ketika kamu memasukkan tangan kiri ke bejana yang berisi air es, tanganmu terasa dingin. Kemudian ketika kamu memindahkan kedua tanganmu secara bersamaan ke bejana yang berisi air keran, tangan kanan yang semula terasa panas menjadi dingin dan tangan kiri yang semula terasa dingin menjadi hangat. Hal ini menunjukkan bahwa tangan atau kulit kita tidak dapat mengukur suhu dengan baik, sehingga diperlukan alat untuk mengukur suhu.

Alat yang digunakan mengukur suhu dinamakan termometer.



Jenis-jenis termometer berdasarkan kegunaannya yaitu:

### 1. Termometer Digital

Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu badan. Termometer ini hanya berjangkauan antara  $30^{\circ}\text{C}$  –  $50^{\circ}\text{C}$ . Penyebabnya adalah tidak ada manusia yang memiliki suhu badan dibawah  $30^{\circ}\text{C}$  dan diatas  $50^{\circ}\text{C}$ .

Termometer digital dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Termometer digital

### 2. Termometer Laboratorium

Termometer ini memiliki skala suhu antara  $0^{\circ}\text{C}$  sampai  $100^{\circ}\text{C}$  sehingga dapat digunakan untuk mengukur suhu dari es mencair sampai air mendidih. Termometer ini biasanya digunakan untuk mengukur suhu dalam percobaan di laboratorium sekolah. Termometer laboratorium dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1. 3 Termometer laboratorium



### 3. Termometer Bimetal

Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu tungku. Pada termometer ini jangkauan suhu terbesar yang dapat diukur adalah 600 F.

Termometer bimetal dapat dilihat pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Termometer bimetal



Gambar 1.5 Termometer elektromagnetik

- = representasi verbal
- = representasi visual
- = representasi matematis
- = integrasi keislaman

### 4. Termometer Elektromagnetik

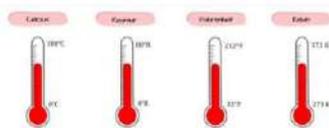
Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu benda yang sangat tinggi tanpa sentuhan langsung. Pengukuran dilakukan dengan memanfaatkan sifat gelombang elektromagnetik yang dipancarkan benda yang panas. Warna cahaya yang dipancarkan benda panas tergantung pada suhu benda. Jadi, dengan mengukur warna cahaya yang dipancarkan benda tersebut maka suhu benda dapat ditentukan.

Termometer elektromagnetik dapat dilihat pada Gambar 1.5.





Terdapat empat skala yang digunakan pada termometer diantaranya Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), Reamur ( $^{\circ}\text{R}$ ), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), dan Kelvin (K). Pada pembuatan termometer terlebih dahulu ditetapkan titik didih air dan titik beku air sebagai acuan penetapan skala. Penetapan suhu pada skala termometer dapat dilihat pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Penetapan skala pada termometer

Untuk menyatakan suatu nilai suhu pada skala termometer tertentu ke skala termometer yang lain dilakukan konversi suhu. Gambar 1.6 menunjukkan nilai titik beku air dan titik didih air pada beberapa skala suhu. Perbandingan beberapa skala termometer adalah sebagai berikut:

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

Konversi antara 4 (empat) skala tersebut dapat ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Konversi skala suhu

	Celsius	Reamur	Fahrenheit	Kelvin
Fahrenheit	$t_c = \frac{5}{9} t_f$	$t_r = \frac{4}{9} t_f$	$t_f = \frac{9}{5} t_c + 32$	$t_k = \frac{5}{9} t_f + 273$
Reamur	$t_c = \frac{5}{4} t_r$	$t_r = \frac{4}{5} t_c$	$t_f = \frac{9}{4} t_r + 32$	$t_k = \frac{5}{4} t_r + 273$
Kelvin	$t_c = t_k - 273$	$t_r = \frac{4}{5} t_k - 203$	$t_f = \frac{9}{5} t_k - 473 + 32$	

Keterangan:

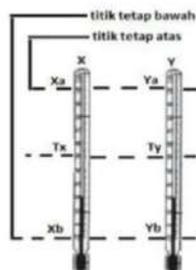
$T_c$  = suhu Celsius

$T_r$  = suhu Reamur

$T_f$  = suhu Fahrenheit

$T_k$  = suhu Kelvin

Kita dapat menentukan sendiri skala dari termometer. Skala termometer dapat dikonversi ke skala termometer lain dengan menentukan titik tetap termometer dalam keadaan yang sama. Perbandingan dua skala termometer dapat dilihat pada Gambar 1.7.



Gambar 1.7 Perbandingan skala termometer X dan Y



## Contoh soal 3

Dengan membandingkan perubahan suhu dan interval kedua titik tetap masing-masing termometer, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$T_x - X_b = \frac{(T_y - Y_b)}{(Y_a - Y_b)} (X_a - X_b)$$

Keterangan:

$T_x$  = suhu pada termometer X

$T_y$  = suhu pada termometer Y

$X_a$  = titik tetap atas termometer X

$X_b$  = titik tetap bawah termometer X

$Y_a$  = titik tetap atas termometer Y

$Y_b$  = titik tetap bawah termometer Y

## Contoh soal 1

Suhu suatu benda adalah 30°C. Jika diukur dengan termometer skala kelvin, maka berapakah suhu benda tersebut?

Diket:

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

Ditanya  $T_k$  ?

Jawab

Mengubah skala celsius ke kelvin

Maka:

$T_k = T_c + 273$

$T_k = 30 + 273$

$T_k = 303\text{ K}$

Jadi, ketika diukur dengan termometer kelvin, suhunya adalah 303 K.

## Contoh soal 2

Sebuah zat cair diukur suhunya menggunakan termometer celsius diperoleh angka 40°C. Berapakah jika zat cair tersebut diukur suhunya menggunakan termometer reamur?

Penyelesaian

Diket:  $T_c = 40^\circ\text{C}$

Ditanya  $T_r$  ?

Dijawab

Mengubah skala celsius ke reamur

Maka:

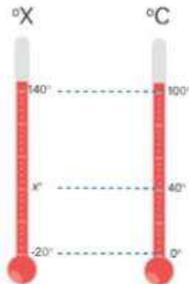
$T_r = \frac{1}{2} \times T_c$

$T_r = \frac{1}{2} \times 40$

$T_r = 20$

Jadi, ketika diukur dengan termometer reamur, suhunya adalah 20°R.

Dua buah termometer digunakan untuk mengukur suatu benda, dan hasilnya ditunjukkan seperti gambar dibawah ini.



Berapakah besar suhu X pada termometer X?

Penyelesaian

Diketahui:

$X_a = 140^\circ\text{X}$

$X_b = -20^\circ\text{X}$

$C_a = 100^\circ\text{C}$

$C_b = 0^\circ\text{C}$

$T_c = 40^\circ\text{C}$

Ditanya  $T_x$  ?

Jawab

$(T_x - X_b) / (X_a - X_b) = (T_c - C_b) / (C_a - C_b)$

$(T_x - (-20)) / (140 - (-20)) = (40 - 0) / (100 - 0)$

$(X + 20) / (140 + 20) = 40 / 100$

$(X + 20) \times 100 = 40 / 100 \times 160$  (dikali silang)

$(X + 20) \times 100 = 6400$

$100X + 2000 = 6400$

$100X = 6400 - 2000$

$100X = 4400$

$X = 4400 / 100$

$X = 44^\circ\text{X}$

Jadi besar suhu X pada termometer X adalah 44°X.

- = representasi verbal
- = representasi visual
- = representasi matematis
- = integrasi keislaman







Pada kegiatan belajar sebelumnya, kalian telah mempelajari mengenai suhu yaitu derajat panas atau dinginnya yang dimiliki oleh suatu benda. Suhu yang dialami oleh suatu benda bergantung pada jumlah energi yang masuk pada benda tersebut. Kita dapat mengatakan bahwa panas merupakan benda yang bersuhu tinggi dan dingin merupakan benda bersuhu rendah. Pernahkah kalian mencampurkan air panas dengan air dingin? Ketika air panas dicampurkan dengan air dingin, maka air akan menjadi hangat. Artinya, ada sesuatu yang berpindah atau masuk pada air dingin yaitu panas atau kalor.

Firman Allah SWT yang berkaitan dengan panas terdapat dalam Q.S At-Taubah ayat 81, sebagai berikut:

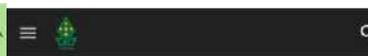
فَرِحَ الْمُخَلَّفُونَ بِمَقْعَدِهِمْ خَلْفَ رَسُولِ اللَّهِ وَكَرِهُوا أَنْ يُجَاهِدُوا بِأَمْوَالِهِمْ وَأَنْفُسِهِمْ فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَقَالُوا لَا تَنْهَوْنَا عَنِ الْغُرُوحِ فَلَا نُجَاهِمُ إِذْ هُمْ أَكْثَرُ حَرًا أَوْ كَانُوا بِالْقُلُوبِ

Artinya: Orang-orang yang ditinggalkan (tidak ikut berperang) merasa gembira dengan duduk-duduk setelah kepergian Rasulullah (ke medan perang). Mereka tidak suka berjihad dengan harta dan jiwa mereka di jalan Allah dan mereka (justru) berkata, "Janganlah kamu herangatkan (ke medan perang) di tengah panas terik." Katakanlah (Nabi Muhammad), "Api neraka Jahannam lebih panas." Seandainya saja selama ini mereka memahami.

Menurut Al-Ashfahani, lafaz *harr* atau *harrun* di dalam al-quran menunjukkan panas. Dalam ayat ini, lafaz *al-harr* dimaknai sebagai panas terik (matahari yang menyengat) dan lafaz *harran* dimaknai sebagai panasnya api neraka.

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

Satuan kalor dalam SI adalah Joule (J). Satuan lainnya adalah kalori dan kkal (kilokalori). Satu kalori didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1 °C. Sedangkan satu kkal ialah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan 1 kilogram air sebesar 1 °C (1 kkal = 1000 kalori).



Gambar 2. 1 Kalor



Pengaruh Kalor Pada Zat



Pemuatan



Perpindahan Kalor



Rangkuman

- = representasi verbal
- = representasi visual
- = representasi matematis
- = integrasi kekelaman



### Pengaruh Kalor pada Zat



### Kapasitas Kalor

$$Q = mc\Delta T$$



Perhatikan video air mendidih berikut ini!



Tahukah kalian, mengapa air dapat mendidih? Saat air dipanaskan ada proses transfer energi dari satu zat ke zat lainnya yang disertai dengan perubahan suhu atau yang di sebut dengan kalor. Kalor yang diterima air ini digunakan untuk menaikkan suhunya sampai mencapai titik didih bahkan untuk merubah wujud dari cair menjadi gas.



Kalor Jenis & Kapasitas Kaor



Perubahan Wujud Zat



Azas Black

- - representasi verbal
- - representasi visual
- - representasi matematis
- - integrasi keislaman



Secara umum, semakin lama kita memanaskan suatu zat tertentu maka jumlah kalor yang dibutuhkan akan semakin besar. Jumlah kalor yang diberikan sebanding dengan kenaikan suhunya. Selain itu, kenaikan suhu tidak hanya ditentukan oleh jumlah kalor yang diberikan, tetapi juga tergantung pada massa benda. Semakin besar massa benda, semakin kecil perubahan suhunya. Hal ini menunjukkan bahwa jenis zat menentukan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu. Ketergantungan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu terhadap jenis zat disebut dengan kalor jenis.

Kalor jenis ( $c$ ) merupakan banyaknya kalor ( $Q$ ) yang diperlukan oleh 1 kg zat untuk menaikkan suhunya sebesar satu satuan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Secara matematis, baryaknya kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan benda dapat dituliskan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

$Q$  = kalor yang diserap/dilepas benda (J)

$m$  = massa benda (kg)

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

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

Setiap zat memiliki kalor jenis yang berbeda dengan zat lainnya. Berikut disajikan tabel kalor jenis dari beberapa zat:

Tabel 2. 1 Kalor jenis berbagai jenis zat

Zat	Kalor Jenis	
	Kal/g $^{\circ}\text{C}$	J/g $^{\circ}\text{C}$
Udara	0,24	1,0035
Aluminium	0,214	0,897
Argon	0,124	0,5203
Tembaga	0,092	0,385
Intan	0,122	0,5091
Etanol	0,583	2,44
Kaca	0,2	0,84
Grafit	0,17	0,710
Emas	0,03	0,129
Hidrogen	3,418	14,30
Besi	0,108	0,450
Timbal	0,031	0,129
Air raksa	0,033	0,1395
Lilin	0,598	2,5
Perak	0,056	0,233

Selain kalor jenis, karakteristik bahan penyusun zat juga ditunjukkan oleh kapasitas kalor zat tersebut.

Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ .

Persamaan kapasitas kalor dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C = Q / \Delta T$$

Keterangan:

$C$  = kapasitas kalor suatu zat (J/ $^{\circ}\text{C}$ )

$Q$  = kalor yang diserap/dilepas benda (J)

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

Selain kalor jenis, karakteristik bahan penyusun zat juga ditunjukkan oleh kapasitas kalor zat tersebut.

Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ . Persamaan kapasitas kalor dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C = Q / \Delta T$$

Keterangan:

$C$  = kapasitas kalor suatu zat ( $\text{J}/^{\circ}\text{C}$ )

$Q$  = kalor yang diserap/dilepas benda ( $\text{J}$ )

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

#### Contoh soal 1

Berapa besar kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebatang besi yang massanya 20 kg dari suhu  $40^{\circ}\text{C}$  hingga  $100^{\circ}\text{C}$ ? jika kalor jenis besi 450  $\text{J}/\text{kg}$ .

Diketahui:

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$T_1 = 40^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$c = 450 \text{ J/kg}$$

Ditanya  $Q$  -?

Jawab

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 100 - 40 = 60^{\circ}\text{C}$$

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

$$Q = 20 \text{ kg} ( 450 \text{ J/kg} ) (60^{\circ}\text{C} )$$

$$Q = 540.000 \text{ J}$$

Jadi besar kalor yang diperlukan yaitu 540.000 J

#### Contoh soal 2

Berapakah kapasitas kalor benda yang dipanaskan dari suhu  $30^{\circ}\text{C}$  menjadi  $80^{\circ}\text{C}$  jika kalor yang dimiliki sebesar 2.000 joule?

Diketahui:

$$Q = 2000 \text{ joule}$$

$$\Delta T = 80^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$$

Jawab:

$$C = Q / \Delta T$$

$$C = 2000 / 50 = 40 \text{ J}/^{\circ}\text{C}$$

Jadi kapasitas kalor benda tersebut adalah 40  $\text{J}/^{\circ}\text{C}$ .

#### Contoh soal 3

Kalor jenis air adalah 4180  $\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$ . Berapakah kapasitas kalor 2 kg air?

Pembahasan

Diketahui :

$$c = 4180 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

Ditanya :  $C = ?$

Jawab :

$$C = m \cdot c$$

$$C = (2 \text{ kg})(4180 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C})$$

$$C = (2)(4180 \text{ J}/^{\circ}\text{C})$$

$$C = 8.360 \text{ J}/^{\circ}\text{C}$$

Jadi kapasitas kalornya adalah 8.360  $\text{J}/^{\circ}\text{C}$ .



Pada dasarnya setiap benda atau zat dapat berubah wujud (padat, cair dan gas) ke wujud lainnya dan hal ini terjadi dikarenakan adanya peranan kalor. Proses perubahan wujud suatu benda dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Proses perubahan wujud zat

Berdasarkan Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa terdapat 6 (enam) jenis perubahan wujud zat sebagai berikut:

#### 1. Mencair

Mencair adalah perubahan wujud zat padat menjadi cair.

Contoh: mentega yang dipanaskan

#### 2. Membeku

Membeku adalah perubahan wujud zat cair menjadi padat.

Contoh: air yang dimasukkan ke dalam kulkas

#### 3. Menguap

Menguap adalah perubahan wujud zat cair menjadi gas.

Contoh: air yang mendidih ketika dipanaskan

#### 4. Mengembun

Mengembun adalah perubahan wujud zat gas menjadi cair.

Contoh: terbentuknya butiran air pada tutup gelas

#### 5. Menyublim

Menyublim adalah perubahan wujud zat padat menjadi gas.

Contoh: kapur barus yang dibiarkan di ruang terbuka lama-kelamaan akan habis

#### 6. Mengkristal

Mengkristal adalah perubahan wujud zat gas menjadi padat.

Contoh: terbentuknya salju

Ketika proses mencair, menguap, dan menyublim zat membutuhkan sejumlah kalor. Artinya ada perpindahan kalor dari lingkungan ke zat dan kalor itu sendiri digunakan untuk merubah wujud benda dari padat menjadi cair, cair menjadi gas dan dari padat menjadi gas. Pada proses membeku, mengembun dan mengkristal, zat melepaskan sejumlah kalor. Artinya ada perpindahan kalor dari zat kepada lingkungan pada saat terjadi perubahan wujud.

Kalor yang diperlukan atau dilepaskan per satuan massa pada saat terjadi perubahan wujud disebut kalor laten.

Berdasarkan definisi tersebut, persamaan kalor laten adalah:

$$Q = m \cdot L$$

Keterangan:

$Q$  = kalor yang diserap/dilepas ( $\text{J}$ )

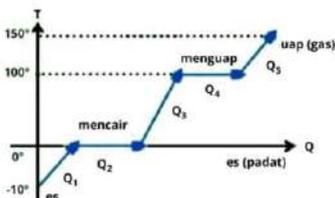
$m$  = massa benda ( $\text{kg}$ )

$L$  = kalor laten ( $\text{J}/\text{kg}$ ), ( $L_v$  = kalor lebur,  $L_u$  = kalor uap)

Berdasarkan perubahan wujud zat, kalor laten memiliki beberapa jenis sebagai berikut:

- Kalor lebur, yaitu kalor yang dibutuhkan 1 kg zat untuk mengalami perubahan wujud/fasa dari padat menjadi cair (mencair).
- Kalor beku ( $L_b$ ), yaitu kalor yang dibutuhkan 1 kg zat untuk mengalami perubahan wujud/fasa dari cair menjadi padat (membeku). Besarnya kalor beku sama dengan kalor lebur.
- Kalor uap ( $L_u$ ), yaitu kalor yang dibutuhkan 1 kg zat untuk mengalami perubahan wujud/fasa dari cair menjadi gas/uap (menguap).
- Kalor embun, yaitu kalor yang dibutuhkan 1 kg zat untuk mengalami perubahan wujud/fasa dari gas/uap menjadi cair (mengembun). Besarnya kalor embun sama dengan kalor uap.
- Kalor sublimasi, yaitu kalor yang dibutuhkan 1 kg zat untuk mengalami perubahan wujud/fasa dari padat menjadi gas (menyublim) atau sebaliknya.

Grafik perubahan wujud zat dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Grafik perubahan wujud zat

Berdasarkan grafik perubahan wujud zat di atas, secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

- $Q_1$  adalah kalor yang digunakan untuk menaikkan suhu es dari  $-10^\circ\text{C}$  menjadi  $0^\circ\text{C}$ .  
 $Q_1 = m \cdot c \Delta T_1 = m \cdot c (0^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C}))$
- $Q_2$  adalah kalor yang digunakan untuk mengubah es  $0^\circ\text{C}$  menjadi air  $0^\circ\text{C}$  (mencair)  
 $Q_2 = m \cdot L_b$
- $Q_3$  adalah kalor yang digunakan untuk menaikkan suhu air dari  $0^\circ\text{C}$  menjadi  $100^\circ\text{C}$   
 $Q_3 = m \cdot c \Delta T_2 = m \cdot c (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})$
- $Q_4$  adalah kalor yang digunakan untuk mengubah air  $100^\circ\text{C}$  menjadi uap  $100^\circ\text{C}$  (menguap)  
 $Q_4 = m \cdot L_u$
- $Q_5$  adalah kalor yang digunakan untuk menaikkan suhu uap air dari  $100^\circ\text{C}$  menjadi  $150^\circ\text{C}$   
 $Q_5 = m \cdot c \Delta T_3 = m \cdot c (150^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C})$

#### Contoh soal 1

Berapa banyak kalor yang harus diserap untuk mengubah wujud 1 gram emas dari padat menjadi cair? (Kalor lebur emas =  $64,5 \times 10^3$  J/kg)

Pembahasan  
Diketahui :  
 $m = 1 \text{ gram} = 1 \times 10^{-3} \text{ kg}$   
 $(L_b) = 64,5 \times 10^3 \text{ J/kg}$

Ditanya :  
Kalor (Q) yang diserap emas?

Jawab :  
 $Q = m \cdot L_b$   
 $Q = (1 \times 10^{-3} \text{ kg})(64,5 \times 10^3 \text{ J/kg})$   
 $Q = 64,5 \text{ Joule}$

Jadi kalor yang harus diserap untuk mengubah wujud 1 gram emas dari padat menjadi cair 64,5 Joule.

#### Contoh soal 2

Berapa kalor yang dilepaskan untuk mendinginkan 1 gram gas nitrogen? (Kalor uap nitrogen =  $200 \times 10^3$  J/kg)

Pembahasan  
Diketahui :  
Massa air ( $m$ ) = 1 gram =  $1 \times 10^{-3}$  kg  
Kalor uap nitrogen ( $L_u$ ) =  $200 \times 10^3$  J/kg

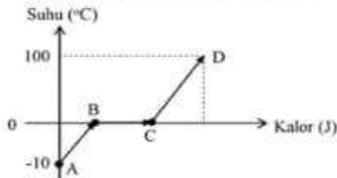
Ditanya : Kalor (Q) yang dilepaskan, gas nitrogen?

Jawab :  
 $Q = m \cdot L_u$   
 $Q = (1 \times 10^{-3} \text{ kg})(200 \times 10^3 \text{ J/kg})$   
 $Q = 200 \text{ Joule}$

Jadi kalor yang dilepaskan untuk mendinginkan 1 gram gas nitrogen sebanyak 200 Joule.

#### Contoh soal 3

Perhatikan grafik perubahan wujud berikut ini!



Sepotong es massanya 200 gram dan suhunya  $-10^\circ\text{C}$  dipanaskan sampai menguap. Jika kalor jenis es =  $2.100 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ , kalor jenis air =  $4200 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ , kalor lebur es =  $336.000 \text{ J/kg}$ , maka berapa jumlah kalor total yang dibutuhkan untuk mengubah wujud zat dari proses A ke D?



Kalian telah mengetahui bahwa kalor berpindah dari satu benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Perpindahan ini mengakibatkan terbentuknya suhu akhir yang sama (suhu termal) antara kedua benda tersebut. Seperti yang telah kalian ketahui bahwa ketika air panas dicampurkan dengan air dingin, maka air akan menjadi hangat. Mengapa hal ini bisa terjadi?

Suhu akhir setelah pencampuran antara susu dengan air panas disebut suhu termal (kesetimbangan). Kalor yang dilepaskan air panas akan sama besarnya dengan kalor yang diterima air dingin. Prinsip ini dikenal sebagai Asas Black dikemukakan oleh Joseph Black. Bunyi Asas Black adalah sebagai berikut:

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

Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

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

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

$$m_1 c_1 (T_1 - T_f) = m_2 c_2 (T_f - T_2)$$

Keterangan:

- $m_1$  = massa benda 1 yang suhunya lebih tinggi (kg)
- $m_2$  = massa benda 2 yang suhunya lebih rendah (kg)
- $c_1$  = kalor jenis benda 1 (J/Kg °C)
- $c_2$  = kalor jenis benda 2 (J/Kg °C)
- $T_1$  = suhu mula-mula benda 1 (°C atau K)
- $T_2$  = suhu mula-mula benda 2 (°C atau K)
- $T_f$  = suhu akhir atau suhu campuran (°C atau K)

Contoh peristiwa asas black dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Peristiwa asas black

Untuk mempelajari lebih lanjut mengenai Gambar 2.4 simak video berikut ini!



#### Contoh soal 1

Sepotong logam memiliki massa 50 gram dengan suhu 90 °C, kemudian dicelupkan ke dalam 100 gram air yang bersuhu 29,5 °C. Apabila kalor jenis air 1 kal/g°C dan suhu akhirnya 35 °C, maka berapa kalor jenis logam tersebut?

Pembahasan:

Diketahui:

$$m_{\text{logam}} = 50 \text{ gram}$$

$$m_{\text{air}} = 100 \text{ gram}$$

$$T_{\text{logam}} = 90 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{air}} = 29,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{akhir}} = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$$

Ditanya:  $c_{\text{logam}}$ ?

Jawab:

$$m_{\text{logam}} \cdot c_{\text{logam}} \cdot \Delta T_{\text{logam}} = m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T_{\text{air}}$$

$$50 \text{ g} \cdot c_{\text{logam}} \cdot (90 \text{ } ^\circ\text{C} - 35 \text{ } ^\circ\text{C}) = 100 \text{ g} \cdot 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C} \cdot (35 \text{ } ^\circ\text{C} - 29,5 \text{ } ^\circ\text{C}) = 50 \text{ g} \cdot c_{\text{logam}} \cdot (90 \text{ } ^\circ\text{C} - 35 \text{ } ^\circ\text{C})$$

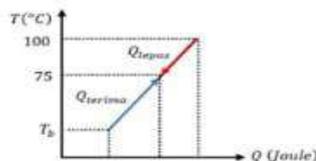
$$500 \text{ kal} = 2750 \text{ g}^\circ\text{C} \cdot c_{\text{logam}}$$

$$c_{\text{logam}} = 550/2750$$

$$c_{\text{logam}} = 0,2 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$$

#### Contoh soal 2

Perhatikan gambar berikut ini!



Apabila satu kilogram air mendidih dituangkan ke dalam bejana logam yang terbuat dari aluminium dan diketahui massa bejana tersebut adalah 2 kg. Jika suhu setelah terjadi kesetimbangan adalah 75 °C, maka tentukan suhu bejana mula-mula? (kalor jenis aluminium adalah 900 J/Kg K dan kalor jenis air adalah 4180 J/kg K)

Diketahui:

Misalkan kita simbolkan  $b$  = bejana dan  $a$  = air maka

$$c_a = 4180 \text{ J/kg K}$$

$$c_b = 900 \text{ J/kg K}$$

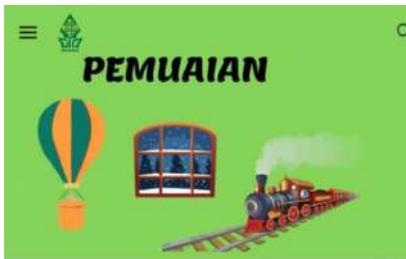
$$M_a = 1 \text{ kg}$$

$$M_b = 2 \text{ kg}$$

$$T_a = 100 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_b = 75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ditanya : Tentukan suhu bejana mula-mula?



Sebelum mempelajari materi lebih lanjut, perhatikan Gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2.5 Kabel listrik dipasang dalam keadaan kendur

Mengapa saat musim panas kabel listrik di pasang dalam keadaan kendur? Tentu saja hal ini dilakukan agar kabel tahan lama dan saat musim dingin kabel yang mengalami penyusutan tidak putus. Peristiwa ini merupakan penerapan konsep pemuaian dalam kehidupan sehari-hari.

Pemuaian merupakan bertambahnya ukuran suatu benda akibat pemanasan karena terjadinya perubahan kenaikan suhu benda.

Firman Allah SWT yang berkaitan dengan pemuaian adalah Q.S Adz-Dzariyat ayat 47, sebagai berikut:

وَالسَّمَاءَ بَنَيْنَا يَدَيْهِ وَإِنَّ الصَّوْمَانَ

Artinya: Langit Kami bangun dengan tangan (kekuatan Kami) dan sesungguhnya Kami benar-benar meluaskannya.

Menurut Tafsir Wajiz, ayat tersebut menjelaskan bahwa tidak hanya berkuasa mengazab umat yang durhaka dan langkar pada ajaran nabi, Allah juga kuasa menciptakan langit dan alam semesta. Dan langit yang terhampar luas di atas kepalamu itu Kami bangun dengan kekuasaan Kami Yang Mahadasyat dan Mahasempurna, dan Kami benar-benar memiliki kekuasaan yang tidak terbatas sehingga tidak ada yang dapat menghalangi Kami untuk meluaskannya.

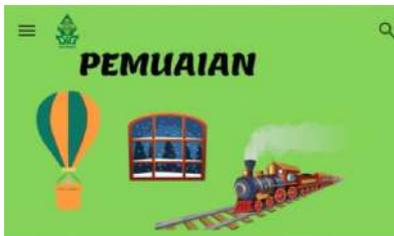
Kata "langit" sebagaimana dinyatakan dalam ayat ini, digunakan pada banyak tempat dalam Al Qur'an dengan makna luar angkasa dan alam semesta. Dengan kata lain, dalam Al Qur'an dikatakan bahwa alam semesta "mengalami perluasan atau mengembang". Alam semesta ini bukanlah sesuatu yang statis. Alam semesta adalah sesuatu yang dinamis, selalu berubah dan meluas. Hal ini diketahui setelah ilmuwan astronomi mengalami kemajuan yang sangat pesat.

Dari ayat tersebut dapat diambil pembelajaran bahwa alam semesta mengalami perluasan atau pertambahan ukuran. Dalam ilmu fisika pertambahan ukuran benda dapat disebut dengan pemuaian.

Pada umumnya, zat akan memuai jika dipanaskan dan akan menyusut jika didinginkan. Peristiwa pemuaian dan penyusutan dapat dialami oleh zat padat, zat cair, dan zat gas.

- = representasi verbal
- = representasi visual
- = representasi matematis
- = integrasi keislaman





### 1. Pemuaiian Zat Padat

Pemuaiian yang terjadi pada zat padat berupa pemuaiian panjang, pemuaiian luas dan pemuaiian volume. Besarnya pemuaiian suatu zat bergantung pada beberapa faktor, yaitu ukuran awal benda, jenis bahan dan besar perubahan suhu. Besar pemuaiian zat terkait dengan besar koefisien muainya.

Koefisien muai panjang zat adalah angka yang menunjukkan pertambahan panjang zat apabila suhunya dinaikkan 1°C.

#### a) Pemuaiian Panjang

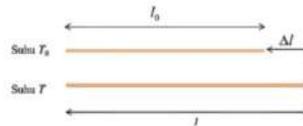
Koefisien muai panjang setiap bahan berbedabeda. Koefisien muai panjang beberapa zat dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Koefisien muai panjang berbagai zat

No.	Jenis Bahan	Koefisien Muai Panjang /°C
1.	Aluminium	$2,6 \times 10^{-5}$
2.	Baja	$1,1 \times 10^{-5}$
3.	Besi	$1,2 \times 10^{-5}$
4.	Emas	$1,4 \times 10^{-5}$
5.	Kaca	$0,9 \times 10^{-5}$
6.	Kuningan	$1,8 \times 10^{-5}$
7.	Tembaga	$1,7 \times 10^{-5}$
8.	Platina	$0,9 \times 10^{-5}$
9.	Timah	$0,3 \times 10^{-4}$
10.	Seng	$2,9 \times 10^{-5}$
11.	Pyrex	$0,3 \times 10^{-5}$
12.	Perak	$0,2 \times 10^{-4}$



Untuk mempelajari pemuaiian panjang perhatikan Gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.6 Pemuaiian panjang

Gambar 2.6 menunjukkan bahwa benda mengalami kenaikan suhu maka panjang benda bertambah. Sebuah kawat logam yang panjang mula-mulanya  $l_0$  pada suhu  $T_0$  dipanaskan hingga suhunya menjadi  $T$  maka kawat logam akan memuai menjadi  $l$ .

Secara matematis pertambahan muai panjang dapat dituliskan :

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

Panjang benda setelah dipanaskan dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$l = l_0 + \Delta l \text{ atau } l = l_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

Keterangan:

$\Delta l$  = pertambahan muai panjang (m)

$l$  = panjang benda setelah dipanaskan (m)

$l_0$  = panjang mula-mula (m)

$\alpha$  = koefisien muai panjang (/°C)

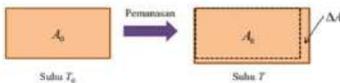
$\Delta T$  = perubahan suhu (°C)

Koefisien muai panjang berbanding lurus dengan pertambahan muai panjang dan berbanding terbalik dengan panjang benda mula-mula dan perubahan suhu, sehingga berlaku persamaan sebagai berikut:

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

### b) Pemuaihan Luas

Jika suatu zat padat yang berbentuk plat atau kuningan dipanaskan, maka pemuaihan akan terjadi ke arah panjang dan lebarnya, atau dengan kata lain zat padat mengalami pemuaihan luas. Peristiwa pemuaihan luas dapat dilihat dari Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Proses pemuaihan luas pada plat logam tipis

Gambar 2.7 menunjukkan plat dua dimensi dengan luas  $A_0$  pada suhu awal  $T_0$ . Ketika dipanaskan hingga suhunya menjadi  $T$  maka sisi plat mengalami pemuaihan.

Secara matematis pertambahan muai luas dapat dituliskan:

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

Luas benda setelah dipanaskan dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$A = A_0 + \Delta A \text{ atau } A = A_0 (1 + \beta \Delta T)$$

Keterangan:

- $\Delta A$  = pertambahan muai luas ( $m^2$ )
- $A$  = luas benda setelah dipanaskan ( $m^2$ )
- $A_0$  = luas benda mula-mula ( $m$ )
- $\beta$  = koefisien muai luas ( $^{\circ}C$ )
- $\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$ )

Koefisien muai luas suatu bahan sama dengan dua kali koefisien muai panjang, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\beta = 2\alpha$$

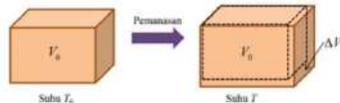
Koefisien muai luas berbanding lurus dengan pertambahan muai luas dan berbanding terbalik dengan luas benda mula-mula dan perubahan suhu, sehingga belaku Persamaan sebagai berikut:

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

### c) Pemuaihan Volume

Seperti halnya pemuaihan luas, sebuah benda berbentuk kubus padat yang memiliki volume awal  $V_0$  dengan suhu awal  $T_0$ , koefisien muai volume  $\gamma$ , maka ketika dipanaskan volumenya berubah menjadi  $V$  dengan suhu sebesar  $T$ .

Peristiwa pemuaihan volume dapat dilihat dari Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Proses pemuaihan volume

Secara matematis pertambahan muai volume dapat dituliskan:

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

Volume benda setelah dipanaskan dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$V = V_0 + \Delta V \text{ atau } V = V_0 (1 + \gamma \Delta T)$$

Keterangan:

- $\Delta V$  = pertambahan muai volume ( $m^3$ )
- $V$  = volume benda setelah dipanaskan ( $m^3$ )
- $V_0$  = volume benda mula-mula ( $m$ )
- $\gamma$  = koefisien muai volume ( $^{\circ}C$ )
- $\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$ )

Koefisien muai volume sebuah bahan sama dengan tiga kali koefisien muai panjang, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\gamma = 3\alpha$$

Koefisien muai volume berbanding lurus dengan pertambahan muai volume dan berbanding terbalik dengan volume benda mula-mula dan perubahan suhu, sehingga berlaku persamaan sebagai berikut:

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

☰  🔍

**Contoh soal 1**

Sebuah batang kuningan memiliki panjang mula-mula 0,5 m pada suhu 15 °C. Berapa panjang batang kuningan itu pada suhu 165 °C jika koefisien muai panjangnya 0,000019/°C?

Penyelesaian

Diketahui:

$$l = 0,5 \text{ m}$$

$$T_1 = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 165 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 0,000019/^{\circ}\text{C}$$

Ditanya  $l = ?$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 165 \text{ }^{\circ}\text{C} - 15 \text{ }^{\circ}\text{C} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

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

$$l = 0,5 (1 + 0,000019 \times 150)$$

$$l = 0,5014 \text{ m}$$

Jadi panjang batang kuningan adalah 0,5014 m

**Contoh soal 2**

Sekeping aluminium dengan panjang 4 m dan lebar 3 m dipanaskan dari 40°C sampai 140°C. Jika koefisien muai panjang aluminium tersebut ( $\alpha$ ) adalah  $2,5 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , tentukan luas keping aluminium setelah dipanaskan.

Diketahui:

$$A_0 = 4 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$$

$$\beta = 2\alpha = 2(2,5 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}) = 5 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = 140^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C} = 100^{\circ}\text{C}$$

Ditanyakan:  $A = \dots?$

Jawab:

$$A = 12 (1 + \beta \Delta T)$$

$$A = 12 (1 + 5 \times 10^{-5} \times 100)$$

$$A = 12 (1 + 5 \times 10^{-3})$$

$$A = 12 (1 + 0,005)$$

$$A = 12 (1,005)$$

$$A = 12,06 \text{ m}^2$$

Jadi, luas keping aluminium setelah dipanaskan adalah 12,06 m<sup>2</sup>.

☰  🔍

**Contoh soal 3**

Sebuah bejana memiliki volume 10 m<sup>3</sup> pada suhu 25°C. Jika koefisien muai panjang bejana  $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan volume bejana pada suhu 75°C!

Diketahui:

$$\gamma = 3\alpha = 3 \times 2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C} = 6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 75^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$$

$$V_0 = 10 \text{ m}^3$$

Ditanyakan:  $V = \dots?$

Jawab:

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

$$V = 10(1 + 6 \times 10^{-5} \times 50)$$

$$V = 10(1 + 3 \times 10^{-3})$$

$$V = 10(1 + 0,003)$$

$$V = 10 \times 1,003$$

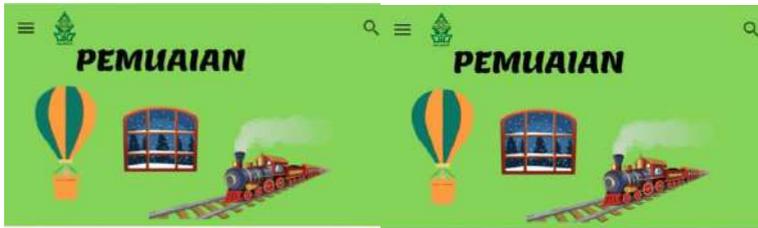
$$V = 10,03 \text{ m}^3$$

Jadi, volume bejana setelah dipanaskan adalah 10,03 m<sup>3</sup>

- = representasi verbal
- = representasi visual
- = representasi matematis
- = integrasi keislaman



< ○ ☰



## 2. Pemuaiannya Zat Cair

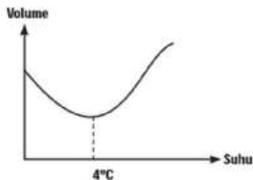
Sebagaimana halnya zat padat, zat cair juga mengalami pemuaian ketika dipanaskan. Namun pada zat cair hanya terjadi pemuaian volume karena bentuk dari zat cair yang tidak tetap (mengikuti wadahnya). Besarnya pemuaian volume zat cair secara matematis dituliskan sebagai berikut:

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

Pada umumnya hampir setiap zat cair memuai jika dipanaskan dan menyusut ketika didinginkan.

Namun hal ini tidak berlaku pada air. Air memiliki sifat yang istimewa dibandingkan zat cair lainnya. Jika sejumlah air dipanaskan dari suhu 0°C hingga 4°C, maka volume air akan menyusut dan bila didinginkan dengan suhu diatas 4°C volumenya akan memuai. Sifat air yang tidak teratur inilah yang bertentangan dengan sifat pemuaian sehingga dinamakan dengan anomali air.

Grafik anomali air dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Grafik anomali air

- = representasi verbal
- = representasi visual
- = representasi matematis
- = integrasi keislaman

## 3. Pemuaiannya Zat Gas

Selain zat cair, pemuaian volume juga terjadi pada gas. Contohnya dapat dilihat pada Gambar 2.10 bahwa balon udara yang dapat terbang tinggi ketika dipanaskan hal ini terjadi karena volume gas atau udara di dalam balon akan mengembang ketika diberi panas/kalor.



Gambar 2.10 Balon udara

Sama halnya dengan zat padat dan zat cair, pemuaian zat gas juga mengalami pemuaian volume. Besarnya pemuaian volume zat gas secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

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

Pemuaiannya zat gas terdapat beberapa persamaan sesuai dengan proses pemanasannya.

a. Isobarik	b. Isokhorik
-------------	--------------

Pemuaiian gas pada tekanan tetap atau isobarik berlaku Hukum Charles. Hukum Charles menyatakan bahwa pada tekanan tetap, volume gas sebanding dengan suhunya.

Secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{V}{T} = \text{konstan atau } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Dengan:

$V$  = volume gas pada suhu tetap ( $m^3$ )

$T$  = suhu mutlak gas pada tekanan tetap (K)

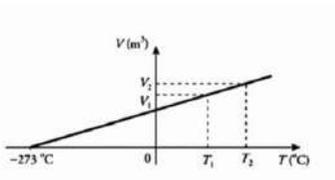
$V_1$  = volume gas pada keadaan 1 ( $m^3$ )

$T_1$  = suhu mutlak gas pada keadaan 1 (K)

$V_2$  = volume gas pada keadaan 2 ( $m^3$ )

$T_2$  = suhu mutlak gas pada keadaan 2 (K)

Grafik 2.11 menunjukkan hubungan volume gas dan suhu mutlak yang merupakan garis lurus dari titik asal. Volume gas dengan jumlah tertentu berbanding lurus dengan suhu mutlak ketika tekanan dijaga konstan.



Gambar 2. 11 Grafik hubungan V-T pada tekanan tetap

Pemuaiian gas yang terjadi pada volume atau isokhorik berlaku hukum Boyle-Gay Lussac. Hukum Gay Lussac menyatakan bahwa pada volume konstan, tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya.

Secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{P}{T} = \text{konstan atau } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Dengan:

$P$  = tekanan gas pada tekanan tetap ( $m^2$ )

$T$  = suhu mutlak gas pada tekanan tetap (K)

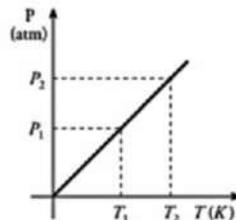
$P_1$  = tekanan gas pada keadaan 1 ( $m^2$ )

$T_1$  = suhu mutlak gas pada keadaan 1 (K)

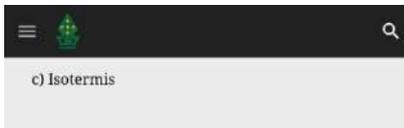
$P_2$  = tekanan gas pada keadaan 2 ( $m^2$ )

$T_2$  = suhu mutlak gas pada keadaan 2 (K)

Grafik yang menunjukkan hubungan tekanan ( $P$ ) dan suhu mutlak ( $T$ ) pada volume tetap ( $V$ ) dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Grafik hubungan P-T pada volume tetap



Pemuatan gas pada suhu atau isotermis berlaku hukum Boyle.

Hukum Boyle menyatakan bahwa dalam ruangan tertutup, volume sejumlah massa gas berubah berbanding terbalik dengan tekanan ketika suhunya konstan.

Secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$PV = \text{konstan atau } P_1V_1 = P_2V_2$$

Dengan:

$P$  = tekanan gas pada suhu tetap (Pa)

$V$  = volume gas pada suhu tetap ( $\text{m}^3$ )

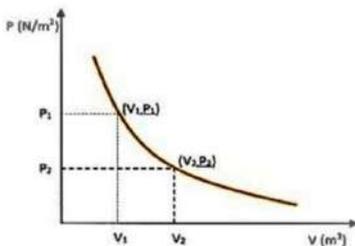
$P_1$  = tekanan gas pada keadaan 1 (Pa)

$V_1$  = volume gas pada keadaan 1 ( $\text{m}^3$ )

$P_2$  = tekanan gas pada keadaan 2 (Pa)

$V_2$  = volume gas pada keadaan 2 ( $\text{m}^3$ )

Grafik tekanan ( $P$ ) terhadap volume gas ( $V$ ) untuk suhu tetap dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Grafik hubungan P-V pada suhu konstan

- = representasi verbal
- = representasi visual
- = representasi matematis
- = integrasi keislaman



Peristiwa perpindahan kalor dapat dengan mudah kalian jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu contohnya yang berkaitan dengan perpindahan kalor adalah panas matahari dapat sampai ke bumi tanpa melalui zat perantara (medium). Perpindahan ini disebut perpindahan kalor secara radiasi. Sebagaimana termuat dalam Al-Quran Surah An-Naziat ayat 29, sebagai berikut:

وَالظُّلُمُ لَيْلًا وَأَمْرَجَ ضَمِيرًا

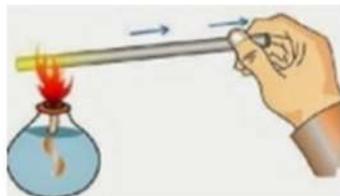
Artinya: Dan Dia menjadikan malamnya gelap gulita, dan menjadikan siangnya terang benderang.

Menurut tafsir Ash-Shaghir, pada lafadz *وَأَمْرَجَ ضَمِيرًا* yang artinya siangnya terang benderang, menjelaskan bahwa pada siang hari Allah SWT menampatkan cahaya matahari bagi para penduduk bumi yang menyaksikan matahari agar mereka merasakan adanya cahaya dan kehangatan pada waktu siang hari di bumi.

## Konduksi

Konduksi adalah perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat tersebut.

Perpindahan kalor secara konduksi terjadi pada zat padat. Contohnya, ketika salah satu ujung logam dipanaskan, maka ujung lainnya akan ikut panas. Lantas, pernahkah kalian berpikir bagaimana hal tersebut dapat terjadi? Perpindahan kalor ini terjadi karena perbedaan suhu yang menyebabkan adanya kalor yang berpindah dari ujung yang dipanaskan ke ujung yang dingin. Kalor akan terus merambat tanpa terjadi perpindahan partikel.



Gambar 2.14. Perpindahan kalor secara konduksi

Laju perpindahan kalor secara konduksi dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut:

$$H = \Delta Q / \Delta t = kA (\Delta T / L)$$

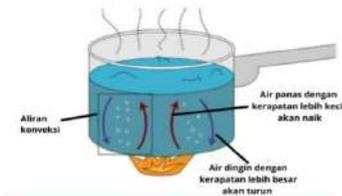
Keterangan:

- $H$  = laju perpindahan kalor (J/s)  
 $\Delta Q / \Delta t$  = perpindahan kalor perdetik (J/s)  
 $k$  = koefisien konduksi termal (J/m°C atau J/mK)  
 $A$  = luas penampang batang (m)  
 $\Delta T$  = perubahan suhu (°C atau K)  
 $L$  = panjang batang (m)

## Konveksi

Konveksi hanya terjadi pada benda yang memiliki atom atau molekul yang dapat bergerak bebas. Benda seperti ini adalah fluida yang terdiri dari zat cair dan gas. Jadi, konveksi terjadi dalam zat cair atau gas. Ketika air di dalam panci dipanaskan maka bagian air yang menerima panas adalah bagian yang bersentuhan dengan panci, khususnya bagian dasar panci. Namun, lama-kelamaan seluruh bagian air menjadi panas karena adanya aliran molekul air dari bawah ke atas. Aliran tersebut mendesak air yang dingin yang berada di atas untuk turun sehingga mengalami pemanasan. Artinya ada perpindahan kalor yang mengalir dari api kompor ke dasar permukaan panci. Perpindahan kalor inilah yang disebut dengan konveksi. Maka apa itu konveksi?

**Konveksi adalah perpindahan kalor yang melalui suatu zat disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat tersebut.**



Gambar 2.15 Perpindahan kalor secara konveksi alami

Laju perpindahan kalor secara konveksi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$H = \Delta Q / \Delta t = hA \Delta T$$

Keterangan:

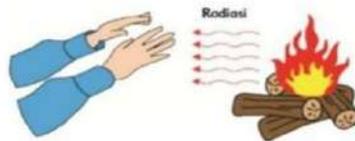
- $H$  = laju perpindahan kalor (J/s)  
 $\Delta Q$  = jumlah kalor yang mengalir (J)  
 $\Delta t$  = selang waktu (s)  
 $h$  = koefisien konveksi termal (J/sm<sup>2</sup> K atau J/sm<sup>2</sup>°C)  
 $A$  = luas benda yang memancarkan radiasi (m<sup>2</sup>)  
 $\Delta T$  = perbedaan suhu antara benda dan fluida (K atau °C)

## Radiasi

**Radiasi adalah perpindahan kalor tanpa melalui medium.**

Matahari merupakan sumber energi terbesar bagi keberlangsungan makhluk hidup di bumi. Panas matahari dapat sampai ke bumi terjadi secara radiasi. Nah, mengapa panas dapat berpindah secara radiasi? Karena panas tersebut dibawa oleh gelombang elektromagnetik.

Contoh sederhana lainnya yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah ketika kita menyalakan api unggun maka kita yang duduk sekitar api unggun akan merasakan panas dari api unggun tersebut.



Gambar 2.16 Perpindahan kalor secara radiasi

Secara matematis, pernyataan di atas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H = \Delta Q / \Delta t = e \sigma A T^4$$

Keterangan:

- $H$  = laju perpindahan kalor (J/s)  
 $\Delta Q$  = jumlah kalor radiasi yang mengalir (J)  
 $\Delta t$  = selang waktu (s)  
 $e$  = emisivitas benda atau koefisien pancaran suatu benda  
 $\sigma$  = konstanta Boltzman ( $5,67 \times 10^{-8}$  W/m<sup>2</sup> K<sup>4</sup>)  
 $A$  = luas benda yang memancarkan radiasi (m<sup>2</sup>)  
 $T$  = suhu (K)

### Contoh soal 1

Batang besi dengan panjang 4 m, memiliki luas penampang 24 cm<sup>2</sup>, dan perbedaan suhu kedua ujungnya 50° C. Jika koefisien konduksi termalnya 0,2 kal/msC. Tentukan jumlah kalor yang dirambatkan!

Solusi:

Diketahui:

$$L = 4 \text{ m}$$

$$A = 24 \text{ cm}^2 = 0,0024 \text{ m}^2 = 24 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k = 0,2 \text{ kal/msC}$$

$$\Delta T = 50^\circ \text{ C}$$

$$\text{Ditanya: } H = \dots ?$$

Jawab:

$$H = (k \cdot A \cdot \Delta T) / L$$

$$H = (0,2 \cdot 24 \times 10^{-4} \cdot 50) / 4$$

$$H = 0,0024/4$$

$$H = 0,0006$$

$$H = 6 \times 10^{-4} \text{ J/s}$$

Jadi, jumlah kalor yang dirambatkan oleh besi yang dipanaskan adalah  $6 \times 10^{-4}$  J/s.

**Contoh soal 2**

Suatu fluida dengan koefisien konveksi termal 0,01 kal/ms°C, memiliki luas penampang aliran 20 cm<sup>2</sup>. Jika fluida tersebut mengalir dari dinding yang bersuhu 100°C ke dinding lainnya yang bersuhu 20°C dan kedua dinding sejajar, berapakah besar kalor yang dirambatkan?

Pembahasan:

Diketahui:

$$h = 0,01 \text{ kal/ms}^\circ\text{C}$$

$$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 100 - 20 = 80^\circ\text{C}$$

Ditanyakan H = ...?

Jawaban:

$$H = hA \Delta T$$

$$H = 0,01 \times 20 \times 10^{-4} \times 80$$

$$H = 1,6 \times 10^{-3} \text{ kal/s}$$

Jadi, kalor yang dirambatkan sebesar  $1,6 \times 10^{-3} \text{ kal/s}$

**Contoh soal 3**

Sebuah benda hitam dengan luas permukaan 100 cm<sup>2</sup> memiliki suhu 127°C. Tentukan jumlah energi yang dipancarkan benda hitam tersebut selama 1 menit?

Diketahui:

$$A = 100 \text{ cm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$$

$$T = 127^\circ\text{C} + 273 = 400 \text{ K}$$

$$t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ s}$$

$$e = 1$$

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

Ditanya: Q = ?

Jawab:

$$H = Q/t = e \sigma A T^4$$

$$Q = e \sigma A T^4 t$$

$$Q = 1 \cdot 5,67 \times 10^{-8} \cdot 0,01 \cdot (400)^4 \cdot 60$$

$$Q = 87,09 \text{ J}$$

Jadi jumlah energi yang dipancarkan sebesar 87,09 J.

- = representasi verbal
- = representasi visual
- = representasi matematis
- = integrasi keislaman



Created by  
Nurul Istiqomah (2008066038)

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

Pembimbing 2  
Sheilla Rully Anggita, M.Si.

At the bottom of the screen, there is a white navigation bar with a left arrow, a central circle, and a right hamburger menu icon.

## 2.7 Asesmen



The screenshot shows a mobile application interface with a green header. At the top left is a hamburger menu icon, and at the top right is a search icon. In the center of the header is a lightbulb icon with a brain inside, and below it, the word "ASESMEN" is written in bold, black, uppercase letters. Below the header, the main content area has a white background. The title "Asesmen Suhu dan Kalor" is displayed in a large, bold, black font. To the right of the title is a small square icon with a document symbol. Below the title, the text "Petunjuk Pengerjaan:" is followed by a numbered list of instructions. At the bottom left of the content area is a small circular icon with an 'i' inside. At the bottom of the screen is a light blue navigation bar with three icons: a back arrow, a home circle, and a hamburger menu.

### Asesmen Suhu dan Kalor

**Petunjuk Pengerjaan:**

1. Berdoa terlebih dahulu sebelum mengerjakan
2. Tuliskan nama dan kelas pada lembar jawaban
3. Bacalah dengan teliti soal-soal yang diberikan.
4. Apabila ada yang kurang jelas dapat ditanyakan pada guru.
5. Kerjakan secara individu tanpa kerja sama dengan teman.
6. Jawablah soal dengan:
  - o menuliskan apa yang diketahui dan ditanya dalam soal,
  - o merumuskan berbagai kemungkinan sesuai dengan permasalahan,
  - o menuliskan konsep atau rumus yang bisa diterapkan untuk menyelesaikan soal,
  - o mengerjakan soal dengan aturan matematika yang benar

## 2.8 Glosarium



- Asas Black** : Jumlah kalor yang diserap benda sama dengan jumlah kalor yang dilepas
- Kalor Jenis** : Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu tiap 1 kg massa zat sebesar 1°C
- Kalor Laten** : Kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud zat
- Kalor** : Energi panas yang berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah
- Kalorimeter** : Alat untuk mengukur kalor
- Konduksi** : Perpindahan kalor tanpa disertai perpindahan partikel zat
- Konveksi** : Perpindahan kalor disertai perpindahan partikel zat
- Pemuaian** : Perubahan ukuran suatu benda akibat perubahan suhu



## 2.9 Referensi



- Abdullah, M. (2016). Fisika Dasar 1. In *Bandung: Institut Teknologi Bandung*.
- Giancoli, D. C. (2001). Fisika Jilid 1. *Jakarta: Erlangga*.
- Minarti, Y. C. "Air Mendidih-Materi Kalor dan Perubahannya" Youtube, 27 April 2021, <https://youtu.be/CM1qXroQzp4?si=BUXq3CnIs0rW6qIX>
- PesonaEdu. "Apakah Tangan Kita Dapat Mengukur Suhu Suatu Benda dengan Baik? Youtube, 12 Mei 2015, <https://youtu.be/AbvH30eRl3s?feature=shared>
- Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. *Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi*.
- Sani, R. A. (2019). Fisika Berbasis Alquran. *Jakarta: Amzah*.
- SukaFisika. "Asas Black (Heat and Temperature: Black Principle)" Youtube, 19 September 2017, <https://youtu.be/JVCSUKVd6Jl?si=1Z5AuBZIGDWA-At3>
- Uyuyarah, N. (2014). Buku Pintar Sains dalam Al Quran. *Jakarta: Zaman*.



## Lampiran 3 Instrumen validasi e-modul

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI  
SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

**ASPEK MEDIA**

Nama :

Jabatan :

Instansi :

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Isi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini adalah tindak lanjut dari Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor.
3. Penilaian dilakukan dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan.
4. Kritik dan saran ditulis secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

**B. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI**

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
1.	Perangkat lunak	5	1) Ketepatan jenis aplikasi/software yang digunakan untuk pengembangan. 2) Tidak membutuhkan keahlian khusus untuk mengoperasikan media. 3) Proses instalasi pada smartphone android berjalan dengan lancar 4) Produk sesuai dengan kemampuan android saat ini.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

2.	Penyajian e-modul	5	<p>1) Memuat Tujuan Pembelajaran (TP) yang jelas dan menggambarkan pencapaian Capaian Pembelajaran (CP).</p> <p>2) Memuat materi pembelajaran yang dikemas secara spesifik, sehingga memudahkan dipelajari secara tuntas.</p> <p>3) Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran.</p> <p>4) Tersedia contoh soal, latihan, dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur kemampuan siswa.</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
3.	Keterbacaan tulisan	5	<p>1) Kesesuaian pemilihan jenis font.</p> <p>2) Penggunaan ukuran huruf yang proporsional.</p> <p>3) Jumlah baris per halaman sesuai sehingga mudah dibaca.</p> <p>4) Penggunaan spasi yang proporsional.</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
4.	Warna	5	<p>1) Warna yang digunakan pada cover seimbang dengan warna yang terdapat pada e-modul</p> <p>2) Perpaduan warna yang cukup konsisten dan menarik</p> <p>3) Penerapan warna tidak mengganggu keterbacaan teks</p> <p>4) Desain warna setiap halaman yang proporsional</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

5.	Cover	5	1) Kejelasan judul modul. 2) Tata letak teks dan gambar yang proporsional. 3) Penggunaan tulisan dan gambar yang jelas. 4) Ilustrasi sampul menggambarkan isi/materi dalam e-modul
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
6.	Kualitas tampilan	5	1) Komposisi dan desain layout aplikasi sudah tepat. 2) Desain menarik dan konsisten. 3) Layout memudahkan pembaca memahami materi. 4) Desain produk sesuai dengan prinsip desain multimedia, yaitu : kesatuan, kesinambungan, keseimbangan.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
7.	Efektif dan efisien	5	1) E-modul berjalan dengan lancar dan tanpa jeda saat pergantian tampilan 2) E-modul dapat digunakan dimanapun 3) Tampilan menarik dan sederhana 4) Tidak memerlukan ruang penyimpanan yang besar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

### C. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
1.	Perangkat lunak					
2.	Penyajian e-modul					
3.	Keterbacaan tulisan					

4.	Warna					
5.	Cover					
6.	Kualitas tampilan					
7.	Efektif dan efisien					

**D. KRITIK DAN SARAN****E. KESIMPULAN**

Setelah mengisi tabel penilaian, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka dibawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor ini dinyatakan:

- 1 : Tidak layak diujicobakan
- 2 : Layak diujicobakan dengan banyak revisi
- 3 : Layak diujicobakan dengan sedikit revisi
- 4 : Layak diujicobakan tanpa revisi

\*) Lingkari salah satu

Semarang, .....

Validator,

.....

NIP.

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI  
SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

**ASPEK MATERI**

Nama :

Jabatan :

Instansi :

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Isi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini adalah tindak lanjut dari Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor.
3. Penilaian dilakukan dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan.
4. Kritik dan saran ditulis secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

**B. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI**

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
<b>Kelayakan Isi</b>			
1.	Kesesuaian dengan materi	5	1) Materi telah sesuai dengan Tujuan Pembelajaran (TP) dan Capaian Pembelajaran (CP). 2) Materi yang disusun sudah relevan untuk siswa SMA 3) Konsep yang disajikan tidak menimbulkan multitafsir 4) Soal telah sesuai dengan materi suhu dan kalor
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
2.	Keakuratan materi	5	1) Keakuratan konsep dengan definisi 2) Keakuratan persamaan 3) Keakuratan gambar dan ilustrasi 4) Keakuratan simbol dan ikon

		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
3.	Kemutakhiran materi	5	1) Materi yang disajikan sesuai dengan keilmuan fisika dan saling terkait. 2) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan zaman. 3) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep. 4) Isi materi berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
4.	Integrasi keislaman	5	1) Nilai-nilai keislaman diintegrasikan mudah untuk dipahami. 2) Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan sesuai dengan materi yang disajikan. 3) Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan merupakan contoh fisika dalam kehidupan sehari-hari. 4) Pemilihan kata-kata yang bernuansa islami.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Kebahasaan</b>			
5.	Kejelasan informasi	5	1) Bahasa yang digunakan mudah dipahami. 2) Tulisan jelas dan mudah dibaca. 3) Kata perintah/petunjuk jelas. 4) Kalimat yang digunakan tidak bermakna ganda.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		1	Tidak mencakup semua poin
6.	Kesesuaian EYD (Ejaan Bahasa Indonesia)	5	1) Penggunaan ejaan bahasa Indonesia secara benar 2) Kebenaran penggunaan istilah 3) Pemilihan diksi yang tepat. 4) Penggunaan tanda baca yang benar.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Kelayakan penyajian</b>			
7.	Teknik penyajian	5	1) Materi disajikan secara sistematis 2) Kelengkapan komponen e-modul 3) Keurutan konsep 4) Keterlibatan peserta didik
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Multi representasi</b>			
8.	Representasi grafik	5	1) Ketersediaan representasi grafik pada e-modul. 2) Grafik yang disajikan sesuai dengan konsep. 3) Grafik yang disajikan menambah pemahaman terhadap materi. 4) Ketersediaan keterangan (caption) pada grafik.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
9.	Representasi matematis	5	1) Ketersediaan representasi matematis pada e-modul. 2) Persamaan yang disajikan sesuai dengan materi. 3) Penulisan persamaan memudahkan siswa memahami materi 4) Penulisan persamaan sudah benar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi		
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi		
		1	Tidak mencakup semua poin		
10.	Representasi verbal	5	1) Ketersediaan representasi verbal pada e-modul. 2) Penjelasan yang disajikan sesuai dengan materi 3) Penulisan memudahkan siswa memahami materi 4) Penjelasan menggunakan bahasa yang mudah dimengerti siswa		
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi		
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi		
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi		
		1	Tidak mencakup semua poin		
		11.	Representasi gambar	5	1) Ketersediaan representasi gambar pada e-modul. 2) Gambar yang disajikan sesuai dengan konsep 3) Gambar yang disajikan menambah pemahaman terhadap materi 4) Ketersediaan keterangan (caption) pada gambar
		4		3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi	
3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi				
2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi				
1	Tidak mencakup semua poin				

### C. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
<b>Kelayakan Isi</b>						
1.	Kesesuaian dengan materi					
2.	Keakuratan materi					
3.	Kemutakhiran materi					
4.	Integrasi keislaman					
<b>Kebahasaan</b>						
5.	Kejelasan informasi					
6.	Kesesuaian EYD (Ejaan Bahasa Indonesia)					
<b>Kelayakan penyajian</b>						
7.	Teknik penyajian					

Multi Representasi						
8.	Representasi grafik					
9.	Representasi matematis					
10.	Representasi verbal					
11.	Representasi gambar					

#### D. KRITIK DAN SARAN

#### E. KESIMPULAN

Setelah mengisi tabel penilaian, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka dibawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor ini dinyatakan:

- 1 : Tidak layak diujicobakan
- 2 : Layak diujicobakan dengan banyak revisi
- 3 : Layak diujicobakan dengan sedikit revisi
- 4 : Layak diujicobakan tanpa revisi

\*) Lingkari salah satu

Semarang, .....

Validator,

.....

NIP.

## Lampiran 4 Instrumen penilaian keterbacaan e-modul

**ANGKET PENILAIAN KETERBACAAN E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN  
KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI  
SUHU DAN KALOR**

Nama :

Kelas :

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

- Tuliskan data diri pada tempat yang sudah disediakan
- Bacalah baik-baik setiap pernyataan yang diberikan
- Berilah tanda ceklist (✓) pada kolom kategori sesuai penilaian kalian terhadap e-modul pada kolom jawaban.
- Kriteria penilaian:
  - Skor 5: Sangat Baik
  - Skor 4: Baik
  - Skor 3: Cukup
  - Skor 2: Kurang
  - Skor 1: Sangat Kurang
- Terimakasih untuk partisipasinya dalam mengisi angket ini.

**B. LEMBAR PENILAIAN**

No.	Aspek	Indikator	Skor				
			1	2	3	4	5
1.	Materi	1. Materi yang disajikan dalam e-modul mudah dipahami					
		2. Materi yang dipaparkan jelas					
		3. Materi sesuai dengan KI dan KD					
		4. Materi dalam e-modul berkaitan dengan nilai-nilai keislaman					
2.	Kebahasaan	5. Kalimat yang digunakan dapat dibaca dengan jelas					
		6. Menggunakan bahasa yang mudah dipahami					
		7. Bahasa yang digunakan sesuai dengan situasi perkembangan siswa					
3.	Kegrafikan	8. Menggunakan font, jenis, dan ukuran yang tepat					

		9. Ilustrasi gambar yang disajikan dapat dipahami dengan mudah						
		10. Desain yang digunakan menarik						

**C. KRITIK DAN SARAN**

--

## Lampiran 5 Instrumen respon siswa

## ANGKET RESPON SISWA

**E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN  
MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

Nama :

Kelas :

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

- Tuliskan data diri pada tempat yang sudah disediakan
- Bacalah baik-baik setiap pernyataan yang diberikan
- Berilah tanda ceklist (✓) pada kolom kategori sesuai penilaian kalian terhadap e-modul pada kolom jawaban.
- Kriteria penilaian:  
Skor 5: Sangat Baik  
Skor 4: Baik  
Skor 3: Cukup  
Skor 2: Kurang  
Skor 1: Sangat Kurang
- Terimakasih untuk partisipasinya dalam mengisi angket ini.

**B. LEMBAR PENILAIAN**

No.	Indikator Penilaian	Pernyataan	Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Ketertarikan	1. Tampilan E-modul ini menarik					
		2. E-modul ini membuat saya lebih bersemangat mempelajari fisika					
		3. Dengan menggunakan e-modul ini dapat membuat belajar fisika tidak membosankan					
		4. E-modul ini mendukung saya menguasai fisika khususnya materi suhu dan kalor					
		5. Kata motivasi yang terdapat dalam e-modul berpengaruh terhadap sikap saya dalam belajar					
		6. Dengan adanya ilustrasi dapat memberikan motivasi dalam mempelajari materi					
2.	Materi	7. Penyampaian materi dalam e-modul ini berkaitan dengan kehidupan sehari-hari					

		8. Materi yang disajikan dalam e-modul ini mudah saya pahami						
		9. Dalam e-modul ini terdapat beberapa bagian untuk saya menemukan konsep sendiri						
		10. Penyajian materi dalam e-modul ini mendorong saya untuk berdiskusi						
		11. E-modul ini memuat tes formatif yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman saya						
		12. E-modul ini mampu meningkatkan keterampilan saya dalam memecahkan masalah atau menyelesaikan soal-soal.						
		13. Nilai-nilai keislaman dalam e-modul mudah untuk dipahami.						
3.	Bahasa	14. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam e-modul ini jelas dan mudah dipahami						
		15. Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami						
		16. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca						

#### D. KRITIK DAN SARAN

## Lampiran 6 Instrumen validasi butir soal

## LEMBAR ANKET INSTRUMEN VALIDASI

## BUTIR SOAL URAIAN

Nama :

Jabatan :

Instansi :

## A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Mohon Bapak/Ibu mengisi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini digunakan untuk mengetahui pertimbangan validator terhadap instrumen yang akan digunakan untuk mengumpulkan data penelitian.
3. Mohon Bapak/Ibu melakukan penilaian dengan memberi skor pada kolom yang sudah disediakan.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar penilaian yang sudah disediakan.
5. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut;

No.	Kriteria	Skor
1.	Sangat Setuju (SS)	4
2.	Setuju (S)	3
3.	Kurang Setuju (KS)	2
4.	Sangat Kurang Setuju (SK)	1

**B. LEMBAR PENILAIAN**

No.	Aspek	Butir soal																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>A.</b>	<b>Materi</b>																				
1.	Butir soal sesuai dengan tujuan pembelajaran																				
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai																				
3.	Materi yang ditanyakan sesuai dengan tujuan pembelajaran																				
4.	Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang jenis sekolah atau tingkat kelas																				
5.	Butir soal sesuai dengan materi																				
6.	Butir soal memiliki persamaan, simbol, dan konsep yang akurat																				
7.	Butir soal telah terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman																				
8.	Butir soal mengandung multi representasi (verbal/grafik/matematis/gambar)																				
9.	Butir soal dapat merangsang siswa memiliki keterampilan pemecahan masalah																				
<b>B.</b>	<b>Konstruksi Soal</b>																				
10.	Menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban uraian																				
11.	Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal																				
12.	Ada pedoman penskorannya																				
13.	Tabel, gambar, grafik, peta, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca																				
<b>C.</b>	<b>Bahasa</b>																				
14.	Rumusan kalimat soal komunikatif																				



## Lampiran 7 Modul ajar



### MODUL AJAR SUHU DAN KALOR

A. Informasi Umum	
Nama Penyusun	Nurul Istiqomah
Nama Sekolah	SMA Negeri 5 Semarang
Mata Pelajaran	Fisika
Tahun Pelajaran	2023/2024
Fase	F
Kelas/Semester	XI/II
Materi	Suhu dan Kalor
Alokasi Waktu	8 JP (1 JP x 45 Menit)
Kompetensi Awal	Peserta didik mempunyai kemampuan dasar tentang suhu dan kalor
Profil Pelajar Pancasila	Beriman kepada Tuhan yang Maha Esa Berakhlak Mulia. Bergotong-Royong. Kreatif. Mandiri. Bernalar Kritis. Berkebhinekaan Global.
Sarana dan Prasarana	Ruang Kelas Perangkat yang terhubung internet LCD
Target Peserta Didik	Pelajar Reguler SMA Negeri 5 Semarang
Model Pembelajaran	Discovery Learning
Kata Kunci	Suhu, Termometer, Skala Suhu, Kalor, Pemuatan, Azas Black, Pengaruh Kalor terhadap Zat, Perpindahan Kalor.

B. Komponen Inti	
<b>Capaian pembelajaran Fase F</b>	
<p>Pada akhir fase F, peserta didik mampu memahami konsep gerak satu dan dua dimensi beserta penggunaan vektor untuk analisisnya, hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur, hubungan usaha dan energi, momentum dan impuls, serta penerapannya dalam analisis gerak benda dan desain teknologi: penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari, konsep <b>kalor</b> dan termodinamika serta penerapannya dalam meninjau efisiensi mesin kalor, konsep osilasi, gelombang, dan karakteristiknya untuk menjelaskan fenomena bunyi dan cahaya, sifat dan pengaruh muatan listrik serta pemanfaatannya dalam komponen listrik: sifat arus listrik dan hubungan antar besaran fisis pada rangkaian listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, elektromagnetisme serta penerapannya dalam teknologi, teori relativitas khusus dan pengaruhnya terhadap pemahaman atas ruang dan waktu, teori kuantum dan pengaruhnya dalam perkembangan elektronika: pemanfaatan teknologi pemrosesan data digital untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari, model inti atom untuk menjelaskan fenomena radioaktivitas, pemanfaatan, dan proteksi dari risiko bahayanya. 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>	
<b>Tujuan Pembelajaran</b>	
<p>Pada akhir pembelajaran diharapkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik mampu memahami besaran suhu dan konversi satuannya.</li> </ol>	

<p>2. Peserta didik mampu menganalisis pengaruh kalor terhadap suhu, wujud benda, dan ukuran benda dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>3. Peserta didik mampu menerapkan asas black secara kuantitatif.</p> <p>4. Peserta didik mampu menganalisis perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p><b>Persiapan Pembelajaran</b></p> <p>1. Siapkan terlebih dahulu bahan untuk demonstrasi</p> <p>2. Siapkan tampilan/power point terkait suhu dan kalor</p> <p>3. Siapkan gambar/video terkait suhu dan kalor</p> <p>4. Siapkan perangkat yang terkoneksi internet untuk mengakses e-modul</p> <p>5. Siapkan instrumen, asesmen, dan daftar hadir</p>
---

C. Kegiatan Pembelajaran		
Pertemuan 1 (2JP)		
Kegiatan	Deskripsi	
	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
<b>Pendahuluan (10 menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengucapkan salam, mengajak peserta didik berdoa dan memeriksa kehadiran peserta didik.</li> <li>Pemberian motivasi menggunakan berbagai tayangan dan pertanyaan yang berhubungan dengan suhu.</li> <li>Menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>Memberikan soal pretest secara lisan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjawab salam, berdoa dan menjawab kehadiran.</li> <li>Menyimak dan menjawab pertanyaan yang muncul</li> <li>Menyimak penjelasan tentang suhu</li> <li>Menyimak penyampaian tujuan pembelajaran</li> <li>Menjawab soal pretest</li> </ul>
<b>Inti (70 menit)</b>	<b>Fase 1. Stimulation (stimulasi/pemberian rangsangan)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan stimulus dengan cara menanya jika terdapat dua gelas yang berisi air panas dan air dingin. Ketika kalian memasukkan jari ke dalam air panas, apa yang kalian rasakan? Dan ketika kalian memasukkan jari ke dalam air dingin, apa yang kalian rasakan? Apakah jari dapat dijadikan sebagai alat ukur suatu benda?</li> <li>Guru menjelaskan tentang suhu, jenis-jenis termometer, dan skala suhu.</li> <li>Guru meminta peserta didik untuk mengerjakan contoh-contoh soal yang ada di e-modul muris.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyimak pertanyaan dan penjelasan yang diberikan oleh guru</li> <li>Peserta didik maju dan mengerjakan soal-soal e-modul muris.</li> </ul>
	<b>Fase 2: Problem statement (pertanyaan/identifikasi masalah)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing peserta didik mengidentifikasi masalah sebanyak mungkin dari tayangan dan penjelasan guru melalui kegiatan belajar:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik mampu bertanya untuk membentuk pikiran yang kritis dan mampu memecahkan masalah.</li> </ul>

	<p>Contoh pertanyaan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bagaimana cara mengukur suhu dengan tepat?</li> <li>2. Skala apa yang digunakan pada Termometer tersebut?</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dari pertanyaan-pertanyaan tersebut, guru mengarahkan siswa untuk berhipotesis.</li> </ul>	
<b>Fase 3 : Data collection (Pengumpulan Data)</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membimbing dan memotivasi masing-masing individu dalam kelompok untuk mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan permasalahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mencari informasi dengan diskusi dan kajian literature untuk memecahkan permasalahan.</li> </ul>
<b>Fase 4 : Data Processing (Pengolahan Data)</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempersilahkan peserta didik berdiskusi dengan bantuan buku dan sumber-sumber dari internet</li> <li>• Melakukan penilaian otentik sikap (observasi) menggunakan format penilaian yang ada pada instrumen penilaian sikap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan diskusi kelompok</li> <li>• Berperan aktif dalam diskusi kelas</li> </ul>
<b>Fase 5 : Verification (Pembuktian)</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membimbing peserta didik melakukan pembuktian terhadap jawaban permasalahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan pembuktian data melalui diskusi</li> </ul>
<b>Fase 6 : Generalization (Menarik kesimpulan/generalisasi)</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membimbing peserta didik menulis laporan diskusi</li> <li>• Membimbing Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas yang diwakili oleh satu kelompok yang bersedia atau dipilih secara acak</li> <li>• Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan diskusi kelas dan tanya jawab mengenai pembahasan jawaban pertanyaan.</li> <li>• Guru merefleksi proses pembelajaran dengan meninjau permasalahan awal melalui pertanyaan</li> <li>• Melaksanakan penilaian menggunakan format penilaian yang ada pada instrumen penilaian otentik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menulis laporan diskusi</li> <li>• mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas yang diwakili oleh satu kelompok yang bersedia atau dipilih secara acak, sementara peserta didik lain menanggapi dengan memberikan pertanyaan atau pendapat.</li> <li>• berperan aktif dalam diskusi kelas</li> <li>• Menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan guru</li> </ul>
<b>Penutup (10menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memeriksa pekerjaan peserta didik</li> <li>• Melaksanakan postes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menerima informasi tentang:</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil belajar</li> <li>• Merencanakan kegiatan tindak lanjut (remedi, pengayaan, konseling, dan/atau tugas)</li> <li>• menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya dan memberikan tugas membaca kepada peserta didik untuk materi pelajaran berikutnya di rumah.</li> <li>• Mengucapkan salam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rencana kegiatan tindak lanjut (remedi, pengayaan, konseling, dan/atau tugas)</li> <li>- rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.</li> <li>• Menyimak tugas yang diberikan</li> <li>• Menjawab salam</li> </ul>
--	--	---

Pertemuan 2 (2JP)		
Kegiatan	Deskripsi	
	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
<b>Pendahuluan (10 menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengucapkan salam, mengajak peserta didik berdoa dan memeriksa kehadiran peserta didik.</li> <li>• Guru mengulas kembali materi pada pertemuan sebelumnya</li> <li>• Pemberian motivasi menggunakan berbagai tayangan dan pertanyaan yang berhubungan dengan kalor.</li> <li>• Menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>• Memberikan soal pretest secara lisan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab salam, berdoa dan menjawab kehadiran.</li> <li>• Menyimak dan menjawab pertanyaan yang muncul</li> <li>• Menyimak penjelasan tentang kalor</li> <li>• Menyimak penyampaian tujuan pembelajaran</li> <li>• Menjawab soal pretest</li> </ul>
<b>Inti (70 menit)</b>	<b>Fase 1. Stimulation</b> (stimulasi/pemberian rangsangan)	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan stimulus dengan cara menayangkan video air mendidih dan menanya "mengapa air dapat mendidih?"</li> <li>• Guru menjelaskan tentang kalor dan pengaruh kalor terhadap zat.</li> <li>• Guru meminta peserta didik untuk mengerjakan contoh-contoh soal yang ada di e-modul muris.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyimak pertanyaan dan penjelasan yang diberikan oleh guru</li> <li>• Peserta didik maju dan mengerjakan soal-soal e-modul muris.</li> </ul>
	<b>Fase 2: Problem statement</b> (pertanyaan/identifikasi masalah)	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membimbing peserta didik mengidentifikasi masalah sebanyak mungkin dari tayangan dan penjelasan guru melalui kegiatan belajar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mampu bertanya untuk membentuk pikiran yang kritis dan mampu memecahkan masalah.</li> </ul>
	<b>Fase 3 : Data collection</b> (Pengumpulan Data)	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membimbing dan memotivasi masing-masing individu dalam kelompok untuk mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan permasalahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mencari informasi dengan diskusi dan kajian literature untuk memecahkan permasalahan.</li> </ul>
	<b>Fase 4 : Data Processing (Pengolahan Data)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempersilahkan peserta didik berdiskusi dengan bantuan buku dan sumber-sumber dari internet</li> <li>• Melakukan penilaian otentik sikap (observasi) menggunakan format penilaian yang ada pada instrumen penilaian sikap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan diskusi kelompok</li> <li>• Berperan aktif dalam diskusi kelas</li> </ul>
	<b>Fase 5 : Verification (Pembuktian)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membimbing peserta didik melakukan pembuktian terhadap jawaban permasalahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan pembuktian data melalui diskusi</li> </ul>
	<b>Fase 6 : Generalization (Menarik kesimpulan/generalisasi)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membimbing peserta didik menulis laporan diskusi</li> <li>• Membimbing Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas yang diwakili oleh satu kelompok yang bersedia atau dipilih secara acak</li> <li>• Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan diskusi kelas dan tanya jawab mengenai pembahasan jawaban pertanyaan.</li> <li>• Guru merefleksi proses pembelajaran dengan meninjau permasalahan awal melalui pertanyaan</li> <li>• Melaksanakan penilaian menggunakan format penilaian yang ada pada instrumen penilaian otentik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menulis laporan diskusi</li> <li>• mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas yang diwakili oleh satu kelompok yang bersedia atau dipilih secara acak, sementara peserta didik lain menanggapi dengan memberikan pertanyaan atau pendapat.</li> <li>• berperan aktif dalam diskusi kelas</li> <li>• Menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan guru</li> </ul>
<b>Penutup (10menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memeriksa pekerjaan peserta didik</li> <li>• Melaksanakan postes</li> <li>• Memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil belajar</li> <li>• Merencanakan kegiatan tindak lanjut (remedi, pengayaan, konseling, dan/atau tugas)</li> <li>• menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya dan memberikan tugas membaca kepada peserta didik untuk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menerima informasi tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>- rencana kegiatan tindak lanjut (remedi, pengayaan, konseling, dan/atau tugas)</li> <li>- rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.</li> </ul> </li> <li>• Menyimak tugas yang diberikan</li> <li>• Menjawab salam</li> </ul>

	materi pelajaran berikutnya di rumah. • Mengucapkan salam	
--	--	--

Pertemuan 3 (2JP)		
Kegiatan	Deskripsi	
	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
<b>Pendahuluan (10 menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengucapkan salam, mengajak peserta didik berdoa dan memeriksa kehadiran peserta didik.</li> <li>• Guru mengulas kembali materi pada pertemuan sebelumnya</li> <li>• Pemberian motivasi menggunakan berbagai tayangan dan pertanyaan yang berhubungan dengan pemuatan.</li> <li>• Menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>• Memberikan soal pretest secara lisan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab salam, berdoa dan menjawab kehadiran.</li> <li>• Menyimak dan menjawab pertanyaan yang muncul</li> <li>• Menyimak penjelasan tentang kalor</li> <li>• Menyimak penyampaian tujuan pembelajaran</li> <li>• Menjawab soal pretest</li> </ul>
<b>Inti (70 menit)</b>	<b>Fase 1. Stimulation (stimulasi/pemberian rangsangan/)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan stimulus dengan cara menanya "mengapa saat musim panas kabel listrik dipasang dalam keadaan kendur?"</li> <li>• Guru menjelaskan tentang konsep pemuatan dan macam-macam pemuatan.</li> <li>• Guru meminta peserta didik untuk mengerjakan contoh-contoh soal yang ada di e-modul muris.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyimak pertanyaan dan penjelasan yang diberikan oleh guru</li> <li>• Peserta didik maju dan mengerjakan soal-soal e-modul muris.</li> </ul>
	<b>Fase 2: Problem statement (pertanyaan/identifikasi masalah)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membimbing peserta didik mengidentifikasi masalah sebanyak mungkin dari tayangan dan penjelasan guru melalui kegiatan belajar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mampu bertanya untuk membentuk pikiran yang kritis dan mampu memecahkan masalah.</li> </ul>
	<b>Fase 3 : Data collection (Pengumpulan Data)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membimbing dan memotivasi masing-masing individu dalam kelompok untuk mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan permasalahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mencari informasi dengan diskusi dan kajian literature untuk memecahkan permasalahan.</li> </ul>
	<b>Fase 4 : Data Processing (Pengolahan Data)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempersilahkan peserta didik berdiskusi dengan bantuan buku dan sumber-sumber dari internet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan diskusi kelompok</li> <li>• Berperan aktif dalam diskusi kelas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan penilaian otentik sikap (observasi) menggunakan format penilaian yang ada pada instrumen penilaian sikap</li> </ul>	
	<b>Fase 5 : Verification (Pembuktian)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing peserta didik melakukan pembuktian terhadap jawaban permasalahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pembuktian data melalui diskusi</li> </ul>
	<b>Fase 6 : Generalization (Menarik kesimpulan/generalisasi)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing peserta didik menulis laporan diskusi</li> <li>Membimbing Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas yang diwakili oleh satu kelompok yang bersedia atau dipilih secara acak</li> <li>Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan diskusi kelas dan tanya jawab mengenai pembahasan jawaban pertanyaan.</li> <li>Guru merefleksi proses pembelajaran dengan meninjau permasalahan awal melalui pertanyaan</li> <li>Melaksanakan penilaian menggunakan format penilaian yang ada pada instrumen penilaian otentik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menulis laporan diskusi</li> <li>mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas yang diwakili oleh satu kelompok yang bersedia atau dipilih secara acak, sementara peserta didik lain menanggapi dengan memberikan pertanyaan atau pendapat.</li> <li>berperan aktif dalam diskusi kelas</li> <li>Menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan guru</li> </ul>
<b>Penutup (10menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memeriksa pekerjaan peserta didik</li> <li>Melaksanakan postes</li> <li>Memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil belajar</li> <li>Merencanakan kegiatan tindak lanjut (remedi, pengayaan, konseling, dan/atau tugas)</li> <li>menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya dan memberikan tugas membaca kepada peserta didik untuk materi pelajaran berikutnya di rumah.</li> <li>Mengucapkan salam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menerima informasi tentang:             <ul style="list-style-type: none"> <li>rencana kegiatan tindak lanjut (remedi, pengayaan, konseling, dan/atau tugas)</li> <li>rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya</li> </ul> </li> <li>Menyimak tugas yang diberikan</li> <li>Menjawab salam</li> </ul>

Pertemuan 4 (2JP)		
Kegiatan	Deskripsi	
	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
<b>Pendahuluan (10 menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengucapkan salam, mengajak peserta didik berdoa dan memeriksa kehadiran peserta didik.</li> <li>Guru mengulas kembali materi pada pertemuan sebelumnya</li> <li>Pemberian motivasi menggunakan berbagai tayangan dan pernyaaan yang berhubungan dengan perpindahan kalor</li> <li>Menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>Memberikan soal pretest secara lisan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjawab salam, berdoa dan menjawab kehadiran.</li> <li>Menyimak dan menjawab pertanyaan yang muncul</li> <li>Menyimak penjelasan tentang kalor</li> <li>Menyimak penyampaian tujuan pembelajaran</li> <li>Menjawab soal pretest</li> </ul>
<b>Inti (70 menit)</b>	<b>Fase 1: Stimulation</b> (stimulasi/pemberian rangsangan)	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan stimulus dengan cara menanya "Pernahkah kamu mencoba memasak dengan menggunakan spatula yang terbuat dari besi dan yang terbuat dari bahan kayu? Menurutmu manakah spatula yang akan bersuhu panas lebih akan bersuhu panas lebih dahulu? Apakah terdapat pengaruh penggunaan bahan terhadap perpindahan panas?"</li> <li>Guru menjelaskan tentang perpindahan kalor</li> <li>Guru meminta peserta didik untuk mengerjakan contoh-contoh soal yang ada di e-modul muris.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyimak pertanyaan dan penjelasan yang diberikan oleh guru</li> <li>Peserta didik maju dan mengerjakan soal-soal e-modul muris.</li> </ul>
	<b>Fase 2: Problem statement</b> (pertanyaan/identifikasi masalah)	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing peserta didik mengidentifikasi masalah sebanyak mungkin dari tayangan dan penjelasan guru melalui kegiatan belajar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik mampu bertanya untuk membentuk pikiran yang kritis dan mampu memecahkan masalah.</li> </ul>
	<b>Fase 3 : Data collection</b> (Pengumpulan Data)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Membimbing dan memotivasi masing-masing individu dalam kelompok untuk mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan permasalahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mencari informasi dengan diskusi dan kajian literature untuk memecahkan permasalahan.</li> </ul>	
<b>Fase 4 : Data Processing</b> (Pengolahan Data)		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempersilahkan peserta didik berdiskusi dengan bantuan buku dan sumber-sumber dari internet</li> <li>• Melakukan penilaian otentik sikap (observasi) menggunakan format penilaian yang ada pada instrumen penilaian sikap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan diskusi kelompok</li> <li>• Berperan aktif dalam diskusi kelas</li> </ul>
	<b>Fase 5 : Verification (Pembuktian)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membimbing peserta didik melakukan pembuktian terhadap jawaban permasalahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan pembuktian data melalui diskusi</li> </ul>
	<b>Fase 6 : Generalization (Menarik kesimpulan/generalisasi)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membimbing peserta didik menulis laporan diskusi</li> <li>• Membimbing Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas yang diwakili oleh satu kelompok yang bersedia atau dipilih secara acak</li> <li>• Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan diskusi kelas dan tanya jawab mengenai pembahasan jawaban pertanyaan.</li> <li>• Guru merefleksikan proses pembelajaran dengan meninjau permasalahan awal melalui pertanyaan</li> <li>• Melaksanakan penilaian menggunakan format penilaian yang ada pada instrumen penilaian otentik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menulis laporan diskusi</li> <li>• mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas yang diwakili oleh satu kelompok yang bersedia atau dipilih secara acak, sementara peserta didik lain menanggapi dengan memberikan pertanyaan atau pendapat.</li> <li>• berperan aktif dalam diskusi kelas</li> <li>• Menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan guru</li> </ul>
<b>Penutup (10menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memeriksa pekerjaan peserta didik</li> <li>• Melaksanakan postes</li> <li>• Memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil belajar</li> <li>• Merencanakan kegiatan tindak lanjut (remedi, pengayaan, konseling, dan/atau tugas)</li> <li>• menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya dan memberikan tugas membaca kepada peserta didik untuk materi pelajaran berikutnya di rumah.</li> <li>• Mengucapkan salam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menerima informasi tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>- rencana kegiatan tindak lanjut (remedi, pengayaan, konseling, dan/atau tugas)</li> <li>- rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.</li> </ul> </li> <li>• Menyimak tugas yang diberikan</li> <li>• Menjawab salam</li> </ul>

<b>D. Asesmen</b>	
Pemahaman Sains	Formatif
Keterampilan Proses	Lembar Penilaian Kegiatan Diskusi, Lembar Penilaian Sikap

<b>E. Asesmen</b>	
Pengayaan	Peserta didik diberikan materi dalam cakupan capaian pembelajaran dengan pendalaman sebagai pengetahuan tambahan
Refleski Peserta Didik dan Guru	<i>Terlampir</i>

<b>F. Sumber Belajar</b>	
<a href="https://sites.google.com/view/e-modul-muris/home">https://sites.google.com/view/e-modul-muris/home</a>	

**Lampiran****LEMBAR PENILAIAN SIKAP**

Petunjuk:

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap peserta didik dalam berdo'a, bekerja sama, cermat, dan bertanggung jawab. Berilah angka 1-4 pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik.

**Mapel : Fisika**

**Kelas : XI**

**Materi: Suhu dan Kalor**

No.	Nama Peserta Didik	Aspek Perilaku yang Dinilai				Jumlah Skor	Nilai Sikap	Kode Nilai
		B	BS	C	TJ			
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

Keterangan:

- B : Berdo'a
- BS : Bekerja Sama
- C : Cermat
- TJ : Tanggung Jawab

Pedoman Penilaian:

1. Skor maksimal = jumlah sikap yang dinilai dikalikan jumlah kriteria =  $4 \times 4 = 16$
2. Nilai sikap = (jumlah skor :  $16 \times 100$ )
3. Kode nilai / predikat :
  - 75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)
  - 50,01 – 75,00 = Baik (B)
  - 25,01 – 50,00 = Cukup (C)
  - 00,00 – 25,00 = Kurang (K)

## RUBRIK PENILAIAN SIKAP

No.	Sikap yang dinilai	Kriteria Penilaian			
		Kurang (1)	Cukup (2)	Baik (3)	Sangat baik (4)
1.	Berdo'a sebelum dan sesudah pembelajaran	Tidak berdo'a menurut agama masing-masing dan mengganggu temannya yang sedang berdo'a	Tidak berdo'a menurut agama masing-masing namun tidak mengganggu temannya yang sedang berdo'a	Berdo'a menurut agama masing-masing hanya sebelum atau sesudah pembelajaran saja.	Berdo'a menurut agama masing-masing sebelum dan sesudah pembelajaran
2.	Bekerja sama	Tidak aktif dalam kerja kelompok, tidak bersedia membantu orang lain, melakukan tugas seandainya sendiri, tidak dapat mengatasi perbedaan pendapat.	Aktif dalam kerja kelompok, tidak bersedia membantu orang lain, melakukan tugas seandainya sendiri, tidak dapat mengatasi perbedaan pendapat.	Aktif dalam kerja kelompok, bersedia membantu orang lain, melakukan tugas sesuai pembagian, tidak dapat mengatasi perbedaan pendapat.	Aktif dalam kerja kelompok, bersedia membantu orang lain dengan ikhlas, melakukan tugas sesuai pembagian, dapat mengatasi perbedaan pendapat dalam kelompok.
3.	Cermat	Kurang kritis dalam mengemukakan gagasan atau bertanya, tidak kreatif dalam menyelesaikan tugas individu	Kritis dalam mengemukakan gagasan atau bertanya, tidak kreatif dalam menyelesaikan tugas individu	Kritis dalam mengemukakan gagasan atau bertanya, kreatif dalam menyelesaikan tugas individu	Kritis dalam mengemukakan gagasan atau bertanya, kreatif dalam menyelesaikan tugas individu
4.	Tanggung jawab	Tidak dapat menerima resiko dari tindakan yang dilakukan, menuduh orang lain tanpa bukti yang akurat, tidak mengembalikan barang yang dipinjam, tidak meminta maaf atas kesalahan.	Dapat menerima resiko dari tindakan yang dilakukan, menuduh orang lain tanpa bukti yang akurat, tidak mengembalikan barang yang dipinjam, tidak meminta maaf atas kesalahan.	Dapat menerima resiko dari tindakan yang dilakukan, tidak menuduh orang lain tanpa bukti yang akurat, mengembalikan barang yang dipinjam, tidak meminta maaf atas kesalahannya.	Dapat menerima resiko dari tindakan yang dilakukan, tidak menuduh orang lain tanpa bukti yang akurat, mengembalikan barang yang dipinjam, dan meminta maaf atas kesalahannya.

## LEMBAR REFLEKSI PESERTA DIDIK

## Refleksi Peserta Didik

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

			
1	2	3	4

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 di bawah ini sesuai dengan nilai usaha yang telah kamu lakukan untuk memahami materi pembelajaran pada hari ini.



## LEMBAR REFLEKSI GURU

No.	Refleksi	Penjelasan
1)	Persentase keterlaksanaan rancangan kegiatan pembelajaran (%)	Persentase keterlaksanaan: .... % Keterangan:
2)	Kendala yang dihadapi selama kegiatan pembelajaran	
3)	Catatan perbaikan untuk mengatasi kendala pada kegiatan pembelajaran berikutnya	
4)	Peserta didik yang mengalami kesulitan	1) Nama : Uraian Kesulitan : 2) Nama : Uraian Kesulitan : 3) dst.
5)	Catatan positif peserta didik	1) Nama : Catatan Positif : 2) Nama : Catatan Positif : 3) dst.
6)	Catatan lainnya	

## Lampiran 8 Instrumen soal uji coba

**SOAL KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH**

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 5 Semarang

Kelas/Fase : XI/F

Mata Pelajaran : Fisika

Materi : Suhu dan Kalor

Alokasi Waktu : 2 x 45 menit

**Petunjuk Pengerjaan:**

1. Berdoa terlebih dahulu sebelum mengerjakan
2. Tuliskan nama dan kelas pada lembar jawaban.
3. Bacalah dengan teliti soal-soal yang diberikan.
4. Kerjakan secara individu tanpa kerja sama dengan teman.
5. Jawablah soal dengan:
  - a. menuliskan apa yang diketahui dan ditanya dalam soal
  - b. merumuskan berbagai kemungkinan sesuai dengan permasalahan
  - c. menuliskan konsep atau rumus yang bisa diterapkan untuk menyelesaikan soal
  - d. mengerjakan soal dengan aturan matematis yang benar
  - e. menuliskan kesimpulan
6. Apabila ada yang kurang jelas dapat ditanyakan pada guru.

**Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!**

1. Perhatikan Q.S Al-Mu'minin ayat 18 berikut ini!

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَبَتْ فِي الْأَرْضِ مَاءً ذَلِيلًا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهِ لِقَادِرُونَ

Artinya: Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya.

Dalam Q.S Al-Mu'minin ayat 18 disebutkan bahwa air yang turun dari langit memiliki ukuran. Suhu air dapat diukur secara kuantitatif menggunakan termometer. Anisa membuat termometer Z dengan mengkalibrasinya pada air yang mendidih dan es yang melebur. Saat diletakkan pada air mendidih, termometer menunjukkan suhu 115°Z dan saat diletakkan pada es yang sedang melebur, termometer menunjukkan suhu -5°Z. Pada suhu berapa termometer Z setara dengan termometer Reamur?

2. Arifin hanya memiliki satu termometer di rumahnya. Termometer tersebut memiliki titik tetap atas 212° dan titik tetap bawah 32°. Apa jenis termometer yang dimiliki Arifin? Dan apabila termometer tersebut digunakan untuk mengukur suhu air yang dipanaskan menggunakan microwave pada suhu 80°C, maka berapakah suhu air jika diukur menggunakan termometer yang dimiliki Arifin?
3. Seorang tukang kayu akan memasang kaca pada bingkai kayu. Ukuran kaca 50 cm × 90 cm. Koefisien muai kayu diabaikan. Pemasangan kaca dilakukan pada saat suhu udara 25 °C dan suhu tertinggi di tempat itu 40 °C. Berapakah minimal ukuran panjang dan lebar bingkai kayu agar kaca tidak pecah karena panas? ( $\alpha$  kaca =  $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )

4. Perhatikan Q.S Al-Kahfi ayat 96 berikut ini!

ءَأَنْتَوِى زُبُرِ الْأَخْيَدِ حَتَّىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ أَنفَحُوا حَتَّىٰ إِذَا جَعَلْنَا نَارًا قَالِ ءَأَنْتَوِى أَرْغَ عَلَيْهِ قَطْرًا

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

Dalam Q.S Al-Kahfi ayat 96 disebutkan tentang pencampuran lelehan besi dan tembaga. Pencampuran besi dengan logam lainnya seperti tembaga dapat mempertinggi ketahanan besi terhadap karat. Baja terbuat dari kandungan besi dan campuran logam lainnya. Sebuah jembatan baja sepanjang 50 m dipasang membentang di atas sungai. Saat pemasangan, suhu baja tersebut adalah 20°C. Para insinyur memperkirakan bahwa pancaran sinar matahari di lokasi jembatan dapat menaikkan suhu hingga 40°C. berapakah lebar celah pemuaian baja yang harus disediakan agar jembatan aman? ( $\alpha$  baja =  $0,000011/^{\circ}\text{C}$ )

5. Perhatikan Q.S Al-Hadid ayat 25 berikut ini!

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَيَلْعَلُمُ اللَّهُ مِنْ بُيُوتِهِمْ سِرَّهُمْ وَنَجْوَاهُمْ إِنَّ اللَّهَ فَوِيٌّ عَزِيزٌ

Artinya: Sungguh, Kami benar-benar telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan Kami menurunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Kami menurunkan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan berbagai manfaat bagi manusia agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat lagi Mahaperkasa.

Dalam Q.S Al-Hadid ayat 25 disebutkan tentang kekuatan besi yang sangat hebat. Besi memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia. salah satu manfaat besi adalah sebagai bahan pembuatan plat besi. Pada suhu 30 °C sebuah plat besi luasnya 10 m<sup>2</sup>, kemudian

suhunya dinaikkan menjadi  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan koefisien muai panjang besi sebesar  $0,000012/^{\circ}\text{C}$ . Bagaimana jika plat besi tersebut dipasang pada bingkai kayu dengan ukuran  $5\text{ m} \times 2\text{ m}$ ? (koefisien muai kayu diabaikan)

- Sebuah bejana tembaga dengan volume  $10\text{ m}^3$  diisi penuh dengan air pada suhu  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kemudian air dalam bejana dimasukkan ke dalam wadah berbentuk kubus yang terbuat dari tembaga dengan panjang sisinya adalah  $3,5\text{ m}$ . Apabila air dipanaskan sampai suhu  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , maka apa yang terjadi dengan air tersebut? Apakah air akan meluap? Sertakan alasanmu! ( $\alpha$  tembaga tersebut adalah  $1,8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  dan  $\gamma$  air adalah  $4,4 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ )
- Seorang pedagang minuman kesulitan membuka tutup botol yang terbuat dari aluminium yang melekat pada sebuah botol kaca. Pedagang tersebut tidak memiliki alat pembuka tutup botol. Apabila pedagang membuka tutup botol tersebut dengan cara memanaskan tutupnya, apakah tutup tersebut dapat terbuka? Berikan alasannya? ( $\alpha$  aluminium =  $26 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha$  kaca =  $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )
- Perhatikan Tabel kalor jenis benda sebagai berikut !

Bahan	Kalor jenis ( $\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$ )
Aluminium	900
Besi	450
Perak	230
Tembaga	390

Nina melakukan percobaan memanaskan  $200\text{ gram}$  logam dari suhu  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pada proses tersebut membutuhkan kalor sebesar  $900\text{ J}$ . Manakah bahan yang digunakan Nina?

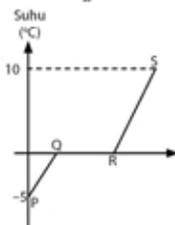
- Perhatikan Q.S Al-Kautsar ayat 2 berikut ini!

فَصَلِّ لِرَبِّكَ وَانْحَرْ

Artinya: Maka, laksanakanlah salat karena Tuhanmu dan berkurbanlah.

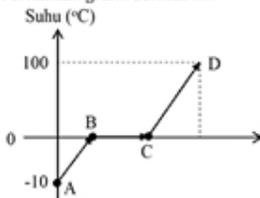
Dalam Q.S Al-Kautsar ayat 2 disebutkan tentang kurban. Kurban merupakan ibadah yang sangat dianjurkan bagi orang muslim yang mampu. Salah satu hewan yang biasa dijadikan sebagai kurban adalah sapi. Jika di rumah Anton mempunyai daging sapi mentah  $20\text{ kg}$  dengan suhu awal  $27^{\circ}\text{C}$ . Tentunya daging sapi tidak akan habis dimasak dan dimakan dalam satu atau dua hari oleh keluarga Anton. Orang tua Anton akan menyimpannya di dalam lemari es hingga membeku dengan suhu  $-10^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis daging sapi adalah  $3.500\text{ J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$ , berapa kalor yang dilepaskan daging sapi agar daging sapi dapat membeku dan tahan lama?

- Ayah ingin membuat secangkir kopi. Ayah memanaskan air sebanyak  $250\text{ gram}$  yang bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$  hingga mendidih. Jika diketahui kalor jenis air  $4.200\text{ J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$ , berapa kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih?
- Perhatikan grafik berikut ini!



Adnan memiliki 1 kg es krim yang bersuhu  $-5^{\circ}\text{C}$ . Ia ingin melelehkan es krim tersebut sampai suhunya  $10^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis es  $2.100\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , kalor lebur es  $336.000\text{ J/kg}$ , dan kalor jenis air  $4.200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ . Berapa kalor yang dibutuhkan adnan untuk mencairkan es krim?

12. Perhatikan grafik berikut ini!



Andi ingin memasak air untuk membuat teh, tetapi dia hanya memiliki air es yang massanya 500 gram dan suhunya  $-10^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis es adalah  $0,5\text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis air adalah  $1\text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$ , dan kalor lebur es adalah  $80\text{ kkal/kg}$ , maka berapa kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih?

13. Perhatikan Q.S Shad ayat 57 berikut ini!

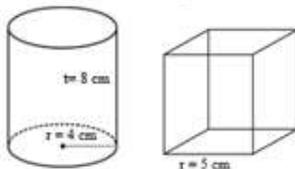
هَذَا فَلْيَذُقُوا حَمِيمًا وَغَسِيقًا

Artinya: Inilah (azab neraka). Biarlah mereka merasakannya. (Minuman mereka) air yang sangat panas dan air yang sangat dingin.

Air panas terasa sangat pedih bagi penerima azab di neraka. Namun saat masih di dunia, air panas dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk mandi air hangat. Nana ingin mandi dengan air hangat karena sedang sakit. Nana mencampurkan 20 liter air panas bersuhu  $100^{\circ}\text{C}$  dengan 60 liter air dingin bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis air adalah  $4.200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , dan massa jenis air adalah  $1.000\text{ kg/liter}$ . Berapakah suhu air hangat yang digunakan Nana untuk mandi?

14. Ibu menyiapkan air hangat untuk memandikan adik. Ibu memasukan air dingin bermassa 40 liter dan bersuhu  $25^{\circ}\text{C}$  ke dalam bak mandi. Setelah itu,ibu mencampur air panas bersuhu  $85^{\circ}\text{C}$  dari termos. Kalor jenis air adalah  $4.200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , dan massa jenis air adalah  $1.000\text{ kg/liter}$ . Agar suhu air hangat menjadi  $35^{\circ}\text{C}$ , berapakah massa air panas yang harus ditambahkan?
15. Rasulullah SAW memiliki pedang yang bernama pedang dzulfikar yang terbuat dari besi. Jika pedang dzulfikar yang massanya 80 liter dipanaskan dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  lalu dimasukkan ke dalam 200 liter air dengan suhu  $20^{\circ}\text{C}$ . Kalor jenis besi adalah  $450\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$  dan kalor jenis air adalah  $4.200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , berapakah suhu kesetimbangan yang dicapai?
16. Terdapat satu pola hidup yang aneh di masyarakat Indonesia, khususnya yang tinggal di rumah yang dilengkapi AC. Saat akan tidur seringkali AC dipasang pada suhu yang cukup rendah sehingga suhu ruangan sangat dingin. Karena suhu ruangan yang dingin, maka pada saat tidur penghuni tersebut menggunakan selimut yang tebal agar tubuh agak hangat. Jelaskan bagaimana peranan selimut dapat menyebabkan tubuh merasa hangat!
17. Seorang musafir berjalan di gurun pasir yang bersuhu  $40^{\circ}\text{C}$  dengan memakai pakaian berwarna hitam pekat. Jika luas permukaan pakaian  $1,5\text{ m}^2$ , berapa laju radiasi yang diserap oleh pakaian tersebut? ( $e = 1$ ,  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}\text{ watt/m}^2\text{K}^4$ )

18. Perhatikan gambar tabung dan kubus berikut!



Ibnu dan teman-temannya akan pergi berkemah ke gunung. Mereka membawa kompor portable mini dan panci untuk memasak air. Mereka memiliki panci yang bentuknya berbeda seperti gambar diatas. Agar mereka lebih menghemat energi, manakah dari kedua panci tersebut yang paling cepat mengalami perpindahan kalor?

19. Sebuah kamar bersuhu  $20^\circ\text{C}$ , sedangkan suhu permukaan jendela pada kamar tersebut  $30^\circ\text{C}$ . Jika laju kalor yang harus diterima jendela adalah  $11,25 \text{ kal}$  dengan koefisien konveksi udara  $7,5 \times 10^{-3} \text{ kal/s m}^2\text{C}$ . berapa luas jendela yang terpasang pada kamar tersebut?
20. Perhatikan Q.S At-Thur ayat 6 berikut ini!

وَالْبَحْرَ الْمُنْجَرَّ

Artinya: dan demi lautan yang dipanaskan.

Andri dan teman-temannya pergi berkemah di pantai. Ketika bermain air laut pada siang hari air laut terasa dingin, sedangkan pada malam hari air laut terasa hangat. Mengapa air laut dingin pada siang hari dan hangat pada malam hari?

## Lampiran 9 Daftar nama kelas eksperimen

No	Nama Siswa
1	AFIA NUR RAMADHANI
2	AHMAD FASYA ASSYIFA
3	AJI NOTO WIBOWO
4	ANDHINI WIDYA PRATIWI
5	AQILA LUNETA RAMADHANI
6	AURAELLA PUTRI SAN CAMELOON
7	BHRE AUDRIAN SAPUTRA
8	CLADYSA DEA PUTRI
9	DANISWARA KHANSA PAMUNTJAK
10	FAHMI MAULANA HERMANSYAH
11	FERNANDO FABA SETIAWAN
12	HANIYYA ANKY PERNOMO
13	KAUTSAR DWIKA ADINI
14	KIKAN NURUL AISYAH
15	MAHENDRA SURYA KAMAJAYA
16	MOCHAMMAD AGUSTIO RACHMAN
17	MUHAMMAD FAUZI
18	MUHAMMAD ISLAMI KHOIRULLOH
19	MUHAMMAD NAUFAL PRASTYAWAN
20	MUHAMMAD RASYA WIRAYUDHA
21	MUHAMMAD ZAINNOV
22	NAFISHA SEPTYA DARMAWAN
23	LUQMAN HISYAM M.
24	NOVELINA PUTRI BERLIANA
25	PUTRI SAHASRAYA
26	REVAN DWI MANGGAR NOUVAL
27	RIANTINO KRISTİYANTO
28	SYAHRUL RACHMAN
29	ULIMA AILSA IVANA
30	ZOYANITO TSAQIF

## Lampiran 10 Daftar nama kelas kontrol

No	Nama Siswa
1	ALMAS MAHJATI NUR AMALINA
2	ANANDA STEVANY AULIA PUTRI
3	APRILIA AYU WULAN SARI
4	ARDIA MARINA PRADELA ZAHRA
5	ARKAN ABDILAH
6	ARYA FASYA MAHENDRA
7	AULIA FASYA REGITA CAHYANI
8	AZKA ALIFYA PUTRI
9	BUMI INSAN PERMANA
10	CHANDRA PUTRA APRILIYANTO
11	CLARISSA ARBANIA HUTAGALUNG
12	ERVANDO DWI PUTRA SUNARYO
13	FANDI AHMAD
14	FITRIA OKTAVIANI
15	JULIO TEDRA PUTRA WIRADHIKA
16	KAYLA AZ ZAHRA
17	KEISHA HARDIMAN
18	LUTFI KHAKIM
19	MUHAMMAD AINUR RIFKI
20	MUHAMMAD RIZAL ABABIL
21	NAAFI NARENDRA
22	NADIA AISYAH I
23	NAJWA OCTAVIA RAMADHANI
24	RIFANI
25	SEPTIO GHANNY ATHAYA SYUKUR
26	SYAHRUL ADJI SAPUTRA
27	SYAUQI SIRAJ RAMADHAN
28	TANTO SAPUTRO
29	WAHYU KURNIAWAN
30	ZACKY CHOIRUL ALFAN

## Lampiran 11 Lembar penilaian validasi ahli materi

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI  
SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

**ASPEK MATERI**

Nama : Muhammad Izidul Faqih  
 Jabatan : Dosen  
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Isi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini adalah tindak lanjut dari Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor.
3. Penilaian dilakukan dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan.
4. Kritik dan saran ditulis secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

**B. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI**

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
<b>Kelayakan Isi</b>			
1.	Kesesuaian dengan materi	5	1) Materi telah sesuai dengan Tujuan Pembelajaran (TP) dan Capaian Pembelajaran (CP). 2) Materi yang disusun sudah relevan untuk siswa SMA 3) Konsep yang disajikan tidak menimbulkan multitafsir 4) Soal telah sesuai dengan materi suhu dan kalor
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
2.	Keakuratan materi	5	1) Keakuratan konsep dengan definisi 2) Keakuratan persamaan 3) Keakuratan gambar dan ilustrasi 4) Keakuratan simbol dan ikon

		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
3.	Kemutakhiran materi.	5	1) Materi yang disajikan sesuai dengan keilmuan fisika dan saling terkait. 2) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan zaman. 3) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep. 4) Isi materi berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
4.	Integrasi keislaman	5	1) Nilai-nilai keislaman diintegrasikan mudah untuk dipahami. 2) Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan sesuai dengan materi yang disajikan. 3) Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan merupakan contoh fisika dalam kehidupan sehari-hari. 4) Pemilihan kata-kata yang bermuansa islami.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Kebahasaan.</b>			
5.	Kejelasan informasi	5	1) Bahasa yang digunakan mudah dipahami. 2) Tulisan jelas dan mudah dibaca. 3) Kata perintah/petunjuk jelas. 4) Kalimat yang digunakan tidak bermakna ganda.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		1	Tidak mencakup semua poin
6.	Kesesuaian EYD (Ejaan Bahasa Indonesia)	5	1) Penggunaan ejaan bahasa Indonesia secara benar 2) Kebenaran penggunaan istilah 3) Pemilihan diksi yang tepat. 4) Penggunaan tanda baca yang benar.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Kelayakan penyajian</b>			
7.	Teknik penyajian	5	1) Materi disajikan secara sistematis 2) Kelengkapan komponen e-modul 3) Keurutan konsep 4) Keterlibatan peserta didik
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Multi representasi</b>			
8.	Representasi grafik	5	1) Ketersediaan representasi grafik pada e-modul. 2) Grafik yang disajikan sesuai dengan konsep. 3) Grafik yang disajikan menambah pemahaman terhadap materi. 4) Ketersediaan keterangan (caption) pada grafik.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
9.	Representasi matematis	5	1) Ketersediaan representasi matematis pada e-modul. 2) Persamaan yang disajikan sesuai dengan materi. 3) Penulisan persamaan memudahkan siswa memahami materi 4) Penulisan persamaan sudah benar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
10.	Representasi verbal	5	1) Ketersediaan representasi verbal pada e-modul. 2) Penjelasan yang disajikan sesuai dengan materi 3) Penulisan memudahkan siswa memahami materi 4) Penjelasan menggunakan bahasa yang mudah dimengerti siswa
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
11.	Representasi gambar	5	1) Ketersediaan representasi gambar pada e-modul. 2) Gambar yang disajikan sesuai dengan konsep 3) Gambar yang disajikan menambah pemahaman terhadap materi 4) Ketersediaan keterangan (caption) pada gambar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

### C. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek Pendataan	Skor				
		5	4	3	2	1
<b>Kelayakan Isi</b>						
1.	Kesesuaian dengan materi	✓				
2.	Keakuratan materi	✓				
3.	Kemutakhiran materi	✓				
4.	Integrasi keislaman	✓				
<b>Kebahasaan</b>						
5.	Kejelasan informasi		✓			
6.	Kesesuaian EYD (Ejaan Bahasa Indonesia)		✓			
<b>Kelayakan penyajian</b>						
7.	Teknik penyajian		✓			

Multi Representasi						
8.	Representasi grafik	✓				
9.	Representasi matematis		✓			
10.	Representasi verbal	✓				
11.	Representasi gambar	✓				

#### D. KRITIK DAN SARAN

Sedikit susah menggunakan simbol matematis yg besar, akan membingungkan siswa. Di soal crop aja kr ms word, soalnya berupa gambar yg di crop tadi.  
 Kelomahan google form emang susah menulis aguntion.

#### E. KESIMPULAN

Setelah mengisi tabel penilaian, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka dibawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor ini dinyatakan:

- 1 : Tidak layak diujicobakan
- 2 : Layak diujicobakan dengan banyak revisi
- 3 : Layak diujicobakan dengan sedikit revisi
- 4 : Layak diujicobakan tanpa revisi

\*) Lingkarilah salah satu

Semarang, 26-03-2024

Validator,

  
 N. S. Fauzi

NIP.

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI  
SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

**ASPEK MATERI**

Nama : Istikomah, M.Sc.

Jabatan : Dosen Fisika

Instansi : UIN Walisongo

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Isi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini adalah tindak lanjut dari Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor.
3. Penilaian dilakukan dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan.
4. Kritik dan saran ditulis secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

**B. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI**

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
<b>Kelayakan Isi</b>			
1.	Kesesuaian dengan materi	5	1) Materi telah sesuai dengan Tujuan Pembelajaran (TP) dan Capaian Pembelajaran (CP). 2) Materi yang disusun sudah relevan untuk siswa SMA 3) Konsep yang disajikan tidak menimbulkan multitafsir 4) Soal telah sesuai dengan materi suhu dan kalor
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
2.	Keakuratan materi	5	1) Keakuratan konsep dengan definisi 2) Keakuratan persamaan 3) Keakuratan gambar dan ilustrasi 4) Keakuratan simbol dan ikon

		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
3.	Kemutakhiran materi	5	1) Materi yang disajikan sesuai dengan keilmuan fisika dan saling terkait. 2) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan zaman. 3) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep. 4) Isi materi berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
4.	Integrasi keislaman	5	1) Nilai-nilai keislaman diintegrasikan mudah untuk dipahami. 2) Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan sesuai dengan materi yang disajikan. 3) Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan merupakan contoh fisika dalam kehidupan sehari-hari. 4) Pemilihan kata-kata yang bernuansa islami.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Kebahasaan</b>			
5.	Kejelasan informasi	5	1) Bahasa yang digunakan mudah dipahami. 2) Tulisan jelas dan mudah dibaca. 3) Kata perintah/petunjuk jelas. 4) Kalimat yang digunakan tidak bermakna ganda.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		1	Tidak mencakup semua poin
6.	Kesesuaian EYD (Ejaan Bahasa Indonesia)	5	1) Penggunaan ejaan bahasa Indonesia secara benar 2) Kebenaran penggunaan istilah 3) Pemilihan diksi yang tepat. 4) Penggunaan tanda baca yang benar.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Kelayakan penyajian</b>			
7.	Teknik penyajian	5	1) Materi disajikan secara sistematis 2) Kelengkapan komponen e-modul 3) Keurutan konsep 4) Keterlibatan peserta didik
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Multi representasi</b>			
8.	Representasi grafik	5	1) Ketersediaan representasi grafik pada e-modul. 2) Grafik yang disajikan sesuai dengan konsep. 3) Grafik yang disajikan menambah pemahaman terhadap materi. 4) Ketersediaan keterangan (caption) pada grafik.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
9.	Representasi matematis	5	1) Ketersediaan representasi matematis pada e-modul. 2) Persamaan yang disajikan sesuai dengan materi. 3) Penulisan persamaan memudahkan siswa memahami materi 4) Penulisan persamaan sudah benar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
10.	Representasi verbal	5	1) Ketersediaan representasi verbal pada e-modul. 2) Penjelasan yang disajikan sesuai dengan materi 3) Penulisan memudahkan siswa memahami materi 4) Penjelasan menggunakan bahasa yang mudah dimengerti siswa
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
11.	Representasi gambar	5	1) Ketersediaan representasi gambar pada e-modul. 2) Gambar yang disajikan sesuai dengan konsep 3) Gambar yang disajikan menambah pemahaman terhadap materi 4) Ketersediaan keterangan (caption) pada gambar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

### C. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
<b>Kelayakan Isi</b>						
1.	Kesesuaian dengan materi		✓			
2.	Keakuratan materi		✓			
3.	Kemutakhiran materi		✓			
4.	Integrasi keislaman			✓		
<b>Kebahasaan</b>						
5.	Kejelasan informasi	✓				
6.	Kesesuaian EYD (Ejaan Bahasa Indonesia)	✓				
<b>Kelayakan penyajian</b>						
7.	Teknik penyajian		✓			

Multi Representasi					
8.	Representasi grafik		✓	✓	
9.	Representasi matematis	✓			
10.	Representasi verbal	✓	✓		
11.	Representasi gambar		✓		

#### D. KRITIK DAN SARAN

1. Pada konsep: Perencanaan seharusnya masuk di sub bab kalor, untuk sub bab suhu hanya skala dan termometer
2. Pengantar kegiatan pembelajaran sebaiknya menggunakan perbelatran cerita Islami.
3. Konversi skala suhu sebaiknya dalam bentuk tabel.
4. Setiap representasi integrasi keislaman, sebaiknya diberi pengantar di depan dan pertanyaan integrasinya itu terkait.
5. Definisi pemuaian diperbaiki dan beri pengantar islami terkait pemuaian.
6. Tabel koefisien muai panjang sebaiknya dituliskan seperti  $2,6 \times 10^{-5}$
7. Pada pemuaian gas, tambahkan kritikan Isakharit, Isakharik, Isakharik atau tentang gas ideal.

#### E. KESIMPULAN

Setelah mengisi tabel penilaian, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka cerahnya. dibawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor ini dinyatakan:

- 1: Tidak layak diujicobakan
- 2: Layak diujicobakan dengan banyak revisi
- 3: Layak diujicobakan dengan sedikit revisi
- 4: Layak diujicobakan tanpa revisi

\*] Lingkari salah satu

Semarang, 22 Maret 2024

Validator



Istikomah

NIP. Istikomah

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI  
SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

**ASPEK MATERI**

Nama : SURATNI AGUSTINIH

Jabatan : GURU

Instansi : SMA N 5 Semarang

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Isi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini adalah tindak lanjut dari Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor.
3. Penilaian dilakukan dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan.
4. Kritik dan saran ditulis secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

**B. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI**

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
<b>Kelayakan Isi</b>			
1.	Kesesuaian dengan materi	5	1) Materi telah sesuai dengan Tujuan Pembelajaran (TP) dan Capaian Pembelajaran (CP). 2) Materi yang disusun sudah relevan untuk siswa SMA 3) Konsep yang disajikan tidak menimbulkan multitafsir 4) Soal telah sesuai dengan materi suhu dan kalor
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
2.	Keakuratan materi	5	1) Keakuratan konsep dengan definisi 2) Keakuratan persamaan 3) Keakuratan gambar dan ilustrasi 4) Keakuratan simbol dan ikon

		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
3.	Kemutakhiran materi	5	1) Materi yang disajikan sesuai dengan keilmuan fisika dan saling terkait. 2) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan zaman. 3) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep. 4) Isi materi berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
4.	Integrasi keislaman	5	1) Nilai-nilai keislaman diintegrasikan mudah untuk dipahami. 2) Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan sesuai dengan materi yang disajikan. 3) Nilai-nilai keislaman yang dicantumkan merupakan contoh fisika dalam kehidupan sehari-hari. 4) Pemilihan kata-kata yang bermuansa islami.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Kebahasaan</b>			
5.	Kejelasan informasi	5	1) Bahasa yang digunakan mudah dipahami. 2) Tulisan jelas dan mudah dibaca. 3) Kata perintah/petunjuk jelas. 4) Kalimat yang digunakan tidak bermakna ganda.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		1	Tidak mencakup semua poin
6.	Kesesuaian EYD (Ejaan Bahasa Indonesia)	5	1) Penggunaan ejaan bahasa Indonesia secara benar 2) Kebenaran penggunaan istilah 3) Pemilihan diksi yang tepat. 4) Penggunaan tanda baca yang benar.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Kelayakan penyajian</b>			
7.	Teknik penyajian	5	1) Materi disajikan secara sistematis 2) Kelengkapan komponen e-modul 3) Keurutan konsep 4) Keterlibatan peserta didik
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
<b>Multi representasi</b>			
8.	Representasi grafik	5	1) Ketersediaan representasi grafik pada e-modul. 2) Grafik yang disajikan sesuai dengan konsep. 3) Grafik yang disajikan menambah pemahaman terhadap materi. 4) Ketersediaan keterangan (caption) pada grafik.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
9.	Representasi matematis	5	1) Ketersediaan representasi matematis pada e-modul. 2) Persamaan yang disajikan sesuai dengan materi. 3) Penulisan persamaan memudahkan siswa memahami materi 4) Penulisan persamaan sudah benar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
10.	Representasi verbal	5	1) Ketersediaan representasi verbal pada e-modul. 2) Penjelasan yang disajikan sesuai dengan materi 3) Penulisan memudahkan siswa memahami materi 4) Penjelasan menggunakan bahasa yang mudah dimengerti siswa
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
11.	Representasi gambar	5	1) Ketersediaan representasi gambar pada e-modul. 2) Gambar yang disajikan sesuai dengan konsep 3) Gambar yang disajikan menambah pemahaman terhadap materi 4) Ketersediaan keterangan (caption) pada gambar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

### C. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
<b>Kelayakan Isi</b>						
1.	Kesesuaian dengan materi	✓				
2.	Keakuratan materi	✓				
3.	Kemutakhiran materi		✓			
4.	Integrasi keislaman	✓				
<b>Kebahasaan</b>						
5.	Kejelasan informasi	✓				
6.	Kesesuaian EYD (Ejaan Bahasa Indonesia)	✓				
<b>Kelayakan penyajian</b>						
7.	Teknik penyajian	✓				

Multi Representasi						
8.	Representasi grafik	✓				
9.	Representasi matematis	✓				
10.	Representasi verbal	✓				
11.	Representasi gambar	✓				

#### D. KRITIK DAN SARAN

Materi sudah sangat lengkap sesuai CP dan TP.  
Materi sebaiknya dikaitkan dengan aplikasi kehidupan sehari-hari

#### E. KESIMPULAN

Setelah mengisi tabel penilaian, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka dibawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor ini dinyatakan:

- 1 : Tidak layak diujicobakan
- 2 : Layak diujicobakan dengan banyak revisi
- 3 : Layak diujicobakan dengan sedikit revisi
- 4 : Layak diujicobakan tanpa revisi

\*) Lingkari salah satu

Semarang, Maret 2024

Validator,

Surothi Agustinah  
NIP. 197808072006042008

## Lampiran 12 Lembar penilaian validasi ahli media

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI  
SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

**ASPEK MEDIA**

Nama : Muhammad Rizkiul Fajih

Jabatan : Dosen

Instansi : UIN Walisongo Semarang

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Isi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini adalah tindak lanjut dari Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor.
3. Penilaian dilakukan dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan.
4. Kritik dan saran ditulis secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

**B. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI**

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
1.	Perangkat lunak	5	1) Ketepatan jenis aplikasi/software yang digunakan untuk pengembangan. 2) Tidak membutuhkan keahlian khusus untuk mengoperasikan media. 3) Proses instalasi pada smartphone android berjalan dengan lancar 4) Produk sesuai dengan kemampuan android saat ini.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

2.	Penyajian e-modul	5	<p>1) Memuat Tujuan Pembelajaran (TP) yang jelas dan menggambarkan pencapaian Capaian Pembelajaran (CP).</p> <p>2) Memuat materi pembelajaran yang dikemas secara spesifik, sehingga memudahkan dipelajari secara tuntas.</p> <p>3) Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran.</p> <p>4) Tersedia contoh soal, latihan, dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur kemampuan siswa.</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
3.	Keterbacaan tulisan	5	<p>1) Kesesuaian pemilihan jenis font.</p> <p>2) Penggunaan ukuran huruf yang proporsional.</p> <p>3) Jumlah baris per halaman sesuai sehingga mudah dibaca.</p> <p>4) Penggunaan spasi yang proporsional.</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
4.	Warna	5	<p>1) Warna yang digunakan pada cover seimbang dengan warna yang terdapat pada e-modul</p> <p>2) Perpaduan warna yang cukup konsisten dan menarik</p> <p>3) Penerapan warna tidak mengganggu keterbacaan teks</p> <p>4) Desain warna setiap halaman yang proporsional</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

5.	Cover	5	1) Kejelasan judul modul. 2) Tata letak teks dan gambar yang proporsional. 3) Penggunaan tulisan dan gambar yang jelas. 4) Ilustrasi sampul menggambarkan isi/materi dalam e-modul
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
6.	Kualitas tampilan	5	1) Komposisi dan desain layout aplikasi sudah tepat. 2) Desain menarik dan konsisten. 3) Layout memudahkan pembaca memahami materi. 4) Desain produk sesuai dengan prinsip desain multimedia, yaitu : kesatuan, kesinambungan, keseimbangan.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
7.	Efektif dan efisien	5	1) E-modul berjalan dengan lancar dan tanpa jeda saat pergantian tampilan 2) E-modul dapat digunakan dimanapun 3) Tampilan menarik dan sederhana 4) Tidak memerlukan ruang penyimpanan yang besar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

### C. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
1.	Perangkat lunak	✓				
2.	Penyajian e-modul	✓				
3.	Keterbacaan tulisan		✓			

4.	Warna		✓			
5.	Cover		✓			
6.	Kualitas tampilan		✓			
7.	Efektif dan efisien	✓				

#### D. KRITIK DAN SARAN

Tambahkan di halaman referensi: referensi gambar & video yg tidak sama buat sendiri.

Pada home page (halaman awal): Perbaiki desain atas gambar agar tidak nabrak menu navigasi.

Kelemparan gambar keluar bisa dalam bahasa Indonesia.

#### E. KESIMPULAN

Setelah mengisi tabel penilaian, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka dibawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor ini dinyatakan:

1 : Tidak layak diujicobakan

2 : Layak diujicobakan dengan banyak revisi

3 : Layak diujicobakan dengan sedikit revisi

4 : Layak diujicobakan tanpa revisi

\*) Lingkari salah satu

Semarang, 20-03-2024

Validator,

*fh*

M. I. Fakh

NIP.

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI  
SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

**ASPEK MEDIA**

Nama : Istikomah, M-Sc.

Jabatan : Dosen Fisika

Instansi : UIN Walisongo

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Isi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini adalah tindak lanjut dari Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor.
3. Penilaian dilakukan dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan.
4. Kritik dan saran ditulis secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

**B. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI**

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
1.	Perangkat lunak	5	1) Ketepatan jenis aplikasi/software yang digunakan untuk pengembangan. 2) Tidak membutuhkan keahlian khusus untuk mengoperasikan media. 3) Proses instalasi pada smartphone android berjalan dengan lancar 4) Produk sesuai dengan kemampuan android saat ini.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

2.	Penyajian e-modul	5	<p>1) Memuat Tujuan Pembelajaran (TP) yang jelas dan menggambarkan pencapaian Capaian Pembelajaran (CP).</p> <p>2) Memuat materi pembelajaran yang dikemas secara spesifik, sehingga memudahkan dipelajari secara tuntas.</p> <p>3) Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran.</p> <p>4) Tersedia contoh soal, latihan, dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur kemampuan siswa.</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
3.	Keterbacaan tulisan	5	<p>1) Kesesuaian pemilihan jenis font.</p> <p>2) Penggunaan ukuran huruf yang proporsional.</p> <p>3) Jumlah baris per halaman sesuai sehingga mudah dibaca.</p> <p>4) Penggunaan spasi yang proporsional.</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
4.	Warna	5	<p>1) Warna yang digunakan pada cover seimbang dengan warna yang terdapat pada e-modul</p> <p>2) Perpaduan warna yang cukup konsisten dan menarik</p> <p>3) Penerapan warna tidak mengganggu keterbacaan teks</p> <p>4) Desain warna setiap halaman yang proporsional</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

5.	Cover	5.	1) Kejelasan judul modul. 2) Tata letak teks dan gambar yang proporsional. 3) Penggunaan tulisan dan gambar yang jelas. 4) Ilustrasi sampul menggambarkan isi/materi dalam e-modul
		4.	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3.	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2.	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1.	Tidak mencakup semua poin
6.	Kualitas tampilan	5.	1) Komposisi dan desain layout aplikasi sudah tepat. 2) Desain menarik dan konsisten. 3) Layout memudahkan pembaca memahami materi. 4) Desain produk sesuai dengan prinsip desain multimedia, yaitu : kesatuan, kesinambungan, keseimbangan.
		4.	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3.	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2.	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1.	Tidak mencakup semua poin
7.	Efektif dan efisien	5.	1) E-modul berjalan dengan lancar dan tanpa jeda saat pergantian tampilan 2) E-modul dapat digunakan dimanapun 3) Tampilan menarik dan sederhana 4) Tidak memerlukan ruang penyimpanan yang besar
		4.	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3.	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2.	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1.	Tidak mencakup semua poin

### C. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
1.	Perangkat lunak	✓				
2.	Penyajian e-modul		✓			
3.	Keterbacaan tulisan		✓			

4.	Warna			✓		
5.	Cover	✓				
6.	Kualitas tampilan			✓		
7.	Efektif dan efisien			✓		

#### D. KRITIK DAN SARAN

- Halaman awal: judul MURIS diletakkan dibawah lagi, agar tidak mengganggu tulisan.
- representasi warna yang menunjukan indikator multirepresentasi seharusnya hanya sebuah untuk font/tulisan saja. Bukan gambar dengan background kuning tetapi cukup judul gambar dengan font warna kuning karena menyebabkan gambar tidak menarik.
- Gambar skala suhu, seharusnya kelvin tidak ada kata jadinya.
- Rangkuman di buat diagram mind mapping agar menarik.
- Integrasi keislaman sebaiknya dibuat pada kata pengantar dengan Cita Islami
- Masukan lebih lanjut dan pada lampiran
- Sebaiknya ditambahkan bagian mana yang dapat menunjukkan keterampilan pemecahan masalah

#### E. KESIMPULAN

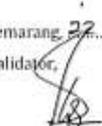
Setelah mengisi tabel penilaian, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka dibawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor ini dinyatakan:

- 1 : Tidak layak diujicobakan
- 2 : Layak diujicobakan dengan banyak revisi
- 3) Layak diujicobakan dengan sedikit revisi
- 4 : Layak diujicobakan tanpa revisi

\*) Lingkari salah satu

Semarang, 22 Maret 2024

Validator,

  
Istikomah

NIP. 83901126 201903 2021

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI  
SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

**ASPEK MEDIA**

Nama : *Suratni Agustinih*

Jabatan : *guru mapel FISIKA*

Instansi : *SMAN 5 Semarang*

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Isi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini adalah tindak lanjut dari Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor.
3. Penilaian dilakukan dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan.
4. Kritik dan saran ditulis secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

**B. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI**

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
1.	Perangkat lunak	5	1) Ketepatan jenis aplikasi/software yang digunakan untuk pengembangan. 2) Tidak membutuhkan keahlian khusus untuk mengoperasikan media. 3) Proses instalasi pada smartphone android berjalan dengan lancar 4) Produk sesuai dengan kemampuan android saat ini.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

2.	Penyajian e-modul	5	<p>1) Memuat Tujuan Pembelajaran (TP) yang jelas dan menggambarkan pencapaian Capaian Pembelajaran (CP).</p> <p>2) Memuat materi pembelajaran yang dikemas secara spesifik, sehingga memudahkan dipelajari secara tuntas.</p> <p>3) Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran.</p> <p>4) Tersedia contoh soal, latihan, dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur kemampuan siswa.</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
3.	Keterbacaan tulisan	5	<p>1) Kesesuaian pemilihan jenis font.</p> <p>2) Penggunaan ukuran huruf yang proporsional.</p> <p>3) Jumlah baris per halaman sesuai sehingga mudah dibaca.</p> <p>4) Penggunaan spasi yang proporsional.</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
4.	Warna	5	<p>1) Warna yang digunakan pada cover seimbang dengan warna yang terdapat pada e-modul</p> <p>2) Perpaduan warna yang cukup konsisten dan menarik</p> <p>3) Penerapan warna tidak mengganggu keterbacaan teks</p> <p>4) Desain warna setiap halaman yang proporsional</p>
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

5.	Cover	5	1) Kejelasan judul modul. 2) Tata letak teks dan gambar yang proporsional. 3) Penggunaan tulisan dan gambar yang jelas. 4) Ilustrasi sampul menggambarkan isi/materi dalam e-modul
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
6.	Kualitas tampilan	5	1) Komposisi dan desain layout aplikasi sudah tepat. 2) Desain menarik dan konsisten. 3) Layout memudahkan pembaca memahami materi. 4) Desain produk sesuai dengan prinsip desain multimedia, yaitu : kesatuan, kesinambungan, keseimbangan.
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin
7.	Efektif dan efisien	5	1) E-modul berjalan dengan lancar dan tanpa jeda saat pergantian tampilan 2) E-modul dapat digunakan dimanapun 3) Tampilan menarik dan sederhana 4) Tidak memerlukan ruang penyimpanan yang besar
		4	3 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	2 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	1 poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua poin

### C. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
1.	Perangkat lunak	✓				
2.	Penyajian e-modul	✓				
3.	Keterbacaan tulisan		✓			

4.	Warna	✓				
5.	Cover	✓				
6.	Kualitas tampilan	✓				
7.	Efektif dan efisien	✓				

#### D. KRITIK DAN SARAN

Perangkat lunak sesuai dengan kemampuan android, bisa dibuka tanpa aplikasi.  
Tulisan lebih dibesarkan fontnya sehingga lebih menarik yaitu perhalaman dikurangi jumlah barisnya.

#### E. KESIMPULAN

Setelah mengisi tabel penilaian, ditoloh Bapak/Ibu untuk melingkari angka di bawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor ini dinyatakan:

- 1 : Tidak layak diujicobakan
- 2 : Layak diujicobakan dengan banyak revisi
- 3 : Layak diujicobakan dengan sedikit revisi
- 4 : Layak diujicobakan tanpa revisi

\*) Lingkari salah satu

Semarang, Maret 2024

Validator,

Agah

Suratni Agustiah

NIP. 197808072006042008

## Lampiran 13 Hasil penilaian validasi ahli materi

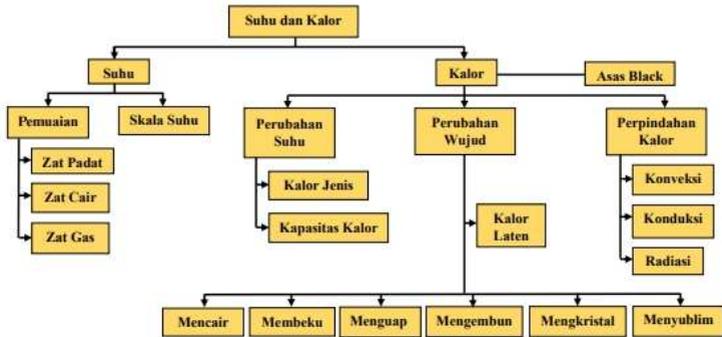
No.	Aspek Penilaian	Validator			Nilai rata-rata
		1	2	3	
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian dengan materi	5	4	5	4,50
2.	Keakuratan materi	5	4	5	
3.	Kemutakhiran materi	5	4	4	
4.	Integrasi keislaman	5	3	5	
Persentase kelayakan					90%
Kebahasaan					
5.	Kejelasan informasi	4	5	5	4,67
6.	Kesesuaian EYD (Ejaan Bahasa Indonesia)	4	5	5	
Persentase kelayakan					93%
Kelayakan Penyajian					
7.	Teknik penyajian	4	4	5	4,33
Persentase kelayakan					87%
Multi Representasi					
8.	Representasi grafik	5	4	5	4,75
9.	Representasi matematis	4	5	5	
10.	Representasi verbal	5	5	5	
11.	Representasi gambar	5	4	5	
Persentase kelayakan					95%
Nilai rata-rata akhir					4,60
Kriteria					Sangat layak
Persentase kelayakan akhir					92%
Kriteria					Sangat valid

## Lampiran 14 Hasil penilaian validasi ahli media

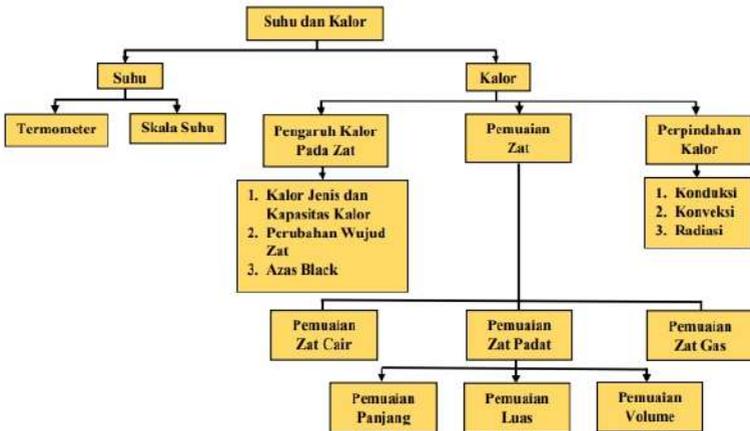
No.	Aspek Penilaian	Validator			Nilai rata-rata
		1	2	3	
1.	Perangkat lunak	5	5	5	5
2.	Penyajian e-modul	5	4	5	4,6
3.	Keterbacaan tulisan	4	4	4	4
4.	Warna	4	3	5	4
5.	Cover	4	5	5	4,6
6.	Kualitas tampilan	4	4	5	4,3
7.	Efektif dan efisien	5	4	5	4,6
Nilai rata-rata akhir					4,48
Kriteria					Sangat layak
Persentase kelayakan akhir					90%
Kriteria					Sangat valid

## Lampiran 15 Revisi produk

## 15. 1 Perbaiki peta konsep

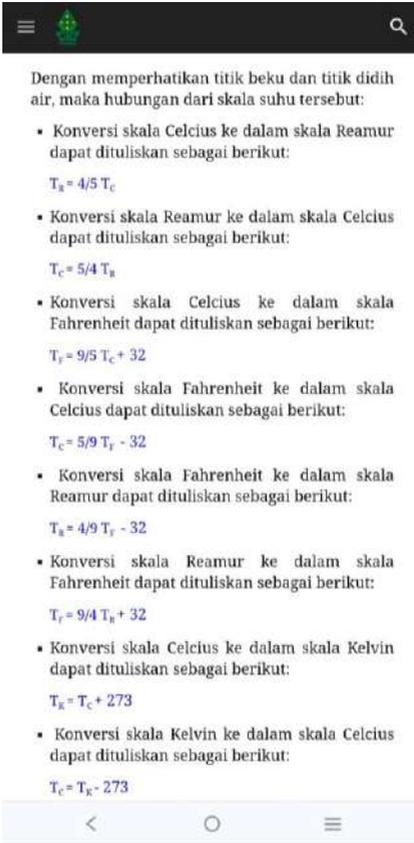


## a. Sebelum direvisi



## b. Setelah direvisi

## 15. 2 Penulisan konversi suhu



Dengan memperhatikan titik beku dan titik didih air, maka hubungan dari skala suhu tersebut:

- Konversi skala Celcius ke dalam skala Reamur dapat dituliskan sebagai berikut:  

$$T_R = 4/5 T_C$$
- Konversi skala Reamur ke dalam skala Celcius dapat dituliskan sebagai berikut:  

$$T_C = 5/4 T_R$$
- Konversi skala Celcius ke dalam skala Fahrenheit dapat dituliskan sebagai berikut:  

$$T_F = 9/5 T_C + 32$$
- Konversi skala Fahrenheit ke dalam skala Celcius dapat dituliskan sebagai berikut:  

$$T_C = 5/9 T_F - 32$$
- Konversi skala Fahrenheit ke dalam skala Reamur dapat dituliskan sebagai berikut:  

$$T_R = 4/9 T_F - 32$$
- Konversi skala Reamur ke dalam skala Fahrenheit dapat dituliskan sebagai berikut:  

$$T_F = 9/4 T_R + 32$$
- Konversi skala Celcius ke dalam skala Kelvin dapat dituliskan sebagai berikut:  

$$T_K = T_C + 273$$
- Konversi skala Kelvin ke dalam skala Celcius dapat dituliskan sebagai berikut:  

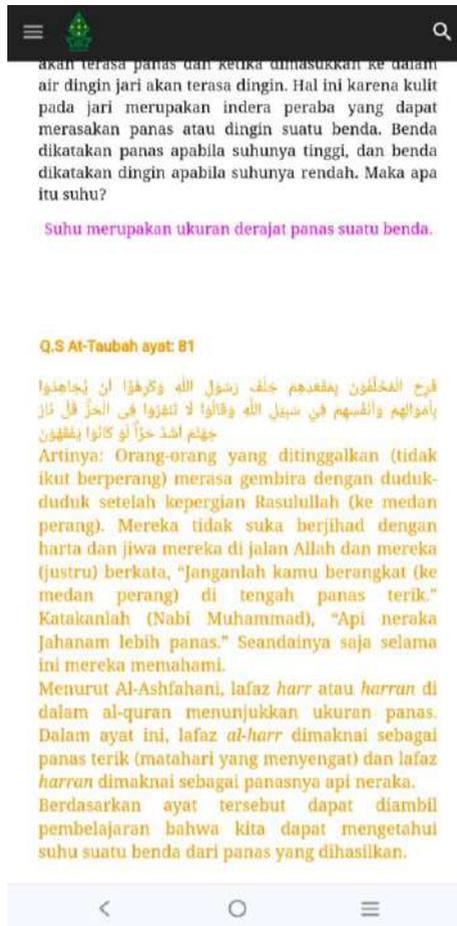
$$T_C = T_K - 273$$

(a) Sebelum direvisi

	Celcius	Reamur	Fahrenheit	Kelvin
Celcius		$T_R = \frac{4}{5} T_C$	$T_F = \frac{9}{5} T_C + 32$	$T_K = T_C + 273$
Reamur	$T_C = \frac{5}{4} T_R$		$T_F = \frac{9}{4} T_R + 32$	$T_K = \frac{5}{4} T_R + 273$
Fahrenheit	$T_C = \frac{5}{9} T_F - 32$	$T_R = \frac{4}{9} T_F - 32$		$T_K = \frac{5}{9} (T_F - 32) + 273$
Kelvin	$T_C = T_K - 273$	$T_R = \frac{4}{5} T_K - 273$	$T_F = \frac{9}{5} (T_K - 273) + 32$	

(b) Setelah direvisi

### 15. 3 Integrasi keislaman



akan terasa panas dan ketika dimasukkan ke dalam air dingin jari akan terasa dingin. Hal ini karena kulit pada jari merupakan indera peraba yang dapat merasakan panas atau dingin suatu benda. Benda dikatakan panas apabila suhunya tinggi, dan benda dikatakan dingin apabila suhunya rendah. Maka apa itu suhu?

Suhu merupakan ukuran derajat panas suatu benda.

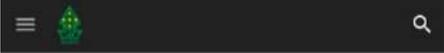
**Q.S At-Taubah ayat: 81**

فَرِحَ الْمُخَلَّفُونَ بِمَقْعَدِهِمْ جُلُفَ رَسُولِ اللَّهِ وَكَرِهُوا أَنْ يُجَاهِدُوا بِأَمْوَالِهِمْ وَأَنْفُسِهِمْ فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَقَالُوا لَا تَنْزِعُوا مِنَ الْحَرْقِ قُلْ نَارُ جَهَنَّمَ أَشَدُّ حَرًّا لَوْ كَانُوا يَفْقَهُونَ

Artinya: Orang-orang yang ditinggalkan (tidak ikut berperang) merasa gembira dengan duduk-duduk setelah kepergian Rasulullah (ke medan perang). Mereka tidak suka berjihad dengan harta dan jiwa mereka di jalan Allah dan mereka (justru) berkata, "Janganlah kamu berangkat (ke medan perang) di tengah panas terik." Katakanlah (Nabi Muhammad), "Api neraka jahanam lebih panas." Seandainya saja selama ini mereka memahami.

Menurut Al-Ashfahani, lafaz *harr* atau *harran* di dalam al-quran menunjukkan ukuran panas. Dalam ayat ini, lafaz *al-harr* dimaknai sebagai panas terik (matahari yang menyengat) dan lafaz *harran* dimaknai sebagai panasnya api neraka. Berdasarkan ayat tersebut dapat diambil pembelajaran bahwa kita dapat mengetahui suhu suatu benda dari panas yang dihasilkan.

(a) sebelum direvisi



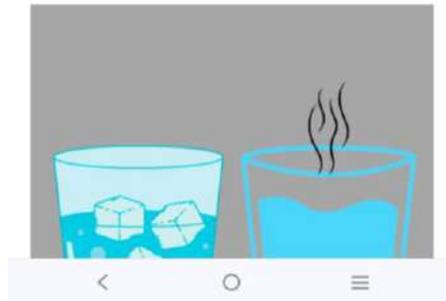
Semua yang ada di bumi memiliki ukuran, salah satunya yaitu suhu. Firman Allah SWT yang berkaitan dengan suatu ukuran terdapat dalam Q.S Al-Mu'minin ayat 18, sebagai berikut ini:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّاهُ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهَا لَقَادِرُونَ

Artinya: Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya.

Menurut Tafsir Al-Mukhtashar, ayat tersebut menjelaskan bahwa Kami turunkan air hujan dari langit sesuai ukuran atau kadar kebutuhan makhluk, tidak terlalu banyak hingga merusak, dan tidak pula sedikit hingga tidak mencukupi. Lalu Kami jadikan air hujan itu menetap di bumi agar manusia dan seluruh hewan bisa memanfaatkannya. Sungguh Kami pasti kuasa untuk melenyapkannya sehingga kalian tidak mengambil manfaat darinya.

Perhatikan Gambar 1.1 berikut ini:



(b) Setelah direvisi

## 15. 4 Tabel koefisien muai panjang

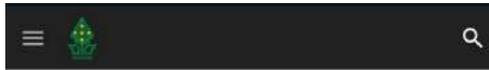
No.	Jenis Bahan	Koefisien Muai Panjang /°C
1.	Aluminium	0,000026
2.	Baja	0,000011
3.	Besi	0,000012
4.	Emas	0,000014
5.	Kaca	0,000009
6.	Kuningan	0,000018
7.	Tembaga	0,000017
8.	Platina	0,000009
9.	Timah	0,00003
10.	Seng	0,000029
11.	Pyrex	0,000003
12.	Perak	0,00002

(a) sebelum direvisi

No.	Jenis Bahan	Koefisien Muai Panjang /°C
1.	Aluminium	$2,6 \times 10^{-5}$
2.	Baja	$1,1 \times 10^{-5}$
3.	Besi	$1,2 \times 10^{-5}$
4.	Emas	$1,4 \times 10^{-5}$
5.	Kaca	$0,9 \times 10^{-5}$
6.	Kuningan	$1,8 \times 10^{-5}$
7.	Tembaga	$1,7 \times 10^{-5}$
8.	Platina	$0,9 \times 10^{-5}$
9.	Timah	$0,3 \times 10^{-4}$
10.	Seng	$2,9 \times 10^{-5}$
11.	Pyrex	$0,3 \times 10^{-5}$
12.	Perak	$0,2 \times 10^{-4}$

(b) Setelah direvisi

## 15. 5 Perubahan wujud zat



Ketika proses mencair, menguap, dan menyublim zat membutuhkan sejumlah kalor. Artinya ada perpindahan kalor dari lingkungan ke zat dan kalor itu sendiri digunakan untuk merubah wujud benda dari padat menjadi cair, cair menjadi gas dan dari padat menjadi gas. Pada proses membeku, mengembun dan mengkristal, zat melepaskan sejumlah kalor. Artinya ada perpindahan kalor dari zat kepada lingkungan pada saat terjadi perubahan wujud.

### (a) sebelum direvisi

Berdasarkan Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa terdapat 6 (enam) jenis perubahan wujud zat sebagai berikut:

1. Mencair  
Mencair adalah perubahan wujud zat padat menjadi cair.  
Contoh: mentega yang dipanaskan
2. Membeku  
Membeku adalah perubahan wujud zat cair menjadi padat.  
Contoh: air yang dimasukkan ke dalam kulkas
3. Menguap  
Menguap adalah perubahan wujud zat cair menjadi gas.  
Contoh: air yang mendidih ketika dipanaskan
4. Mengembun  
Mengembun adalah perubahan wujud zat gas menjadi cair.  
Contoh: terbentuknya butiran air pada tutup gelas
5. Menyublim  
Menyublim adalah perubahan wujud zat padat menjadi gas.  
Contoh: kapur barus yang dibiarkan di ruang terbuka lama-kelamaan akan habis
6. Mengkristal  
Mengkristal adalah perubahan wujud zat gas menjadi padat.  
Contoh: terbentuknya salju

### (b) Setelah direvisi

## 15. 6 Halaman awal

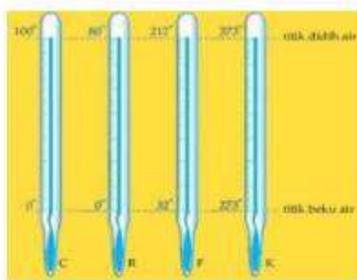


(a) Sebelum direvisi

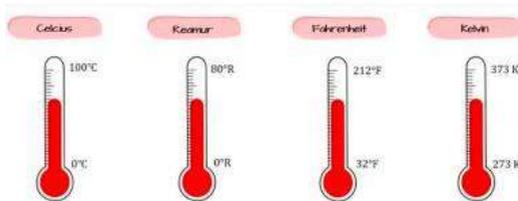


(b) Setelah direvisi

## 15.7 Representasi gambar



Gambar 1. 2 Penetapan skala pada termometer  
(a) Sebelum direvisi



Gambar 1. 6 Penetapan skala pada termometer

(b) Setelah direvisi

## 15.8 Rangkuman

- Suhu adalah ukuran derajat panas suatu benda.
- Alat yang digunakan untuk mengukur suhu dinamakan termometer.
- Jenis-jenis termometer berdasarkan kegunaanya yaitu: termometer digital, termometer laboratorium, termometer bimetal, dan termometer elektromagnetik.
- Terdapat empat skala yang digunakan untuk pengukuran suhu, yaitu skala Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ), Reamur (R), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), dan Kelvin (K).

(a) Sebelum direvisi



(b) Setelah direvisi

## Lampiran 16 Lembar penilaian keterbacaan e-modul

**ANGKET PENILAIAN KETERBACAAN E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN  
KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI  
SUIHU DAN KALOR**

Nama : Elmarsa Hangbell

Kelas : XI-12

**A. PETUNJUK PENGISIAN**

- Tuliskan data diri pada tempat yang sudah disediakan
- Bacalah baik-baik setiap pernyataan yang diberikan
- Berilah tanda ceklist (✓) pada kolom kategori sesuai penilaian kalian terhadap e-modul pada kolom jawaban.
- Kriteria penilaian:  
 Skor 5: Sangat Baik  
 Skor 4: Baik  
 Skor 3: Cukup  
 Skor 2: Kurang  
 Skor 1: Sangat Kurang
- Terimakasih untuk partisipasinya dalam mengisi angket ini.

**B. LEMBAR PENILAIAN**

No.	Aspek	Indikator	Skor				
			1	2	3	4	5
1.	Materi	1. Materi yang disajikan dalam e-modul mudah dipahami					✓
		2. Materi yang dipaparkan jelas					✓
		3. Materi sesuai dengan KI dan KD					✓
		4. Materi dalam e-modul berkaitan dengan nilai-nilai keislaman					✓
2.	Kebahasaan	5. Kalimat yang digunakan dapat dibaca dengan jelas				✓	
		6. Menggunakan bahasa yang mudah dipahami					✓
		7. Bahasa yang digunakan sesuai dengan situasi perkembangan siswa				✓	
3.	Kegrafikan	8. Menggunakan font, jenis, dan ukuran yang tepat					✓

		9. Ilustrasi gambar yang disajikan dapat dipahami dengan mudah							✓
		9. Desain yang digunakan menarik							✓

**C. KRITIK DAN SARAN**

Modulnya sudah sangat bagus sekali, menarik dan penjelasannya jelas

## Lampiran 17 Hasil penilaian keterbacaan e-modul

No.	Nama	Aspek Materi				Aspek Kebahasaan			Aspek Kegrafikan		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	R1	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5
2	R2	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5
3	R3	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5
4	R4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4
5	R5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
6	R6	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
7	R7	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5
8	R8	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5
9	R9	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5
10	R10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	R11	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5
12	R12	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4
13	R13	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5
14	R14	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4
15	R15	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
Jumlah		68	72	72	71	72	68	63	68	71	72
Skor Maks		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Persentase(%)		90,67	96,00	96,00	94,67	96,00	90,67	84,00	90,67	94,67	96,00
Rata-rata(%)		92,93									
Kriteria		Sangat Layak									

## Lampiran 18 Lembar penilaian respon siswa

## ANGKET RESPON SISWA

E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN  
MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR

Nama : Kawkan Duvka A  
Kelas : XI-10

## A. PETUNJUK PENGISIAN

- Tuliskan data diri pada tempat yang sudah disediakan
- Bacalah baik-baik setiap pernyataan yang diberikan
- Berilah tanda ceklist (✓) pada kolom kategori sesuai penilaian kalian terhadap e-modul pada kolom jawaban.
- Kriteria penilaian:  
Skor 5: Sangat Baik  
Skor 4: Baik  
Skor 3: Cukup  
Skor 2: Kurang  
Skor 1: Sangat Kurang
- Terimakasih untuk partisipasinya dalam mengisi angket ini.

## B. LEMBAR PENILAIAN

No.	Indikator Penilaian	Pernyataan	Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Ketertarikan	1. Tampilan E-modul ini menarik					✓
		2. E-modul ini membuat saya lebih bersemangat mempelajari fisika					✓
		3. Dengan menggunakan e-modul ini dapat membuat belajar fisika tidak membosankan					✓
		4. E-modul ini mendukung saya menguasai fisika khususnya materi suhu dan kalor					✓
		5. Kata motivasi yang terdapat dalam e-modul berpengaruh terhadap sikap saya dalam belajar					✓
		6. Dengan adanya ilustrasi dapat memberikan motivasi dalam mempelajari materi				✓	
2.	Materi	7. Penyampaian materi dalam e-modul ini berkaitan dengan kehidupan sehari-hari					✓

		8. Materi yang disajikan dalam e-modul ini mudah saya pahami				✓
		9. Dalam e-modul ini terdapat beberapa bagian untuk saya menemukan konsep sendiri				✓
		0. Penyajian materi dalam e-modul ini mendorong saya untuk berdiskusi				✓
		1. E-modul ini memuat tes formatif yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman saya				✓
		2. E-modul ini mampu meningkatkan keterampilan saya dalam memecahkan masalah atau menyelesaikan soal-soal.				✓
		3. Nilai-nilai keragaman dalam e-modul mudah untuk dipahami.				✓
3.	Bahasa	4. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam e-modul ini jelas dan mudah dipahami				✓
		5. Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami				✓
		6. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca				✓

### C. KRITIK DAN SARAN

Keren, Utami dan Manarik

## Lampiran 19 Hasil penilaian respon siswa

No.	Nama Siswa	Kelas	Aspek Ketertarikan						Aspek Materi						Aspek Bahasa				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	AFIA NUR RAMADHANI	XI-10	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	
2	AHMAD FASYA ASSYIFA	XI-10	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	
3	AJI NOTO WIBOWO	XI-10	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4	ANDHINI WIDYA PRATIWI	XI-10	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	
5	AQILA LUNETA RAMADHANI	XI-10	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	
6	AURAEILLA PUTRI SAN CAMELOON	XI-10	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	
7	BHRE AUDRIAN SAPUTRA	XI-10	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
8	CLADYSA DEA PUTRI	XI-10	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	
9	DANISWARA KHANSA PAMUNTJAK	XI-10	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	
10	FAHMI MAULANA HERMANSYAH	XI-10	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	
11	FERNANDO FABA SETIAWAN	XI-10	5	3	3	3	4	4	4	3	4	5	5	3	5	5	5	4	
12	HANIYYA ANKY PERNOMO	XI-10	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	
13	KAUTSAR DWIKA ADINI	XI-10	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
14	KIKAN NURUL AISYAH	XI-10	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3	5	5	5	
15	LUQMAN HISYAM M.	XI-10	5	4	4	4	5	5	3	5	4	4	4	5	5	5	5	5	
16	MAHENDRA SURYA KAMAJAYA	XI-10	5	4	4	4	3	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	
17	MOCHAMMAD AGUSTIO RACHMAN	XI-10	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	5	4	4	4	
18	MUHAMMAD FAUZI	XI-10	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	3	5	4	4	4	
19	MUHAMMAD ISLAMI KHOIRULLOH	XI-10	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	
20	MUHAMMAD NAUFAL PRASTYAWAN	XI-10	5	4	4	4	3	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	
21	MUHAMMAD RASYA WIRAYUDHA	XI-10	5	4	4	4	3	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	
22	MUHAMMAD ZAINNOV	XI-10	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	
23	NAFISHA SEPTYA DARMAWAN	XI-10	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	
24	NOVELINA PUTRI BERLIANA	XI-10	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	
25	PUTRI SAHASRAYA	XI-10	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	
26	REVAN DWI MANGGAR NOUVAL	XI-10	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	
27	RIANTINO KRISTIYANTO	XI-10	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	
28	SYAHRUL RACHMAN	XI-10	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	
29	ULIMA AILSA IVANA	XI-10	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	
30	ZOYANITO TSAQIF	XI-10	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	
Jumlah			143	126	129	131	125	137	130	136	132	130	128	131	141	139	136	139	
Skor Maks			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Persentase(%)			95	84	86	87	83	91	87	91	88	87	85	87	94	93	91	93	
Rata-rata(%)			87,9						88,4						92,0				
Rata-rata keseluruhan (%)			89,4																
Kriteria			Sangat Baik																

## Lampiran 20 Lembar penilaian butir soal

## LEMBAR ANKET INSTRUMEN VALIDASI

## BUTIR SOAL URAIAN

Nama : ISTIKOMAH, M.Sc.

Jabatan : Dosen

Instansi : UIN Walisongo

## A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Mohon Bapak/Ibu mengisi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini digunakan untuk mengetahui pertimbangan validator terhadap instrumen yang akan digunakan untuk mengumpulkan data penelitian.
3. Mohon Bapak/Ibu melakukan penilaian dengan memberi skor pada kolom yang sudah disediakan.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar penilaian yang sudah disediakan.
5. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1.	Sangat Setuju (SS)	4
2.	Setuju (S)	3
3.	Kurang Setuju (KS)	2
4.	Sangat Kurang Setuju (SK)	1

## B. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek	Butir soal																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>A. Materi</b>																					
1.	Butir soal sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
3.	Materi yang ditanyakan sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4.	Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang jenis sekolah atau tingkat kelas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5.	Butir soal sesuai dengan materi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6.	Butir soal memiliki persamaan, simbol, dan konsep yang akurat	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3
7.	Butir soal telah terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	4	4	3	2	3	2	2	3
8.	Butir soal mengandung multi representasi (verbal/grafik/matematis/gambar)	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
9.	Butir soal dapat merangsang siswa memiliki keterampilan pemecahan masalah	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4
<b>B. Konstruksi Soal</b>																					
10.	Menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban uraian	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11.	Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
12.	Ada pedoman penskorannya	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
13.	Tabel, gambar, grafik, peta, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3
<b>C. Bahasa</b>																					
14.	Rumusan kalimat soal komunikatif	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

15.	Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
16.	Menggunakan bahasa atau kata yang umum (bukan bahasa lola)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
17.	Rumusan kalimat tidak mengandung kata/ungkapan yang dapat menyinggung perasaan peserta didik	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

### C. KRITIK DAN SARAN

- Setiap ada kutipan ayat Alquran seperti no 1, 4, 5, 9, 13, dan 20 sebaiknya diberi kalimat pengambung yang saling berkaitan.
- No 7 dan 16 hanya deskripsi berguna saja sebaiknya ditambahkan kata kuantitatif agar indikator seperti aplikasi spesifik fungsi, prosedur matematis, dan logis.
- Ukuran font ayat Alquran diperbesar
- Penulisan simbol seperti derajat ataupun pangkat wajib menggunakan equation
- Untuk soal no. 13 dan 14, sebaiknya kuantitas air sebaiknya dalam liter, jadi berarti massa dapat diperoleh dengan  $m = \rho V$
- Sebaiknya menggunakan touch sudut pendang orang ketiga.

Semarang, 18 April 2024

  
 (Istikomah M. S.)  
 NIP. 199011262019032021

## LEMBAR ANKET INSTRUMEN VALIDASI

## BUTIR SOAL URAIAN

Nama : *Suratni Agustinih*

Jabatan : *Guru*

Instansi : *SMAN 5 Semarang*

## A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Mohon Bapak/Ibu mengisi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini digunakan untuk mengetahui pertimbangan validator terhadap instrumen yang akan digunakan untuk mengumpulkan data penelitian.
3. Mohon Bapak/Ibu melakukan penilaian dengan memberi skor pada kolom yang sudah disediakan.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar penilaian yang sudah disediakan.
5. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1.	Sangat Setuju (SS)	4
2.	Setuju (S)	3
3.	Kurang Setuju (KS)	2
4.	Sangat Kurang Setuju (SK)	1

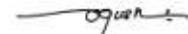
## B. LEMBAR PENILAIAN

No.	Aspek	Butir soal																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>A. Materi</b>																					
1.	Butir soal sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3.	Materi yang ditanyakan sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4.	Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang jenis sekolah atau tingkat kelas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5.	Butir soal sesuai dengan materi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6.	Butir soal memiliki persamaan, simbol, dan konsep yang akurat	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7.	Butir soal telah terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman	4	2	2	4	4	2	2	4	2	4	2	4	4	3	2	3	2	2	4	
8.	Butir soal mengandung multi representasi (verbal/grafik/matematis/gambar)	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	
9.	Butir soal dapat merangsang siswa memiliki keterampilan pemecahan masalah	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>B. Konstruksi Soal</b>																					
10.	Menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntun jawaban uraian	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11.	Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12.	Ada pedoman penskorannya	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13.	Tabel, gambar, grafik, peta, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3
<b>C. Bahasa</b>																					
14.	Rumusan kalimat soal komunikatif	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

15.	Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
16.	Menggunakan bahasa atau kata yang umum (bukan bahasa lokal)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
17.	Rumusan kalimat tidak mengandung kata/ungkapan yang dapat menyinggung perasaan peserta didik	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

C. KRITIK DAN SARAN

Semarang, Maret 2024



(Suratni Agurfinib, S.Si,  
NIP. 19780807 200604 2 008

## Lampiran 21 Lembar jawaban soal uji coba

73,5

FISIKA

ELMAHSA HANNABELL 109/51-12

10. Diketahui :  $m_{\text{air}} = 250 \text{ gram} \rightarrow 0,25 \text{ kg}$   $\Delta T: 100-20^{\circ}\text{C}$   $C = 4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$   
 Ditanya : Berapa kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih ( $Q$ ) ?  
 Jawab :  
 $Q = m C \Delta T$   
 $= 0,25 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \cdot (100^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})$   
 $= 0,25 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \cdot 80^{\circ}\text{C} = 84.000 \text{ kal}$   
 Jadi, kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih adalah  $Q = 84000 \text{ kal}$

2. Diketahui :  $\rightarrow$  Arifin memiliki 1 termometer dengan titik tetap atas  $212^{\circ}$  dan titik tetap bawah  $32^{\circ}$   
 $\rightarrow$  termometer digunakan untuk mengukur suhu air yang dipaparkan menggunakan microwave pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$   
 Ditanya : a) Apa jenis termometer yang dimiliki Arifin?  
 b) Berapakah suhu air jika diukur menggunakan termometer yang dimiliki Arifin?  
 Jawab : a) Termometer dengan suhu Fahrenheit ( $T_F$ )  
 b)  $T_F = \frac{9}{5} T_C + 32 = \frac{9}{5} \cdot 80^{\circ}\text{C} + 32 = 144 + 32 = 176^{\circ}\text{F}$   
 Jadi, a) jenis termometer yang dimiliki Arifin adalah Termometer suhu Fahrenheit ( $T_F$ )  
 Jadi, b) suhu air jika diukur menggunakan termometer yang dimiliki Arifin adalah  $T_F = 176^{\circ}\text{F}$

12. Diketahui :  
 suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )  
  
 $m_{\text{es}} = 500 \text{ gram} \rightarrow 0,5 \text{ kg}$   
 Suhu =  $-10^{\circ}\text{C}$   
 $C_{\text{es}} = 0,5 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$   
 $C_{\text{air}} = 1 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$   
 $L_{\text{es}} = 80 \text{ kkal/kg}$   
 Ditanya : ( $Q_{\text{t}}$ ) ?  
 Berapa kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih ?  
 Jawab :  
 $Q_{\text{AB}} = m \cdot C_{\text{es}} \cdot \Delta T$   
 $= 0,5 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-10))$   
 $= 0,25 \cdot (10) = 2,5 \text{ kkal}$   
 $Q_{\text{BC}} = m \cdot L_{\text{es}}$   
 $= 0,5 \cdot 80 = 40 \text{ kkal}$   
 $Q_{\text{CD}} = m \cdot C_{\text{air}} \cdot \Delta T$   
 $= 0,5 \cdot 1 \cdot (100 - 0)$   
 $= 0,5 \cdot (100) = 50 \text{ kkal}$   
 $Q_{\text{total}} = Q_{\text{AB}} + Q_{\text{BC}} + Q_{\text{CD}}$   
 $= 2,5 \text{ kkal} + 40 \text{ kkal} + 50 \text{ kkal}$   
 $= 92,5 \text{ kkal}$   
 Jadi, kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih ( $Q_{\text{t}}$ ) adalah  $92,5 \text{ kkal}$

Paper Star

Date: \_\_\_\_\_

3. Diketahui :  $\rightarrow$  kaca pada bingkai kayu ukurannya adalah 50 cm x 90 cm  
 $\rightarrow P_0 = 50$  cm  $\rightarrow$  Kecepatan kayu diabaikan  
 $\rightarrow L_0 = 90$  cm  $\rightarrow T_0 = 25^\circ\text{C}$   $\rightarrow T_1 = 40^\circ\text{C}$   
 $\rightarrow \Delta T = 40^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 15^\circ\text{C}$   $\rightarrow \alpha = 8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Ditanya : Berapakah minimal ukuran panjang dan lebar bingkai kayu agar kaca tidak pecah karena panas?

Jawab :

$P_1 = P_0 (1 + \alpha \Delta T)$	$L_1 = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$
$= 50 (1 + 8 \cdot 10^{-6} \cdot 15)$	$= 90 (1 + 8 \cdot 10^{-6} \cdot 15)$
$= 50 (1 + 0,00012)$	$= 90 (1 + 0,00012)$
$= 50 \cdot 1,00012 = 50,006$ cm	$= 90 \cdot 1,00012 = 90,0108$ cm

Ukuran minimalnya adalah :  $P_1 \times L_1$   
 $= 50,006$  cm x  $90,0108$  cm

Jadi, minimal ukuran panjang dan lebar bingkai kayu agar kaca tidak pecah karena panas adalah 50,006 cm x 90,0108 cm.

1. Diketahui :  $T_{\text{air mendidih}} = 115^\circ\text{Z}$   
 $T_{\text{es melebur}} = -5^\circ\text{Z}$

Ditanya : Pada suhu berapa termometer Z setara dengan termometer reamur?

Jawab :

$$\frac{Z - T_{\text{es}}}{T_{\text{air}} - T_{\text{es}}} = \frac{Z - 0}{80 - 0}$$

$$\frac{Z - (-5)}{115 - (-5)} = \frac{Z - 0}{80 - 0}$$

$$\frac{Z + 5}{120} = \frac{Z}{80}$$

$$8Z + 40 = 12Z$$

$$4Z = 40$$

$$Z = 10$$

Jadi, termometer Z setara dengan termometer reamur pada suhu  $10^\circ\text{Z}$

4. Diketahui :  
 $L_0 = 50$  m  $T = 40^\circ\text{C}$   
 $T_0 = 20^\circ\text{C}$   $\alpha = 0,00011 / ^\circ\text{C}$  atau  $11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Ditanya : Berapakah lebar celah pemuaian baja yang harus disediakan agar jembatan aman? ( $\Delta L$ ?)

Jawab :

$$\Delta T = T - T_0$$

$$= 40^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$= 50 \cdot 11 \cdot 10^{-6} \cdot 20$$

$$= 0,011$$
 m

Jadi, lebar celah pemuaian baja yang harus disediakan agar jembatan aman adalah  $\Delta L = 0,011$  m

g. Diketahui :  $\rightarrow m = 20 \text{ kg}$   $\rightarrow$  membeku suhu  $-10^\circ\text{C}$   
 $\rightarrow$  Suhu awal  $27^\circ\text{C}$   $\rightarrow C = 3500 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$   $\rightarrow \Delta T = -10 - 27$

Ditanya : Berapa kalor yang ingin dilepaskan daging sapi agar daging sapi dapat membeku dan tahan lama? (R)

Jawab :

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot C \cdot \Delta T \\ &= 20 \text{ kg} \cdot 3500 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (-10^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) \\ &= 20 \text{ kg} \cdot 3500 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot -37^\circ\text{C} \\ &= -2590.000 \text{ J} = -2590 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Jadi, kalor yang ingin dilepaskan daging sapi agar daging sapi dapat membeku dan bertahan lama adalah  $2590 \text{ kJ}$  // (R = -2590 kJ)

19. Diketahui :

$$H = 11,25 \text{ kJ/s} \quad \Delta T = 30^\circ - 20^\circ = 10^\circ\text{C}$$

$$h = 7,5 \times 10^{-1} \text{ kJ/s m}^2^\circ\text{C}$$

Ditanya : A? atau berapa luas jendela yang terpasang pada kamar tersebut?

Jawab :  $H = h \cdot A \cdot \Delta T$

$$A = \frac{H}{h \cdot \Delta T} = \frac{11,25}{(7,5 \times 10^{-1}) \cdot 10} = \frac{11,25}{7,5} = 1,5 \text{ m}^2$$

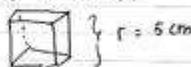
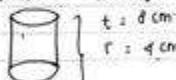
Jadi, luas jendela yang terpasang pada kamar tersebut adalah  $A = 1,5 \text{ m}^2$

18. Diketahui :  $\rightarrow$  Ibrn dan temannya akan memanaskan

$\rightarrow$  Panci panci bentuk berbeda

Panci 1 (tabung)

Panci 2 (kubus)



Ditanya : Agar lebih menghemat energi, manakah dari kedua panci tersebut yang paling cepat mengalami perpindahan kalor?

Jawab :

$$\text{Panci 1, LP} = 2\pi r(t)$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 4(8)$$

$$= 6,28 \cdot 4 \cdot 12 = 301,44 \text{ cm}^2$$

$$\text{Panci 2, LP} = 6s^2 \text{ atau } 6r^2$$

$$= 6r^2 = 6 \cdot 5^2$$

$$= 6 \cdot 25 = 150 \text{ cm}^2$$

Jadi, yang paling cepat mengalami perpindahan kalor adalah panci 1 (tabung)

Langutan Fisika

ULAHSA XI-12 /og  
HANNABELL

17. Diketahui :

- Suhu =  $40^{\circ}\text{C} \rightarrow 313^{\circ}\text{K} \rightarrow T = 313^{\circ}\text{K}$
- Hitam pekat,  $\epsilon = 1$
- $A = 1,5 \text{ m}^2$
- $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

Ditanya :

Berapa laju radiasi yang diserap oleh pakaian hitam tersebut ?

Jawab :

$$P = \epsilon \cdot A \cdot \sigma \cdot T^4$$

$$= 1 \cdot 1,5 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 313^4$$

$$= 8,505 \cdot 10^{-4} \cdot 313^4 = 816,303 \text{ J/s}$$

Jadi, laju radiasi yang diserap oleh pakaian hitam adalah  $816,303 \text{ J/s}$

18. Diketahui :

- $V_{\text{besi}} = 80 \text{ L}$
- $T_{\text{dipanaskan}} = 100^{\circ}\text{C}$
- $V_{\text{air}} = 200 \text{ L}$
- $T_{\text{air}} = 20^{\circ}\text{C}$
- $C_{\text{besi}} = 470 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
- $C_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
- $\rho_{\text{air}} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/L}$
- $\rho_{\text{besi}} = 7900 \text{ kg/L}$

Ditanya :

Berapa suhu keseimbangan yang dicapai ?

Jawab :

$$m_{\text{besi}} = \rho_{\text{besi}} \cdot V_{\text{besi}} = 79 \cdot 10^3 \cdot 80 = 632 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$m_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \cdot V_{\text{air}} = 1 \cdot 10^3 \cdot 200 = 2 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

Jadi, suhu keseimbangan yang dicapai adalah  $40,23^{\circ}\text{C}$

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

$$m_1 C_1 \Delta T_1 = m_2 C_2 \Delta T_2$$

$$632 \cdot 10^3 \cdot 470 \cdot (100 - T_C) = 2 \cdot 10^5 \cdot 4200 \cdot (T_C - 20)$$

$$2899 \cdot 10^5 (100 - T_C) = 84 \cdot 10^9 (T_C - 20)$$

$$2899 \cdot 10^5 = 2899 \cdot 10^5 T_C = 84 \cdot 10^9 T_C - 168 \cdot 10^9$$

$$2899 \cdot 10^5 + 168 \cdot 10^9 = 84 \cdot 10^9 T_C + 2899 \cdot 10^5 T_C$$

$$\frac{4529 \cdot 10^9}{11299 \cdot 10^5} = T_C$$

$$40,23^{\circ}\text{C} = T_C$$

19.

- $m_{\text{es krim}} = 1 \text{ kg}$
- $C_{\text{es}} = 2 \cdot 100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
- $C_{\text{air}} = 4 \cdot 200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

Ditanya: Berapakah kalor yang dibutuhkan untuk mencairkan es krim ? (A)

Jawab :

$Q_{AB} = m \cdot C_e \cdot \Delta T_{AB}$	$Q_{BC} = m \cdot L$	$Q_{CD} = m \cdot C_a \cdot \Delta T_{CD}$
$= 1 \cdot 2100 \cdot 5$	$= 1 \cdot 336 \cdot 000$	$= 1 \cdot 4200 \cdot 10$
$= 10 \cdot 100 \text{ J}$	$= 336 \cdot 000 \text{ J}$	$= 42 \cdot 000 \text{ J}$

$$Q = 10.000 \text{ J} + 336.000 \text{ J} + 42.000 \text{ J} = 388.000 \text{ J}$$

Jadi, kalor yang dibutuhkan adalah untuk mencairkan es krim yaitu  $388.000 \text{ J}$

6. Diketahui :

$$V_{\text{tempaga}} = 10 \text{ m}^3$$

$$\text{Sisi kubus} = 3,5 \text{ m}$$

$$T_0 = 30^\circ \text{C}$$

$$T_A = 100^\circ \text{C}$$

$$\Delta T = 100^\circ - 30^\circ$$

$$\rho_{\text{tempaga}} = 1,2 \times 10^{-5} / ^\circ \text{C}$$

$$\rho_{\text{air}} = 9,9 \times 10^{-9} / ^\circ \text{C}$$

Ditanya : Apa yang terjadi dengan air dan Apakah air meluap ?

Jawab :

\* Muat volume air

$$V = V_0 + V_0 \cdot \rho \cdot \Delta T$$

$$= 10 + 10 \cdot 9,9 \times 10^{-9} \cdot 70^\circ$$

$$= 10,301 \text{ m}^3$$

Muat Volume tempaga

$$V_0 (\text{kubus}) = 3,5^3 = 42,875 \text{ m}^3$$

$$V = V_0 + V_0 \cdot \rho \cdot \Delta T$$

$$= 42,875 + 42,875 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 70$$

$$= 43,03702 \text{ m}^3$$

Jadi, muat volume air < muat volume tempaga dan air tidak akan tumpah

8. Diketahui :

$$V_{\text{air dingin}} = 40 \text{ l}$$

$$T_2 = 25^\circ \text{C}$$

$$C_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^\circ \text{C}$$

$$T_1 = 25^\circ \text{C}$$

$$T_C = 35^\circ \text{C}$$

$$\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/l}$$

Ditanya : ( $m_2$ )? atau berapakah massa air panas yang harus ditambahkan ?

Jawab :

$$m_1 = \rho \cdot V$$

$$= 1000 \cdot 40 = 40.000 \text{ kg}$$

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

$$m_1 \cdot \rho_{\text{air}} (T_C - T_1) = m_2 \cdot \rho_{\text{air}} (T_2 - T_C)$$

$$40.000 (35 - 25) = m_2 (25 - 35)$$

$$40.000 \cdot (10) = 50 m_2$$

$$400.000 = 50 m_2$$

$$\frac{400.000}{50} = m_2$$

$$8000 = m_2$$

$$m_2 = 8000 \text{ kg}$$

Jadi, massa air panas yang harus ditambahkan adalah  $8000 \text{ kg}$  //

7. Diketahui : > Pedagang minuman kesulitan membuka tutup botol yang terbuat

dari aluminium yang melekat pada botol kaca

> Tidak memiliki alat pembuka tutup kaca

>  $\alpha$  aluminium =  $26 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$

>  $\alpha$  kaca =  $9 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$

Ditanya : Apabila pedagang membuka tutup botol tersebut dengan cara dipanaskan, apakah tutup dapat terbuka ? Berikan alasannya ?

Jawab : Bisa terbuka tutupnya, karena kita misalkan itu sebagai botol soda,

5. Diketahui :

$L_0 = 10 \text{ m}$	$T_2 = 40^\circ \text{C}$	Ditanya : Berapa luas besi setelah ada pemuaian ? ( $L_t$ )
$T_1 = 25^\circ \text{C}$	$\alpha_{besi} = 0,00012 / ^\circ \text{C}$	

Jawab :

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 40^\circ \text{C} - 25^\circ \text{C} = 15^\circ \text{C}$$

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

$$= 10 (1 + 0,00012 \cdot 15) = 10 (1 + 0,0018)$$

$$= 10 \cdot (1,0018) = 10,0018 \text{ m}$$

Jadi, luas besi setelah ada pemuaian adalah  $L_t = 10,0018 \text{ m}$

8. Diketahui :

Bahan	Kalor jenis ( $\text{J/kg}^\circ \text{C}$ )	
Aluminium	900	$\rightarrow$ Milogam : 200 gram $\rightarrow$ 0,2 kg
Besi	450	$\rightarrow T_1 = 30^\circ \text{C}$ $\rightarrow T_2 = 40^\circ \text{C}$
Perak	230	$\rightarrow Q = 900 \text{ J}$
Tembaga	390	Ditanya : Manakah bahan yang digunakan Nina ?

Jawab :

$Q = m c \Delta T$	Jadi, bahan yang digunakan
$900 \text{ J} = 0,2 \text{ C} \cdot 10$	Nina adalah Besi ( $450 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$ )
$900 = 2 \text{ C}$	
$450 \text{ J/kg}^\circ \text{C} = \text{C}$	

13. Diketahui :

$\rightarrow$ Vair panas : 20 l	$\rightarrow \rho_{\text{air}} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/l}$	Ditanya : Berapakah suhu air hangat yang digunakan Nina untuk mandi ?
$\rightarrow$ Tair panas : $100^\circ \text{C}$	$\rightarrow C_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$	
$\rightarrow$ Vair dingin : 60 l		
$\rightarrow$ Tair dingin : $20^\circ \text{C}$		

Jawab :

$m_1 = \rho_{\text{air}} \cdot V_{\text{air panas}}$	$C_1 = C_2$ (sama² kalor jenis air)
$= 1 \cdot 10^3 \cdot 20 = 2 \cdot 10^4 \text{ kg}$	
$m_2 = \rho_{\text{air}} \cdot V_{\text{air dingin}}$	Jadi, suhu air hangat yang digunakan Nina untuk mandi adalah $40^\circ \text{C}$ .
$= 1 \cdot 10^3 \cdot 60 = 6 \cdot 10^4 \text{ kg}$	
$Q_1 = Q_2$	
$m_1 \cdot \rho_1 \cdot \Delta T = m_2 \cdot \rho_2 \cdot \Delta T$	
$2 \cdot 10^4 (100 - T_C) = 6 \cdot 10^4 (T_C - 20)$	
$2 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^4 T_C = 6 \cdot 10^4 T_C - 12 \cdot 10^6$	
$2 \cdot 10^6 + 12 \cdot 10^6 = 6 \cdot 10^4 T_C + 2 \cdot 10^4 T_C$	
$32 \cdot 10^6 = 8 \cdot 10^4 T_C$	
$40^\circ \text{C} = T_C$	

## Lampiran 22 Hasil uji validitas soal

Butir	Validator		$s_1$	$s_2$	$\sum s$	N(c-1)	V	Keterangan
	1	2						
Butir 1	3,9	3,9	2,9	2,9	5,8	6	0,967	Sangat Valid
Butir 2	3,8	3,8	2,8	2,8	5,6	6	0,933	Sangat Valid
Butir 3	3,8	3,8	2,8	2,8	5,6	6	0,933	Sangat Valid
Butir 4	3,9	3,9	2,9	2,9	5,8	6	0,967	Sangat Valid
Butir 5	3,6	3,8	2,6	2,8	5,4	6	0,900	Sangat Valid
Butir 6	3,8	3,8	2,8	2,8	5,6	6	0,933	Sangat Valid
Butir 7	3,6	3,8	2,6	2,8	5,4	6	0,900	Sangat Valid
Butir 8	3,9	3,9	2,9	2,9	5,8	6	0,967	Sangat Valid
Butir 9	3,7	3,8	2,7	2,8	5,5	6	0,917	Sangat Valid
Butir 10	3,8	3,8	2,8	2,8	5,6	6	0,933	Sangat Valid
Butir 11	3,9	4	2,9	3	5,9	6	0,983	Sangat Valid
Butir 12	3,8	3,9	2,8	2,9	5,7	6	0,950	Sangat Valid
Butir 13	3,9	3,9	2,9	2,9	5,8	6	0,967	Sangat Valid
Butir 14	3,8	3,9	2,8	2,9	5,7	6	0,950	Sangat Valid
Butir 15	3,8	3,8	2,8	2,8	5,6	6	0,933	Sangat Valid
Butir 16	3,5	3,8	2,5	2,8	5,3	6	0,883	Sangat Valid
Butir 17	3,8	3,9	2,8	2,9	5,7	6	0,950	Sangat Valid
Butir 18	3,8	3,9	2,8	2,9	5,7	6	0,950	Sangat Valid
Butir 19	3,6	3,8	2,6	2,8	5,4	6	0,900	Sangat Valid
Butir 20	3,8	3,9	2,8	2,9	5,7	6	0,950	Sangat Valid

## Lampiran 23 Hasil uji reliabilitas soal

No	Nama	Kelas	No Butir Soal																		Jumlah		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
1	ARINA KARTIKA MUSTIKA	XI 12	9	10	8	10	8	4	5	10	9	10	10	10	9	9	9	5	10	4	7	4	160
2	DESTA RIZMA GUFITA	XI 12	8	10	7	10	7	3	5	10	10	10	9	10	8	7	7	5	9	3	7	2	147
3	DWI SURYO ADITJONDRO	XI 12	4	5	4	7	5	2	5	8	4	10	9	7	7	6	5	7	8	2	7	3	115
4	ELMAHSA HANNABELL	XI 12	9	10	7	10	8	3	3	10	10	8	10	10	8	8	7	3	10	3	7	3	147
5	GILANG RACHMADAN	XI 12	4	5	6	8	5	3	10	7	6	10	9	7	7	5	3	3	3	2	6	3	112
6	GISYA CINTA AQILA	XI 12	6	7	6	8	5	2	5	9	7	10	7	9	5	5	8	6	8	2	7	2	124
7	ISNAINI SIFATI ROBANIYAH	XI 12	8	10	8	10	8	4	7	10	10	10	10	9	9	5	8	5	10	3	7	2	153
8	MUHAMMAD AL BAQIR	XI 12	4	5	4	7	5	2	5	7	4	10	9	7	5	6	7	7	8	2	7	3	114
9	NADIRA LUTFI	XI 12	3	7	7	8	6	2	0	8	7	9	7	7	6	6	7	3	8	2	6	2	111
10	NIKITA FEYRUZ CHALISA	XI 12	7	9	7	10	7	2	5	10	7	10	10	10	3	7	5	2	10	3	7	2	133
11	RAFA RAYYAN WISENO	XI 12	5	7	7	9	5	3	6	8	5	10	9	8	5	7	5	4	7	3	7	3	123
12	ROHANA ZHARIFA	XI 12	8	10	7	10	8	4	2	10	10	10	10	9	9	7	9	3	10	5	7	3	151
13	SABILA MAULIDA	XI 12	4	7	7	8	6	2	5	8	7	10	9	9	7	7	5	5	8	3	6	2	125
14	TIARA SAFA RAMADANI	XI 12	9	10	7	10	7	3	5	10	9	10	8	10	8	8	9	3	10	3	7	2	148
15	ZAHWANA ARSA FADILA	XI 12	8	9	8	10	8	5	3	10	10	10	10	9	8	9	4	10	4	7	3	155	
si			2,20	2,02	1,23	1,20	1,30	0,96	2,25	1,20	2,23	0,56	1,03	1,26	1,85	1,22	1,88	1,54	1,88	0,88	0,41	0,63	17,68
si <sup>2</sup>			4,83	4,07	1,52	1,43	1,70	0,92	5,07	1,43	4,95	0,31	1,07	1,60	3,43	1,50	3,55	2,38	3,54	0,78	0,17	0,40	312,41
$\sum si^2$			44,65																				
r <sub>11</sub>			0,90																				
Kategori			Sangat Tinggi																				

## Lampiran 24 Hasil uji tingkat kesukaran soal

No	Nama	Kelas	No Butir Soal																				Jumlah	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	ARINA KARTIKA MUSTIKA	XI 12	9	10	8	10	8	4	5	10	9	10	10	10	9	9	9	5	10	4	7	4	160	
2	DESTA RIZMA GUFITA	XI 12	8	10	7	10	7	3	5	10	10	10	9	10	8	7	7	5	9	3	7	2	147	
3	DWI SURYO ADITJONDRO	XI 12	4	5	4	7	5	2	5	8	4	10	9	7	7	6	5	7	8	2	7	3	115	
4	ELMAHSA HANNABELL	XI 12	9	10	7	10	8	3	3	10	10	8	10	10	8	8	7	3	10	3	7	3	147	
5	GILANG RACHMADAN	XI 12	4	5	6	8	5	3	10	7	6	10	9	7	7	5	3	3	3	2	6	3	112	
6	GISYA CINTA AQILA	XI 12	6	7	6	8	5	2	5	9	7	10	7	9	5	5	8	6	8	2	7	2	124	
7	ISNAINI SIFATI ROBANIYAH	XI 12	8	10	8	10	8	4	7	10	10	10	10	9	9	5	8	5	10	3	7	2	153	
8	MUHAMMAD AL BAQIR	XI 12	4	5	4	7	5	2	5	7	4	10	9	7	5	6	7	7	8	2	7	3	114	
9	NADIRA LUTFI	XI 12	3	7	7	8	6	2	0	8	7	9	7	7	6	6	7	3	8	2	6	2	111	
10	NIKITA FEYRUZ CHALISA	XI 12	7	9	7	10	7	2	5	10	7	10	10	10	3	7	5	2	10	3	7	2	133	
11	RAFA RAYYAN WISENO	XI 12	5	7	7	9	5	3	6	8	5	10	9	8	5	7	5	4	7	3	7	3	123	
12	ROHANA ZHARIFA	XI 12	8	10	7	10	8	4	2	10	10	10	10	9	9	7	9	3	10	5	7	3	151	
13	SABILA MAULIDA	XI 12	4	7	7	8	6	2	5	8	7	10	9	9	7	7	5	5	8	3	6	2	125	
14	TIARA SAFA RAMADANI	XI 12	9	10	7	10	7	3	5	10	9	10	8	10	8	8	9	3	10	3	7	2	148	
15	ZAHWANA ARSA FADILA	XI 12	8	9	8	10	8	5	3	10	10	10	10	10	9	8	9	4	10	4	7	3	155	
Rata-rata			6,40	8,07	6,67	9,00	6,53	2,93	4,73	9,00	7,67	9,80	9,07	8,80	7,00	6,73	6,87	4,33	8,60	2,93	6,80	2,60		
Skor Maks			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
TK			0,64	0,8067	0,6667	0,9	0,6533	0,2933	0,4733	0,9	0,7667	0,98	0,9067	0,88	0,7	0,6733	0,6867	0,4333	0,86	0,2933	0,68	0,26		
Kriteria			Sedang	Mudah	Sedang	Mudah	Sedang	Sukar	Sedang	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Sedang	Sedang	Sedang	Mudah	Sukar	Sedang	Sukar		

## Lampiran 25 Hasil uji daya beda soal

No	Nama	Kelas	No Butir Soal																				Jumlah	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	ARINA KARTIKA MUSTIKA	XI 12	9	10	8	10	8	4	5	10	9	10	10	10	9	9	9	5	10	4	7	4	160	
15	ZAHWANA ARSA FADILA	XI 12	8	9	8	10	8	5	3	10	10	10	10	10	9	8	9	4	10	4	7	3	155	
7	ISNAINI SIFATI ROBANIYAH	XI 12	8	10	8	10	8	4	7	10	10	10	10	9	9	5	8	5	10	3	7	2	153	
12	ROHANA ZHARIFA	XI 12	8	10	7	10	8	4	2	10	10	10	10	9	9	7	9	3	10	5	7	3	151	
14	TIARA SAFA RAMADANI	XI 12	9	10	7	10	7	3	5	10	9	10	8	10	8	8	9	3	10	3	7	2	148	
4	ELMAHSA HANNABELL	XI 12	9	10	7	10	8	3	3	10	10	8	10	10	8	8	7	3	10	3	7	3	147	
2	DESTA RIZMA GUFITA	XI 12	8	10	7	10	7	3	5	10	10	10	9	10	8	7	7	5	9	3	7	2	147	
13	SABILA MAULIDA	XI 12	4	7	7	8	6	2	5	8	7	10	9	9	7	7	5	5	8	3	6	2	125	
6	GISYA CINTA AQILA	XI 12	6	7	6	8	5	2	5	9	7	10	7	9	5	5	8	6	8	2	7	2	124	
11	RAFA RAYYAN WISENO	XI 12	5	7	7	9	5	3	6	8	5	10	9	8	5	7	5	4	7	3	7	3	123	
3	DWI SURYO ADITJONDRO	XI 12	4	5	4	7	5	2	5	8	4	10	9	7	7	6	5	7	8	2	7	3	115	
8	MUHAMMAD AL BAQIR	XI 12	4	5	4	7	5	2	5	7	4	10	9	7	5	6	7	7	8	2	7	3	114	
5	GILANG RACHMADAN	XI 12	4	5	6	8	5	3	10	7	6	10	9	7	7	5	3	3	3	2	6	3	112	
9	NADIRA LUTFI	XI 12	3	7	7	8	6	2	0	8	7	9	7	7	6	6	7	3	8	2	6	2	111	
<b>ΣX</b>			89	112	93	125	91	42	66	125	108	137	126	122	102	94	98	63	119	41	95	37		
<b>Skor Maks</b>			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
<b>N*50%</b>			7,5																					
<b><math>\bar{X}</math> Atas</b>			8,429	9,857	7,429	10	7,714	3,714	4,286	10	9,714	9,714	9,571	9,714	8,571	7,429	8,286	4	9,857	3,571	7	2,714		
<b><math>\bar{X}</math> Bawah</b>			4,286	6,143	5,857	7,857	5,286	2,286	5,143	7,857	5,714	9,857	8,429	7,714	6	6	5,714	5	7,143	2,286	6,571	2,571		
<b>DP</b>			0,414	0,371	0,157	0,214	0,243	0,143	-0,09	0,214	0,4	-0,01	0,114	0,2	0,257	0,143	0,257	-0,1	0,271	0,129	0,043	0,014		
<b>Kriteria</b>			Baik	Cukup	Jelek	Cukup	Cukup	Jelek	Jelek	Cukup	Baik	Jelek	Jelek	Cukup	Cukup	Jelek	Cukup	Jelek	Cukup	Jelek	Jelek	Jelek		

## Lampiran 26 Kisi-kisi soal

**KISI-KISI SOAL KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH FISIKA**

Satuan Pendidikan	: SMA Negeri 5 Semarang
Kelas/Fase	: XI/F
Kurikulum	: Kurikulum Merdeka
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi	: Suhu dan Kalor
Capaian Pembelajaran (CP)	: Pada akhir fase F, peserta didik mampu memahami konsep gerak satu dan dua dimensi beserta penggunaan vektor untuk analisisnya, hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur, hubungan usaha dan energi, momentum dan impuls, serta penerapannya dalam analisis gerak benda dan desain teknologi: penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari, konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya dalam meninjau efisiensi mesin kalor, konsep osilasi, gelombang, dan karakteristiknya untuk menjelaskan fenomena bunyi dan cahaya, sifat dan pengaruh muatan listrik serta pemanfaatannya dalam komponen listrik; sifat arus listrik dan hubungan antar besaran fisis pada rangkaian listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, elektromagnetisme serta penerapannya dalam teknologi, teori relativitas khusus dan pengaruhnya terhadap pemahaman atas ruang dan waktu, teori kuantum dan pengaruhnya dalam perkembangan elektronika: pemanfaatan teknologi pemrosesan data digital untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari, model inti atom untuk menjelaskan fenomena radioaktivitas, pemanfaatan, dan proteksi dari risiko bahayanya. 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.
Tujuan Pembelajaran (TP)	: 1. Peserta didik mampu memahami besaran suhu dan konversi satuannya. 2. Peserta didik mampu menganalisis pengaruh kalor terhadap suhu, wujud benda, dan ukuran benda dalam kehidupan sehari-hari. 3. Peserta didik mampu menerapkan asas black secara kuantitatif. 4. Peserta didik mampu menganalisis perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dalam kehidupan sehari-hari

Tujuan Pembelajaran	Sub Materi	Level Kognitif	Indikator Soal	Bentuk Soal	No. Soal
Peserta didik mampu memahami besaran suhu dan konversi satuannya.	Suhu	C4	Disajikan ayat alquran dan disajikan sebuah kasus pembuatan termometer Z. Peserta didik mampu mengaplikasikan rumus perbandingan skala termometer.	Uraian	1
		C3	Disajikan kasus termometer dengan titik tetap atas dan titik tetap bawah. Peserta didik mampu mengidentifikasi jenis termometer dan mampu menghitung konversi suhu termometer.	Uraian	2
Peserta didik mampu menganalisis pengaruh kalor terhadap suhu, wujud benda, dan ukuran benda dalam kehidupan sehari-hari.	Pemuaiian	C3	Disajikan ayat alquran dan disajikan kasus pemasangan jembatan baja. Peserta didik mampu menentukan lebar celah yang harus disediakan agar jembatan aman.	Uraian	3
		C4	Disajikan ayat alquran dan disajikan kasus pemasangan plat besi. Peserta didik mampu menganalisis pemasangan plat besi pada bingkai kayu dengan ukuran 5 m x 2 m.	Uraian	4
	Pengaruh kalor terhadap perubahan suhu	C4	Disajikan tabel kalor jenis benda. Peserta didik mampu menganalisis bahan yang digunakan melalui kalor jenis benda.	Uraian	5
		C4	Disajikan ayat alquran dan disajikan kasus penyimpanan daging sapi. Peserta didik mampu menemukan solusi yang tepat agar daging sapi dapat membeku dan tahan lama.	Uraian	6

	Pengaruh kalor terhadap perubahan wujud benda	C5	Disajikan grafik perubahan wujud dan kasus memasak air. Peserta didik mampu menentukan kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih.	Uraian	7
Peserta didik mampu menerapkan asas black secara kuantitatif.	Asas black	C4	Disajikan ayat al quran dan disajikan kasus pencampuran air panas dan air dingin. Peserta didik mampu menentukan suhu air hangat.	Uraian	8
		C4	Disajikan kasus pencampuran pedang yang panas dan air dingin. Peserta didik mampu menentukan suhu kesetimbangan yang dicapai.	Uraian	9
Peserta didik mampu menganalisis perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dalam kehidupan sehari-hari	Perpindahan kalor	C3	Disajikan kasus seorang musafir berjalan di gurun pasir. Peserta didik mampu menghitung laju radiasi yang diserap.	Uraian	10

Lampiran 27 Pedoman penskoran

PEDOMAN PENSKORAN				
No.	Soal	Langkah Pemecahan Masalah	Jawaban	Skor Maksimal
1.	<p>Perhatikan Q.S Al-Mu'minin ayat 18 berikut ini!</p> <p>وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بَقْدَرٍ فَعَسَىٰ ذُكْرًا فِي الْأَرْضِ نُزُلًا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهِ الْفَارِثُونَ</p> <p>Artinya: Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya.</p> <p>Dalam Q.5 Al-Mu'minin ayat 18 disebutkan bahwa air yang turun dari langit memiliki ukuran. Suhu air dapat diukur secara kuantitatif menggunakan termometer. Anisa membuat termometer Z dengan mengkalibrasinya pada air yang mendidih dan es yang melebur. Saat diletakkan pada air mendidih, termometer menunjukkan suhu 115 °Z dan saat diletakkan pada es yang sedang melebur, termometer menunjukkan suhu -5 °Z. Pada suhu berapa termometer Z setara dengan termometer Reamur?</p>	<p>Deskripsi berguna</p> <p>Diketahui:  <math>Z_0 = 115\text{ }^\circ\text{Z}</math>  <math>Z_0 = -5\text{ }^\circ\text{Z}</math>  <math>R_0 = 80\text{ }^\circ\text{R}</math>  <math>R_0 = 0\text{ }^\circ\text{R}</math>                      Ditanya: <math>T_R = T_Z?</math></p>	3	
		<p>Aplikasi spesifik fisika</p> $\frac{T_a - R_a}{R_a - R_0} = \frac{T_z - Z_0}{Z_a - Z_0}$ <p><math>T_R</math> &amp; <math>T_Z</math> diumpamakan sebagai X</p>	2	
		<p>Prosedur matematis</p> $\frac{T_R - R_0}{R_a - R_0} = \frac{T_Z - Z_0}{Z_a - Z_0}$ $\frac{X - 0}{80 - 0} = \frac{X - (-5)}{115 - (-5)}$ $\frac{X}{80} = \frac{X + 5}{120}$ $\frac{X}{2} = \frac{X + 5}{3}$ $3X = 2(X + 5)$ $3X = 2X + 10$ $3X - 2X = 10$ $X = 10$	3	
		<p>Pruses logis</p> <p>Jadi, termometer Z setara dengan termometer Reamur pada suhu 10°</p>	2	
2.	<p>Arifin hanya memiliki satu termometer di rumahnya. Termometer tersebut memiliki titik tetap atas 212° dan titik tetap bawah 32°. Apa jenis termometer yang dimiliki Arifin? Dan apabila termometer tersebut digunakan untuk</p>	<p>Deskripsi berguna</p> <p>Termometer yang memiliki titik tetap atas 212° dan titik tetap bawah 32° adalah termometer Fahrenheit. Diketahui:  <math>T_c = 80\text{ }^\circ\text{C}</math>                      Ditanya: <math>T_F = ?</math></p>	3	

	mengukur suhu air yang dipanaskan menggunakan microwave pada suhu 80°C, maka berapakah suhu air jika diukur menggunakan termometer yang dimiliki Arifin?	Aplikasi spesifik fisika	$T_f = \frac{9}{5} T_C + 32$	2
		Prosedur matematis	$T_f = \frac{9}{5} T_C + 32$ $T_f = \frac{9}{5} 80 + 32$ $T_f = 144 + 32$ $T_f = 176 ^\circ\text{F}$	3
		Proses logis	Jadi termometer yang dimiliki arifin adalah termometer fahrenheit. Dan apabila air 80°C diukur menggunakan termometer yang dimiliki Arifin atau termometer Fahrenheit suhunya adalah 176 °F	2
3.	Perhatikan Q.S Al-Kahfi ayat 96 berikut ini! عاشوئى زئور الخديد حثنى اذا سلاوى بنى الصدفين قال انظروا حثنى اذا جعله ناراً قال عاشوئى افرغ عليه قطرا Artinya: Berilah aku potongan-potongan besi*. Hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, berkatalah Dzulkarnain: "Tiuplah (api itu)". Hingga apabila besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, diapun berkata: "Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar aku kutuangkan ke atas besi panas itu".  Dalam Q.S Al-Kahfi ayat 96 disebutkan tentang pencampuran lelehan besi dan tembaga. Pencampuran besi dengan logam lainnya seperti tembaga dapat mempertinggi ketahanan besi terhadap karat. Baja terbuat dari kandungan besi dan campuran logam lainnya. Sebuah jembatan baja sepanjang 50 m dipasang membentang di atas sungai. Saat pemasangan, suhu baja tersebut	Deskripsi berguna	Diketahui: $L_0 = 50 \text{ m}$ $T_1 = 20 ^\circ\text{C}$ $T_2 = 40 ^\circ\text{C}$ $\alpha_{\text{besi}} = 0,000011 / ^\circ\text{C}$ Ditanya: lebar celah yang harus disediakan agar jembatan aman?	3
		Aplikasi spesifik fisika	$\Delta T = T_2 - T_1$ $\Delta l = l_0 \alpha \Delta T$	2
		Prosedur matematis	$\Delta T = T_2 - T_1$ $\Delta T = 40 - 20$ $\Delta T = 20 ^\circ\text{C}$  $\Delta l = l_0 \alpha \Delta T$ $\Delta l = 50 \cdot 0,000011 \cdot 20$ $\Delta l = 0,011 \text{ m}$	3
		Proses logis	Jadi lebar celah yang harus disediakan agar jembatan aman yaitu 0,011 m	2

<p>adalah 20°C. Para insinyur memperkirakan bahwa pancaran sinar matahari di lokasi jembatan dapat menaikkan suhu hingga 40°C. berapakah lebar celah pemuaian baja yang harus disediakan agar jembatan aman? (<math>\alpha</math> baja = 0,000011/°C)</p>			
<p>4. Perhatikan Q.S Al-Hadid ayat 25 berikut ini!          لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَيُعَلِّمُ اللَّهُ مَن يَشَاءُ وَرُسُلُهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ</p> <p>Artinya: Sungguh, Kami benar-benar telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan Kami menurunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berfaku adil. Kami menurunkan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan berbagai manfaat bagi manusia agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat lagi Mahaperkasa.</p> <p>Dalam Q.S Al-Hadid ayat 25 disebutkan tentang kekuatan besi yang sangat hebat. Besi memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia. salah satu manfaat besi adalah sebagai bahan pembuatan plat besi. Pada suhu 25 °C sebuah plat besi luasnya 10 m<sup>2</sup>, kemudian suhunya dinaikkan menjadi 40 °C dan koefisien muai panjang besi sebesar 0,000012/ °C. Bagaimana jika plat besi tersebut dipasang pada bingkai kayu dengan ukuran 5 m x 2 m? (koefisien muai kayu diabaikan)</p>	<p>Deskripsi berguna</p> <p>Aplikasi spesifik fisika</p> <p>Prosedur matematis</p> <p>Proses logis</p>	<p>Diketahui:  <math>A_0 = 10 \text{ m}^2</math>  <math>T_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}</math>  <math>T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}</math>  <math>\alpha = 0,000012/^\circ\text{C}</math>          Ditanyakan: Bagaimana jika plat besi tersebut dipasang pada bingkai dengan ukuran 5 m x 2 m?</p> <p><math>\beta = 2\alpha</math>  <math>\Delta T = T_2 - T_1</math>  <math>A = A_0 (1 + \beta \Delta T)</math></p> <p><math>\beta = 2\alpha = 2 (0,000012/^\circ\text{C}) = 0,000024/^\circ\text{C}</math>  <math>\Delta T = T_2 - T_1</math>  <math>\Delta T = 40 - 25</math>  <math>\Delta T = 15^\circ\text{C}</math></p> <p>Luas plat besi:  <math>A = A_0 (1 + \beta \Delta T)</math>  <math>A = 10 (1 + 0,000024 \cdot 15)</math>  <math>A = 10 (1 + 0,00036)</math>  <math>A = 10 \times 1,00036</math>  <math>A = 10,0036 \text{ m}^2</math></p> <p>Luas bingkai = <math>p \times l = 5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 10 \text{ m}^2</math></p> <p>Jadi luas plat besi setelah mengalami pemuaian adalah 10,0036 m<sup>2</sup>, sedangkan luas bingkai adalah 10 m<sup>2</sup>. Sehingga dapat disimpulkan bahwa plat besi tersebut tidak dapat dipasang pada bingkai 5 m x 2</p>	<p>3</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>2</p>

			m. Ukuran bingkai harus sedikit lebih besar daripada ukuran sebenarnya untuk memberi ruang plat besi saat terjadi pemuaian											
5.	<p>Perhatikan Tabel kalor jenis benda sebagai berikut !</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bahan</th> <th>Kalor jenis (J/kg°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluminium</td> <td>900</td> </tr> <tr> <td>Besi</td> <td>450</td> </tr> <tr> <td>Perak</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>Tembaga</td> <td>390</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nina melakukan percobaan memanaskan 200 gram logam dari suhu 30 °C sampai 40 °C, pada proses tersebut membutuhkan kalor sebesar 900 J. Manakah bahan yang digunakan Nina?</p>	Bahan	Kalor jenis (J/kg°C)	Aluminium	900	Besi	450	Perak	230	Tembaga	390	Deskripsi berguna	<p>Diketahui :</p> $Q = 900 \text{ J}$ $m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$ $T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ Ditanya : $c = ?$	3
		Bahan	Kalor jenis (J/kg°C)											
		Aluminium	900											
		Besi	450											
Perak	230													
Tembaga	390													
Aplikasi spesifik fisika	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $c = Q / m \cdot \Delta T$	2												
Prosedur matematis	$\Delta T = T_2 - T_1$ $\Delta T = 40 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $c = Q / m \cdot \Delta T$ $c = 900 / 0,2 \cdot 10$ $c = 450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$	3												
Proses logis	Jadi bahan yang digunakan nina adalah besi.	2												
6.	<p>Perhatikan Q.S Al-Kautsar ayat 2 berikut ini!</p> <p>فَصَلِّ لِرَبِّكَ وَانْحَرْ            Artinya: Maka, laksanakanlah salat karena Tuhanmu dan berkurbanlah.</p> <p>Dalam Q.S Al-Kautsar ayat 2 disebutkan tentang kurban. Kurban merupakan ibadah yang sangat dianjurkan bagi orang muslim yang mampu. Salah satu hewan yang biasa dijadikan sebagai kurban adalah sapi. Jika di rumah Anton mempunyai daging sapi mentah 20 kg dengan suhu awal 27°C. Tentunya daging sapi tidak akan habis dimasak dan dimakan dalam satu atau dua</p>	Deskripsi berguna	<p>Diketahui:</p> $m = 20 \text{ kg}$ $T_1 = 27^\circ\text{C}$ $T_2 = -10^\circ\text{C}$ $c = 3.500 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ Ditanya: Berapa kalor (Q) yang dilepaskan daging sapi agar daging sapi dapat membeku dan tahan lama?	3										
		Aplikasi spesifik fisika	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$	2										
		Prosedur matematis	$\Delta T = T_2 - T_1$ $\Delta T = -10^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}$ $\Delta T = -37^\circ\text{C}$	3										

	<p>hari oleh keluarga Anton. Orang tua Anton akan menyimpannya di dalam lemari es hingga membeku dengan suhu <math>-10^{\circ}\text{C}</math>. Jika kalor jenis daging sapi adalah <math>3.500 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}</math>, berapa kalor yang dilepaskan daging sapi agar daging sapi dapat membeku dan tahan lama?</p>		$Q = m c \Delta T$ $Q = (20 \text{ kg}) (3.500 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}) (-37^{\circ}\text{C})$ $Q = -2.590.000 \text{ J}$ $Q = -2.590 \text{ kJ}$	
	<p>Proses logis</p>		<p>Jadi kalor yang dilepaskan daging sapi agar daging sapi dapat membeku dan tahan lama dengan suhu <math>-10^{\circ}\text{C}</math> adalah <math>-2.590 \text{ kJ}</math></p>	<p>2</p>
<p>7.</p>	<p>Perhatikan grafik berikut ini!</p> <p>Andi ingin memasak air untuk membuat teh, tetapi dia hanya memiliki air es yang massanya <math>500 \text{ gram}</math> dan suhunya <math>-10^{\circ}\text{C}</math>. Jika kalor jenis es adalah <math>0,5 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}</math>, kalor jenis air adalah <math>1 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}</math>, dan kalor lebur es adalah <math>80 \text{ kkal/kg}</math>, maka berapa kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih?</p>	<p>Deskripsi berguna</p>	<p>Diketahui:  <math>m = 500 \text{ gram} = 0,5 \text{ kg}</math>  <math>T_1 = -10^{\circ}\text{C}</math>  <math>T_2 = 0^{\circ}\text{C}</math>  <math>T_3 = 100^{\circ}\text{C}</math>  <math>c_{es} = 0,5 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}</math>  <math>c_{air} = 1 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}</math>  <math>L_{es} = 80 \text{ kkal/kg}</math>                  Ditanya: Berapa kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih?</p>	<p>3</p>
		<p>Aplikasi spesifik fisika</p>	<p>Kalor yang dibutuhkan untuk proses dari titik A ke B:  <math>Q_1 = m c_{es} \Delta T</math>                  Kalor yang dibutuhkan untuk proses dari titik B ke C:  <math>Q_2 = m L_{es}</math>                  Kalor yang dibutuhkan untuk proses dari titik C ke D:  <math>Q_3 = m c_{air} \Delta T</math>                  Kalor total  <math>Q = Q_1 + Q_2 + Q_3</math></p>	<p>2</p>
		<p>Prosedur matematis</p>	<p>Kalor yang dibutuhkan untuk proses dari titik A ke B:  <math>Q_1 = m c_{es} \Delta T</math>  <math>Q_1 = (0,5) (0,5) (0 - (-10))</math>  <math>Q_1 = (0,5) (0,5) (10)</math>  <math>Q_1 = 2,5 \text{ kkal}</math>                  Kalor yang dibutuhkan untuk proses dari titik B ke C:</p>	<p>3</p>

		$Q_2 = m L_v$ $Q_2 = 0,5 \cdot 80$ $Q_2 = 40 \text{ kkal}$ Kalor yang dibutuhkan untuk proses dari titik C ke D: $Q_3 = m c_{air} \Delta T$ $Q_3 = (0,5)(1)(100-0)$ $Q_3 = (0,5) (1) (100)$ $Q_3 = 50 \text{ kkal}$ Kalor total $Q_1 = Q_2 + Q_3$ $Q_1 = 2,5 \text{ kkal} + 40 \text{ kkal} + 50 \text{ kkal}$ $Q_1 = 92,5 \text{ kkal}$	
	Proses logis	Jadi kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih adalah 92,5 kkal.	2
8.	Perhatikan Q.S Shad ayat.57 berikut ini! $\text{هَذَا فَلْيَسِّرُواْ حِمْلَهُمْ وَسُقَاتِي}$ Artinya: Inilah (azab neraka). Biarlah mereka merasakannya. (Minuman mereka) air yang sangat panas dan air yang sangat dingin.  Air panas terasa sangat pedih bagi penerima azab di neraka. Namun saat masih di dunia, air panas dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk mandi air hangat. Nana ingin mandi dengan air hangat karena sedang sakit. Nana mencampurkan 20 liter air panas bersuhu 100 °C dengan 60 liter air dingin bersuhu 20 °C. Kalor jenis air adalah 4.200 J/kg°C, dan massa jenis air adalah 1.000 kg/liter. Berapakah suhu air hangat yang digunakan Nana untuk mandi ?	Deskripsi berguna Diketahui: $V_1 = 20 \text{ liter}$ $T_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ $V_2 = 60$ $T_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_{air} = 4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ $\rho = 1.000 \text{ kg/liter}$ Ditanya: $T_c = ?$	3
	Aplikasi spesifik fisika	$m = \rho V$ $Q_{lepas} = Q_{terima}$ $m_1 c_{air} \Delta T_1 = m_2 c_{air} \Delta T_2$ $m_1 c_{air} (T_1 - T_c) = m_2 c_{air} (T_c - T_2)$	2 3
	Prosedur matematis	$m_1 = \rho V_1$ $m_1 = (1.000)(20)$ $m_1 = 20.000 \text{ kg}$  $m_2 = \rho V_2$ $m_2 = (1.000)(60)$ $m_2 = 60.000 \text{ kg}$	2

			$m_1 c_{air} (T_1 - T_c) = m_2 c_{air} (T_c - T_2)$ $(20.000)(4.200)(100 - T_c) = (60.000)(4.200)(T_c - 20)$ $(84.000.000)(100 - T_c) = (252.000.000)(T_c - 20)$ $84.000.000 - 84.000.000T_c = 252.000.000T_c - 5.040.000.000$ $84.000.000 + 5.040.000.000 = 252.000.000T_c + 84.000.000T_c$ $13.440.000.000 = 336.000.000T_c$ $\frac{13.440.000.000}{336.000.000} = T_c$ $40 = T_c$	
		Proses logis	Jadi suhu air hangat yang digunakan Nana untuk mandi adalah 40°C.	2
9.	Rasulullah SAW memiliki pedang yang bernama pedang dzulfikar yang terbuat dari besi. Jika pedang dzulfikar yang massanya 8 kg dipanaskan dengan suhu 100°C lalu dimasukkan ke dalam 200 liter air dengan suhu 20°C. Kalor jenis besi adalah 450 J/kg°C dan kalor jenis air adalah 4.200 J/kg°C, berapakah suhu kesetimbangan yang dicapai?	Deskripsi berguna	Diketahui: $m_1 = 8 \text{ kg}$ $T_1 = 100^\circ\text{C}$ $V_2 = 200 \text{ liter}$ $T_2 = 20^\circ\text{C}$ $c_{besi} = 450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ $c_{air} = 4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ Ditanya: $T_c = ?$	3
		Aplikasi spesifik fisika	$m = \rho V$ $Q_{lepas} = Q_{terima}$ $m_1 c_{besi} \Delta T_1 = m_2 c_{air} \Delta T_2$ $m_1 c_{besi} (T_1 - T_c) = m_2 c_{air} (T_c - T_2)$	2
		Prosedur matematis	$m_2 = \rho V_2$ $m_2 = (1.000)(200)$ $m_2 = 200.000 \text{ kg}$ $m_2 = 60.000 \text{ kg}$ $m_1 c_{besi} (T_1 - T_c) = m_2 c_{air} (T_c - T_2)$ $(8)(450)(100 - T_c) = (200.000)(4.200)(T_c - 20)$ $(3.600)(100 - T_c) = (840.000.000)(T_c - 20)$ $360.000 - 3.600T_c = 840.000.000T_c - 16.800.000.000$ $360.000 + 16.800.000.000 = 840.000.000T_c + 3.600T_c$ $16.800.360.000 = 840.003.600T_c$ $\frac{16.800.360.000}{840.003.600} = T_c$ $20,1 = T_c$	3

		Proses logis	Jadi suhu kesetimbangan yang dicapai adalah 20, 1°C	2
10.	Seorang musafir berjalan di gurun pasir yang bersuhu 40°C dengan memakai pakaian berwarna hitam pekat. Jika luas permukaan pakaian 1,5 m <sup>2</sup> , berapa laju radiasi yang diserap oleh pakaian tersebut? ( $e = 1$ , $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ watt/m}^2\text{K}^4$ )	Deskripsi berguna	Diketahui: $A = 1,5 \text{ m}^2$ $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ $e = 1$ $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ watt/m}^2\text{K}^4$ Ditanyakan: $H = ?$	3
		Aplikasi spesifik fisika	$T_K = T_C + 273$ $H = e \sigma A T^4$	2
		Prosedur matematis	$T_K = T_C + 273$ $T_K = 40 + 273$ $T_K = 313 \text{ K}$  $H = e \sigma A T^4$ $H = (1)(5,67 \times 10^{-8})(1,5)(313^4)$ $H = 816,30 \text{ J/s}$	3
		Proses logis	Jadi laju radiasi yang diserap oleh pakaian adalah 816,30 J/s	2

## Lampiran 28 Instrumen soal

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 5 Semarang

Kelas/Fase : XI/F

Mata Pelajaran : Fisika

Materi : Suhu dan Kalor

### **Petunjuk Pengerjaan:**

1. Berdoa terlebih dahulu sebelum mengerjakan
2. Tuliskan nama dan kelas pada lembar jawaban.
3. Bacalah dengan teliti soal-soal yang diberikan.
4. Kerjakan secara individu tanpa kerja sama dengan teman.
5. Jawablah soal dengan:
  - a. menuliskan apa yang diketahui dan ditanya dalam soal
  - b. merumuskan berbagai kemungkinan sesuai dengan permasalahan
  - c. menuliskan konsep atau rumus yang bisa diterapkan untuk menyelesaikan soal
  - d. mengerjakan soal dengan aturan matematis yang benar
  - e. menuliskan kesimpulan
6. Apabila ada yang kurang jelas dapat ditanyakan pada guru.

**Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!**

1. Perhatikan Q.S Al-Mu'minin ayat 18 berikut ini!

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَنْشَرْنَاهُ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ إِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهِ لِقَارُونَ

Artinya: Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya.

Dalam Q.S Al-Mu'minin ayat 18 disebutkan bahwa air yang turun dari langit memiliki ukuran. Suhu air dapat diukur secara kuantitatif menggunakan termometer. Anisa membuat termometer Z dengan mengkalibrasinya pada air yang mendidih dan es yang melebur. Saat diletakkan pada air mendidih, termometer menunjukkan suhu 115<sup>o</sup>Z dan saat diletakkan pada es yang sedang melebur, termometer menunjukkan suhu -5<sup>o</sup>Z. Pada suhu berapa termometer Z setara dengan termometer Reamur?

2. Arifin hanya memiliki satu termometer di rumahnya. Termometer tersebut memiliki titik tetap atas 212<sup>o</sup> dan titik tetap bawah 32<sup>o</sup>. Apa jenis termometer yang dimiliki Arifin? Dan apabila termometer tersebut digunakan untuk mengukur suhu air yang dipanaskan menggunakan microwave pada suhu 80<sup>o</sup>C, maka berapakah suhu air jika diukur menggunakan termometer yang dimiliki Arifin?
3. Perhatikan Q.S Al-Kahfi ayat 96 berikut ini!

ءَاتَوْنِي زُبْرَ الْحَدِيدِ تُحْتَىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّنَدَيْنِ قَالِ أَنْخَوْا حَتَّىٰ إِذَا جَعَلْنَا نَارًا قَالِ ءَاتُونِي أَفْرَغْ عَلَيْهِ قَطْرًا

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

Dalam Q.S Al-Kahfi ayat 96 disebutkan tentang pencampuran lelehan besi dan tembaga. Pencampuran besi dengan logam lainnya seperti tembaga dapat mempertinggi ketahanan besi terhadap karat. Baja terbuat dari kandungan besi dan campuran logam lainnya. Sebuah jembatan baja sepanjang 50 m dipasang membentang di atas sungai. Saat pemasangan, suhu baja tersebut adalah 20<sup>o</sup>C. Para insinyur memperkirakan bahwa pancaran sinar matahari di lokasi jembatan dapat menaikkan suhu hingga 40<sup>o</sup>C. berapakah lebar celah pemuaian baja yang harus disediakan agar jembatan aman? ( $\alpha$  baja = 0,000011/<sup>o</sup>C)

4. Perhatikan Q.S Al-Hadid ayat 25 berikut ini!

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

Artinya: Sungguh, Kami benar-benar telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan Kami menurunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Kami menurunkan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan berbagai manfaat bagi manusia agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat lagi Mahaperkasa.

Dalam Q.S Al-Hadid ayat 25 disebutkan tentang kekuatan besi yang sangat hebat. Besi memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia. salah satu manfaat besi adalah sebagai bahan pembuatan plat besi. Pada suhu 25 <sup>o</sup>C sebuah plat besi luasnya 10 m<sup>2</sup>, kemudian suhunya dinaikkan menjadi 40 <sup>o</sup>C dan koefisien muai panjang besi sebesar 0,00012/ <sup>o</sup>C. Bagaimana jika plat besi tersebut dipasang pada bingkai kayu dengan ukuran 5 m x 2 m? (koefisien muai kayu diabaikan)

5. Perhatikan Tabel kalor jenis benda sebagai berikut !

Bahan	Kalor jenis (J/kg°C)
Aluminium	900
Besi	450
Perak	230
Tembaga	390

Nina melakukan percobaan memanaskan 200 gram logam dari suhu 30 °C sampai 40 °C, pada proses tersebut membutuhkan kalor sebesar 900 J. Manakah bahan yang digunakan Nina?

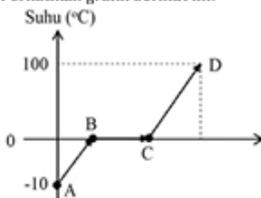
6. Perhatikan Q.S Al-Kautsar ayat 2 berikut ini!

فَصَلِّ لِرَبِّكَ وَالْحَرِّ

Artinya: Maka, laksanakanlah salat karena Tuhanmu dan berkurbanlah.

Dalam Q.S Al-Kautsar ayat 2 disebutkan tentang kurban. Kurban merupakan ibadah yang sangat dianjurkan bagi orang muslim yang mampu. Salah satu hewan yang biasa dijadikan sebagai kurban adalah sapi. Jika di rumah Anton mempunyai daging sapi mentah 20 kg dengan suhu awal 27°C. Tentunya daging sapi tidak akan habis dimasak dan dimakan dalam satu atau dua hari oleh keluarga Anton. Orang tua Anton akan menyimpannya di dalam lemari es hingga membeku dengan suhu -10°C. Jika kalor jenis daging sapi adalah 3.500 J/kg°C, berapa kalor yang dilepaskan daging sapi agar daging sapi dapat membeku dan tahan lama?

7. Perhatikan grafik berikut ini!



Andi ingin memasak air untuk membuat teh, tetapi dia hanya memiliki air es yang massanya 500 gram dan suhunya -10°C. Jika kalor jenis es adalah 0,5 kkal/kg°C, kalor jenis air adalah 1 kkal/kg°C, dan kalor lebur es adalah 80 kkal/kg, maka berapa kalor yang dibutuhkan sampai air mendidih?

8. Perhatikan Q.S Shad ayat 57 berikut ini!

هَذَا نُبِيذُهُمْ حَمِيمٌ وَعَسَاقٌ

Artinya: Inilah (azab neraka). Biarlah mereka merasakannya. (Minuman mereka) air yang sangat panas dan air yang sangat dingin.

Air panas terasa sangat pedih bagi penerima azab di neraka. Namun saat masih di dunia, air panas dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk mandi air hangat. Nana ingin mandi dengan air hangat karena sedang sakit. Nana mencampurkan 20 liter air panas bersuhu 100 °C dengan 60 liter air dingin bersuhu 20 °C, kalor jenis air adalah 4.200 J/kg°C, dan massa jenis air adalah 1.000 kg/liter. Berapakah suhu air hangat yang digunakan Nana untuk mandi ?

9. Rasulullah SAW memiliki pedang yang bernama pedang dzulfikar yang terbuat dari besi. Jika pedang dzulfikar yang massanya 80 kg dipanaskan dengan suhu 100°C lalu dimasukkan ke dalam 200 liter air dengan suhu 20°C. Kalor jenis besi adalah 450 J/kg°C dan kalor jenis air adalah 4.200 J/kg°C, berapakah suhu kesetimbangan yang dicapai?

10. Seorang musafir berjalan di gurun pasir yang bersuhu  $40^{\circ}\text{C}$  dengan memakai pakaian berwarna hitam pekat. Jika luas permukaan pakaian  $1,5\text{ m}^2$ , berapa laju radiasi yang diserap oleh pakaian tersebut? ( $e = 1$ ,  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}\text{ watt/m}^2\text{K}^4$ )

Lampiran 29 Nilai *pretest* kelas eksperimen

<b>Kode</b>	<b>Pretest</b>
E-1	53
E-2	40
E-3	43
E-4	56
E-5	45
E-6	56
E-7	40
E-8	48
E-9	52
E-10	47
E-11	40
E-12	45
E-13	40
E-14	55
E-15	45
E-16	45
E-17	51
E-18	33
E-19	30
E-20	40

E-21	35
E-22	51
E-23	37
E-24	35
E-25	52
E-26	35
E-27	40
E-28	40
E-29	49
E-30	30
$\Sigma$	1308
N	30
$\bar{X}$	43,6
$s$	7,618489306
$s^2$	58,04137931
MIN	30
MAX	56
Rentang data	26



4. Diket: Suhu  $25^{\circ}\text{C}$  ( $T_0$ ), luas plat besi  $10\text{m}^2$  ( $L_0$ ), suhu dinaikkan  $30^{\circ}\text{C}$ .
- koefisien panjang besi  $0,000120^{\circ}\text{C}$  ( $\alpha$ )
- Ditanya: bagaimana jika dipanaskan di plat kayu dan ukuran  $5\text{m} \times 2\text{m}$ ?
- jawab:  $\Delta L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$
- $= 120 (1 + 2 \times 0,00012 \times (40 - 25))$
- $= 125 (1 + 0,00024 \times 15)$
- $= 125 (1 + 0,0036)$
- $= 125 \cdot 1,0036$
- $= 125,45\text{m}^2$
- Jadi
5. Diket: memanaskan  $200\text{g}$  logam dari suhu  $30^{\circ}\text{C}$  ke  $40^{\circ}\text{C}$
- Kalor sebesar  $780\text{J}$
- Ditanya: Bahan yg digunakan siapa?
- jawab:  $C = Q : m \cdot \Delta T$
- $= 780 : 0,1 \cdot 20$
- $= 780 : 2 = 390\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$
- Jadi bahan yg digunakan ialah tembaga
6. Diket: daging sapi mentah  $20\text{kg}$  ( $m$ ), suhu awal  $27^{\circ}\text{C}$ , menyimpan di suhu  $-10^{\circ}\text{C}$ , jenis Kalor  $3.500\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$  ( $c$ )
- Ditanya: BPP Kalor yg dilepas daging sapi?
- jawab:  $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$
- $= 20 \times 3.500 \times (27 - (-10))$
- $= 20 + 3.500 \times 37$
- $= 2.570.000\text{J}$
- Jadi Kalor yg dilepas daging sapi adalah  $2.570.000\text{J}$





Lampiran 30 Nilai *pretest* kelas kontrol

<b>Kode</b>	<b>Pretest</b>
K-1	40
K-2	38
K-3	53
K-4	49
K-5	32
K-6	38
K-7	32
K-8	50
K-9	55
K-10	40
K-11	45
K-12	40
K-13	40
K-14	39
K-15	40
K-16	43
K-17	48
K-18	43
K-19	55
K-20	40

K-21	45
K-22	43
K-23	45
K-24	46
K-25	40
K-26	43
K-27	40
K-28	25
K-29	30
K-30	25
$\Sigma$	1242
N	30
$\bar{X}$	41,4
$s$	7,518253649
$s^2$	56,52413793
MIN	25
MAX	55
Rentang data	30

Ananda Stevany XI-9 / 02

(1) diketahui

$$T_d = 115 \text{ } ^\circ\text{Z}$$

$$T_z = -5 \text{ } ^\circ\text{Z}$$

ditanya:  $T_z \text{ } ^\circ\text{R}$  :  $T_R \text{ } ^\circ\text{F}$ ?

$$\text{dijawab: } \frac{z - z_0}{z_d - z_0} = \frac{R - R_0}{R_d - R_0}$$

$$\frac{z - (-5)}{115 - (-5)} = \frac{R - 0}{80 - 0}$$

$$\frac{z + 5}{120} = \frac{R - 0}{80}$$

$$\frac{z + 5}{120} = \frac{R}{80}$$

$$(z + 5) 80 = 120 R$$

$$80z + 400 = 120 R$$

$$2z + 10 = 3R$$

$$z = \frac{3R - 10}{2}$$

$$z = 1,5 \text{ } ^\circ\text{R} - 5,0$$

Kesimpulan: jadi suhu termometer z setara dengan  $1,5 \text{ } ^\circ\text{R} - 5,0$ (2) diketahui: titik tetap atas:  $212 \text{ } ^\circ\text{F}$ titik tetap bawah:  $32 \text{ } ^\circ\text{F}$ Suhu air dalam C:  $80 \text{ } ^\circ\text{C}$ 

ditanya: 1) jenis termometer

2) suhu air pada jenis termometer

Jawab: 1) karena titik tetap atasnya  $212 \text{ } ^\circ\text{F}$  dan titik  $32 \text{ } ^\circ\text{F}$  maka termasuk jenis termometer Fahrenheit.2)  $212 \text{ } ^\circ\text{F}$      $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ 

$$\left. \begin{array}{l} 212 \text{ } ^\circ\text{F} \\ | \\ 32 \text{ } ^\circ\text{F} \\ | \\ 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{F - F_0}{F_d - F_0} = \frac{C - C_0}{C_d - C_0} \\ \frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{C - 0}{100 - 0} \\ \frac{F - 32}{180} = \frac{C}{100} \\ (F - 32) 100 = 80 C \\ F - 32 = 8,18 C \end{array}$$

0 jadi suhu air jika autukur menggunakan termometer yang dimiliki arifin adalah  $176 \text{ } ^\circ\text{F}$

38

$$(3) \quad L_t = L_0 + \alpha L_0 \Delta T$$

$$L_t = 50 + (0.00011) \cdot 50 (40. \alpha)$$

$$= 50 + (0.00011 \cdot 50 \cdot 20)$$

$$= 50 + (0.00011 \cdot 1000)$$

$$= 50 + 0.11 \rightarrow \text{lebar}$$

$$= 50.11 \text{ m} \rightarrow \text{panjang akhir}$$

Jadi lebar celah pemuaian baja = 0.11 m

(4) diketahui

$$A_0 = 10 \text{ m}^2$$

$$T_0 = 25^\circ\text{C}$$

$$T = 40^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0.000012 / ^\circ\text{C}$$

ditanya : bagaimana jika

plat dipasang bingkai

ukuran 5 m x 1 m

Plat besi akan melebihi luas bingkai kayu plat besi

memiliki pertambahan luas besi akibat pemuaian

seluas 0.0144 m<sup>2</sup>

Jawab

1. Mencari luas celah besi

$$\Delta A = A_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$= A_0 \cdot 2\alpha \cdot \Delta T$$

$$= 10 \text{ m}^2 \cdot 2 \cdot 0.000012 \cdot (T - T_0)$$

$$= 10 \cdot 2 \cdot 0.000012 \cdot (40 - 25)$$

$$= 0.0024 \cdot 15$$

$$= 0.0036 \text{ m}^2$$

(5) diketahui

$$c_s = 900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$c_b = 450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$c_p = 230 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$c_r = 390 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$m = 200 \text{ gr} = 0.2 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 40 - 30 = 10^\circ\text{C}$$

$$= 900 \text{ J}$$

ditanya :

bahan yg digunakan

Jawab

$$\text{kala jenis} : c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

$$= \frac{900}{0.2 \cdot 10} = \frac{900}{2} = 450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

Kesimpulan : jadi bahan yg

digunakan menghasilkan

kala jenis 450 J/kg °C

adalah bahan besi

## Lampiran 31 Uji homogenitas

<b>Kelas</b>	<b>Kontrol</b>	<b>Eksperimen</b>
Jumlah	1242	1308
N	30	30
Rata-rata	41,4	43,6
Standar deviasi	7,518254	7,618489
Varians	56,52414	58,04138
F hitung	1,02684	
F tabel	1,86081	
Keterangan	HOMOGEN	

## Lampiran 32 Uji normalitas awal

## UJI NORMALITAS AWAL KELAS EKSPERIMEN

Jumlah kelas	6	
Panjang kelas	4,4259	
Frekuensi harapan	Baris 1	1,8206
	Baris 2	4,7235
	Baris 3	7,666
	Baris 4	7,7867
	Baris 5	4,9501
	Baris 6	1,9687

TABEL PENOLONG

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
30 - 34	3	1,8206	1,1794	1,390984	0,764025
35 - 39	4	4,7235	-0,7235	0,523452	0,110819
40 - 44	8	7,666	0,334	0,111556	0,014552
45 - 49	7	7,7867	-0,7867	0,618897	0,079481
50 - 54	5	4,9501	0,0499	0,002490	0,000503
55 - 59	3	1,9687	1,0313	1,063580	0,540245
Jumlah	30	28,9156	1,0844	3,710959	1,509625
Chi Kuadrat hitung	1,509625				
Chi Kuadrat tabel	7,814728				
Keterangan	NORMAL				

## UJI NORMALITAS AWAL KELAS KONTROL

Jumlah kelas	6	
Panjang kelas	5,1068	
Frekuensi harapan	Baris 1	1,5649
	Baris 2	5,0057
	Baris 3	8,7705
	Baris 4	8,4262
	Baris 5	4,4387
	Baris 6	1,2804

TABEL PENOLONG

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
25 - 30	3	1,5649	1,4351	2,059512	1,316066
31 - 36	2	5,0057	-3,0057	9,034232	1,804789
37 - 42	11	8,7705	2,2295	4,970670	0,566749
43 - 48	9	8,4262	0,5738	0,329246	0,039074
49 - 54	3	4,4387	-1,4387	2,069858	0,466321
55 - 60	2	1,2804	0,7196	0,517824	0,404424
Jumlah	30	29,4864	0,5136	18,981343	4,597423
Chi Kuadrat hitung	4,597423				
Chi Kuadrat tabel	7,814728				
Keterangan	NORMAL				

Lampiran 33 Nilai *posttest* kelas eksperimen

<b>Kode</b>	<b>Posttest</b>
E-1	88
E-2	78
E-3	79
E-4	95
E-5	88
E-6	95
E-7	84
E-8	78
E-9	95
E-10	80
E-11	80
E-12	80
E-13	73
E-14	93
E-15	85
E-16	85
E-17	78
E-18	72
E-19	60
E-20	70

E-21	63
E-22	88
E-23	75
E-24	78
E-25	89
E-26	78
E-27	75
E-28	70
E-29	87
E-30	68
$\Sigma$	2407
N	30
$\bar{X}$	80,23333333
$s$	9,186509349
$s^2$	84,39195402
MIN	60
MAX	95
Rentang data	35

93

No.:

Date:

1. Diket: Termometer Z air mendidih =  $115^{\circ} Z$   
 Termometer Z es melebur =  $-5^{\circ} Z$
- Ditanya: Termometer Z & Termometer Reamur setara di suhu?
- Dijawab:  $T_2 - B_1 = T_A - B_A$   
 $A_2 - B_2 = A_R - B_R$   
 $T_2 - (-5) = \frac{T_A - 0}{100} = \frac{T_2 + 5}{100} = \frac{T_A}{100}$   
 $115 - (-5) = 80 - 0 = \frac{T_2 + 5}{100} = \frac{T_A}{100}$   
 $120 = \frac{T_2 + 5}{100} = \frac{T_A}{100}$   
 $120 \cdot 100 = T_2 + 5 = T_A$   
 $12000 = T_2 + 5 = T_A$   
 $T_2 = 11995$   
 $T_A = 11995$
- Jadi termometer Z setara dgn termometer Reamur pd suhu  $10^{\circ} C$ .

2. Diket:  $X_a = 212^{\circ}$   
 $X_b = 32^{\circ}$
- Ditanya: • Jenis termometer yg dimiliki Arifin?  
 • berapa suhu air jika diukur menggunakan termometer Arifin?
- Dijawab: • Termometer Fahrenheit  
 •  $80^{\circ} C = \dots^{\circ} F$   
 $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$   
 $\frac{80}{5} = \frac{F - 32}{9}$  jadi, suhu air jika diukur menggunakan termometer Arifin adalah  $176^{\circ} F$   
 $F - 32 = 16 \cdot 9$   
 $F - 32 = 144$   
 $F = 144 + 32$   
 $F = 176^{\circ}$

No.	Data	
3	<p>Diket: <math>L_0 = 50 \text{ m}</math></p> <p>• jembatannya menahan suhu <math>\Delta T = 40^\circ - 20^\circ = 20^\circ \text{C}</math></p> <p>• suhu baja <math>= 20^\circ \text{C}</math></p> <p>Ditanya: celah pemuaian baja yg harus disediakan agar aman?</p> <p>Jawab: <math>\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T</math></p> <p><math>= 50 \cdot 0,00012 \cdot 20</math></p> <p><math>= 0,0012 \text{ m}</math></p> <p>Jd. lebar celah yg harus disediakan adl <math>0,0012 \text{ m}</math></p>	<p>5 Diket: <math>M_{\text{logam}} = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}</math></p> <p><math>\Delta T = 40^\circ - 30^\circ = 10^\circ \text{C}</math></p> <p><math>Q = 900 \text{ J}</math></p> <p>Ditanya: manakah bahan yg dipakai Nino?</p> <p>Jawab: <math>c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}</math></p> <p><math>= \frac{900}{0,2 \cdot 10^\circ \text{C}}</math></p> <p><math>= 450 \text{ J/kg}^\circ \text{C}</math></p> <p>Jadi, bahan yg dipakai nino adalah Basi.</p>
4	<p>Diket: <math>T_0 = 25^\circ \text{C}</math></p> <p><math>T = 40^\circ \text{C}</math></p> <p>koef = <math>0,00012/^\circ \text{C}</math></p> <p>Dit: jika plat besi dipasang bingkai kayu uk <math>5 \text{ m} \times 2 \text{ m}</math>?</p> <p>Jwb: <math>\Delta L = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)</math></p> <p><math>= 10 (1 + 0,00012 \cdot 15)</math></p> <p><math>= 10 (1 + 0,0018)</math></p> <p><math>= 10 (1,0018)</math></p> <p><math>= 10,018 \text{ m}</math></p> <p>Jd. jika plat besi dipasang bingkai kayu uk <math>5 \text{ m} \times 2 \text{ m}</math></p> <p>0,018 m</p>	<p>6 Diket: <math>m = 20 \text{ kg}</math></p> <p><math>\Delta T = 10 - 27 = -37^\circ \text{C}</math></p> <p><math>C = 3500 \text{ J/kg}^\circ \text{C}</math></p> <p>Ditanya: kalor yg dilepaskan daging sapi?</p> <p>Jawab: <math>Q = m \cdot c \cdot \Delta T</math></p> <p><math>Q = 20 \cdot 3500 \cdot -37^\circ \text{C}</math></p> <p><math>= -2590.000</math></p> <p>Jadi, kalor yg dilepaskan daging sapi adl <math>-2590.000</math></p>
7	<p>Diket: <math>m = 500 \text{ gr} = 0,5 \text{ kg}</math></p> <p><math>C_{\text{es}} = 0,5 \text{ kkal/kg}^\circ \text{C}</math></p> <p><math>C_{\text{air}} = 1 \text{ kkal/kg}^\circ \text{C}</math></p> <p><math>L = 80 \text{ kkal/kg}</math></p> <p><math>A - B \Delta T = 10^\circ \text{C}</math></p> <p><math>B - C \Delta T = 0^\circ \text{C}</math></p> <p><math>C - D \Delta T = 100^\circ \text{C}</math></p> <p>Ditanya: <math>Q_{\text{total}}</math>?</p>	



Lampiran 34 Nilai *posttest* kelas kontrol

<b>Kode</b>	<b>Posttest</b>
K-1	78
K-2	75
K-3	84
K-4	84
K-5	60
K-6	70
K-7	65
K-8	82
K-9	90
K-10	58
K-11	83
K-12	67
K-13	68
K-14	67
K-15	72
K-16	75
K-17	78
K-18	70
K-19	90
K-20	70

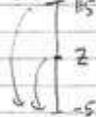
K-21	77
K-22	69
K-23	75
K-24	78
K-25	78
K-26	68
K-27	78
K-28	65
K-29	63
K-30	55
$\Sigma$	2192
N	30
$\bar{X}$	73,066667
$s$	8,839306
$s^2$	78,133333
MIN	55
MAX	90
Rentang data	35

M. Amur Kipti XI-9 No. 21

No. \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

## Soal Ketrampilan 'Kalar'

1. Diket:  $Z$   $15^\circ$   $R$   $80^\circ$  Dita: saat  $Z=R$ ,  $T$ ?

$$\begin{aligned} \text{Dija: } Z - (-5) &= R - 0 \\ \frac{15 - (-5)}{120} &= \frac{R - 0}{80 - 0} \\ &= \frac{Z + 5}{120} = \frac{R}{80} \end{aligned}$$

$$(Z - R) = \frac{Z + 5}{2} - \frac{Z}{2} \rightarrow 2Z + 10 = 3Z$$

jadi nilai suhu  $Z$  saat  
setara dg suhu  $R$  yaitu  $10^\circ Z$ 

$$Z = R = 10^\circ$$

2. Diket:  $212^\circ$   
 $32^\circ$ 

Dita: jenis termometer tsb?

suhu air ( $80^\circ C$ ) pada  
termometer air??

Dija: termometer Fahrenheit

$$F - 32 = \frac{9}{5} (80 - 0)$$

$$F = 144 + 32$$

$$F = 176^\circ$$

jadi jenis termometer air  
yaitu Fahrenheit dan suhu air  
di termometer air yaitu  
 $176^\circ F$ 3. Diket:  $L_0 = 50 \text{ m}$ 

$$\Delta T = 40^\circ C - 20^\circ C$$

$$\alpha = 0,000011 / ^\circ C$$

Dita:  $\Delta L$ !Dija:  $\Delta L = 50 \cdot 1,1 \cdot 10^{-5} \cdot 20$ 

$$= 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

jadi  $\Delta L$  yg diperlukan jembatan  
yaitu  $1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ 4. Dik:  $T_0 = 25^\circ C \rightarrow A_0 = 10 \text{ m}^2$ 

$$T_1 = 30^\circ C$$

$$\text{Kayu} = 5 \times 10^{-6} = 10 \text{ m}^2$$

$$d = 12 \cdot 10^{-6}$$

Dit: bagaimana plat besi dipasangkan ke bingkai kayu?

$$\begin{aligned} \text{Dij: } \Rightarrow \Delta A &= A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \\ &= 10 \cdot 2 \cdot 15 \\ &= 10 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \\ &= 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 0,0036 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow A_1 &= 10 + 0,0036 \\ &= 10,0036 \text{ m}^2 \\ \Rightarrow A_{\text{besi}} &> A_{\text{kayu}} \\ 10,0036 &> 10 \end{aligned}$$

jadi plat besi tidak  
akan muat dipasangkan  
ke bingkai kayu

5. Diket:  $m_{\text{logam}} = 0,2 \text{ kg}$  Dija:  $C = \frac{900}{0,2 \cdot 10}$   
 $\Delta T = 40 - 50 = 10^\circ\text{C}$   $C = 450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$   
 $Q = 900 \text{ J}$   $\rightarrow$  Besi  
 Dit: jenis C logam? jadi logam yg digunakan nna yaitu Besi

6. Diket:  $m = 20 \text{ kg}$  Dija:  $Q = 20 \cdot 3000 \cdot (-37)$   
 $\Delta T = -10 - 27 = -37^\circ\text{C}$   $= -2500 \text{ 000 J}$   
 $C = 3800 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$  jadi kalor yg dilepaskan agar daging  
 Dit:  $Q$ ? sapi cpt membeku yaitu sejumlah 25000

7. Diket:   $m = 0,5 \text{ kg}$   $C_{\text{es}} = 0,5 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$   
 $C_{\text{air}} = 1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$   
 $L = 80 \text{ kJ/kg}$   
 Dit:  $Q$  sampai air mendidih?  
 Dija:  $Q_{AB} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 10$   $Q_{CD} = 0,5 \cdot 1 \cdot 100$   
 $= 2,5 \text{ J}$   $= 50 \text{ J}$   
 $Q_{BC} = 0,5 \cdot 80$   $Q_{\text{total}} = 2,5 + 40 + 50 = 92,5 \text{ J}$   
 $= 40 \text{ J}$  jadi kalor yg dibutuhkan hingga  
 air mendidih yaitu 92,5 J

8. Diket: air panas + air dingin  $C_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$   
 $v = 20 \text{ l}$   $v = 60 \text{ l}$   $\rho = 1000 \text{ kg/l}$   
 $T = 100^\circ\text{C}$   $T = 20^\circ\text{C}$

Dit: Takut?  
 Dija:  $m_{\text{air panas}} = 1000 \cdot 20 = 20.000 \text{ kg}$   
 $m_{\text{air dingin}} = 1000 \cdot 60 = 60.000 \text{ kg}$   
 $\rightarrow Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$   
 $= 20.000 \cdot 4200 \cdot (100 - T) = 60.000 \cdot 4200 \cdot (T - 20)$   
 $= 200 - 2T = 6T - 120$  jadi suhu air hangat yaitu 40  
 $\rightarrow 8T = 320$   
 $\rightarrow T = 40^\circ\text{C}$

9. Diket: besi + air      Ditem: T kesetimbangan ?

$$m = 80 \text{ l} \quad m = 200 \text{ l}$$

$$T = 100^\circ\text{C} \quad T = 20^\circ\text{C}$$

$$C = 450 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \quad C = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\text{Djwb: } Q_{\text{Besi}} = 450 \cdot (100 - T) = 200 \cdot 4200 \cdot (T - 20)$$

$$= 3600(100 - T) = 8400(T - 20)$$

$$= 3600 - 36T = 840T - 16800$$

$$= 876T = 20400$$

$$= T = 23,3^\circ\text{C}$$

Jadi suhu kesetimbangan  
yaitu  $23,3^\circ\text{C}$

10. Diket:  $T = 40^\circ\text{C} = 313 \text{ K}$

Ditem: laju radiasi ?

$$e = 1$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ watt } \text{m}^{-2} \text{K}^4$$

$$A = 1,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Djwb: } P = e \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot A$$

$$= 1 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 313^4 \cdot 1,5$$

$$= 8,605 \cdot 10^8 \cdot 9797924961$$

$$= 816,30352 \text{ J/s}$$

Jadi laju radiasi yg  
dicerap yaitu  $816,30352 \text{ J}$ .

## Lampiran 35 Uji normalitas akhir

## UJI NORMALITAS AKHIR KELAS EKSPERIMEN

Jumlah kelas	6	
Panjang kelas	5,9580	
Frekuensi harapan	Baris 1	0,9052
	Baris 2	3,1275
	Baris 3	6,577
	Baris 4	8,4256
	Baris 5	6,577
	Baris 6	3,1275

TABEL PENOLONG

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
60 - 65	2	0,9052	1,0948	1,198587	1,324113
66 - 71	3	3,1275	-0,1275	0,016256	0,005198
72 - 77	4	6,577	-2,577	6,640929	1,009720
78 - 83	9	8,4256	0,5744	0,329935	0,039159
84 - 89	8	6,577	1,423	2,024929	0,307880
90 - 95	4	3,1275	0,8725	0,761256	0,243407
Jumlah	30	28,7398	1,2602	10,971893	2,929477
Chi Kuadrat hitung	2,929477				
Chi Kuadrat tabel	7,814728				
Keterangan	NORMAL				

## UJI NORMALITAS AKHIR KELAS KONTROL

Jumlah kelas	6	
Panjang kelas	5,9580	
Frekuensi harapan	Baris 1	1,6639
	Baris 2	4,8943
	Baris 3	8,3273
	Baris 4	8,2018
	Baris 5	4,6763
	Baris 6	1,6366

TABEL PENOLONG

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
55 - 60	3	1,6639	1,3361	1,785163	1,072879
61 - 66	3	4,8943	-1,8943	3,588372	0,733174
67 - 72	9	8,3273	0,6727	0,452525	0,054342
73 - 78	9	8,2018	0,7982	0,637123	0,077681
79 - 84	4	4,6763	-0,6763	0,457382	0,097808
85 - 91	2	1,6366	0,3634	0,132060	0,080691
Jumlah	30	29,4002	0,5998	7,052625	2,116576
Chi Kuadrat hitung	2,116576				
Chi Kuadrat tabel	7,814728				
Keterangan	NORMAL				

Lampiran 36 Uji *t-test*

<b>Kode</b>	<b>Postest</b>	<b>Kode</b>	<b>Postest</b>
E-1	88	K-1	78
E-2	78	K-2	75
E-3	79	K-3	84
E-4	95	K-4	84
E-5	88	K-5	60
E-6	95	K-6	70
E-7	84	K-7	65
E-8	78	K-8	82
E-9	95	K-9	90
E-10	80	K-10	58
E-11	80	K-11	83
E-12	80	K-12	67
E-13	73	K-13	68
E-14	93	K-14	67
E-15	85	K-15	72
E-16	85	K-16	75
E-17	78	K-17	78
E-18	72	K-18	70
E-19	60	K-19	90
E-20	70	K-20	70

E-21	63	K-21	77
E-22	88	K-22	69
E-23	75	K-23	75
E-24	78	K-24	78
E-25	89	K-25	78
E-26	78	K-26	68
E-27	75	K-27	78
E-28	70	K-28	65
E-29	87	K-29	63
E-30	68	K-30	55
$\bar{X}$	80,2333333	$\bar{X}$	73,0666667
n	30	n	30
s	9,18650935	s	8,839306
$s^2$	84,391954	$s^2$	78,133333
2r	0,04037		
t hitung	3,079054		
t tabel	2,001717		
Keterangan	Ha diterima		

## Lampiran 37 Uji effect size

<b>Kode</b>	<b>Postest</b>	<b>Kode</b>	<b>Postest</b>
E-1	88	K-1	78
E-2	78	K-2	75
E-3	79	K-3	84
E-4	95	K-4	84
E-5	88	K-5	60
E-6	95	K-6	70
E-7	84	K-7	65
E-8	78	K-8	82
E-9	95	K-9	90
E-10	80	K-10	58
E-11	80	K-11	83
E-12	80	K-12	67
E-13	73	K-13	68
E-14	93	K-14	67
E-15	85	K-15	72
E-16	85	K-16	75
E-17	78	K-17	78
E-18	72	K-18	70
E-19	60	K-19	90
E-20	70	K-20	70

E-21	63	K-21	77
E-22	88	K-22	69
E-23	75	K-23	75
E-24	78	K-24	78
E-25	89	K-25	78
E-26	78	K-26	68
E-27	75	K-27	78
E-28	70	K-28	65
E-29	87	K-29	63
E-30	68	K-30	55
$\bar{X}$	80,2333333	$\bar{X}$	73,0666667
n	30	n	30
s	9,18650935	s	8,839306
$s^2$	84,391954	$s^2$	78,133333
$S_{gab}$	9,0146		
d	0,79		
Kriteria	Sedang		

## Lampiran 38 Uji n-gain

## UJI N-GAIN KELAS EKSPERIMEN

<b>Kode</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>
E-1	53	88
E-2	40	78
E-3	43	79
E-4	56	95
E-5	45	88
E-6	56	95
E-7	40	84
E-8	48	78
E-9	52	95
E-10	47	80
E-11	40	80
E-12	45	80
E-13	40	73
E-14	55	93
E-15	45	85
E-16	45	85
E-17	51	78
E-18	33	72
E-19	30	60
E-20	40	70

E-21	35	63
E-22	51	88
E-23	37	75
E-24	35	78
E-25	52	89
E-26	35	78
E-27	40	75
E-28	40	70
E-29	49	87
E-30	30	68
Rata-rata	43,60	80,23
N-Gain	0,66	
Kriteria	SEDANG	

## UJI N-GAIN KELAS KONTROL

<b>Kode</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>
K-1	40	78
K-2	38	75
K-3	53	84
K-4	49	84
K-5	32	60
K-6	38	70
K-7	32	65
K-8	50	82
K-9	55	90
K-10	40	58
K-11	45	83
K-12	40	67
K-13	40	68
K-14	39	67
K-15	40	72
K-16	43	75
K-17	48	78
K-18	43	70
K-19	55	90
K-20	40	70

K-21	45	77
K-22	43	69
K-23	45	75
K-24	46	78
K-25	40	78
K-26	43	68
K-27	40	78
K-28	25	65
K-29	30	63
K-30	25	55
Rata-rata	41,40	73,07
N-Gain	0,55	
Kriteria	SEDANG	

Lampiran 39 Ketercapaian indikator keterampilan pemecahan masalah

Kode	Deskripsi Berguna									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E-1	2	3	3	2	3	2	2	3	2	2
E-2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2
E-3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2
E-4	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3
E-5	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3
E-6	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3
E-7	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3
E-8	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2
E-9	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3
E-10	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2
E-11	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2
E-12	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2
E-13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
E-14	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3
E-15	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2
E-16	3	3	2	2	2	3	2	2	2	3
E-17	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2
E-18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
E-19	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
E-20	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2
E-21	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3
E-22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E-23	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2
E-24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E-25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E-26	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E-27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E-28	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2
E-29	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
E-30	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2
Jumlah	76	80	74	80	83	78	75	78	72	76
Skor Keseluruhan	772									
Skor Maksimal	900									
Persentase(%)	85,77777778									
Kategori	Tinggi									

Kode	Aplikasi Spesifik Fisika									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
E-3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
E-4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-7	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2
E-8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
E-9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-10	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2
E-11	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2
E-12	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2
E-13	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2
E-14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-16	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2
E-17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
E-18	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2
E-19	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
E-20	1	2	1	2	1	1	0	1	2	2
E-21	2	2	2	2	1	2	1	2	0	0
E-22	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2
E-23	1	2	1	1	2	1	1	2	0	2
E-24	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
E-25	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-26	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2
E-27	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2
E-28	1	2	1	0	1	0	1	1	0	2
E-29	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2
E-30	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2
Jumlah	49	60	54	51	54	51	49	47	42	52
Skor Keseluruhan	509									
Skor Maksimal	600									
Persentase(%)	84,83333333									
Kategori	Tinggi									

Kode	Prosedur Matematis									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E-1	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2
E-2	2	3	2	3	3	2	2	1	2	0
E-3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	0
E-4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
E-5	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2
E-6	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3
E-7	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3
E-8	2	3	2	3	3	2	2	1	2	0
E-9	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3
E-10	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
E-11	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
E-12	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
E-13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
E-14	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3
E-15	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2
E-16	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2
E-17	2	3	2	3	3	2	2	1	2	0
E-18	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
E-19	0	2	0	2	2	0	2	2	1	1
E-20	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2
E-21	0	2	2	2	0	2	2	0	0	0
E-22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
E-23	0	3	2	2	2	2	3	0	0	2
E-24	2	3	3	3	3	3	3	0	2	2
E-25	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3
E-26	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2
E-27	1	3	2	2	2	2	2	0	0	2
E-28	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2
E-29	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3
E-30	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2
Jumlah	62	81	69	71	77	70	70	53	55	55
Skor Keseluruhan	663									
Skor Maksimal	900									
Persentase(%)	73,66666667									
Kategori	Sedang									

Kode	Proses Logis									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0
E-3	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0
E-4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-7	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2
E-8	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0
E-9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
E-11	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
E-12	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
E-13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
E-14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E-16	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0
E-17	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0
E-18	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2
E-19	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
E-20	0	2	2	0	2	0	2	0	0	2
E-21	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
E-22	1	2	2	1	2	1	1	0	0	2
E-23	0	2	2	0	2	2	2	0	0	2
E-24	0	2	2	2	2	2	2	0	0	1
E-25	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2
E-26	0	2	1	0	1	1	1	0	0	2
E-27	0	2	1	1	2	2	2	0	0	2
E-28	0	2	2	2	1	2	2	0	0	2
E-29	0	2	2	2	2	2	2	1	1	2
E-30	0	2	0	1	2	0	2	0	0	2
Jumlah	37	60	52	33	54	49	52	34	35	42
Skor Keseluruhan	448									
Skor Maksimal	600									
Persentase(%)	74,66666667									
Kategori	Sedang									

## Lampiran 40 Surat penunjukan pembimbing



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

Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185

Semarang, 30 November 2023

Nomor : B.8717/Un10.8/J6/DA.08.05/11/2023

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth. :

1. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
  2. Sheilla Rully Anggita, M.Si.
- di Semarang

*Assalamu alaikum Wr. Wb.*

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008066038  
Judul : **Pengembangan E-Modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor**

Dan menunjuk Saudara :

1. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. sebagai Pembimbing I
2. Sheilla Rully Anggita, M.Si. sebagai Pembimbing II

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu alaikum Wr. Wb.*

A.n Dekan  
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika



Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
19760214 200801 1 011

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

## Lampiran 41 Persetujuan pembimbing

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

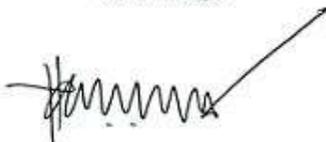
Proposal Skripsi ini telah disetujui oleh Pembimbing  
untuk dilaksanakan.

Disetujui pada

Hari : Senin

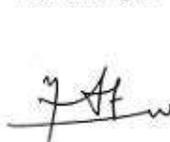
Tanggal : 11 Desember 2023

Pembimbing I,



Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
NIP. 19760214 200801 1 011

Pembimbing II,



Sheilla Rully Anggita, M.Si.  
NIP. 199005052019032017

Mengetahui,  
Ketua Jurusan



Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
19760214 200801 1 011

## Lampiran 42 Pengesahan proposal



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

Alamat: Jln Prof. Dr. Hamka Km 1, Semarang Telp. 02476433366 Semarang 50185  
Email: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id), Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

**PENGESAHAN**

Naskah proposal skripsi berikut ini:

Judul : **PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN  
MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI SUHU  
DAN KALOR**

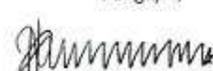
Penulis : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008066038  
Prodi : Pendidikan Fisika

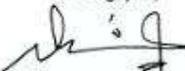
Telah diujikan dalam seminar proposal oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima dan dilanjutkan ke tahap penelitian sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 26 Desember 2023

Penguji I,

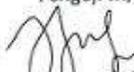
Penguji II,

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

  
Edi Daenuri Anwar, M.Si.  
NIP. 197907262009121002

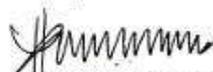
Penguji III,

Penguji IV,

  
Dr. Susilawati, M.Pd.  
NIP. 198605122019032010

  
Rizki Saputri, M.Pd  
NIP. 19004102019032018

Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

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



## Lampiran 43 Surat permohonan validasi instrumen



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185  
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web : http://fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.1693/Un.10.8/D/SP.01.06/03/2024 13 Maret 2024  
Lamp : -  
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd Validator Instrumen Ahli Media dan Materi (Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
2. Istikomah, M.Sc Validator Instrumen Ahli Media dan Materi (Dosen Fisika FST UIN Walisongo)
3. Suratni Agustinih, S. Si Validator Instrumen Ahli Media dan Materi (Guru SMAN 5 Semarang) di tempat.

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

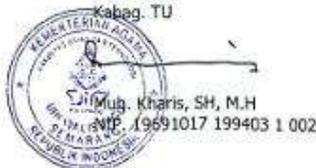
Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008066038  
Program Studi : Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo  
Judul : PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR.

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

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

A.n. Dekan  
Kabag. TU



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

Tembusan Yth.

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

## Lampiran 44 Surat keterangan validasi



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

Alamat: Jln Prof. Dr. Hamka Km 3, Semarang Telp. 02476433366 Semarang 50185  
Email: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

---

**SURAT KETERANGAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd.  
NIP : 199205202016011901  
Instansi : UIN Waliosongo Semarang

Telah memberikan validasi instrumen atas saudara:

Nama : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008066038  
Prodi : Pendidikan Fisika

Dengan judul PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR, Memberikan keabsahan bahwa instrumen yang telah dirancang dan dikembangkan layak untuk diimplementasikan sebagai alat penelitian di SMA Negeri 5 Semarang.

Demikian surat keterangan ini kami buat dan semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 19 April 2024  
Validator

Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd.  
NIP. 199205202016011901



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

Alamat: Jln Prof. Dr. Hamka Km 3, Semarang Telp. 02476433366 Semarang 50185  
Email: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

**SURAT KETERANGAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Istikomah, M.Sc.  
NIP : 199011262019032021  
Instansi : UIN Walisongo Semarang

Telah memberikan validasi instrumen atas saudara:

Nama : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008066038  
Prodi : Pendidikan Fisika

Dengan judul PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR. Memberikan keabsahan bahwa instrumen yang telah dirancang dan dikembangkan layak untuk diimplementasikan sebagai alat penelitian di SMA Negeri 5 Semarang.

Demikian surat keterangan ini kami buat dan semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 19 April 2024  
Validator

Istikomah, M.Sc.  
NIP. 199011262019032021



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

Alamat: Jln Prof. Dr. Hamka Km 3, Semarang Telp. 02476433366 Semarang 50185  
Email: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

**SURAT KETERANGAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Suratni Agustinih, S.Pd.  
NIP : 197808072006042008  
Instansi : UIN Walisongo Semarang

Telah memberikan validasi instrumen atas saudara:

Nama : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008066038  
Prodi : Pendidikan Fisika

Dengan judul PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR. Memberikan keabsahan bahwa instrumen yang telah dirancang dan dikembangkan layak untuk diimplementasikan sebagai alat penelitian di SMA Negeri 5 Semarang.

Demikian surat keterangan ini kami buat dan semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 19 April 2024  
Validator

Suratni Agustinih, S.Pd.  
NIP. 197808072006042008

## Lampiran 45 Surat izin riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50195  
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1726/Un.10.B/K/SP.01.06/03/2024 14 Maret 2024  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.  
Kepala Sekolah SMA Negeri 5 Semarang  
di tempat

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Nurul Ibtiqomah  
NIM : 2006066038  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika  
Judul Penelitian : Pengembangan E-modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor,

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Joko Budi Poernomo, M. Pd  
2. Sheila Rully Anggita, M.Si

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di Sekolah yang Bapak/Ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 22 April - 25 Mei 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*



Dekan  
Kapas TU

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

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



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

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185  
E-mail: [fs@uin-walisongo.ac.id](mailto:fs@uin-walisongo.ac.id) Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1726/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2024 14 Maret 2024  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.  
Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I  
di tempat

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008066038  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika  
Judul Penelitian : Pengembangan E-modul Muris untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor.

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Joko Budi Poernomo, M. Pd  
2. Sheila Rully Anggita, M. Si

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di SMA Negeri 5 Semarang, yang akan dilaksanakan 22 April - 25 Mei 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih,

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*



Dekan  
TU

Sharis, SH, M.H  
19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH  
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I**

Jalan Gajah Suroso, Komplek Tambora, Semarang, Telp: (024) 7891000  
Faksimili (024) 7891000 Laman web: [pdpting.jateng.go.id](http://pdpting.jateng.go.id)  
Surel Elektronik: [cdk@pdpting1@gmail.com](mailto:cdk@pdpting1@gmail.com)

**NOTA DINAS**

Kepada Yth. : Kepala SMA Negeri 5 Semarang  
Dan : Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I  
Tanggal : 15 Maret 2024  
Nomor : 071/633  
Hal : Izin Riset

Menindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor: B.1726/Ur.10.8/K/SP/01.08/03/2024 tanggal 14 Maret 2024, perihal Permohonan Izin Riset sebagaimana tersebut pada pokok surat diatas, kami sampaikan hal-hal sebagai berikut:

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, memberikan ijin kepada:

Nama : Nurul Istiqomah  
NIM : 2008056038  
Program Studi : Pendidikan Fisika  
Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Mung untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor

2. Kegiatan dilaksanakan pada:

Tanggal : 22 April 2024 s.d 25 Mei 2024  
Pukul : 08.00 WIB – Selesai  
Lokasi : SMA Negeri 5 Semarang

3. Hal – hal yang perlu diperhatikan:

- Harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan ijin penelitian yang dimulai pukul 08.00 WIB sampai dengan selesai;
- Saat pelaksanaan ijin Penelitian tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
- Pemberian ijin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian ijin ini dicabut;
- Apabila Kegiatan tersebut telah selesai agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

a.n. KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I  
Kepala Sub Bagian Tata Usaha



**ANGKY MAYANG SASWATI, S.Psi, M.Si**  
Penata Tingkat I  
NIP 19791005 200801 2 001



Dokumen ini diandatangani secara elektronik dengan menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh Badan Bertugas Elektronik (BSE) BSSN.

## Lampiran 46 Surat keterangan riset



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH  
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
SMA NEGERI 5 SEMARANG  
Jalan Pemuda Nomor 143, Semarang 50132; Telepon/Faksimile (024) 3543998  
Pos-el sman5smg@prov.ja.com, laman sman5semarang.sch.id

**SURAT KETERANGAN PENELITIAN**

Nomor: 423/407/2024

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Dra. SITI ASYAH, MM., M.Pd.  
NIP : 19651111 199702 2 001  
Pangkat/Gol. Ruang : Pembina Tingkat I/IVb  
Jabatan : Kepala SMA Negeri 5 Semarang  
Alamat : Jl. Pemuda No. 143 Semarang

Menerangkan dengan sebenarnya, bahwa :

Nama : NURUL ISTIQOMAH  
NPM : 2008066038  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Pendidikan Fisika  
Universitas : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang  
Waktu Penelitian : 22 April s.d 25 Mei 2024

Telah selesai melaksanakan penelitian di SMA Negeri 5 Semarang, untuk memenuhi Penelitian Skripsi dengan judul :

**"PENGEMBANGAN E-MODUL MURIS UNTUK MENINGKATKAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR "**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 16 Mei 2024

Kepala Sekolah,



Dra. Siti Asyah, MM., M.Pd.  
19651111 199702 2 001

## Lampiran 47 Dokumentasi





## Lampiran 48 Daftar riwayat hidup

**RIWAYAT HIDUP****A. Identitas Diri**

1. Nama Lengkap : Nurul Istiqomah
2. Tempat dan Tanggal Lahir : Rimbo Bujang, 11 Agustus 2001
3. Alamat Rumah : Jl. Jodipati RT002/RW002  
Ds. Purwoharjo Kec. Rimbo  
Bujang Kab. Tebo, Jambi
4. Nomor HP : 082261055345
5. E-mail : ni0622791@gmail.com

**B. Riwayat Pendidikan**

1. Pendidikan Formal:
  - a. SDN 84 Purwoharjo
  - b. SMP Al-Amanah Rimbo Bujang
  - c. SMASQ Al-Amanah Rimbo Bujang
  - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan Nonformal:
  - a. Pondok Pesantren Al-Amanah Rimbo Bujang
  - b. Pondok Pesantren Ristek Almadinah Semarang