PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *ARGUMENT DRIVEN INQUIRY* (ADI) UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR RANAH KOGNITIF PADA MATERI KALOR KELAS XI

SKRIPSI

Diajukan guna Memenuhi Sebagian Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
Dalam Ilmu Pendidikan Fisika

Diajukan oleh:

Hardi

NIM. 2108066016

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

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hardi

NIM : 2108066016

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *ARGUMENT DRIVEN INQUIRY* (ADI) UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR RANAH KOGNITIF PADA MATERI KALOR KELAS XI

Secara keseluruhan adalah hasil/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 29 agustus 2025

Pembuat pernyataan



Hardi

NIM. 2108066016

PENGESAHAN

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah Skripsi berikut ini:

Judul : **Pengembangan E-modul Berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ranah Kognitif pada Materi Kalor Kelas XI**

Penulis : Hardi
NIM : 2108066016
Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Semarang, 30 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

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

Penguji II,

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

Penguji III,

Dr. Susilawati, M.Pd.
NIP. 198605122019032010

Penguji IV,

Rina Susi Cahyawati, M.Pd.
NIP. 198705072020122003

Pembimbing I,

Agus Sudarmanto, MSI.
NIP. 198770823200912100 1

Pembimbing II,

Qisthi Fariyani, M.Pd
NIP. 198912162019032017

MOTTO

“Kerjakan dan selesaikan, lanjutkan ke depan”

NOTA DINAS

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

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

Judul : **Pengembangan E-Modul Berbasis Argument Driven Inquiry Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Pada Materi Kalor Kelas XI**

Nama : Hardi

NIM : 2108066016

Prodi : Penddikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang *Munaqosah*.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing I,



Agus Sudarmanto, M.Si.

NIP. 197708232009121001

NOTA DINAS

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

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

Judul : **Pengembangan E-Modul Berbasis Argument Driven Inquiry Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Pada Materi Kalor Kelas XI**

Nama : Hardi

NIM : 2108066016

Prodi : Penddikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang *Munaqosah*.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing II



Qisthi Fariyani, M.Pd.

NIP. 198912162019032017

ABSTRAK

Pembelajaran dapat optimal dengan adanya peran modul ajar. Fakta di lapangan modul ajar berperan sebagai bahan ajar mandiri. Hal ini perlu dikembangkan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI). Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan produk, efektivitas, dan hasil belajar kognitif. Tahapan pengembangan produk meliputi *analyze, design, development or production, implement, and evaluate* yang merupakan bagian dari model pengembangan ADDIE. Hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) layak digunakan dengan indeks sebesar 0,96. Efektivitas produk menggunakan nilai z sebesar |-3,38| lebih besar dari z tabel sebesar |-1,96|; yang menunjukkan bahwa e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) lebih efektif dari Modul Belajar Praktis berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Hasil perbedaan tingkat ranah kognitif kelas eksperimen ditunjukkan dengan nilai efek sebesar 0,84 (besar) lebih besar daripada kelas kontrol mendapatkan nilai sebesar 0,37 (sedang). Hasil peningkatan hasol belajar diranah kognitif kelas eksperimen menggunakan n-gain sebesar 0,49 (tinggi) lebih besar daripada kelas kontrol mendapatakan skor gain sebesar 0,10 (rendah). Implikasi penelitian menunjukkan bahwa perlu adanya penekanan pada keterlibatan siswa dalam aktivitas ilmiah dalam e-modul yang dikembangkan dengan menghubungkan sintaks ADI ke dalam kegiatan siswa.

Kata Kunci: e-modul, *Argument Driven Inquiry* (ADI), dan ranah kognitif

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirrobbil'alamiin, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya dan tidak lupa sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengembangan E-Modul Berbasis *Argument Driven Inquiry* Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ranah Kognitif Pada Materi Kalor Kelas XI" yang diajukan guna memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penyusunan skripsi ini dihadapkan dengan banyak hambatan selama proses pengerjaan. Akan tetapi dengan adanya bimbingan, arahan do'a dan bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak 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. Edi Daenuri Anwar, M.Si., selaku Ketua Prodi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang.
4. Agus Sudarmanto, M.Si. dan Qisthi Fariyani, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia dengan sabar meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan

bimbingan dan pengarahan sehingga penulisan naskah skripsi dapat terselesaikan.

5. Para dosen Prodi Pendidikan Fisika dan Fisika khususnya Dr. Andi Fadllan, M.Sc. selaku dosen wali yang telah membina sejak awal hingga akhir perkuliahan.
6. Drs. Sumarno, M.Pd.; Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.; Susilawati, M.Pd.; Edi Daenuri Anwar, M.Si. dan Rida Her Septyaningrum, S.Pd., M.Sc; selaku validator yang memberikan masukan terhadap instrument/produk skripsi.
7. Bapak/Ibu guru dan staff SMA N 2 Semarang yang telah memberikan tempat untuk dilakukannya penelitian skripsi.
8. Kedua orang tua tercinta, Bapak Slamet dan Ibu Ngafiyatun serta saudara kandung Sudiono dan Atikah yang senantiasa selalu memberikan dukungan, do'a, moral dan materil sehingga dapat perkuliahan strata I dapat terselesaikan.
9. Teman-teman angkatan Prodi Pendidikan Fisika Angkatan 2021 yang selalu memberikan bantuan, semangat dan motivasi terhadap penyelesaian skripsi khususnya Pendidikan Fisika Kelas A Angkatan 2021.

Penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih diiringi dengan do'a semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik kelak. Walaupun demikian, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum dikatakan sempurna karena masih dalam tahap belajar. Oleh karena itu, segala kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan guna meningkatkan dan

memperbaiki penulisan yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan pada umumnya dan dapat bermanfaat bagi penulis khususnya. Aamiin

Semarang, 25 Juni 2025

Penulis

Hardi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
MOTTO iii
NOTA DINAS v
ABSTRAK vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BABA I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 6
C. Pembatasan Masalah 7
D. Rumusan Masalah 7
E. Tujuan Penelitian 8
F. Manfaat 8
G. Asumsi Pengembangan 9
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan 10
BAB II KAJIAN PUSTAKA 12
A. Kajian Teori 12
B. Kajian Pustaka 38
C. Kerangka Berpikir 42
D. Hipotesis 43
BAB III METODE PENELITIAN 44
A. Model Pengembangan 44
B. Prosedur Pengembangan 45
C. Uji Coba Produk 51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 61
A. Hasil Pengembangan Produk Awal 61
B. Validasi Produk 84

C. Revisi Produk.....84
D. Hasil Uji Coba.....87
E. Pembahasan.....94
F. Keterbatasan Penelitian.....104
BAB V PENUTUP.....106
A. Kesimpulan.....106
B. Saran.....107
DAFTAR PUSTAKA.....108
DAFTAR LAMPIRAN.....121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fenomena Konduksi 30
Gambar 2.2 Fenomena Konveksi 31
Gambar 2.3 Fenomena Radiasi 32
Gambar 2.4 Pemuaian Panjang 33
Gambar 2.5 Pemuaian Luas 34
Gambar 2.6 Pemuaian Volume 36
Gambar 3.1 Model Pengembangan ADDIE 44
Gambar 4.1 Cover 69
Gambar 4.2 Kata Pengantar 70
Gambar 4.3 Daftar Isi 71
Gambar 4.4 Glosarium 72
Gambar 4.5 Pendahuluan 73
Gambar 4.6 Petunjuk Penggunaan E-modul 74
Gambar 4.7 Tujuan Aktivitas Siswa 75
Gambar 4.8 Uraian Materi 76
Gambar 4.9 Kegiatan Inkuiri 77
Gambar 4.10 Latihan Soal 78
Gambar 4.11 Sumatif 79
Gambar 4.12 Penutup 80
Gambar 4.13 Daftar Pustaka 81
Gambar 4.14 Back Cover 82
Gambar 4.15 Lampiran Khusus 83
Gambar 4.16 Revisi I 85
Gambar 4.17 Revisi II 86
Gambar 4.18 Uji Effect Size 92
Gambar 4.19 Hasil Uji Gain 93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pra-riset 121
Lampiran 2 Produk E-modul 125
Lampiran 3 Penunjukkan Dosen Pembimbing 126
Lampiran 4 Surat Permohonan Izin Riset 127
Lampiran 5 Surat Permohonan Validator 128
Lampiran 6 Daftar Responden Uji Coba Instrumen 131
Lampiran 7 Daftar Siswa Kelas Kontrol 132
Lampiran 8 Daftar Siswa Kelas Eksperimen 133
Lampiran 9 Instrumen Soal Uji Coba 134
Lampiran 10 Hasil Rekapitulasi Validasi Soal Uji Coba 154
Lampiran 11 Lembar Rubrik Penilaian Produk 169
Lampiran 12 Hasil Rekapitulasi Validasi Produk 172
Lampiran 13 Hasil Uji Coba Instrumen Tes 177
Lampiran 14 Naskah Soal Pre-test dan Post-test 179
Lampiran 15 Modul Ajar Kelas Kontrol 187
Lampiran 16 Modul Ajar Kelas Eksperimen 194
Lampiran 17 Hasil Tes Kelas Eksperimen 200
Lampiran 18 Hasil Tes Kelas Kontrol 201
Lampiran 19 Uji Prasyarat 202
Lampiran 20 Uji Perbedaan 204
Lampiran 21 Uji Effect Size 205
Lampiran 22 Surat Pernyataan Telah Riset 207
Lampiran 23 Pengesahan Seminar Proposal 208
Lampiran 24 Dokumentasi Pre-test dan Post-Test 209
Lampiran 25 Dokumentasi Uji Coba Produk 210
Lampiran 26 Hasil Uji Gain 211
Lampiran 27 Hasil Peningkatan Penugasan Siswa 213
Lampiran 28 Riwayat Hidup 214

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Indeks Kriteria Uji Validitas Isi Produk.....53
Tabel 3.2 Indeks Kriteria Uji Validitas Isi Soal Uji Coba.....54
Tabel 3.3 Indeks Tingkat Kesukaran.....56
Tabel 3.4 Indeks Daya Pembeda Soal.....57
Tabel 3.5 Indeks Uji Effect Size 60
Tabel 3 6 Indeks Uji N-Gain 60
Tabel 4.1 Hasil Validasi Produk.....84
Tabel 4.2 Hasil Validasi Soal Uji Coba 87
Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Uji Validitas.....89
Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Uji Tingkat Kesukaran.....90
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Uji Daya Beda.....90
Tabel 4.6 Hasil Analisis Uji Normalitas 91

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembelajaran berjalan secara optimal dengan penggunaan modul ajar yang sesuai dengan materi dan kebutuhan siswa (Maulida, 2022). Modul digunakan sebagai sarana kegiatan siswa yang mendukung pembelajaran. Proses pembelajaran tidak hanya menekankan interaksi siswa dengan guru tetapi juga dengan lingkungan (Ariyansah et al., 2021). Modul tidak hanya bertindak sebagai sumber belajar, tetapi juga menjadi sarana kegiatan yang mendukung proses belajar. Guru perlu menyampaikan materi yang relevan dengan fenomena dalam kehidupan siswa, agar memudahkan mereka dalam memahami konsep yang diajarkan (Panis et al., 2023). Konsep yang diterima akan lebih mendalam jika menemukan sendiri dan terlibat aktif melalui penemuan mandiri (Meika et al., 2016). Bruner (1997) menyatakan bahwa menemukan informasi sendiri membuat siswa memperoleh informasi yang mendalam.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa modul hanya dimanfaatkan sebagai alat evaluasi (Rakhmawati & Ranu, 2014). Modul digunakan sebagai pengganti kehadiran guru, yang memuat materi dan latihan soal sebagai bahan belajar mandiri siswa. Proses pembelajaran masih didominasi oleh guru sebagai sumber utama belajar (Gusyanti & Sujarwo,

2021; Yulisa et al., 2020). Hal ini membuat partisipasi siswa dalam memahami materi kurang optimal. Siswa menjadi kesulitan saat menghadapi permasalahan yang kompleks, malas bertanya, tidak fokus selama proses pembelajaran, dan mengacuhkan penjelasan dari guru. Tingkat hasil belajar diranah kognitif yang dicapai yaitu mengingat dan memahami (Sihombing, 2021; Gusyanti & Sujarwo, 2021). Hal ini berdampak pada partisipasi siswa dalam pemahaman materi yang kurang optimal, sehingga menyebabkan kesulitan mereka dalam melakukan argumentasi selama pembelajaran (Wulandari et al., 2023). Melalui proses argumentasi siswa perlu menguasai materi untuk dapatmenyampaikan pendapat berdasarkan data dan fakta.

Argumentasi merupakan proses berpikir yang melibatkan penyusunan klaim, pemberian alasan, dan penggunaan bukti untuk mendukung atau mempertahankan pendapat tertentu. Proses argumentasi membantu siswa memahami konsep secara mendalam melalui diskusi (Sampson & Gleim, 2009). Model pembelajaran yang fokus pada argumentasi seperti *Argument Driven Inquiry* (ADI). Model ADI yaitu bentuk pembelajaran berbasis penyelidikan yang dirancang untuk membantu siswa dalam membangun dan mempertahankan argumen ilmiah (Utami et al., 2022; Andriani, 2015). Penerapan model ADI pada pembelajaran fisika belum banyak diteliti. Artikel review penerapan model ADI dalam sains memberikan dampak

positif antara lain meningkatkan prestasi belajar, keterampilan argumentasi, menilai kualitas tulisan, keterampilan proses sains, pemahaman konsep, dan mendorong berpikir ilmiah (Admoko et al., 2022).

Hasil penelitian Setiawan & Jumadi (2023) menyatakan bahwa bahan ajar ADI dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam membangun pemahaman terhadap materi. Penelitian Rohandi (2021) modul yang dikembangkan memuat tahapan model ADI yang terbagi menjadi tiga kegiatan. Keterbaruan dalam penelitian ini yaitu sintaks model ADI diterapkan secara terpadu dalam setiap kegiatan siswa. Pengembangan modul ADI oleh Amielia (2018) menyajikan latihan soal setelah menyelesaikan proses pembelajaran. Keterbaruan penelitian ini terletak pada penambahan latihan soal berjenjang berdasarkan tingkat kesulitan, yang terletak pada bagian materi dan kegiatan siswa.

Keunggulan dari modul ADI yaitu siswa secara mandiri dapat belajar dengan penyesuaian langkah-langkah, kebutuhan, serta kemampuan yang memengaruhi hasil belajar (Amielia et al., 2018a). Proses pembelajaran memberikan siswa kebebasan dalam mengeksplorasi konsep secara mendalam. Siswa dilibatkan secara aktif melalui kegiatan praktikum dan pembelajaran yang relevan dengan kehidupan siswa, sehingga mudah memahami materi (Hadiwidodo et al., 2017). Aktivitas praktikum dapat memberikan pengalaman

nyata sehingga siswa melihat penerapan langsung dari materi yang dipelajari.

Pengembangan modul ADI dirancang agar siswa terlibat dalam praktik sains seperti mengidentifikasi masalah, membuat hipotesis, melakukan penyelidikan, mengumpulkan data, menarik kesimpulan, dan menghasilkan argumen (Chen et al., 2016: 187). Hasil argumen disusun berdasarkan data dan konsep fisika yang akan dibahas melalui sesi argumentasi dalam bentuk diskusi (Divena et al., 2021; Pujianti et al., 2020; Sari et al., 2021). Pembahasan bertujuan untuk memvalidasi kesesuaian data hasil pengamatan dengan konsep fisika. Diskusi pada sesi argumentasi memberikan kesempatan siswa untuk menemukan teori yang benar (Mochsif et al., 2021). Kesimpulan dari diskusi ditulis ulang secara mandiri dalam bentuk laporan tertulis, sehingga dapat meningkatkan pemahaman siswa (Sampson & Gleim, 2009). Laporan yang disusun dievaluasi oleh teman sejawat dan ditinjau kembali sebagai bagian dari validasi pengetahuan.

Format e-modul dipilih agar memudahkan akses, sehingga mendorong siswa menjadi lebih mandiri dalam memahami materi (Berutu and Ginting, 2021). *Software* yang digunakan yaitu *Google Sites*. Penggunaan *Google Sites* dalam pengembangan produk pembelajaran mendapatkan respons positif dari siswa dan efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep (Sevtia et al., 2022). Berdasarkan hasil penelitian

Ramadannisa & Hartina (2021), pengembangan materi ajar berbantuan *Google Sites* dilengkapi dengan praktikum terbimbing pada materi kalor layak digunakan dan diuji cobakan. Keunikan dalam penelitian ini yaitu pengembangan produk berupa e-modul berbasis ADI.

Modul dilengkapi dengan ilustrasi yang dapat membantu menjelaskan materi secara kontekstual sehingga dapat meningkatkan fokus siswa (Agung et al., 2020). Latihan soal diberikan secara berjenjang berdasarkan tingkat kesulitan. Pemberian latihan soal dapat membuat siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami materi merasa tertarik (Lumbantobing, 2023). Siswa diarahkan untuk mencoba menyelesaikan tugas secara mandiri, sehingga dapat berpartisipasi secara aktif dalam proses memahami konsep yang dipelajari (Nafiyanto & Pebriana, 2023). Tindak lanjut dari penugasan berupa nilai dan pembahasan yang dapat menggambarkan kemampuan siswa.

Hasil wawancara dengan guru fisika SMAN 2 Semarang, peran bahan ajar belum maksimal dikarenakan jumlah dan akses yang terbatas. Guru berfokus pada kegiatan pembelajaran di kelas melalui diskusi dan latihan soal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kemampuan kognitif siswa di bidang fisika masih rendah. Hal ini dilihat dari rata-rata nilai ujian harian siswa kelas XI-1 sebesar 54,17 dari total 35 siswa. Apabila dibandingkan dengan nilai kriteria

ketercapaian minimum yaitu sebesar 78, maka sebanyak 74,28% siswa belum memenuhi kriteria.

Hasil wawancara guru fisika SMAN 2 Semarang mengenai materi fisika, bahwa asas Black merupakan salah satu bahasan materi kalor yang belum terdapat kegiatan siswa yang kontekstual terhadap konsep fisika. Hal ini mengakibatkan siswa yang telah memperoleh materi tersebut belum memahami konsep fisika jika diaplikasikan pada permasalahan dalam bentuk latihan soal. Permasalahan tersebut didukung dengan pernyataan guru fisika yang mengungkapkan bahwa materi kalor menjadi urutan ketiga dalam penerapan pembelajaran yang tidak maksimal. Hal ini dikarenakan belum terdapat simulasi fisika yang dapat membantu menguatkan kognitif siswa. Kemampuan argumentasi siswa digali oleh guru melalui presentasi berupa pemaparan solusi dan menanggapi pertanyaan. Tingkatan argumentasi berupa klaim, bukti, tanggapan, dan sanggahan belum dilakukan secara terstruktur.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat ditentukan permasalahan yaitu:

1. Peran bahan ajar yang tidak maksimal dalam proses pembelajaran.
2. Kesulitan siswa dalam memahami materi fisika yang diajarkan.

3. Hasil belajar fisika pada ranah kognitif siswa yang tergolong rendah.

C. Pembatasan Masalah

Batasan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka masalah penelitian dibatasi pada:

1. E-modul menggunakan model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI).
2. Materi yang terdapat di modul yaitu kalor kelas XI.
3. Aspek yang diteliti yaitu hasil belajar fisika diranah kognitif.

D. Rumusan Masalah

Penelitian ini berfokus pada pengembangan e-modul maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana kelayakan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yang dikembangkan?
2. Bagaimana efektivitas e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) dibandingkan dengan Modul Belajar Praktis berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi kalor kelas XI?
3. Bagaimana peningkatan hasil belajar kognitif siswa yang diajar menggunakan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) dibandingkan dengan siswa yang diajar Modul Belajar Praktis berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi kalor kelas XI?

E. Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah, berikut tujuan adanya penelitian:

1. Untuk menguji kelayakan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yang dikembangkan.
2. Untuk menguji efektivitas e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) dibandingkan dengan Modul Belajar Praktis berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi kalor kelas XI.
3. Untuk menguji peningkatan hasil belajar kognitif siswa yang diajar menggunakan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) dibandingkan dengan siswa yang diajar Modul Belajar Praktis berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi kalor kelas XI.

F. Manfaat

Penelitian yang berfokus dalam pengembangan e-modul dapat memberikan manfaat ialah:

1. Bagi siswa
   a. Memberikan referensi dalam memahami materi kalor melalui e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yang mudah diakses.
   b. Mengetahui kemampuan kognitif setelah diterapkan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI).

2. Bagi guru
    a. Menambah referensi mengenai e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yang dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa.
    b. Memperdalam analisis kebutuhan siswa dalam merancang e-modul.
3. Bagi peneliti
    a. Memberikan pemahaman baru dalam mengembangkan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yang dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa.
    b. Mengasah ketajaman dalam berpikir kritis untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi pendidik dengan ide baru yang kreatif dan inovatif.

G. Asumsi Pengembangan

Penelitian pengembangan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI), terdapat asumsi bahwa:

1. E-Modul dapat menyesuaikan kebutuhan dan karakteristik siswa.
2. Hasil belajar kognitif siswa dapat ditingkatkan dengan penggunaan e-modul.
3. Penyusunan perencanaan pembelajaran yang sistematis mempermudah guru.

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk pengembangan berupa e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yang memanfaatkan *software Google Sites* mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Pengantar Umum

   Identitas umum memuat bagian cover sebagai identitas modul, kata pengantar, daftar isi, dan daftar istilah (glosarium). Bagian kata pengantar memuat peran e-modul dalam proses pembelajaran.

2. Bab I Pendahuluan

   Bagian pendahuluan berisi mengenai karakteristik materi kalor secara umum. Komponen yang terdapat pada Bab I yaitu capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi, manfaat, peta konsep, alokasi waktu, prasyarat umum, dan petunjuk penggunaan modul (langkah berargumentasi).

3. Bab II Isi

   Bagian isi terdiri atas deskripsi kemampuan yang akan dikuasai, materi, kegiatan inkuiri, kolom diskusi, tugas dan latihan soal , ringkasan, refleksi bersama, serta evaluasi. Kegiatan pembelajaran dirancang pada konstruksi dan validasi pengetahuan melalui kegiatan inkuiri. Kolom diskusi digunakan untuk mengarahkan dan menghubungkan antara kegiatan inkuiri dan materi. Latihan soal tersebar di bagian yang memerlukan

penguatan dan pengembangan pada materi. Evaluasi pembelajaran digunakan untuk mengetahui kemampuan siswa pada ranah kognitif. *Google form* dimanfaatkan agar mempermudah pengumpulan jawaban dan umpan balik (pembahasan dan perolehan skor) kepada siswa.

4. Bab III Penutup

   Bagian penutup terdiri atas daftar pustaka dan lampiran. Daftar besaran, satuan, tabel, dan gambar yang termuat di materi diletakan pada lampiran.

5. Bab IV Lampiran Khusus

   Bagian lampiran khusus terdapat pada e-modul yang dipegang oleh guru. Lampiran khusus terdiri atas petunjuk untuk guru, kunci jawaban, dan pembahasan evaluasi. Petunjuk untuk guru berisi rencana pembelajaran berbasis model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI).

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Modul ajar elektronik (e-modul)

   Pembahasan mengenai modul ajar elektronik (e-modul) meliputi tiga hal yaitu:

   a. Pengertian e-modul

      Modul yaitu proses pembelajaran yang membahas satu topik tertentu, disusun secara teratur, dapat diterapkan, dan memiliki tujuan yang jelas, yang digunakan oleh siswa serta dilengkapi dengan panduan bagi guru (Kosasih, 2021). Penyajian modul dengan menggunakan teknologi dalam bentuk digital dikenal sebagai e-modul. Definisi e-modul yaitu unit materi pembelajaran mandiri yang disajikan secara terstruktur berbentuk elektronik, serta terdapat alat navigasi pada kegiatan siswa berupa tautan (*link*) agar lebih interaktif (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017).

      Surah An-Nahl ayat 125 menjelaskan bahwa dalam pengajaran memerlukan petunjuk dan bimbingan dalam berdebat ialah:

﴿ اُدۡعُ اِلٰى سَبِيۡلِ رَبِّكَ بِالۡحِكۡمَةِ وَالۡمَوۡعِظَةِ الۡحَسَنَةِ وَجَادِلۡهُمۡ بِالَّتِىۡ هِىَ اَحۡسَنُ‌ؕ اِنَّ رَبَّكَ هُوَ اَعۡلَمُ بِمَنۡ ضَلَّ عَنۡ سَبِيۡلِهٖ وَهُوَ اَعۡلَمُ بِالۡمُهۡتَدِيۡنَ ﴿۱۲۵﴾ ﴾

(النحل/16: 125)

Artinya: “Serulah (manusia) kepada jalan Tuhanmu dengan hikmah dan pengajaran yang baik, dan berdebatlah dengan mereka dengan cara yang baik. Sesungguhnya Tuhanmu, Dialah yang lebih mengetahui siapa yang sesat dari jalan-Nya dan Dialah yang lebih mengetahui siapa yang mendapat petunjuk.”

Tafsir Ringkas Kemenag yaitu “usai menyebut keteladanan Nabi Ibrahim sebagai imam, nabi, dan rasul, dan meminta Nabi Muhammad untuk mengikutinya, pada ayat ini Allah meminta beliau menyeru manusia ke jalan Allah dengan cara yang baik, “Wahai Nabi Muhammad, seru dan ajak-lah manusia kepada jalan yang sesuai tuntunan Tuhanmu, yaitu Islam, dengan hikmah, yaitu tegas, benar, serta bijak, dan dengan pengajaran yang baik. Dan berdebatlah dengan mereka, yaitu siapa pun yang menolak, menentang, atau meragukan seruanmu, dengan cara yang baik. Sesungguhnya Tuhanmu Yang Maha Memberi petunjuk dan bimbingan, Dialah yang

lebih mengetahui siapa yang sesat dan menyimpang dari jalan-Nya, dan Dialah pula yang lebih mengetahui siapa yang mendapat petunjuk dan berada di jalan yang benar (Kementrian Agama RI, 2023).”

b. Ciri-ciri (karakteristik) e-modul

Ciri-ciri (karakteristik) e-modul (Kosasih, 2021; Najuah et al., 2020):

1) *Self intructional* (belajar mandiri)

Belajar mandiri bermakna bahwa siswa dapat belajar tanpa bergantung guru, sehingga modul perlu disusun secara lengkap dan menggunakan bahasa yang komunikatif. Modul yang disusun memuat tujuan pembelajaran, materi yang kontekstual disertai dengan ilustrasi, latihan/ tugas, rangkuman, instrumen penilaian, referensi materi

2) *Self contained* (utuh)

Utuh bermaksud satu unit kompetensi dalam materi pembelajaran yang perlu dipelajari dalam modul. Ketuntasan dalam mempelajari materi menjadi tujuan modul.

3) *Stand alone* (berdiri sendiri)

Berdiri sendiri mempunyai makna bahwa modul tidak berfokus pada media lain. Media lain tidah harus digunakan bersamaan dengan modul.

4) *Adaptive* (adaptif)

Adaptif bermaksud bahwa modul dapat disesuaikan dengan kondisi siswa. Modul harus dibuat fleksibel dalam berkolaborasi dengan perkembangan ilmu dan teknologi.

5) *User friendly* (mudah digunakan)

Mudah digunakan bermakna bahwa intsruksi penggunaan yang mudah dimengerti. Petunjuk pengoperasian modul diperlukan penyajian bahasa yang mudah dimengerti siswa.

c. Komponen e-modul

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2017) menyatakan bahwa komponen e-modul terdiri atas:

1) Cover

Cover digunakan untuk menjelaskan identitas dari e-modul. Bagian cover berisi tentang judul, nama mata pelajaran, materi, kelas, penulis, dan logo sekolah.

2) Kata pengantar

Kata pengantar memuat informasi tentang peran e-modul dalam proses pembelajaran. penyusunan kata pengantar menggunakan kaidah bahasa indonesia.

3) Daftar isi

Daftar isi memuat kerangka (*outline*) e-modul. Hal ini memudahkan dalam proses pencarian konten.

4) Glosarium

Glosarium memuat penjelasan mengenai istilah sulit dan asing. Penyusunan glosarium berdasarkan urutan abjad.

5) Pendahuluan

Bagian-bagian pada komponen pendahuluan terdiri atas lima yaitu:

a) Tujuan dan indikator

Tujuan dan indikator yang dimuat dalam satu bab fisika. Penentuan tujuan dan indikator sebagai rujukan mengembangkan materi.

b) Deskripsi

Deskripsi merupakan penjelasan singkat tentang modul. Penjelasan tentang nama, ruang lingkup isi modul, hasil belajar yang akan dicapai, dan manfaat.

c) Waktu

Waktu memuat kebutuhan untuk menguasai kompetensi. Penentuan waktu sebagai bagian dari target belajar.

d) Prasyarat

Prasyarat termuat jika terdapat kemampuan awal yang harus dikuasai siswa sebelum mempelajari modul tersebut. Hal ini dapat berupa bukti penguasaan modul lain maupun kemampuan spesifik.

e) Petunjuk penggunaan modul

Petunjuk penggunaan modul memuat tata cara menggunakan modul. Bagian ini memuat langkah kerja, perlengkapan yang perlu disiapkan, pernyataan tujuan akhir.

6) Pembelajaran

Pembelajaran dapat dibagi menjadi beberapa kegiatan menyesuaikan dengan kebutuhan dan cangkupan materi. Bagian-bagian pada komponen pembelajaran terdiri atas tujuh yaitu:

a) Tujuan

Tujuan memuat kemampuan yang dikuasai untuk kesatuan kegiatan pembelajaran. Rumusan tujuan tidak terikat dan tidak terlalu rinci.

b) Uraian materi

Uraian materi berisi konsep yang akan dipelajari. Penyusunan mengacu pada batasan tujuan dan indikator.

c) Rangkuman

Rangkuman memuat ringkasan pengetahuan berdasarkan uraian materi. Penggunaan bahasa pada rangkuman mengacu kaidah bahasa indonesia.

d) Tugas

Tugas memuat instruksi yang bertujuan untuk menguatkan kemampuan kognitif terhadap konsep dalam bentuk instrumen. Bentuk-bentuk tugas yaitu observasi, studi kasus,kajian materi, dan latihan.

e) Lembar kerja keterampilan

Lembar kerja keterampilan memuat prosedur yang melatih keterampilan. Jenis keterampilan mengacu pada tujuan dan indikator.

f) Latihan

Latihan bertujuan untuk bahan validasi kemampuan penguasaan hasil belajar siswa bagi guru. Bentuk latihan dapat berupa tes tertulis

g) Penilaian diri

Penilaian diri bertujuan untuk menilai kemampuan siswa. Hal ini digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk melanjutkan ke kegiatan selanjutnya.

7) Evaluasi

Evaluasi perlu disesuaikan dengan ranah yang dinilai, tujuan, dan indikator. Bentuk evaluasi dapat berupa penilaian subjektif maupun objektif.

8) Kunci jawaban dan pedoman penskoran

Kunci jawaban memuat dari tugas, latihan, evaluasi. Hal ini dilengkapi dengan kriteria penilaian.

9) Daftar pustaka

Daftar pustaka digunakan sebagai acuan pada saat penyusunan modul. Penyusunan daftar pustaka diurutkan berdasarkan abjad.

10) Lampiran

Lampiran berupa daftar tabel dan gambar. Hal ini disesuaikan dengan isi di dalam e-modul.

d. Kelebihan dan kekurangan e-modul

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, (2017) menyatakan bahwa keunggulan model elektronik yaitu:

1) Meningkatkan motivasi belajar siswa melalui penugasan yang jelas dan sesuai dengan kemampuan
2) Mengetahui hasil pencapaian pembelajaran setelah dilakukan evaluasi

3) Bahan pembelajaran terbagi lebih merata dalam satu semester
4) Pembelajaran lebih berdaya guna, karena penyajian konten materi yang lebih interaktif dan dinamis

Kelemahan yang dimiliki oleh e-modul yaitu (Najuah et al., 2020):

1) Biaya pengembangan e-modul yang cukup tinggi
2) Pengembangan membutuhkan waktu yang lebih lama
3) Sulit mendisiplinkan belajar siswa, karena akses kontrol penggunaan bahan ajar terbatas
4) Membutuhkan ketekunan dari fasilitator untuk memantau proses belajar dan memberi motivasi kepada siswa

2. *Google sites*

Pembahasan mengenai *Google Sites* meliputi dua hal yaitu (Djoko et al., 2024):

a. Pengertian

Google Sites ialah platform pengembangan *web* yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Hal ini karena mudah dioperasikan dan tidak memerlukan kode program serta terintegrasi dengan aplikasi *Google* yang lain.

b. Kelebihan dan kekurangan

Menurut Ferismayanti mengatakan bahwa terdapat kelebihan dan kekurangan dalam penerapan *Google Sites*. Kelebihan pada google sites yaitu:

1) Penggunaan dan akses yang mudah
2) Pengelolaan konten yang fleksibel
3) Dapat dikolaborasikan dengan software terintegrasi aplikasi *Google*
4) Data konten yang terjamin aman

Kekurangan pada *Google Sites* yaitu:

1) Fitur dan pengaturan yang terbatas
2) Kebutuhan akan koneksi internet
3) Penyimpanan dan ukuran *file* yang terbatas
4) Kontrol terhadap tampilan yang kurang

3. *Argument Driven Inquiry* (ADI)

Pembahasan mengenai *Argument Driven Inquiry* (ADI) meliputi tiga hal yaitu:

a. Pengertian model ADI

Argument Driven Inquiry (ADI) merupakan model pembelajaran yang melatih siswa untuk berbagi dan mengevaluasi hasil penyelidikan; keterampilan komunikasi dan menulis; memahami proses pembentukan argumentasi yang ilmiah; serta melakukan penyelidikan secara langsung (Demircioglu & Ucar, 2015). Model ini menuntut

siswa agar terlibat dalam argumentasi dengan berbagi ide, mendukung, serta mendiskusikan berbagi temuan antar kelompok supaya dapat mengembangkan keterampilan komunikasi dan menulis (Demircioğlu & Uçar, 2012).

b. Sintaks

Grooms et al., (2010) mengemukakan bahwa model ADI mencakup tujuh tahapan yaitu :

1) *Identification of the task* (identifikasi tugas)

Identifikasi tugas yaitu guru mengenalkan materi yang akan dipelajari. Langkah ini bertujuan untuk menarik perhatian dan minat siswa.

2) *Generation of data* (pengumpulan data)

Pengumpulan data yaitu siswa bekerja secara kolaboratif dalam kelompok dalam mengembangkan dan menerapkan metode (eksperimen atau observasi) untuk menangani masalah. Tujuan pengumpulan data agar memberikan kesempatan bagi siswa untuk merancang penyelidikan dalam kegiatan empiris.

3) *Production of a tentative argument* (produksi argumen sementara)

Produksi argumen sementara yaitu siswa memaparkan argumentasi yang meliputi penjelasan, bukti, dan argumentasi. Tujuan yang

dicapai yaitu untuk membantu siswa dalam memahami argumen ilmiah.

4) *Argumentation session* (sesi argumentasi interaktif)

   Sesi argumentasi interaktif yaitu siswa melakukan kegiatan diskusi untuk menyampaikan argumen dan mengkritisi hasil kelompok lain. Diskusi dirancang agar siswa lebih mengenal variasi ide, mempertahankan argumen, dan mengevaluasi ide.

5) *Creation of a written investigation report* (pembuatan laporan investigasi tertulis)

   Pembuatan laporan investigasi tertulis yaitu menuliskan fakta yang diperoleh, penelitian literatur, dan hasil eksperimen. Tujuan yang dicapai yaitu untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa terhadap materi dan penyelidikan ilmiah.

6) *Double-blind peer review* (tinjauan sejawat tertutup ganda)

   Tinjauan sejawat tertutup ganda yaitu memberikan umpan balik yang mendidik dan mendorong siswa untuk mengembangkan serta menggunakan standar yang tepat. Hasil laporan investigasi diserahkan kepada guru agar dapat didistribusikan secara acak kepada siswa.

7) *Revision of the report* (revisi laporan)

Revisi laporan yaitu tahap terakhir dalam menulis ulang laporan berdasarkan umpan balik dari peninjau. Hasil revisian diserahkan kepada guru untuk menetapkan revisi pada putaran kedua jika diperlukan.

c. Kelebihan dan kelemahan

Kelebihan model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) yaitu (Sampson & Gleim, 2009):

1) Melibatkan siswa dalam penyelidikan yang bermakna dan membantu siswa belajar merancang penyelidikan
2) Mendorong siswa untuk mempelajari cara menghasilkan argumen sebagai bagian dari proses penyelidikan
3) Membantu siswa untuk belajar cara mengusulkan, mendukung, mengevaluasi, serta merevisi ide melalui diskusi dan laporan
4) Menciptakan kelompok kelas yang menghargai bukti dan pemikiran kritis

Kelemahan model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) yaitu (Alfarraj et al., 2023):

1) Memerlukan alokasi waktu yang lebih banyak dalam pembelajaran

2) Respons guru mengenai ADI yang kompleks dan membutuhkan keterampilan yang memadai dalam sesi argumentasi
3) Memerlukan persiapan yang matang agar pelaksanaan tidak menjadi tantangan utama
4) Model ADI kurang mendukung pada kelas yang besar dan peralatan sekolah yang tidak memadai

4. Hasil Belajar Ranah Kognitif

Hasil belajar ranah kognitif dikategorikan menjadi enam tingkatan berdasarkan taksonomi bloom revisi yaitu sebagai berikut (Gunawan & Palupi, 2021):

a. Mengingat (*remember*)

Mengingat yaitu usaha memperoleh ingatan yang lampau. Dimensi mengingat berperan pada pembelajaran bermakna dan pemecahan masalah.

b. Memahami (*understand*)

Memahami bermakna membangun sebuah pengetahuan dari berbagai sumber. Aktivitas yang berkaitan dengan memahami yaitu mengklasifikasikan dan membandingkan.

c. Menerapkan (*apply*)

Menerapkan yaitu memanfaatkan prosedur untuk menyelesaikan masalah. Kegiatan yang berkaitan meliputi menjalaskan prosedur dan mengimplementasikan.

d. Menganalisis (*analyze*)

Menganalisis merupakan memecahkan masalah dengan mengkategorikan dan mencari keterkaitan yang menimbulkan permasalahan. Kegiatan yang berkaitan meliputi membedakan fakta dengan opini dan menghasilkan kesimpulan

e. Mengevaluasi (*evaluate*)

Mengevaluasi berkaitan dengan memberikan penilian berdasarkan kriteria yang ditetapkan. Kegiatan mengevaluasi terdiri atas mengecek dan mengkritisi.

f. Mencptakan (*create*)

Menciptakan yaitu menyusun komponen yang berbeda untuk menghasilkan produk. kegiatan menciptakan meliputi menggeneralisasikan dan memproduksi.

5. Kalor

Pembahasan mengenai materi kalor meliputi (Abdullah, 2016):

a. Suhu

Suhu yaitu ukuran derajat panas suatu zat. Termometer yaitu alat yang dapat mengukur suhu. Nilai suhu dapat ditetapkan melalui skala suhu seperti reamur, farenheit, celcius, serta kelvin.

b. Kalor

Pembahasan mengenai kalor meliputi enam hal yaitu sebagai berikut:

1) Pengertian kalor

Energi kalor ialah energi yang dapat berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah. Jika energi kalor suatu benda sangat tinggi, suhu yang diperlukan untuk menaikkan benda tersebut juga sangat tinggi. Satu kalori ialah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu satu gram air murni menjadi satu derajat Celcius. Satu kalori setara dengan 4,184 joule.

2) Kapasitas kalor

Kapasitas kalor digunakan untuk membedakan benda berdasarkan nilai perubahan suhu jika diberikan kalor, yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.1.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \qquad (2.1)$$

Keterangan,

C = kapasitas kalor (J/K)

Q = kalor (J)

ΔT = perubahan suhu benda (K)

3) Kalor jenis

Kalor jenis merupakan perbandingan kapasitas kalor dan massa, yang dapat dirumuskan pada Persamaan 2.2.

$$c = \frac{C}{m} \qquad (2.2)$$

Keterangan,

c = kalor jenis (J/kg K)

m = massa benda (kg)

4) Kalor lebur

Kalor lebur merupakan kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan zat padat menjadi zat cair, yang dirumuskan pada Persamaan 2.1.

$$Q = mL \qquad (2.3)$$

Keterangan,

L = kalor lebur (J/Kg)

5) Kalor uap

Kalor uap merupakan kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan zat cair menjadi gas secara keseluruhan, yang dapat dirumuskan pada Persamaan 2.4.

$$Q = mU \qquad (2.4)$$

Keterangan,

U = kalor uap (J/Kg)

6) Asas Black

Asas Black berlaku jika dua zat yang memiliki suhu yang berbeda saling berinteraksi hingga mencapai kesetimbangan termal. Berdasarkan hukum konservasi energi mengharuskan jumlah energi yang dilepaskan dan diserap memiliki nilai yang sama yang dapat dituliskan dalam Persamaan 2.5 (Halliday et al., 2013).

$$Q_{lepas} = Q_{serap} \quad (2.5)$$

Keterangan,

Q_{lepas} = kalor yang dilepas suatu zat bersuhu tinggi

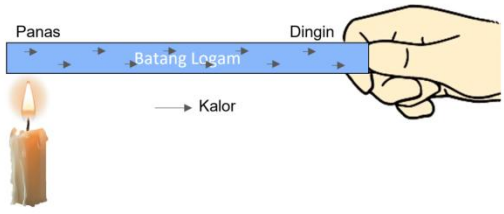
Q_{serap} = kalor yang diterima suatu zat bersuhu rendah

c. Perpindahan kalor

Selama ada perbedaan suhu maka kalor selalu berpindah hingga tercapai kesetimbangan panas. Perpindahan kalor terdiri atas:

1) Konduksi

Konduksi ialah perpindahan kalor dari satu tempat ke tempat lain lewat perantara zat. Sepanjang kalor berpindah bagian zat ataupun atom ataupun molekul penyusun tidak turut berpindah. Perpindahan kalor secara konduksi ditemui di zat padat yang dapat diamati di Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Fenomena Konduksi (sumber: guruonlinee.com)

Kalor yang dirambatkan melalui konduksi dapat dituliskan dalam Persamaan 2.6.

$$\frac{Q}{t} = kA\frac{T_t - T_r}{l} \qquad (2.6)$$

Keterangan,

k = konduktivitas panas (J/m℃)

A = luas penampang (m^2)

T_t = suhu tinggi (℃)

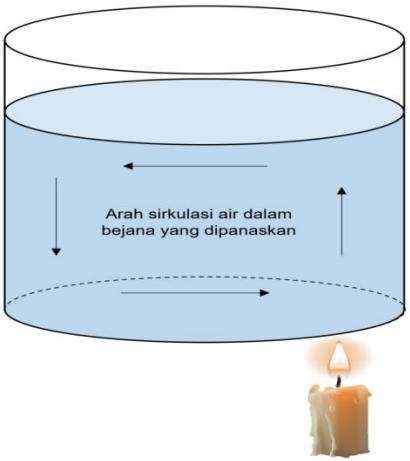
T_r = suhu rendah (℃)

l = panjang penghantar (m)

t = waktu (s)

2) Konveksi

Konveksi ialah perpindahan kalor yang diakibatkan oleh pergerakan atom penyusun zat. Jika satu bagian zat menerima kalor hingga atom-atom penyusun bergerak hingga atom-atom tersebut terdorong (berpindah) ke posisi yang bergetar lemah yang dapat diamati di Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Fenomena Konveksi (sumber: guruonlinee.com)

Kalor yang dirambatkan melalui konveksi dapat dituliskan dengan Persamaan 2.7.

$$\frac{Q}{t} = hA\Delta T \qquad (2.7)$$

Keterangan,

$A =$ luas permukaan (m^2)

$h =$ koefisien konveksi (J/Km^2)

3) Radiasi

Radiasi ialah perpindahan kalor tanpa medium rambat. Gelombang elektromagnetik dipancarkan oleh semua benda. Energi meningkat dengan suhu benda yang tinggi. Inframerah yaitu jenis gelombang yang dipancarkan membawa sifat panas yang dapat diamaati di Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Fenomena Radiasi (sumber: guruonlinee.com)

Kalor yang dirambatkan melalui konveksi dapat dituliskan dengan Persamaan 2.8.

$$Q = e\sigma AT^4 \qquad (2.8)$$

Keterangan,

$e =$ emisivitas benda

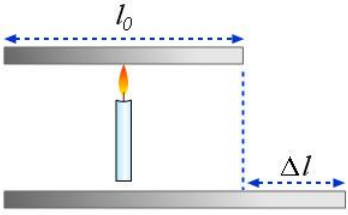
$\sigma =$ konstanta *Stefan-Boltzmann* (W/m^2K^4)

d. Pemuaian

Benda ketika dipanaskan akan memuai yang berarti terdapat pertambahan panjang, lebar, tinggi, luas, maupun volume. Berikut ini macam-macam pemuaian yaitu:

1) Pemuaian panjang

Benda akan mengalami pemuaian panjang jika terjadi perubahan suhu. Berdasarkan pengamatan nilai penambahan panjang sebanding dengan panjang awal dikali perubahan suhu yang dapat diamati di Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pemuaian Panjang (sumber: fisikaloyolacollege.blogspot.com)

Hasil pengamatan dapat ditulis dalam bentuk kesebandingan pada Persamaan 2.9.

$$\Delta l \propto l_0 \Delta T \qquad (2.9)$$

Jika mengganti tanda sebanding dengan tanda sama dengan maka diperkenalkan konstanta pembanding yang dapat dituliskan dengan Persamaan 2.10.

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T \qquad (2.10)$$

Keterangan,

$\Delta l =$ pertambahan panjang (m)

$l_0 =$ panjang awal (m)

$\alpha =$ koefisien muai panjang (K^{-1})

Jadi panjang total benda dengan adanya pemuain dapat dituliskan secara matematis dengan Persamaan 2.11.

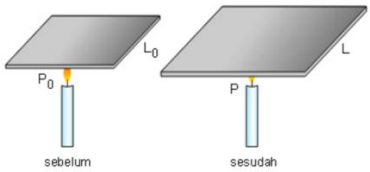
$$l = l_0 + \Delta l \qquad (2.11)$$

Keterangan,

$l =$ panjang total setelah pemuaian

2) Pemuaian luas

Benda akan mengalami pemuaian luas jika terjadi perubahan suhu. Berdasarkan pengamatan nilai penambahan luas sebanding dengan luas awal dikali perubahan suhu yang dapat dilihat di Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Pemuaian Luas
(sumber:fisikaloyolacollege.blogspot.com)

Hasil pengamatan dapat ditulis dalam bentuk kesebandingan pada Persamaan 2.12.

$$\Delta A \propto A_0 \Delta T \qquad (2.12)$$

Jika mengganti tanda sebanding dengan tanda sama dengan maka diperkenalkan konstanta pembanding yang dapat dituliskan dengan Persamaan 2.13.

$$\Delta A = \beta A_0 \Delta T \qquad (2.13)$$

Keterangan,

ΔA = pertambahan luas (m^2)

A_0 = luas awal (m^2)

β = koefisien muai luas (K^{-1})

Jadi panjang total benda dengan adanya pemuain dapat dituliskan secara matematis dengan Persamaan 2.14.

$$A = A_0 + \Delta A \qquad (2.14)$$

Keterangan,

$A =$ luas total setelah pemuaian (m^2)

Hubungan antara koefisien muai panjang dengan luas dapat dianalisis dari besaran turunan. Besaran luas didapat melalui perkalian dua besaran panjang. Misalkan besaran panjang kesatu p dan yang kedua l. Jika benda dipanaskan maka terjadi pemuaian dan bertambah panjang.

Hasil dari pertambahan panjang di kedua sisi menghasilkan pertambahan luas yang dapat dituliskan pada Persamaan 2.15.

$$A = pl = (p_0 + \Delta p)(l_0 + \Delta l) = (p_0 + \alpha p_0 \Delta T)(l_0 + \alpha l_0 \Delta T) \qquad (2.15)$$

Keterangan,

$p_0 =$ panjang awal kesatu suatu benda (m)

$l_0 =$ panjang awal kedua suatu benda (m)

$p =$ panjang total kesatu dari suatu benda setelah pemuaian (m)

$l =$ panjang total kedua dari suatu benda setelah pemuaian (m)

$\Delta p =$ pertambahan panjang p_0 (m)

$\Delta l =$ pertambahan panjang l_0 (m)

Persamaan 2.15 memiliki kesamaan dengan Persamaan 2.16.

$$A = p_0 l_0 + 2\alpha p_0 l_0 \Delta T + \alpha^2 p_0 l_0 \Delta T^2 \quad (2.16)$$

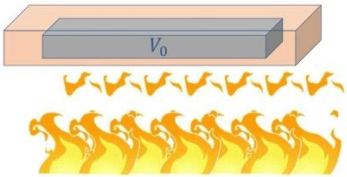
Nilai α yang sangat kecil, maka kuadrat dari konstanta muai panjang menjadi jauh lebih kecil lagi. Suku ketiga dapat diabaikan yang dapat dituliskan pada Persamaan 2.17.

$$A = p_0 l_0 + 2\alpha p_0 l_0 \Delta T = A_0 + 2\alpha A_0 \Delta T \quad (2.17)$$

Apabila Persamaan 2.17 dibandingkan dengan Persamaan 2.13 maka didapatkan hubungan $\beta = 2\alpha$.

3) Pemuaian volume

Benda akan mengalami penambahan volume jika terjadi perubahan suhu. Berdasarkan pengamatan nilai penambahan volume sebanding dengan volume awal dikali perubahan suhu yang dapat diamati di Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pemuaian Volume (sumber: youtu.be/qEOF_lm_S_Q)

Hasil pengamatan dapat ditulis dalam bentuk kesebandingan pada Persamaan 2.18.

$$\Delta V \propto V_0 \Delta T \quad (2.18)$$

Jika mengganti tanda sebanding dengan tanda sama dengan maka diperkenalkan konstanta pembanding yang dapat dituliskan pada Persamaan 2.19.

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T \qquad (2.19)$$

Keterangan,

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

$V_0 =$ volume awal (m^3)

$\gamma =$ koefisien muai volume (K^{-1})

Jadi panjang total benda dengan adanya pemuain dapat dituliskan secara matematis dengan Persamaan 2.20.

$$V = V_0 + \Delta V \qquad (2.20)$$

Keterangan,

$V =$ volume total setelah pemuaian (m^3)

Hubungan antara koefisien muai panjang dengan volume dapat dianalisis dari besaran turunan. Volume didapat melalui perkalian tiga besaran panjang. Misalkan besaran panjang yang kesatu p, yang kedua l, dan yang ketiga t. Jika benda dipanaskan maka terjadi pemuaian dan bertambah panjang.

Hasil dari pertambahan panjang di ketiga sisi menghasilkan pertambahan volume yang dapat dituliskan pada Persamaan 2.21.

$$V = plt = (p_0 + \Delta p)(l_0 + \Delta l)(t_0 + \Delta t) = (p_0 + \alpha p_0 \Delta T)(l_0 + \alpha l_0 \Delta T)(t_0 + \alpha t_0 \Delta T) \quad (2.21)$$

Keterangan,

$t_0 =$ panjang awal kedua suatu benda (m)

$t =$ panjang total kedua dari suatu benda setelah pemuaian (m)

$\Delta t =$ pertambahan panjang t_0 (m)

Persamaan 2.21 memiliki kesamaan dengan Persamaan 2.22.

$$V = p_0 l_0 t_0 + 3\alpha p_0 l_0 t_0 \Delta T + 3\alpha^2 p_0 l_0 t_0 \Delta T^2 + \alpha^3 p_0 l_0 t_0 \Delta T^3 \quad (2.22)$$

Nilai α yang sangat kecil, maka kudrat maupun kubik dari konstanta muai panjang menjadi jauh lebih kecil lagi. Suku ketiga dan keempat dapat diabaikan yang dituliskan pada Persamaan 2.23.

$$V = p_0 l_0 t_0 + 3\alpha p_0 l_0 t_0 \Delta T = V_0 + 3\alpha V_0 \Delta T \quad (2.23)$$

Apabila Persamaan 2.23 dengan dibandingkan Persamaan 2.19 maka didapatkan hubungan $\gamma = 3\alpha$ (Abdullah, 2016).

B. Kajian Pustaka

1. Penelitian Amaliyah et al. (2023) yang mengembangan modul fisika berbasis *problem based learning* untuk meningkatkan minat belajar dan pemahaman konsep. Modul dikembangkan dengan model *Rowntree* pada materi

gerak lurus. Berdasarkan uji ahli (*expert review*) yang terdiri atas tiga validator didapatkan nilai rata-rata sebesar 87,9% (sangat valid). Hasil uji tanggapan siswa terhadap modul terdiri atas dua tahap yaitu *one to one* sebesar 84,6% (sangat praktis) dan *small group* sebesar 88% (sangat praktis). Efek modul yang dikembangkan terhadap minat belajar sebesar 68,4% (tinggi) dengan peningkatan minat sebesar 31% dan hasil belajar memperoleh *n-gain* sebesar 0,71 (sangat tinggi). Persamaan dengan penelitian ini yaitu pengembangan modul fisika dan pengukuran peningkatan hasil belajar siswa pada ranah kognitif. Perbedaan dengan penelitian ini yaitu pengembangan modul dalam bentuk digital menggunakan model ADDIE pada materi kalor. Model pembelajaran yang digunakan yaitu *Argument Driven Inquiry* (ADI). Penelitian ini mengukur efektivitas dari modul menggunakan komparatif dua sampel berkorelasi.

2. Penelitian Susilawati et al. (2020) yang mengembangkan e-modul menggunakan *Software Flipbook Maker* pada aspek penguasan konsep siswa. Hasil uji signifikansi menggunakan *t-test* didapatkan 6,209 (t_{hitung}) lebih besar dari 1,666 (t_{tabel}), artinya terdapat perbedaan hasil belajar setelah diterapkan e-modul pada materi gerak lurus. Analisis uji gain dari hasil *pre-test* dan *post-test* diperoleh sebesar 0,510 (sedang) pada kelas eksperimen dan 0,270

(rendah) pada kelas kontrol. Persamaan dengan penelitian ini berupa modul dalam bentuk digital, menggunakan dua sampel, serta tes dalam bentuk *pre-test* dan *post-test*. Perbedaan dengan penelitian ini yaitu mengembangkan e-modul dengan mengkombinasikan model pembelajaran ADI. Materi fisika yang digunakan yaitu kalor. Aspek yang diukur yaitu hasil belajar siswa pada ranah kognitif.

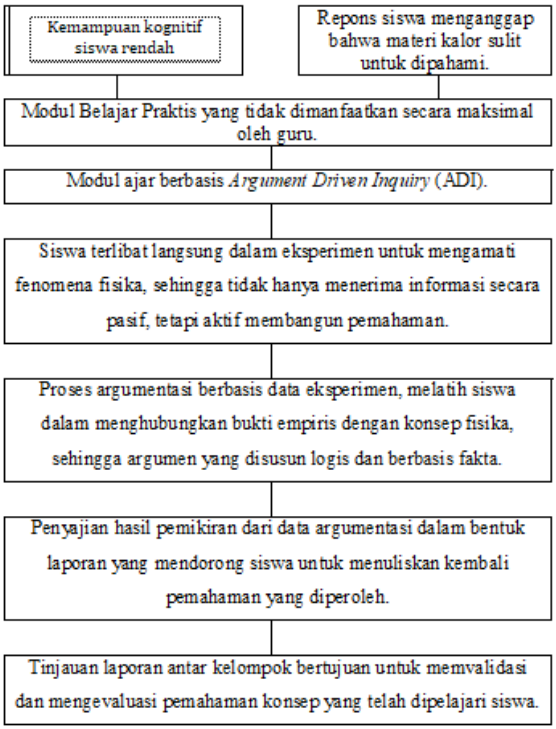
3. Penelitian Susilawati et al. (2023) tentang kepraktisan e-modul IPA dengan model ADI untuk meningkatkan kemampuan abad 21 siswa. Berdasarkan hasil respons guru terhadap e-modul sebesar 100% (sangat praktis) dan respons siswa sebesar 91% (sangat praktis). Hasil uji kepraktisan penggunaan modul sebesar 88% (sangat praktis). Pelaksanaan pembelajaran dilakukan sebanyak tiga kali dengan persentase rata-rata keberhasilan berturut-turut sebesar 87%, 89%, dan 93%. Persamaan dengan penelitian ini terdapat pada modul ADI. Perbedaan yang diperoleh yaitu penelitian ini berfokus pada efektivitas dan peningkatan hasil belajar siswa pada ranah kognitif, sedangkan penelitian terdahulu pada kepraktisan e-modul.
4. Penelitian Syuzita et al. (2023) tentang pengembangan e-modul IPA berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) menggunakan 3D *Pageflip* Profesional untuk meningkatkan keterampilan generik sains, berpikir kritis, dan argumentasi ilmiah siswa. E-modul dikembangkan

menggunakan model 4D. Hasil uji validitas e-modul oleh ketiga validator menunjukkan aspek isi, penyajian, dan kebahasaan mempunyai nilai rata-rata berturut-turut sebesar 87,11 (sangat valid); 88,00 (sangat valid); dan 80,00 (valid). Persamaan dengan penelitian ini yaitu pengembangan e-modul ADI. Perbedaan dengan penelitian ini yaitu e-modul dikembangkan menggunakan model ADDIE. Tujuan penelitian terdahulu untuk memvalidasi e-modul, sedangkan penelitian ini untuk menguji efektivitas dan peningkatan hasil belajar siswa pada ranah kognitif.

5. Penelitian Sukarso et al. (2023) mengenai efektivitas e-modul IPA berbasis ADI untuk meningkatkan kemampuan generik sains, berpikir kritis, dan argumentasi ilmiah siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai n-gain pada kemampuan generik sains sebesar 68,70 (sedang); berpikir kritis 62,25 (sedang); dan argumentasi ilmiah 67,11 (sedang). Persamaan dengan penelitian ini terletak pada uji peningkatan e-modul ADI. Perbedaan dengan penelitian ini menggunakan pengembangan, sedangkan penelitian terdahulu menggunakan eksperimen kelas. Penelitian ini mengukur efektivitas menggunakan komparatif dua sampel berkorelasi. Aspek yang diukur yaitu hasil belajar siswa pada ranah kognitif.

C. Kerangka Berpikir

Partisipasi siswa di dalam pembelajaran menjadi poin penting dalam menunjang keterlaksanaan pembelajaran. Seiring perkembangan kurikulum, siswa diarahkan dapat memberikan argumen ilmiah. Upaya peningkatan hasil belajar siswa diranah kognitif dapat dilakukan dengan penggunaan bahan ajar yang mengarahkan siswa untuk menyusun argumen ilmiah. Kerangka berpikir penelitian ini dapat disusun dalam bentuk diagram alir di Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kerangka Berpikir

D. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian pengembangan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yaitu:

1. H_{01} : efektivitas e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) lebih rendah atau sama dengan Modul Belajar Praktis pada materi kalor kelas XI.

   H_{11} : efektivitas e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) lebih tinggi daripada Modul Belajar Praktis pada materi kalor kelas XI.

2. H_{02} : peningkatan hasil belajar siswa pada ranah kognitif yang diajar menggunakan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) lebih rendah atau sama dengan siswa yang diajar menggunakan Modul Belajar Praktis.

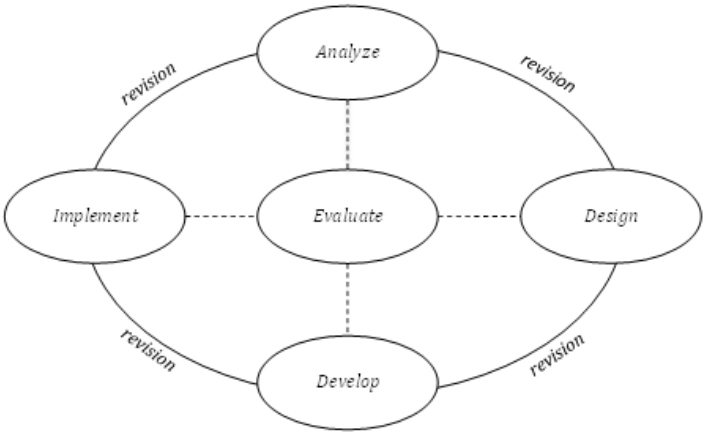
   H_{12} : peningkatan hasil belajar siswa pada ranah kognitif yang diajar menggunakan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) lebih tinggi dengan siswa yang diajar menggunakan Modul Belajar Praktis.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*). Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan, menyempurnakan, dan memverifikasikan efektivitas suatu produk. Penelitian pengembangan ini menggunakan model ADDIE (Branch, 2009). Pemilihan model pengembangan ADDIE dikarenakan setiap tahapan bisa dilakukan revisi sesuai kebutuhan, sehingga memudahkan dalam perbaikan. Desain instruksional model ADDIE dapat disajikan di Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Model Pengembangan ADDIE

B. Prosedur Pengembangan

Pengembangan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) menggunakan empat tahap model ADDIE dalam mencapai tujuan penelitian. Produk yang layak dan efektif menjadi tujuan dalam pengembangan ini, sehingga tahap *implement* tidak dilakukan. Prosedur yang dilakukan meliputi:

1. *Analyze* (analisis)

   Tahap analisis yang dilakukan dalam mengembangan e-modul terdiri atas dua kegiatan yaitu:

   a. Analisis masalah

      Analisis masalah bertujuan untuk mengetahui dan mengelompokan permasalahan yang timbul di sekolah agar memperoleh solusi. Data permasalahan didapatkan melalui wawancara dengan guru fisika kelas XI. Wawancara dengan guru berfokus pada tantangan yang dihadapi dalam meningkatkan hasil belajar, pemanfaatan bahan ajar, dan menggali kendala dalam proses pembelajaran. Data nilai harian sumatif yang digunakan untuk mengetahui kondisi awal mengenai hasil belajar siswa.

   b. Analisis kebutuhan produk

      Analisis kebutuhan produk dilaksanakan untuk mengidentifikasi hal yang dibutuhkan untuk mengembangkan modul. Hal yang perlu disiapkan yaitu materi, kegiatan siswa, ilustrasi, *dan software*.

2. *Design* (desain)

   Design bertujuan mengarahkan konsep pengembangan sebelum menjadi produk. Kegiatan yang dilakukan yaitu menentukan *software* pendukung, karakteristik materi, dan jenis soal. *Software* yang dipilih perlu dilakukan *testing* dan perbandingan untuk mengetahui kelebihan agar menyesuaikan kebutuhan. Materi dan jenis soal perlu disesuaikan agar dapat menunjang hasil belajar siswa diranah kognitif dengan melakukan pengumpulan dan penyesuaian melalui studi pustaka.

   Hasil yang didapatkan menjadi dasar dalam mengembangkan desain produk. Modul didesain memiliki dua komponen utama yaitu modul siswa dan guru. Modul untuk siswa berisi tiga bab yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Bab pendahuluan memuat informasi umum mengenai capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, dan petunjuk penggunaan modul. Bab isi terdiri atas materi fisika, kegiatan inkuiri, kolom diskusi, latihan soal, dan evaluasi. Bab penutup memuat besaran fisika dan daftar pustaka. Modul untuk guru berisi modul siswa, kunci jawaban, pembahasan, dan perencanaan pembelajaran.

3. *Development or Production* (pengembangan)

   Tahap *Development or Production* e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) terdiri atas tiga kegiatan yaitu:

a. Pengembangan produk

Pengembangan dilakukan untuk mengubah konsep desain menjadi sebuah produk jadi. Realisasi desain dibagi menjadi dua proses yaitu menentukan muatan konten dan *finishing* produk. Langkah yang diperlukan dalam menentukan muatan konten meliputi:

1) Informasi umum disusun untuk mengenalkan materi kepada siswa. komponen informasi umum yaitu tujuan, peta konsep, pengenalan modul. Bentuk penyajian dapat memanfaatkan gambar sesuai dengan kebutuhan.
2) Materi yang ditampilkan perlu menggunakan rujukan dari buku yang kredibel. Bentuk materi tidak hanya teks baca, tetapi terdapat interaksi dengan siswa melalui pertanyaan. Jawaban atas pertanyaan dapat ditemukan secara tersurat maupun tersirat di dalam materi.
3) Kegiatan inkuiri dan kolom diskusi menjadi pedoman utama untuk merealisasikan modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI). Proses inkuiri yang dikembangkan terdiri atas dua tipe yaitu kegiatan yang dapat dilakukan di kelas dan virtual. Tipe kegiatan virtual dapat dilangsungkan di laboratorium jika terdapat sumber daya. Kegiatan virtual disediakan sebagai opsi untuk meminimalkan

risiko kegagalan, sehingga aktivitas siswa tetap berjalan lancar. Keputusan mengenai penggunaan salah satu tipe kegiatan diserahkan kepada guru berdasarkan kondisi di sekolah.

4) Kolom diskusi digunakan sebagai penunjang agar argumentasi dapat diarahkan ke materi pembelajaran berdasarkan data hasil kegiatan inkuiri. Guru dapat melontarkan pertanyaan lanjutan dari lampiran khusus untuk mendorong pertukaran pendapat dalam bentuk sanggahan atau penguatan bukti.
5) Latihan soal dikembangkan menjadi tiga jenis. Soal berfungsi sebagai alat untuk menekankan atau mengembangkan pemahaman terhadap materi. Jenis soal C1 dan C2 diletakkan pada bagian materi, sedangkan C3 dan C4 ditempatkan pada kegiatan inkuiri. Soal C5 dan C6 digunakan sebagai latihan akhir setelah materi dan kegiatan inkuiri.
6) Evaluasi yang digunakan ialah tes berbentuk pilihan ganda. Hal ini dikarenakan dapat mewakili enam tingkatan taksonomi bloom pada ranah kognitif yang lebih banyak dan lebih objektif, sehingga meminimalisir unsur subjektif dari segi siswa maupun guru (Arikunto, 2018).
7) Komponen perencanaan pembelajaran disusun berdasarkan sintaks dari model *Argument Driven*

Inquiry (ADI). Rencana pembelajaran memuat pendahuluan (apersepsi, tujuan, dan motivasi), isi (sintaks model ADI), dan penutup (tinjauan, refleksi, *preview* materi).

Isi konten disusun dalam perangkat lunak (*software*) yang dipilih sebagai tahap *finishing* produk. Visual e-modul perlu disesuaikan agar mendukung estetika tanpa mengurangi fungsi. Percobaan fitur dalam e-modul harus berjalan lancar agar pengalaman penggunaan yang optimal.

b. Validasi produk

Validasi produk yaitu cara untuk mengetahui kelayakan produk menurut ahli. Aspek yang akan divalidasi meliputi konsep materi dan karakteristik modul. Instrumen validasi produk berupa angket penilaian yang dianalisis validitas isi. Validator terdiri atas tiga.

c. Uji coba produk

Uji coba produk yaitu untuk mengevaluasi efektivitas e-modul yang telah disusun serta meningkatkan hasil belajar siswa di bidang kognitif. Metode yang digunakan yaitu desain quasi eksperimen. Uji coba menggunakan dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan eksperimen. Kedua kelompok tersebut diberikan perlakuan berbeda dalam hal jenis bahan ajar.

Kelompok eksperimen menggunakan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI), sedangkan kelompok kontrol menggunakan Modul Belajar Praktis berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Aspek yang diamati yaitu hasil belajar siswa di ranah kognitif, yang diukur melalui tes.

4. *Evaluate* (evaluasi)

Evaluasi dilakukan untuk memperbaiki dan menyesuaikan kriteria produk yang dikembangkan. Tahapan evaluasi meliputi tiga hal yaitu pada analisis, desain, dan implementasi. Evaluasi pada tahap analisis yaitu untuk menghubungkan antara masalah yang ditemukan di sekolah dengan solusi yang ditetapkan. Hal ini bertujuan agar solusi mampu menjawab permasalahan dan menyesuaikan kebutuhan. Evaluasi pada tahap desain bertujuan untuk menyesuaikan komponen produk dengan tujuan yang dicapai. Hal ini agar komponen yang disusun dapat menjadi solusi dari permasalahan. Evaluasi pada tahap pengembangan yaitu untuk merevisi produk setelah divalidasi dan uji coba. Revisi uji coba merupakan perbaikan berdasarkan hasil penerapan produk.

C. Uji Coba Produk

1. Desain uji coba

   Desain uji coba yaitu *quasi eksperiment*, karena pengambilan subjek tidak dilakukan secara random pada kelas kontrol dan eksperimen (Sugiyono, 2013). Jenis *quasi eksperiment* yang diterapkan yaitu *nonequivalent control group design*. Pengkondisian awal kelas menggunakan uji normalitas sebelum diterapkan bahan ajar. Kelas eksperimen diberi perlakuan menggunakan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) dan kelas kontrol dengan Modul Belajar Praktis berbasis *Problem Based Learning* (PBL).

2. Subjek uji coba

   a. Populasi dan sampel

      Sampel yang digunakan sebanyak dua kelas yang berada dalam lingkungan sekolah yang. Uji coba menggunakan dua sampel pada kelas XI di SMA Negeri 2 Semarang. Jenis teknik sampling yang digunakan yaitu *sampling purposive*. Teknik *sampling purposive* yaitu penentuan sampel atas pertimbangan tertentu untuk meminimalisir variabel yang tidak diharapkan di dalam penelitian (Sugiyono, 2019). Pemilihan kelas berdasarkan tingkat hasil belajar fisika siswa pada ranah kognitif yang tidak menunjukkan perbedaan signifikan.

b. Variabel dan indikator penelitian

1) Variabel independen (X) dalam penelitian ini yaitu bahan ajar fisika.
2) Variabel dependen (Y) dalam penelitian ini yaitu hasil belajar fisika siswa diranah kognitif.

3. Teknik dan instrumen pengumpulan data

Teknik dan instrumen pengumpulan data yang digunakan yaitu:

a. Metode angket

Angket yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada responden (Sugiyono, 2013). Jenis angket yang dikembangkan yaitu validasi. Pengembangan angket validasi menggunakan jenis skala *likert*.

b. Metode tes

Tes digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa pada ranah kognitif antara dua kelas. Jenis tes terdiri atas *pre-test* dan *post-test* dalam bentuk pilihan ganda.

4. Teknik analisis data

Teknik analisis data yang diperlukan dipengembangan e-modul yaitu:

a. Analisis produk

Uji validitas isi produk bertujuan untuk menunjukkan tingkat kelayakan produk (Arikunto,

2018). Produk yang di uji validitas isi yaitu e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI). Kriteria uji validitas isi produk dapat dirumuskan dengan Persamaan 3.1.

$$P = \frac{skor\ perolehan}{skor\ maksimal} \qquad (3.1)$$

Indeks kriteria uji validitas isi produk diklasifikasikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Indeks Kriteria Uji Validitas Isi Produk

No.	Indeks	Kategori
1.	$0{,}0 \leq P < 0{,}25$	tidak layak
2.	$0{,}25 \leq P < 0{,}50$	layak dengan banyak revisi
3.	$0{,}50 \leq P < 0{,}75$	layak dengan sedikit revisi
4.	$0{,}74 \leq P \leq 1{,}00$	layak tanpa revisi

Sumber: (Arikunto, 2018)

b. Analisis soal uji coba

Analisis soal uji coba yang digunakan dalam pengembangan instrumen tes yaitu:

1) Uji validitas isi soal uji coba

Uji validitas isi soal uji coba bertujuan untuk menunjukkan tingkat kelayakan instrumen sebelum digunakan (Arikunto, 2018: 186). Soal uji coba dalam bentuk pilihan ganda. Uji validitas isi soal uji coba dapat dirumuskan dengan Persamaan 3.2.

$$P = \frac{skor\ perolehan}{skor\ maksimal} \qquad (3.2)$$

Indeks kriteria uji validitas isi soal uji coba dapat diklasifikasikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Indeks Kriteria Uji Validitas Isi Soal Uji Coba

No.	Indeks	Kategori
1.	0,0 ≤ P < 0,25	tidak layak
2.	0,25 ≤ P < 0,50	layak dengan banyak revisi
3.	0,50 ≤ P < 0,75	layak dengan sedikit revisi
4.	0,74 ≤ P ≤ 1,00	layak tanpa revisi

Sumber: (Arikunto, 2018)

2) Uji validitas empiris

Validitas empiris suatu instrumen didapatkan apabila sudah diuji dari pengalaman. Jenis uji validitas empiris yang digunakan yaitu korelasi *product moment* dapat dirumuskan dengan Persamaan 3.3.

$$r_{pbi} = \frac{N\sum XY + \sum X \sum Y}{\sqrt{(N\sum X^2 - (\sum X)^2)(N\sum Y^2(\sum Y)^2}} \qquad (3.3)$$

Keterangan,

r_{XY} = koefisien korelasi *product moment*

X = Skor tiap siswa per butir soal

Y = Skor total siswa

N = Jumlah siswa

Nilai koefisien korelasi *product moment* dihitung dibandingkan dengan tabel *r product moment*. Apabila nilai r_{kr}dihitung ≥ r_{kr}di tabel dengan taraf signifikansi 5% dan N = jumlah siswa, maka data tersebut dapat dinyatakan valid (Sugiyono, 2019).

3) Uji reliabilitas

Uji reliabilitas menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran dengan menggunakan objek sama, akan menghasilkan data yang sama (Arikunto, 2018). Jenis uji reliabilitas yaitu KR 20 (*Kuder Richardson*) yang dapat dirumuskan dengan Persamaan 3.4.

$$r_{kr} = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\sum p_i q_i}{{s_t}^2}\right) \qquad (3.4)$$

Keterangan,

r_{kr} = koefisien reliabilitas soal

k = banyak butir soal

p_i = proporsi siswa yang menjawab benar

q_i = $1 - p_i$

${s_t}^2$ = standar deviasi skor total

Nilai koefisien reliabilitas soal dihitung dibandingkan dengan tabel *r product moment*. Apabila nilai r_{kr}dihitung ≥ r_{kr}di tabel dengan taraf signifikansi 5% dan k = jumlah soal, maka data tersebut dapat dinyatakan reliabel (Sugiyono, 2019).

4) Tingkat kesukaran

Tingkat kesukaran merupakan indeks karakteristik sukar atau tidak suatu soal (Arikunto, 2018). Kesukaran pada soal dapat dirumuskan dengan Persamaan 3.5 (Direktorat Pembinaan SMA, 2010).

$$P = \frac{B}{JS} \quad (3.5)$$

Keterangan,

P = indeks tingkat kesukaran

B = jumlah siswa yang menjawab benar

JS = jumlah siswa

Indeks kesukaran diklasifikasikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Indeks Tingkat Kesukaran

No.	Indeks	Kategori
1.	$0{,}0 \leq P \leq 0{,}3$	sukar
2.	$0{,}3 < P \leq 0{,}7$	sedang
3.	$0{,}7 < P \leq 1{,}0$	mudah

Sumber: (Arikunto, 2018)

5) Daya pembeda soal

Daya pembeda soal merupakan indeks yang menunjukan perbedaan siswa yang memiliki kemampuan tinggi dengan rendah (Arikunto, 2018). Soal uraian memiliki daya pembeda yang dirumuskan pada Persamaan 3.6 (Direktorat Pembinaan SMA, 2010).

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} \quad (3.6)$$

Keterangan,

D = indeks daya pembeda soal

B_A = jumlah siswa kelompok atas yang menjawab benar

B_B = jumlah siswa kelompok bawah yang

menjawab benar

J_A = jumlah siswa kelompok atas

J_B = jumlah siswa kelompok bawah

Indeks daya pembeda soal diklasifikasikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Indeks Daya Pembeda Soal

No.	Indeks	Kategori
1.	D < 0,20	tidak diterima
2.	0,20 ≤ D < 0,30	diperbaiki
3.	0,30 ≤ D < 0,40	diterima dengan revisi
4.	0,40 ≤ D ≤ 1,00	diterima tanpa revisi

Sumber: (Arikunto, 2018)

c. Analisis hipotesis

Uji yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tiga jenis yaitu:

1) Uji prasyarat

Uji prasyarat dalam penelitian ini terdiri atas dua uji yaitu:

a) Uji homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk menunjukkan bahwa kedua buah sampel memiliki varians yang sama. Data nilai *pre-test* digunakan pada uji homogenitas yang dirumuskan dengan Persamaan 3.7.

$$F = \frac{varians\ terbesar}{varians\ terkecil} \qquad (3.7)$$

Nilai F_{hitung} dibandingkan dengan F_{tabel}. Apabila nilai $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ dengan α = 5%, dk pembilang = $n_1 - 1$, dan dk penyebut = $n_2 - 1$, maka data tersebut dapat dinyatakan memiliki varians yang homogen (Sugiyono, 2019).

b) Uji normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui persebaran data pada sebuah kelompok berdistribusi normal. Data nilai *pre-test* dan *post-test* digunakan pada uji normalitas dirumuskan dengan Persamaan 3.8.

$$\chi^2{}_h = \sum_{i=1}^{m} \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \qquad (3.8)$$

Keterangan,

$\chi^2{}_h$ = *chi kuadrat*/ indeks normalitas

f_o = jumlah data hasil observasi

f_h = jumlah yang diharapkan

m = jumlah interval

Nilai *chi kuadrat* hitung dibandingkan dengan *chi kuadrat* tabel ($\chi^2{}_t$). Apabila nilai $\chi^2{}_h \leq \chi^2{}_t$ dengan taraf signifikansi 5% dan dk = jumlah kelas interval − 1, maka data tersebut dinyatakan berdistribusi normal (Sugiyono, 2019).

2) Uji perbedaan

Uji perbedaan untuk mengukur perbedaan yang bermakna atau efektivitas antara dua nilai rata-rata. Jenis uji yang digunakan yaitu uji pihak kanan, sedangkan nilai yang digunakan berupa *post-test*. Uji pihak kanan menggunakan *wilcoxon match pairs test* dirumuskan pada Persamaan 3.9.

$$z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T} \qquad (3.9)$$

Keterangan,

z = nilai perbedaan

T = jenjang kelas

n = jumlah sampel

μ_T = $\frac{n(n+1)}{4}$

σ_T = $\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}$

Nilai z yang dihitung dibandingkan dengan z di tabel. Apabila nilai $z_{hitung} \geq z_{tabel}$ dengan taraf signifikansi 0,025 maka data tersebut terdapat perbedaan secara signifikan (Sugiyono, 2019).

3) Uji *effect size*

Uji *effect size* bertujuan untuk mengukur besarnya efek hasil belajar siswa pada ranah kognitif yang berdasarkan penggunaan bahan ajar. Nilai

effect size didapatkan dengan Persamaan 3.10 (Steyn, 2020).

$$< effect\ size > = \frac{|z|}{\sqrt{n}} \quad (3.10)$$

Indeks uji *effect size* diklasifikasikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Indeks Uji *Effect Size*

No.	Indeks	Kategori
1.	0,0 ≤ *effect size* < 0,2	kecil
2.	0,2 ≤ *effect size* < 0,5	sedang
3.	0,5 ≤ *effect size* ≥ 0,8	besar

Sumber: (Steyn, 2020)

4) Uji peningkatan

Uji peningkatan yang digunakan n-gain untuk mengukur peningkatan hasil belajar ranah kognitif Skor n-gain didapatkan dengan Persamaan 3.11 (Hake, 1999).

$$< n-gain > = \frac{Skor_{post-test} - Skor_{pre-test}}{100 - Skor_{pre-test}} \quad (3.1)$$

Indeks uji *n-gain* diklasifikasikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3 6 Indeks Uji N-Gain

No.	Indeks	Kategori
1.	0,0 ≤ *n-gain* < 0,3	rendah
2.	0,3 ≤ *n-gain* < 0,7	sedang
3.	0,7 ≤ *n-gain* ≤ 1,0	tinggi

Sumber: (Hake, 1999)

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Hasil penelitian pengembangan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) menggunakan model pengembangan ADDIE (Branch, 2009) yaitu

1. *Analyze* (analisis)

   Analyze dalam pengembangan produk awal terdiri atas dua jenis yaitu:

   a. Analisis masalah

      Analisis masalah didasarkan hasil wawancara di SMAN 2 Semarang dengan guru fisika kelas XI. Berdasarkan hasil wawancara modul berperan sebagai bahan belajar mandiri siswa. Modul belum terintegrai dengan rancangan pembelajaran. kegiatan siswa berfokus pada diskusi terhadap latihan soal yang diberikan guru. Keterbatasan peran modul dikarenakan setiap siswa tidak pasti memiliki modul. Rancangan pembelajaran sudah disusun sebelum awal semester, sedangkan modul baru tersedia pada awal semester. Kegiatan siswa pada modul tidak disusun berdasarkan sumber daya pada sekolah.

b. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan didasarkan pada kebutuhan dalam mengembangkan produk berupa modul digital. Kebutuhan yang diperlukan yaitu sumber materi, simulasi fisika, *software*, dan ilustrasi. Sumber materi yang digunakan terdapat jenis buku ajar tingkat universitas. Simulasi fisika berbasis digital yang dipilih dapat memrepresentasikan praktikum di laboratorium. Pemilihan *software* didasarkan yang dapat dikolaborasikan dengan *google form* yang menunjang tes secara *online* dan simulasi fisika berbasis digital. Ilustrasi yang ditampilkan dalam e-modul relevan dengan fenomena-fenomena di kehidupan siswa.

2. *Design* (desain)

Tahap desain pada penelitian pengembangan e-modul meliputi tiga hal sbagai berikut:

a. Pengumpulan bahan e-modul

Pengumpulan bahan e-modul meliputi materi, soal, kegiatan siswa. Materi disajikan secara kontekstual untuk memudahkan siswa mengaitkan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari. Soal dan aktivitas pembelajaran disusun tidak hanya untuk menguji pengetahuan, tetapi juga untuk melatih pemahaman dan kemampuan menyusun argumen ilmiah.

b. Penentuan *software*

Penetuan software mengacu pada kebutuhan akan e-modul. Pemilihan software google sites didasarkan pada keunggulan yaitu dapat dijalankan pada semua jenis sistem operasi, terintegrasi dengan fitur *Google* yang lain (*form, drive,* dan *sheet*), memudahkan kolaborasi daring dengan web html, tampilan sederhana, dan dapat diakses secara gratis.

c. Penentuan format

Pemilihan format dalam penyususnan draf e-modul berdasarkan ketentuan standar dari Kemendikbud (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017). Format tersebut dilakukan penyesuaian tata letak sehingga tersusun atas lima bab yaitu:

1) Identitas umum
   a) cover
   b) kata pengantar
   c) daftar isi
   d) glosarium
2) Bab I Pendahuluan
   a) Capaian pembelajaran
   b) Tujuan pembelajaran
   c) Indikator pencapaian kompetensi
   d) Manfaat
   e) Peta konsep

f) Alokasi waktu
g) Prasyarat umum
h) Deskripsi e-modul

3) Bab II Isi
   a) Aktivitas siswa, dibagi menjadi dua bagian yang memuat dua indikator pencapaian kompetensi. Aktivitas siswa terdiri atas tujuan, uraian materi, soal berjenjang untuk ranah kognitif, kegiatan inkuiri (kegiatan siswa dan kolom diskusi), ringkasan, dan refleksi bersama.
   b) sumatif
4) Bab III Penutup
   a) Daftar besaran dan satuan
   b) Daftar tabel
   c) Daftar gambar
   d) Back cover
5) Bab IV Lampiran Khusus
   a) Modul ajar kurikulum merdeka
   b) *Link* pengolahan data dan umpan balik

3. *Development or Production* (pengembangan)

Tahap pengembangan bagian-bagian penyususn e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yaitu:

a. *Cover*

Bagian *cover* terdiri atas nama e-modul, nama mata pelajaran, materi, kelas, identitas penulis (nama, prodi,

fakultas, dan logo universitas), dan logo sekolah serta tombol *start* (untuk menjelajahi isi e-modul). Hasil pengembangan desain cover disajikan pada Gambar 4.1.

b. Kata pengantar

Kata pengantar memuat ucapan syukur, peran, kontribusi e-modul dalam proses pembelajaran, permintaan kritik, dan saran. Hasil pengembangan kata pengantar disajikan pada Gambar 4.2.

c. Daftar isi

Daftar isi memuat susunan bab, halaman, dan tombol otomatis mengarah ke halaman yang ditentukan. Hasil pengembangan kata pengantar disajikan pada Gambar 4.3.

d. Glosarium

Glosarium memuat penjelasan mengenai istilah sulit dan asing yang diurutan berdasarkan abjad. Hasil pengembangan bagian glosarium disajikan pada Gambar 4.4.

e. Pendahuluan

Bagian-bagian pada komponen pendahuluan terdiri atas lima yaitu: capaian, tujuan pembelajaran dan indikator pencapaian kompetensidan, manfaat, peta konsep, alokasi waktu, prasyarat umum, dan deskripsi e-modul. Hasil pengembangan pendahuluan disajikan pada Gambar 4.5

f. Petunjuk penggunaan modul

Petunjuk penggunaan modul memuat tata cara menggunakan modul secara umum dan langkah berargumentasi. Hasil pengembangan petunjuk penggunaan modul disajikan pada Gambar 4.6.

g. Tujuan aktivitas siswa

Tujuan memuat kemampuan yang dikuasai untuk kesatuan kegiatan pembelajaran. rumusan tujuan tidak terikat dan tidak terlalu rinci. Hasil pengembangan petunjuk penggunaan modul disajikan pada Gambar 4.7.

h. Uraian materi

Uraian materi berisi konsep yang akan dipelajari dengan tambahan pertanyaan pemantik dan soal Mari Memahami (C1 dan C2). Hasil pengembangan uraian materi disajikan pada Gambar 4.8.

i. Kegiatan inkuiri

Kegiatan inkuiri memuat identifikasi masalah; inkuiri (langkah kerja, tabel pengamatan, alat, dan bahan); argumentasi (kolom diskusi untuk menyususn argumen sementara); validasi pengetahuan (laporan tertulis, tinjauan teman sejawat, dan revisi); dan evaluasi (soal Mari Menganalisis ranah C3 dan C4). Hasil pengembangan kegiatan inkuiri disajikan pada Gambar 4.9.

j. Latihan soal

Latihan soal memuat ringkasan pengetahuan berdasarkan uraian materi dalam satu paragraf, ayo latihan (C5 dan C6), dan refleksi bersama. Hasil pengembangan bagian latihan soal disajikan pada Gambar 4.10.

k. Sumatif

Sumatif merupakan evaluasi akhir yang disusun berdasarkan empat indikator materi dan tujuh indikator pemahaman konsep yang disertai dengan kunci dan pembahasan. Hasil pengembangan bagian sumatif disajikan pada Gambar 4.11.

l. Penutup

Penutup berisi tentang daftar besaran dan satuan, daftar gambar, serta daftar tabel. Hasil pengembangan bagian penutup disajikan pada Gambar 4.12

m. Daftar pustaka

Daftar pustaka disusun secara *APA style* dan diurutkan berdasarkan abjad. Hasil pengembangan bagian daftar pustaka disajikan pada Gambar 4.13.

n. *Back cover*

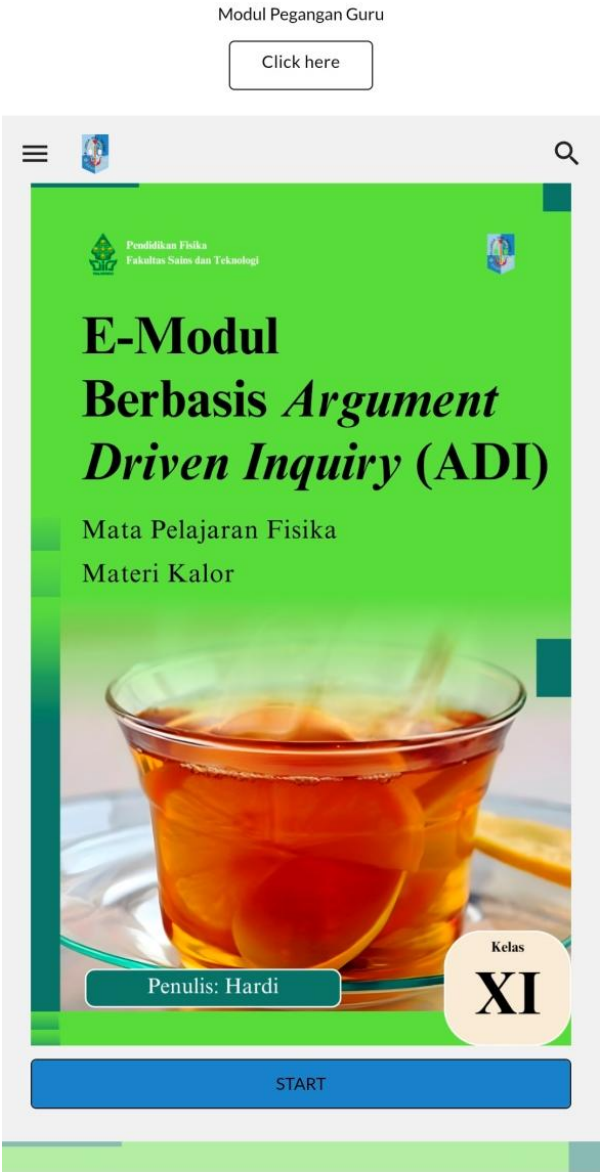
Back cover memuat identitas penulis, dosen pembimbing, nama e-modul, dan deskripsi e-modul. Hasil pengembangan bagian *back cover* disajikan pada Gambar 4.14.

o. Lampiran khusus

Lampiran khusus memuat modul ajar kurikulum merdeka dan link formulir untuk pengolahan data dan umpan balik nilai siswa. Hasil pengembangan lampiran khusus disajikan pada Gambar 4.15.

4. Evaluasi

Evaluasi yang dilakukan pada pengembangan produk e-modul didasarkan catatan validator. Catatan validator dapat berupa tulisan maupun lisan saat melakukan validasi.



Gambar 4.1 *Cover*



Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga e-modul ini dapat diselesaikan dengan baik. E-modul ini disusun sebagai upaya untuk mendukung proses pembelajaran dalam penerapan model *Argument-Driven Inquiry* (ADI) di kelas XI.

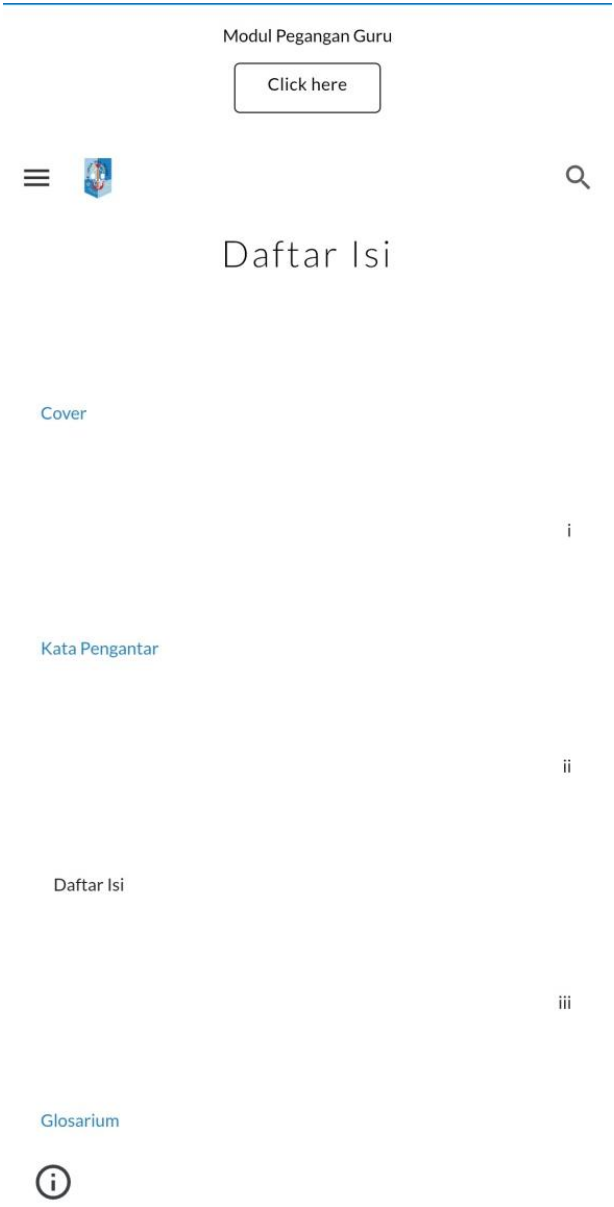
Bahan ajar digital dapat menjadi solusi dari suatu kebutuhan akan jumlah dan akses. E-modul ini dirancang agar dapat mengintegrasikan prinsip-prinsip ADI yang menekankan pada pengembangan kemampuan berargumentasi secara ilmiah dan penguatan pemahaman konsep melalui kegiatan inkuiri. Melalui pendekatan ini, peserta didik diarahkan untuk memahami materi secara konseptual, terlibat aktif melalui penemuan mandiri, dan argumentasi berdasarkan bukti yang diperoleh selama proses kegiatan inkuiri.

Penyusunan e-modul ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran di kelas pada aspek pemahaman konsep. Produk e-modul ini juga diharapkan dapat menjadi sarana bagi guru untuk mengimplementasikan model pembelajaran.

Penulis menyadari bahwa e-modul ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan e-modul di masa yang akan datang. E-modul ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkomitmen untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika.

Semarang, 26 April 2025
Penulis

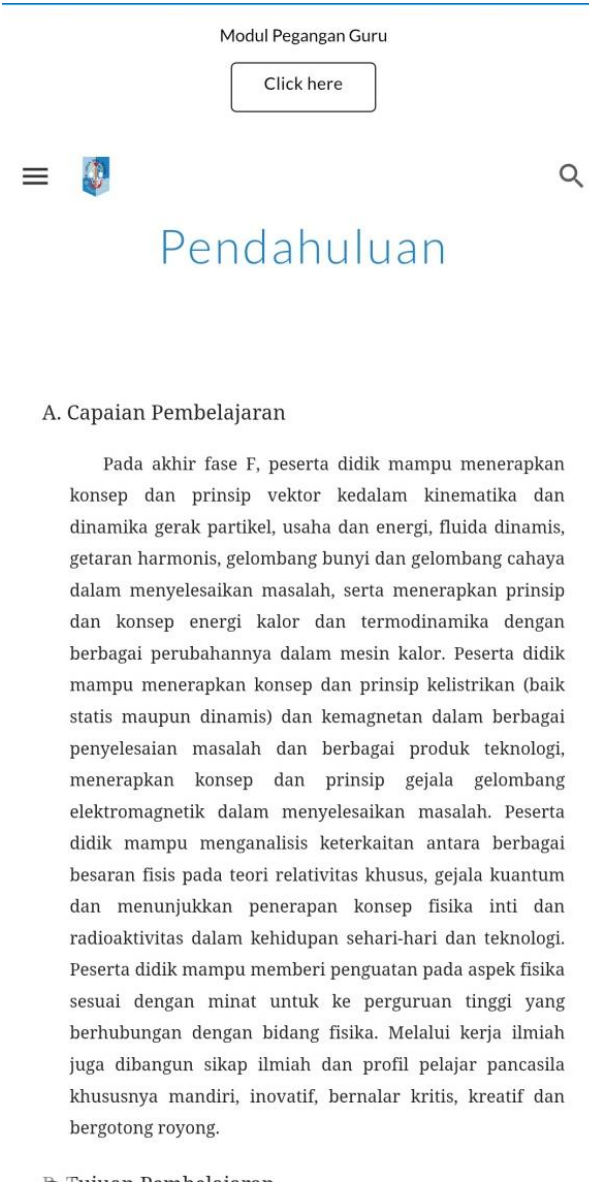
Gambar 4.2 Kata Pengantar



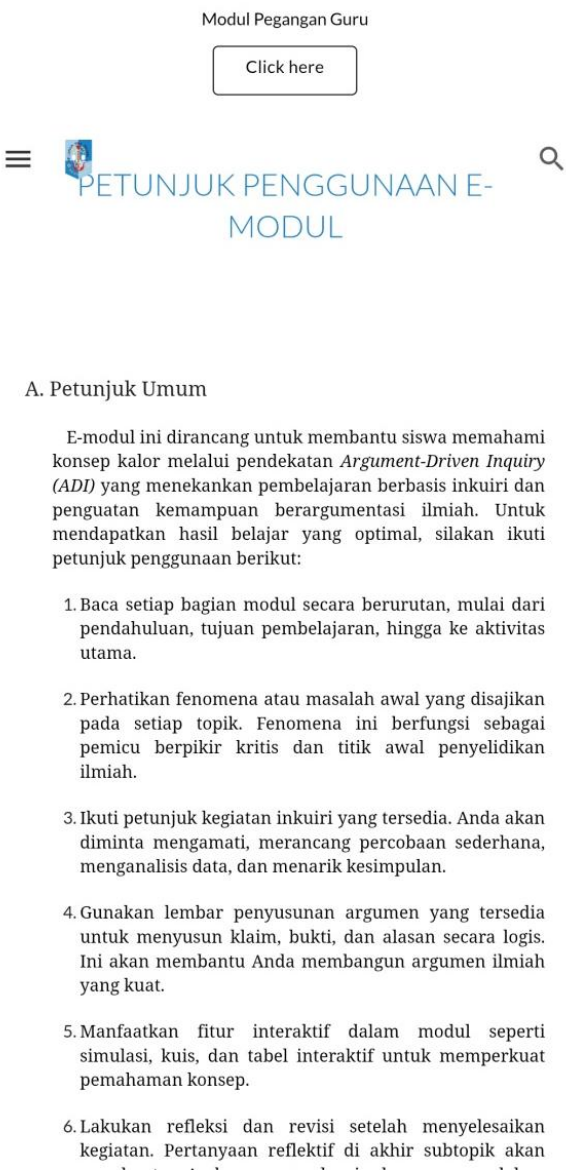
Gambar 4.3 Daftar Isi



Gambar 4.4 Glosarium



Gambar 4.5 Pendahuluan



Gambar 4.6 Petunjuk Penggunaan E-modul

Modul Pegangan Guru

Click here

Perhatikan gambar berikut ini!



Gambar 1.1 Merebus Air untuk Membuat Teh
(sumber:https://media.istockphoto.com/id/1519945913/id/foto/ketel-transparan-listrik-modern-di-atas-meja-kayu-di-dapur-ketel-untuk-merebus-air-dan-membuat.jpg?s=170667a&w=0&k=20&c=WesimP1HhQtyPLyeGTCOFY-MCWLg6BVmM37YkdT-xB8=)

Pernahkah kalian melakukan kegiatan pada Gambar 1.1. Dalam pembelajaran kali ini, kita akan mempelajari konsep kalor melalui kegiatan sederhana yang sering kita temui sehari-hari, yaitu membuat teh panas. Melalui proses ini, siswa akan memahami bagaimana kalor bekerja dalam memanaskan air, bagaimana suhu berubah saat air dipanaskan, serta bagaimana mempertahankan suhu teh? Pendekatan ini diharapkan membantu siswa memahami konsep kalor secara konkret dan kontekstual, sehingga lebih mudah mengaitkan teori fisika dengan kehidupan nyata.

Gambar 4.7 Tujuan Aktivitas Siswa

Modul Pegangan Guru

Click here

Perhatikan Gambar berikut ini!



Gambar 1.3 Air panas dengan Air dingin

(sumber:https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.c0lzoNnXqXFqLKtngVif2AAAAA&pid=Api&P=0&h=180)

Apakah kita dapat menentukan mana yang air dingin dan air panas berdasarkan Gambar 1.3? Cara paling cepat untuk mengetahui jenis air yaitu dengan menempelkan tangan pada salah satu gelas. Hal yang dirasakan oleh tangan inilah yang biasa kita sebut dengan panas atau dingin. Kedua Jenis kondisi ini yang akan membantu kita dalam mendefinisikan suhu. Berdasarkan fenomena ini, apa definisi suhu menurut kalian?

Gambar 4.8 Uraian Materi

Click here



4. Validasi Pengetahuan

Validasi terdiri atas tiga bagian yang perlu siswa lakukan untuk mengetahui pemahaman yang diperoleh melalui sesi Argumentasi:

- Laporan Tertulis

  Laporan tertulis dapat disusun menjadi tiga paragraf terpisah atau satu kesatuan yang dapat dilengkapi dengan data analisis dari tabel yang diperoleh. Komponen Laporan tertulis memuat tiga hal utama yaitu:

  Apa yang saya akan coba lakukan?

  Apa yang saya telah lakukan?

  Apa argumen saya?

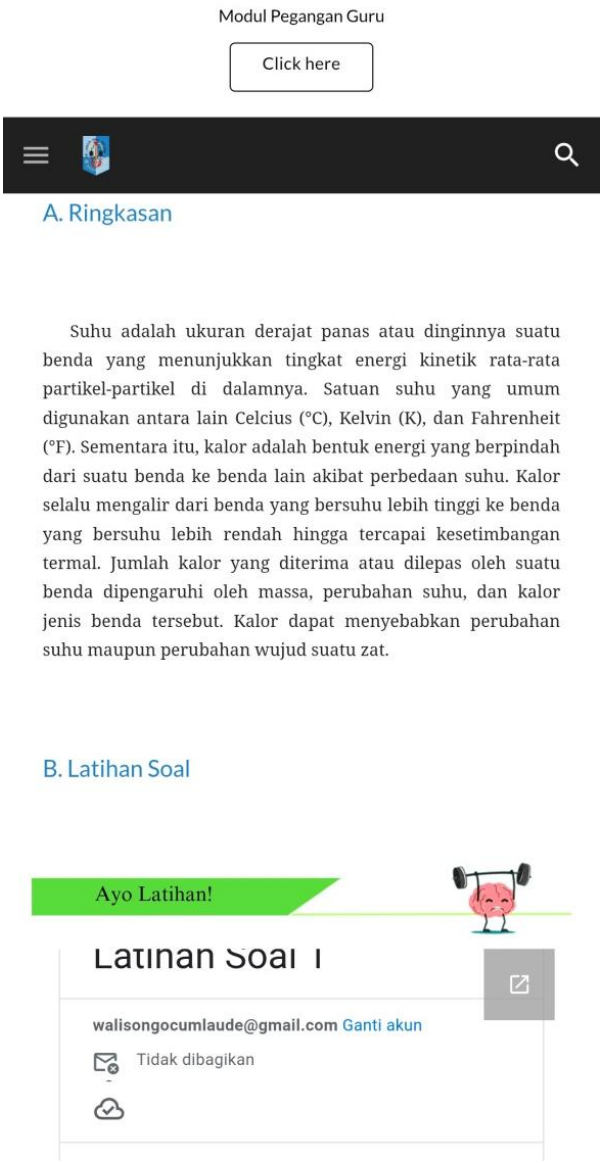
- Tinjauan Teman Sejawat

  Laporan akan ditinjau oleh teman terdekat pada posisi duduk atau berdasarkan ketentuan guru. Hal yang perlu dilakukan yaitu memberikan masukkan atau perbaikan pada laporan tertulis berdasarkan pemahaman yang diperoleh.

- Revisi Laporan Akhir

  Cara kerja siswa dalam menyikapi hasil masukkan teman sebagai bentuk validasi terhadap kemampuan sendiri. Perbaikan berdasarkan konsep yang dipahami dan tinjauan teman sejawat yang diterima

Gambar 4.9 Kegiatan Inkuiri



Gambar 4.10 Latihan Soal

Modul Pegangan Guru

Click here

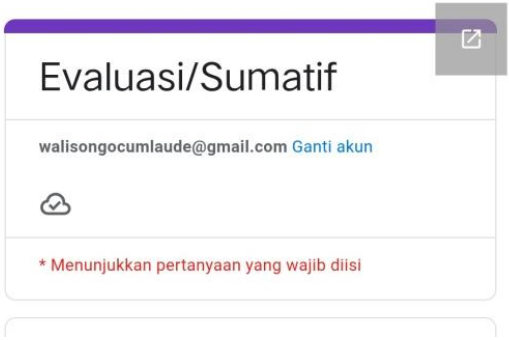
NASKAH SOAL SUMATIF

A. Deskripsi Soal

- Mata Pelajaran : Fisika
- Materi Pokok : Kalor
- Alokasi Waktu : 90 menit
- Jumlah soal : 45 butir

B. Petunjuk umum

1. Berdoalah terlebih dahulu
2. Teliti terlebih dahulu jumlah soal dan nomor soal yang terdapat pada naskah soal
3. Tulislah nama, kelas, dan nomor absen pada kolom yang disediakan
4. Pilihlah satu jawaban yang paling benar



Gambar 4.11 Sumatif

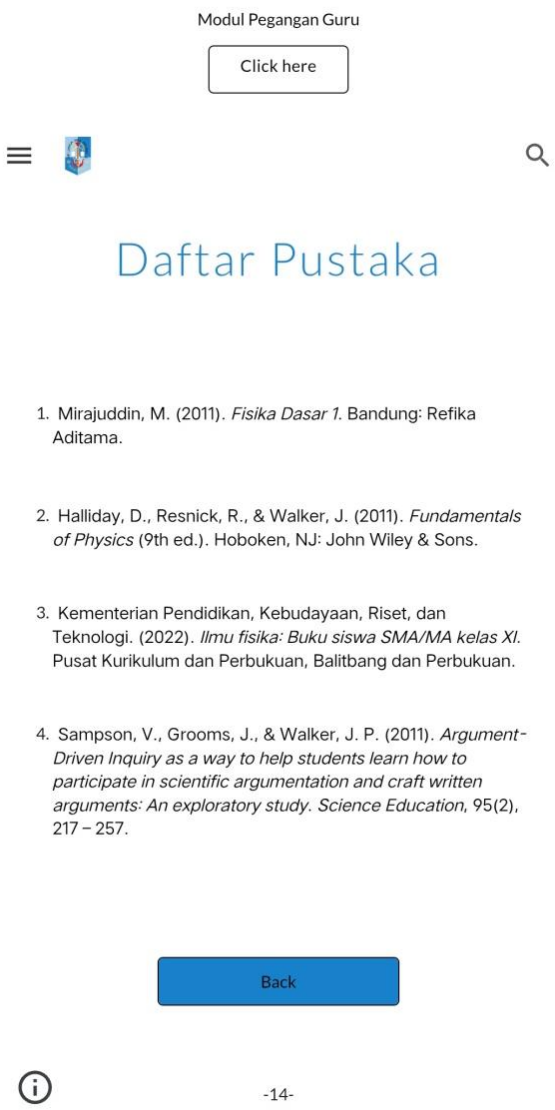
A. Daftar Besaran dan Satuan

Q = kalor (J)
ΔT = perubahan suhu benda (K)
c = kalor jenis (J/kg K)
m = massa benda (kg)
Q_{lepas} = kalor yang dilepas suatu zat yang bersuhu tinggi
Q_{serap} = kalor yang diterima suatu zat yang bersuhu rendah
q = kalor yang dirambatkan per detik (J/s)
k = konduktivitas panas (J/m°C)
A = luas penampang (m^2)
T_t = suhu tinggi (°C)
T_r = suhu rendah (°C)
l = panjang penghantar (m)
Δl = pertambahan panjang (m)
l_0 = panjang awal (m)
α = koefisien muai panjang (K^{-1})
ΔA = pertambahan luas (m^2)
A_0 = luas awal (m^2)
β = koefisien muai luas (K^{-1})
ΔV = pertambahan volume (m^3)
V_0 = volume awal (m^3)
γ = koefisien muai volume (K^{-1})

B. Daftar Tabel

Tabel 1.1 Konversi Suhu,

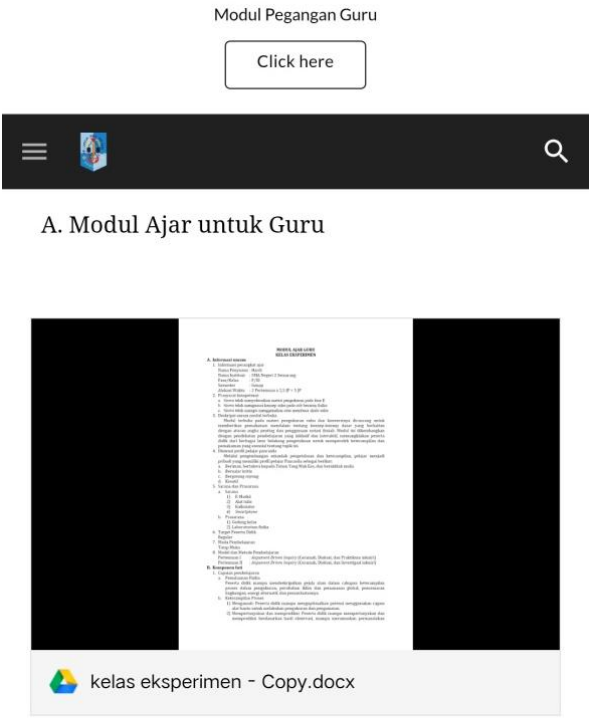
Gambar 4.12 Penutup



Gambar 4.13 Daftar Pustaka



Gambar 4.14 *Back Cover*



Gambar 4.15 Lampiran Khusus

B. Validasi Produk

Produk yang telah dikembangkan dilakukan validasi sebagai bagian dari tahap pengembangan. Validasi produk dilakukan bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dikembangkan. Validator produk terdiri atas validator ahli (II) dan praktisi (I) yang masing-masing berjumlah satu. Hasil rekapitulasi validasi produk e-modul disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Produk

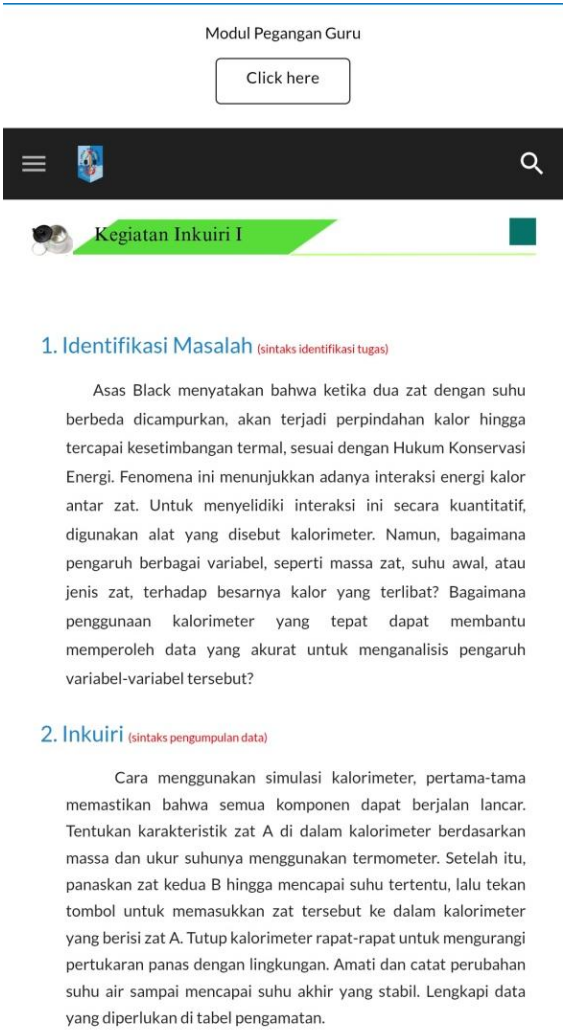
No.	Aspek Penilaian	Skor Validator			$\bar{x}$
		I	II	III	
1	Materi	5	5	5	5
2	Penyajian/tampilan	5	4	4	4,3
3	Karakteristik	5	5	5	5
4	Komponen e-modul	5	5	5	5
5	Pendekatan e-modul	5	4	5	4,7
6	Pemahaman	5	5	4	4,7
7	Bahasa	5	5	5	5
	Jumlah	35	33	33	33,7
	Indeks	1,00	0,94	0,94	0,96

Berdasarkan indeks menunjukkan bahwa produk e-modul yang telah dikembangkan dinyatakan layak. Hasil uji validitas isi produk e-modul untuk setiap validator disajikan pada Lampir 12.

C. Revisi Produk

Revisi produk merupakan bagian dari tahap ADDIE yaitu evaluasi. Catatan validator terhadap produk digunakan sebagai bahan revisi produk. Perbaikan diperoleh dari validator ahli, yang menyarankan menambahkan keterangan sintak ADI yang

tersirat dalam kegiatan inkuiri sebagai alat bantu guru agar memperjelas batasan sintaks. Hasil revisi disajikan pada Gambar 4.16 dan 4.17.



Gambar 4.16 Revisi I



3. Argumentasi (sintaks produksi argumen sementara dan sesi argumentasi interaktif)

Konsep dasar yang akan dibahas dalam sesi argumentasi ini yaitu bukti dan cara kalor berpindah. Pembahasan melalui sesi Argumentasi yang menjadi bahan dalam penyusunan argumen sementara yaitu:

- Perhatikan data tabel pengamatan dan lakukan perbandingan dengan data kelompok lain. Apa perbedaan yang diperoleh dari ketiga fenomena tersebut?
- Dari mana sumber panas yang dirasakan pengamat berdasarkan ketiga fenomena tersebut?
- bagaimana sumber panas tersebut dirambatkan berdasarkan masing-masing fenomena?
- Apa penemuan yang belum diketahui oleh kelompok lain?

4. Validasi Pengetahuan

Validasi terdiri atas tiga bagian yang perlu siswa lakukan untuk mengetahui pemahaman yang diperoleh melalui sesi Argumentasi:

Gambar 4.17 Revisi II

D. Hasil Uji Coba

Hasil uji coba merupakan bagian dari tahap pengembangan yang dibagi menjadi tiga bagian antara lain sebagai berikut:

1. Analisis soal uji coba
   a. Uji validitas

      Uji validitas soal uji coba terdiri atas dua uji yaitu sebagai berikut:

      1) Validitas isi

         Soal uji coba yang dikembangkan divalidasi oleh validator. Jenis validator yang digunakan yaitu validator ahli (I dan II) dan validator praktisi (III). Hasil rekapitulasi validasi instrumen butir soal uji coba disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Validasi Soal Uji Coba

No. Soal	Skor Validator			$\bar{x}$	Kategori
	I	II	III		
1	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
2	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
3	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
4	19	19	20	19.3	layak tanpa revisi
5	20	19	20	19.7	layak tanpa revisi
6	20	19	20	19.7	layak tanpa revisi
7	20	19	20	19.7	layak tanpa revisi
8	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
9	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
10	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
11	20	19	20	19.7	layak tanpa revisi
12	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
13	20	19	20	19.7	layak tanpa revisi
14	20	19	20	19.7	layak tanpa revisi
15	20	19	20	19.7	layak tanpa revisi
16	20	19	20	19.7	layak tanpa revisi

No. Soal	Skor Validator			$\bar{x}$	Kategori
	I	II	III		
17	19	20	20	19.7	layak tanpa revisi
18	19	20	20	19.7	layak tanpa revisi
19	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
20	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
21	20	15	20	18.3	layak tanpa revisi
22	20	20	20	20.0	layak tanpa revisi
23	19	20	20	19.7	layak tanpa revisi
24	20	13	20	17.7	layak tanpa revisi
25	20	13	20	17.7	layak tanpa revisi
26	19	13	20	17.3	layak tanpa revisi
27	20	13	20	17.7	layak tanpa revisi
28	19	13	20	17.3	layak tanpa revisi
29	20	13	20	17.7	layak tanpa revisi
30	20	13	20	17.7	layak tanpa revisi
31	19	13	20	17.3	layak tanpa revisi
32	19	13	20	17.3	layak tanpa revisi
33	20	13	20	17.7	layak tanpa revisi
34	19	13	20	17.3	layak tanpa revisi
35	20	13	20	17.7	layak tanpa revisi
36	20	14	20	18.0	layak tanpa revisi
37	19	14	20	17.7	layak tanpa revisi
38	19	14	20	17.7	layak tanpa revisi
39	19	14	20	17.7	layak tanpa revisi
40	20	14	20	18.0	layak tanpa revisi
41	20	14	20	18.0	layak tanpa revisi
42	18	14	20	17.3	layak tanpa revisi
43	18	14	20	17.3	layak tanpa revisi
44	19	14	20	17.7	layak tanpa revisi
45	20	14	20	18.0	layak tanpa revisi

Hasil uji validitas isi butir soal uji coba untuk setiap validator disajikan pada Lampiran 10.

2) Validitas empiris

Hasil akhir dari r_{xy} dibandingkan dengan r tabel pada taraf signifikan 5%. Hasil analisis validitas didapatkan koefisien korelasi sebesar 0,944 yang

dibandingkan dengan nilai r tabel sebesar 0,349. Butir soal pada instrumen soal uji coba yang dinyatakan valid direkapitulasikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Uji Validitas

No.	Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
1	Valid	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45	34
2	Tidak valid	5, 7, 11, 16, 20, 21, 31, 32, 35, 41, 42	11
	Jumlah		45

Analisis uji validitas empiris menggunakan korelasi *Product Moment* dengan Angka Kasar disajikan pada Lampiran 13.

b. Uji reliabilitas

Hasil akhir dari r hitung dibandingkan dengan r tabel pada taraf signifikan 5%. Hasil analisis reliabilitas didapatkan koefisien KR-20 sebesar 0,944. Jika dibandingkan dengan nilai r tabel sebesar 0,294; maka instrumen soal uji coba yang digunakan dinyatakan reliabel. Analisis uji reliabilitas disajikan pada Lampiran 13.

c. Uji tingkat kesukaran

Tingkat kesukaran bernilai antara nol sampai dengan satu. Butir soal pada instrumen soal uji coba

direkapitulasikan berdasarkan tingkat kesukaran pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Uji Tingkat Kesukaran

No.	Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
1	Mudah	1, 2, 3, 6, 8, 9, 12, 15, 17, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 33, 36, 37, 40, 43, 44, 45	23
2	Sedang	4, 10, 13, 14, 18, 19, 25, 26, 31, 34, 38, 39, 41,	13
3	Sukar	5, 7, 11, 16, 20, 21, 32, 35, 42,	9
	Jumlah		45

Analisis uji tingkat kesukara disajikan pada Lampiran 13.

d. Uji daya beda

Indeks daya beda bernilai antara negatif satu sampai dengan positif satu. Butir soal pada instrumen soal uji coba direkapitulasikan berdasarkan tingkat daya beda pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Uji Daya Beda

No.	Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
1	Soal diterima Tanpa revisi	2, 14, 15, 18, 24, 25, 29, 33, 36, 38, 39, 40	12
2	Soal diterima dengan revisi	1, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 17, 19, 22, 23, 26, 27, 28, 30, 31, 34, 37, 43, 44, 45	21
3	Soal diperbaiki	4, 31	2
4	Soal dibuang	5, 7, 11, 16, 20, 21, 32, 35, 41, 42	10
	Jumlah		45

Analisis uji daya beda disajikan pada Lampiran 13.

3. Analisis hipotesis

Perolehan nilai *pre-test* dan *post-test* dianalasis dalam tiga tahapan yaitu sebagai berikut:

a. Uji prasyarat

Nilai *pre-test* dan *post-test* dianalisis uji prasyarat untuk menentukan jenis uji perbedaan dan peningkatan yang terdiri atas dua uji yaitu:

1) Uji homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk analisis *pre-test*. Hasil akhir dari F hitung dibandingkan dengan F tabel pada taraf signifikan 5%. Berdasarkan hasil analisis homogenitas diperoleh 1,03; jika dibandingkan dengan F tabel sebesar 1,74; maka data *pre-test* kedua kelas dinyatakan homogen. Analisis uji homogenitas disajikan pada Lampiran 19.

2) Uji normalitas

Hasil akhir dari χ^2 hitung dibandingkan dengan χ^2 tabel pada taraf signifikan 5%. Data dinyatakan normal jika nilai χ^2 hitung ≤ 11,070. Rekapitulasi uji normalitas disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Analisis Uji Normalitas

Jenis Kelas	Jenis tes	χ^2_h	Keputusan
kontrol	Pre-test	8,886	Normal
	Post-test	31,885	Tidak normal
Ekperimen	Pre-test	6,306	Normal
	Post-test	80,182	Tidak normal

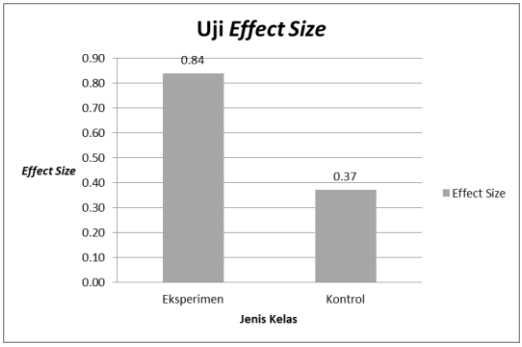
Analisis uji normalitas disajikan pada Lampiran 19.

b. Uji perbedaan

Nilai *post-test* kedua kelas menunjukkan bahwa tidak terdistribusi normal, maka uji perbedaan yang digunakan yaitu *Wilcoxon Match Pairs Test*. Hasil analisis menunjukkan bahwa z hitung sebesar -3.38 lebih besar dari z tabel sebesar -1.96, dengan demikian H_{11} diterima dan H_{01} ditolak. Harga negatif pada nilai z tidak diperhitungkan karena harga mutlak (Sugiyono, 2019: 137). Analisis uji peningkatan disajikan pada Lampiran 20.

c. Uji *effect size*

Uji *effect size* dilakukan untuk menganalisis besar efek dari uji perbedaan hasil belajar di ranah kognitif berdasarkan jenis bahan ajar. Perbandingan *effect size* terhadap hasil belajar siswa pada ranah kognitif kelas XI-1 (eksperimen) dan XI-2 (kontrol) disajikan di Gambar 4.18.

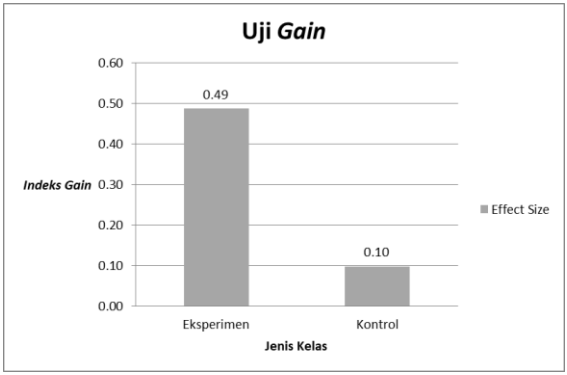


Gambar 4.18 Uji *Effect Size*

Berdasarkan Gambar 4.18, skor *effect size* kelas eksperimen kategori besar dan kelas konrol kategori sedang. Analisis uji *effect size* disajikan pada Lampiran 21.

d. Uji Peningkatan

Uji peningkatan yang digunakan yaitu n-gain. Perbandingan peningkatan kemampuan terhadap hasil belajar di ranah kognitif pada kelas XI-1 (eksperimen) dan XI-2 (kontrol) disajikan di Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Hasil Uji Gain

Berdasarkan Gambar 4.19, jik dibandingkan kelas ekperimen (sedang) dan kontrol (rendah) maka H_{12} diterima dan H_{02} ditolak. Analisis uji n-gain disajikan pada Lampiran 26.

E. Pembahasan

Pembahasan pada hasil penelitian pengembangan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) berdasarkan rumusan masalah terdiri atas tiga hal yaitu:

1. Kelayakan produk

   Kelayakan e-modul diukur menggunakan uji validitas isi yang melibatkan tujuh aspek penilaian. Aspek-aspek ini mencakup materi, penyajian/tampilan, karakteristik e-modul, komponen e-modul, pendekatan e-modul, pemahaman, dan bahasa. Hasil rekapitulasi validasi produk pada Tabel 4.1.

   Komponen utama pada kegiatan siswa di e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yaitu permasalahan, pengumpulan data, kolom diskusi, dan penyusunan laporan. Jenis kegiaatan siswa berupa simulasi dan demonstrasi dalam bentuk deskripsi dengan pendekatan fenomena kontekstual.Temuan Subekti & Nuraeni (2024), bahwa modul ajar yang memanfaatkan sumber daya sekolah serta aktivitas yang kontekstual. Hal ini dapat memfasilitasi siswa belajar secara aktif dan bermakna. Kegiatan siswa disusun berdasarkan model *Argument Driven Inquiry* (ADI). Proses kegiatan mengarahkan agar mendapatkan penguaatan konsep serta pemahaman baru. Studi oleh Herman et al. (2025) menunjukkan bahwa kesesuaian materi dengan model ADI

yang menekankan pada penyelidikan ilmiah dan argumentasi serta secara pedagogis yang mampu menciptakan pengalaman belajar yang bermakna.

Pengalaman pembelajaran secara optimal dapat didukung dengan e-modul dapat yang berdiri sendiri (*unity*). Kelengkapan konten pada materi, kegiatan interaktif siswa, dan latihan soal. Kegiatan interaktif siswa disusun berdasarkan sumber daya sekolah maupun siswa, sehingga dapat menunjang belajar mandiri. Temuan oleh Sholeh et al. (2023) bahwa penggunaan e-modul interaktif membantu siswa aktif melalui pengalaman belajar dikarenakan terlibat secara langsung dalam menggunakan modul sebagai sumber pembelajaran. Hal ini akan mempermudah siswa dalam memahami kembali dan memperdalam konsep yang telah diterima. Temuan E. Lestari et al. (2022) bahwa e-modul yang dioperasional penuh dapat menunjang siswa dalam proses belajar mandiri.

Aktivitas siswa dalam e-modul dihubungkan dengan perangkat pembelajaran dan disesuaikan dengan fasilitas yang tersedia di sekolah. Hal ini bertujuan untuk merupakan memastikan keterlaksanaan dan efektivitas pembelajaran di kelas. Upaya ini dapat membantu guru dalam menerapkan e-modul secara optimal. Menurut Yuniar et al. (2021) bahwa modul interaktif yang

dikembangkan berbasis inkuiri terdapat aktivitas eksperimen sederhana yang dapat dilakukan dengan fasilitas yang tersedia di sekolah. Kondisi ini memastikan bahwa e-modul mudah dioperasikan di sekolah. Pengembangan e-modul yang memperhatikan perangkat pembelajaran dan sumber daya siswa/sekolah akan meningkatkan aksesibilitas, keterpakaian di kelas, dan efisiensi pembelajaran. Modul berperan mendukung belajar mandiri dan mempermudah guru dalam pelaksanaan pembelajaran yang berpusat pada siswa.

E-modul berbasis ADI memfasilitasi pencapaian hasil belajar ranah kognitif selama proses pembelajaran melalui latihan soal. Penyusunan soal latihan secara berjenjang mulai dari C1–C2 saat materi, C3–C4 saat kegiatan siswa, hingga C5–C6 setelah kegiatan, menjadikan e-modul ini selaras dengan taksonomi Bloom. Pola soal berjenjang memastikan penguasaan konsep dasar, tetapi juga mengarahkan siswa untuk mengolah, menilai, dan mengembangkan konsep secara mandiri. Temuan oleh Sukarso et al. (2023) yaitu bahwa penerapan e-modul berbasis ADI mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (C3–C6) dengan peningkatan kategori sedang hingga tinggi, sehingga memperkuat bahwa rancangan soal berjenjang layak untuk mengoptimalkan hasil belajar kognitif siswa.

Kelayakan e-modul berbasis ADI berdasarkan pemilihan model yang menekankan pembahasan hasil melalui argumentasi dan laporan. Tahapan ADI seperti diskusi kelompok, pengajuan argumen, serta penulisan laporan mendorong siswa untuk tidak sekadar mengingat dan memahami, tetapi juga melatih mereka menilai bukti (C5) dan merancang solusi baru (C6). Satriya & Atun, (2024) membuktikan bahwa ADI mampu meningkatkan hasil belajar kognitif level tinggi melalui aktivitas argumentasi ilmiah dan penyusunan laporan. Hal ini dikarenakan siswa harus mengintegrasikan pemahaman konseptual dengan kemampuan evaluasi dan kreasi. Penerapan ADI dalam e-modul relevan untuk mendorong ketercapaian ranah kognitif dari level rendah hingga tinggi.

2. Efektivitas produk

Berdasarkan hasil pengujian perbedaan, terlihat bahwa e-modul yang berbasis ADI lebih efektif dibandingkan dengan modul belajar praktis yang berbasis PBL. Hal ini didukung oleh penyajian materi dalam e-modul yang tidak hanya berupa penjelasan biasa, tetapi juga melibatkan interaksi tanya jawab antara guru dan siswa selama proses belajar.Jenis pertanyaan berupa penguatan konsep dengan menyusun kembali definisi secara mandiri dan menerapkan pemahaman terhadap materi dengan menghubungkan contoh. Hal ini membuat siswa aktif menyatakan pendapat

berdasarkan konsep yang telah dikuasai. Temuan Phua & Tan (2018) bahwa kerangka pendapat yang disampaikan akan membangun dasar dan mendorong analisis dari berbagai sudut pandang, sehingga terdapat interaksi pendapat antar siswa. Langkah tersebut dapat membantu siswa dalam merefleksikan konsep yang sudah dipelajari. Berbeda dengan Modul Belajar Praktis, penyajian materi dilengkapi dengan tiga pertanyaan pemantik yang berfokus pada penguasaan awal materi, sedangkan materi dalam bentuk deskripsi. Berdasarkan penelitian Wuryaningrum (2022) terdapat perbedaan ketika siswa diberikan pertanyaan berjenjang yang berfungsi terhadap pembelajaran berbasis argumentasi. Hal ini dapat membuat siswa dapat menghubungkan sebab-akibat, menelaah kebenaran suatu konsep, dan menyusun jawaban menggunakan kalimat yang logis. Ketika pertanyaan membutuhkan data ilmiah, maka permasalahan akan dikembangkan menjadi serangkaian kegiatan siswa dalam bentuk simulasi atau demonstrasi.

Permasalahan pada uraian materi pada e-modul yang memerlukan penguatan disusun sebagai bahan kegiatan siswa. Kegiatan siswa berupa fenomena yang perlu diukur maupun diamati, melalui tahap ini siswa dapat menemukan konsep atau pemahaman baru. Berbeda dengan permasalahan pada Modul Belajar Praktis yang terbatas

pada aplikasi dari persamaan matematis. Hal ini yang membuat pembelajaran yang menggunakan e-modul dapat menemukan pemahaman baru terhadap suatu konsep. Studi oleh Wahab et al. (2023) menegaskan bahwa e-modul interaktif dengan aktivitas penemuan terbimbing lebih meningkatkan hasil belajar dibandingkan modul konvensional. Hal ini disebabkan oleh keaktifan siswa selama pembelajaran yang menggabungkan observasi, prediksi, dan penarikan kesimpulan. Studi lain dari Itavia (2017) bahkan menekankan bahwa modul dengan aktivitas penemuan terbimbing memberikan pengalaman belajar yang bermakna karena memungkinkan siswa menemukan sendiri konsep melalui data yang mereka peroleh secara langsung, bukan hanya menyelesaikan soal matematis. Berbeda dengan Modul Belajar Praktis berbasis PBL, dikarenakan keterbatasan dalam penggunaan laboratorium,sehingga kegiatan siswa diganti oleh guru dengan latihan soal.

Efektivitas e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) dapat mendorong siswa membangun konsep melalui proses argumentasi yang berangkat dari fenomena nyata. Siswa diajak mengamati, mengajukan pertanyaan, menguji data, dan menyusun teori melalui laporan. Hal ini menjadikan ADI relevan untuk mengembangkan ranah kognitif tingkat tinggi (C4–C6), yaitu menganalisis,

mengevaluasi, dan mencipta. Temuan Sukarso et al. (2023) yaitu penerapan e-modul berbasis ADI efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, argumentasi ilmiah, dan pemahaman konseptual, dengan capaian peningkatan kategori sedang hingga tinggi. Hal ini membuat ADI memacu kemampuan siswa dalam menilai dan menghasilkan gagasan baru berdasarkan fenomena yang dikaji. Modul Belajar Praktis berbasis PBL ebih menitikberatkan pada penyelesaian masalah nyata melalui penerapan matematis dari teori. PBL sangat efektif untuk melatih siswa dalam ranah kognitif menengah (C3–C4). Penelitian serupa oleh Sugianto et al. (2025) menemukan bahwa PBL berpengaruh signifikan pada kemampuan komunikasi matematis siswa, yang berkaitan erat dengan kemampuan menerapkan dan menganalisis.

Pengumpulan data yang dilakukan pada kegiatan siswa akan dilakukan pembahasan melalui diskusi. E-modul berbasis ADI berfokus pada memvalidasi untuk menggali konsep fisika. Hal ini yang membuat siswa menemukkan konsep fisika yang belum dipelajari selama uraian materi. Karakteristik pertanyaan yaitu melatih siswa menghubungkan konsep dengan data lapangan. Hal ini bertujuan melatih siswa dalam mengklasifikasikan dan mengaplikasikan konsep pada pemecahan masalah. Temuan Ayuningtyas et al. (2019) yaitu bahwa penerapan

model ADI dapat mendorong interaksi argumen siswa dan pemecahan masalah melalui kegiatan diskusi dan validasi klaim berdasarkan data penemuan. Jika dibandingkan dengan Modul Belajar Praktis berbasis PBL, pertanyaan mengarah sebagai bentuk perintah untuk menyelesaikan soal matematis secara benar. Hal ini yang membuat pembahasan berokus pada langkah perhitungan secara matematis.

3. Peningkatan hasil belajar di ranah kognitif

   Hasil uji n-gain bahwa indeks skor pada kelas ekperimen (e-modul berbasis ADI) lebih besar dari pada kelas kontrol (Modul Belajar Praktis berbasis PBL). Pembelajaran kelas ekperimen menekankan praktik ilmiah melalui praktikum maupun demonstrasi. Hal ini melatih siswa mengklaim dan melakukan pembuktian. Jika pembuktian tidak sesuai dengan klaim siswa akan mendapat pemahaman baru yang disusun dalam bentuk laporan, sedangkan kelas kontrol berfokus pada penerapan/aplikasi dari sebuah persamaan matematis. Menurut Pertiwi et al. (2019) siswa yang menggunakan bahan ajar berbasis ADI menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan argumentatif yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan keunggulan ADI tidak hanya terletak pada pemahaman konsep, tetapi juga

pada pembentukan karakter ilmiah siswa yang lebih reflektif dan analitis.

Hasil dari pengumpulan data dilakukan pembahasan yang disertai dengan pengajuan pertanyaan. Tujuan langkah ini untuk menggali kebenaran akan klaim yang dipilih oleh siswa. Kemampuan mengajukan pertanyaan tidak hanya berfokus pada validasi tetapi juga refleksi. Hal ini terjadi ketika siswa menemukan data yang tidak sesuai dengan klaim awal berdasarkan konsep yang dipelajari. kemampuan argumentasi. Temuan Phillips et al. (2021) yaitu siswa menggunakan fungsi pertanyaan untuk memeriksa dan menafsirkan data yang bertentangan dengan klaim awal dalam konteks praktikum/pengambilan data. Langkah ini berupa dengan menyapaikan argumentatif dan reflektif oleh siswa. Jika dibandingkan dengan kelas kontrol, jenis pertanyaan mengarah pada validasi untuk mengetahu kebenaran dari solusi permasalahan matematis. Langkah perhitungan matematis yang menjadi bahan diskusi, sedangkan alasan menggunakan persamaan tersebut sudah diketahui oleh siswa setelah mendapatkan materi.

Kemampuan menyatakan ulang konsep baru yang telah diperoleh melalui kegiatan praktikum maupun demonstrasi dalam bentuk laporan tertulis. Bentuk laporan merupakan pembahasan berdasarkan klaim, temuan dilapangan, dan

konsep yang dipelajari. Siswa menelaah pembahasan untuk mendapat kesimpulan yang disusun dalam bentuk laporan. Temuan oleh Kalay et al. (2017) bahwa penggunaan ADI selama pembelajaran secara signifikan mampu meningkatkan pemahaman siswa. Integrasi pendekatan argumentatif dalam proses pembelajaran memungkinkan siswa menghafal konsep, memahami dan mengaplikasikan dalam konteks yang berbeda. Jika dibandingkan dengan modul pembanding, konsep yang didapat dari awal pembelajaran melalui penyampaian materi. Hal ini mendorong siswa hanya menghafal konsep untuk menyelesaikan permasalahan.

Hasil penugasan dari Latihan 1 ke Latihan 2 memperlihatkan adanya perbedaan hasil belajar ranah kognitif antara kelas kontrol yang menggunakan modul PBL dan kelas eksperimen berbasis e-modul ADI. Pada kelas kontrol, banyak siswa mengalami penurunan atau stagnasi nilai, meskipun sebagian memperlihatkan peningkatan. Temuan ini menandakan bahwa meskipun PBL mampu mendorong siswa menerapkan dan menganalisis konsep matematika secara kontekstual (C3–C4), model ini kurang menjamin konsistensi penguatan ranah kognitif lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan Tampubolon & Sipahutar (2024) yang menunjukkan bahwa e-modul berbasis PBL memang menunjang peningkatan

hasil belajar kognitif pada aspek penerapan dan analisis praktik. Sebaliknya, pada kelas eksperimen yang menggunakan e-modul berbasis ADI, terlihat kenaikan kecil namun konsisten, antara 0 hingga +3 poin, tanpa adanya penurunan nilai. Kondisi ini mencerminkan bahwa ADI lebih efektif dalam menjaga kesinambungan pemahaman dan perkembangan kognitif siswa ke ranah yang lebih tinggi. Konsistensi ini merupakan hasil dari struktur pembelajaran ADI yang menekankan penyelidikan fenomena, penyusunan argumen berbasis data, dan penyusunan laporan ilmiah—aktivitas yang menuntut siswa tidak hanya mengingat atau menerapkan, tetapi juga mengevaluasi dan mencipta (C5–C6). Temuan ini diperkuat oleh Kuki et al. (2023) mengungkap bahwa penerapan model ADI secara sistematis mampu meningkatkan keterampilan argumentasi serta mengantarkan siswa pada tingkat kognitif C6 melalui penggunaan laporan ilmiah sebagai output pembelajaran. Hasil analisis penugasan ditunjukkan pada Lampiran 27.

F. Keterbatasan Penelitian

Uji coba yang telah dilaksanakan terdapat keterbatasan dalam hal karakteristik dan jumlah soal tes yang digunakan. Soal dengan karakteristik daya beda yang diterima tanpa revisi berjumlah 12, sedangkan sebelas soal diterima dengan revisi.

Hal ini perlu ditingkatkan jumlah soal yang diterima tanpa revisi agar dapat membedakan kemampuan siswa dengan lebih baik. Hal ini diterlihat dari persebaran data *post-test* yang tidak normal, walaupun demikian tetap mempertahankan uji n-gain dengan mengabaikan normalitas *post-test*.

BAB V
PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan e-modul yang didasarkan model *Argument Driven Inquiry* (ADI) untuk meningkatkan hasil belajar diranah kognitif dalam materi kalor kelas XI dapat disimpulkan bahwa:

1. Kelayakan produk diukur menggunakan uji validitas isi yang memuat tujuh aspek penilaian. Hasil validasi dengan validator ahli dan praktisi menunjukkan bahwa e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) layak digunakan dengan indeks perolehan sebesar 0,96.
2. Efektivitas modul ajar dikaji dengan nilai z melalui metode *Wilcoxon Match Pairs Test*. Data hasil diperoleh bahwa z hitung (|-3,38|) lebih besar daripada z tabel (|-1,96|); maka H_{01} ditolak dan H_{11} diterima. Hal tersebut menunjukkan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) lebih efektif dari Modul Belajar Praktis berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Hal ini diperkuat dengan nilai indeks *effect size* ranah kognitif kelas eksperimen sebesar 0,84 (besar) lebih besar daripada kelas kontrol yang mendapatkan nilai sebesar 0,37 (sedang).
3. Peningkatan pada hasil belajar diranah kognitif menggunakan hasil dari uji n-gain. Jika peningkatan

kemampuan siswa dibandingkan terlihat kelas ekperimen sebesar 0,49 (sedang) lebih besar daripada kelas kontrol sebesar 0,10 (rendah); maka H_{02} ditolak dan H_{12} diterima.

B. Saran

Saran terhadap penelitian dan pengembangan e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI) yang sudah dilakukan yaitu:

1. E-modul perlu dilengkapi dengan tiga jenis instrumen penilaian kinerja pada kegiatan siswa dan laporan, serta kemampuan argumentasi.
2. Penelitian dapat mengkaji hubungan hasil belajar kognitif dengan penilaian kinerja dan kemampuan argumentasi

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. (2016). Fisika Dasar I. *Bandung*, 1–159.

Admoko, S., Artanti, K. P. A. I., Hariyono, E., & Madlazim, M. (2022). *Implementation of the Argument-Driven Inquiry (ADI) Model in Physics Learning of 2012-2021: Bibliometric Analysis*. *International Journal of Current Educational Research*, *1*(2), 121–134. https://doi.org/10.53621/ijocer.v1i2.183

Agung, F. P., Suyanto, S., & Aminatun, T. (2020). *E-Modul* Gerak Refleks Berbasis Pendekatan Kontekstual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, *5*(3), 279. https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i3.13238

Alfarraj, Y. F., Aldahmash, A. H., & Omar, S. H. (2023). Teachers' Perspectives on Teaching Science Through an Argumentation Driven Inquiry Model: A Mixed-methods Study. *Heliyon*, *9*(9), e19739. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19739

Amaliyah, R., Hakim, L., & Lefudin. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis *Problem Based Learning* Untuk Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X Di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*, *6*(1), 65–74. https://doi.org/https://doi.org/10.33369/jkf.6.1.65-74

Amielia, S. D. (2018). *Pengembangan Modul Berbasis Argument*

Driven Inquiry (ADI) pada Materi Sistem Ekskresi untuk Memberdayakan Keterampilan Argumentasi Siswa Kelas XI. Universitas Sebelas Maret.

Amielia, S. D., Suciati, S., & Maridi, M. (2018). Enhancing Students' Argumentation Skill Using an Argument Driven Inquiry-Based Module. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, *12*(3), 464–471. https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i3.8042

Andriani, Y. (2016). Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa Melalui Pembelajaran *Argument Driven Inquiry* Pada Pembelajaran IPA Terpadu Di SMP Kelas VII. *Edusains*, *7*(2). https://doi.org/10.15408/es.v7i2.1578

Arikunto, S. (2018). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* (R. Damayanti (ed.); Edisi III). PT Bumi Aksara.

Ariyansah, D., Hakim, L., & Sulistyowati, R. (2021). Pengembangan *e*-LKPD Praktikum Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *12*(2), 173–181. https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i2.9052

Ayuningtyas, Z. F., Mulyani, S. S., & Sri, R. E. S. (2019). *Effect of Argument Driven Inquiry (ADI) with Problem Solving Method for Student's Argumentation and Critical Thinking Skills Article Info*. *Jise*, *8*(3), 255–263. http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise

Berutu, Y. N., & Ginting, E. M. (2021). Pengembangan E-Modul Berplatform Edmodo Pada Materi Usaha dan Energi di Kelas X Semester II SMA Negeri 7 Medan T.P 2020/2021. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, *8*(3), 50–57.

Branch, R. M. (2009). *Approach, Instructional Design: The ADDIE*. In *Department of Educational Psychology and Instructional Technology University of Georgia* (Vol. 53, Issue 9). Springer New York Dordrecht Heidelberg London. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6_2

Bruner, J. S. (1997). *The Process of Education*. the President and Fellows ofHarvard College.

Chen, H. T., Wang, H. H., Lu, Y. Y., Lin, H. S., & Hong, Z. R. (2016). Using a Modified Argument Driven Inquiry to Promote Elementary School Students' Engagement in Learning Science and Argumentation. *International Journal of Science Education*, *38*(2), 170–191. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1134849

Demircioglu, T., & Ucar, S. (2015). Investigating the Effect of Argument-Driven Inquiry in Laboratory Instruction. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, *15*(1), 267–283. https://doi.org/10.12738/estp.2015.1.2324

Demircioğlu, T., & Uçar, S. (2012). *The Effect of Argument-Driven Inquiry on Pre-Service Science Teachers'' Attitudes and Argumentation Skills. *Procedia - Social and*

Behavioral Sciences, *46*, 5035–5039. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.382

Direktorat Pembinaan SMA. (2010). *Panduan Analisis Butir Soal*. Dinas Pendidikan dan Kebudayaan.

Divena, M. S., Hamdiyati, Y., & Aryani, A. (2021). Effectiveness of Argument Driven Inquiry (ADI) on Students' Concept Mastery and Argumentation Skills in Reproductive System. *Biosfer*, *14*(2), 264–274. https://doi.org/10.21009/biosferjpb.20513

Djoko, S., Pratikto, H., & Rahayu, W. P. (2024). *Modifikasi* Website Google Sites *sebagai Media Pembelajaran pada Materi Pasar Modal*. *10*(2), 888–899. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30998/rdje.v10i2.23669

Grooms, J., Walker, J. P., & Sampson, V. (2010). *Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments : An Exploratory Study*. *Wiley Periodicals, Inc*, 217–257. https://doi.org/10.1002/sce.20421

Gunawan, I., & Palupi, A. R. (2021). Taksonomi Bloom-Revisi Ranah Kognitif: Kerangka Landasan Untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Penilaian. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, *1*, 167–186.

Gusyanti, C., & Sujarwo. (2021). Analisis Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Cybernetics: Journal Educational*

Research and Social Studies, *2*(4), 123–130. https://doi.org/10.51178/cjerss.v2i4.320

Hadiwidodo, S., Taufikurahmah, T., & Tukiran. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kimia Model *Argument Driven Inquiry* Untuk Meningkatkan Keterampilan Argumentasi dan Hasil Belajar Siswa. *Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya*, *7*(1), 1416–1421.

Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change*. *American Journal of Physics*, *2*, 438–335. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22025883%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:ANALYZING+CHANGE/GAIN+SCORES#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Analyzing+change/gain+scores#0

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). Fundamental of Physics (10th ed.). John Wilwy & Sons.

Herman, D. F., Nuha, U., & Ridlo, Z. R. (2025). *Development of Student Worksheets Based on Realistic Mathematics Education to Improve Students'' Argumentation Ability</i>*. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *28*(01), 82–91. https://doi.org/10.20961/paedagogia.v28i1.97940

Itavia. (2017). Pengembangan modul berbasis penemuan terbimbing pada materi fungsi pembangkit. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699.

Kalay, B. A., Subandi, & Budiasih, E. (2017). Efektifitas Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Bentuk dan Kepolaran Molekul. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, *23*(2), 117–125.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul*. Direktorat Pembinaan SMA.

Kementrian Agama RI. (2023). *Al-Qur'an dan Tafsir*. Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. https://lajnah.kemenag.go.id/unduhan/quran-kemenag.html

Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan AJar* (B. S. Fatmawati (ed.)). Bumi Aksara. https://id.scribd.com/document/725672011/Pengembangan-Bahan-Ajar-Dr-E-Kosasih-M-Pd

Kuki, A. D., Agustini, R., & Azizah, U. (2023). Analysis of Effectiveness Argument-Driven Inquiry to Improve Students' Argumentation Skill and Conceptual Understanding. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, *4*(3), 329–342. https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i3.316

Lestari, E., Nulhakim, L., & Suryani, D. I. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis *Flip Pdf Professional* Tema Global Warming Sebagai Sumber Belajar Mandiri Siswa Kelas VII. *PENDIPA Journal of Science Education*, *6*(2), 338–345.

Lumbantobing, S. S. (2023). Penerapan Modul Elektronik

Berbantuan Sigil Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Kesetimbangan Benda Tegar. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *14*(2), 222–230. https://doi.org/10.26877/jp2f.v14i2.16946

Maulida, U. (2022). *Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka*. *5*(2), 130–138. https://stai-binamadani.e-journal.id/Tarbawi

Meika, Suciati, & Karyanto, P. (2016). Pengembangan Modul Berbasis *Inquiry Lesson* Untuk Meningkatkan Dimensi Konten Pada Literasi Sains Materi Sistem Pencernaan Kelas XI. *Jurnal Inkuiri*, *5*(3), 90–103.

Mochsif, N. D. A., Parno, P., & Yuliati, L. (2021). Pengaruh Model *Argument-Driven Inquiry-STEM-EFA* terhadap Peningkatan *Scientific Reasoning Skills* Siswa. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, *6*(12), 1861. https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i12.15160

Najuah, Lukitoyo, P. S., & Wirianti, W. (2020). Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya. In J. Simarmata (Ed.), *Yayasan Kita Menulis*. Yayasan Kita Menulis.

Panis, I. C., Mukin, M. U. J., & Uran, Y. L. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Kearifan Lokal Pada Alat Musik Tradisional Untuk Meningkatan Pemahaman Konsep. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, *6*(1), 50–58.

https://doi.org/10.17977/um038v6i12023p050

Pertiwi, puput agustin, Hasnunidah, N., & Lengkana, D. (2019). *Pengaruh Model Pembelajaran Simayang Berbantuan Peta Konsep Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas …*. *7*(3). http://repository.radenintan.ac.id/8595/1/SKRIPSI_FULL.pdf

Phillips, A. M., Sundstrom, M., Wu, D. G., & Holmes, N. G. (2021). Not Engaging With Problems In The Lab: Students' Navigation of Conflicting Data and Models. *Physical Review Physics Education Research*, *17*(2), 1–24. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020112

Phua, M. P. E., & Tan, A. L. (2018). *Promoting Productive Argumentation Through Students'' Questions</i>. Asia-Pacific Science Education*, *4*(1), 1–24. https://doi.org/10.1186/s41029-018-0020-9

Pujianti, I., Herman, H., & Kaharuddin, K. (2020). Penerapan Model *Argument Driven Inquiry* Dalam Pembelajaran Fisika Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas X MIA SMA Negeri 7 Bone. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, *16*(3), 244. https://doi.org/10.35580/jspf.v16i3.16465

Rakhmawati, A. H., & Ranu, M. E. (2014). Pengembangan Modul Pembelajaran Pada Kompetensi Dasar Mempersiapkan Pertemuan/Rapat kelas XII APK 2 SMKN

1 Surabaya. *Jurnal Administrasi*. http://ejournal.unesa.ac.id/article/12371/55/article.pdf

Ramadannisa, R. F., & Hartina, M. M. (2021). The Design of Web-Based Learning Using Google Sites for Teaching Heat and Temperature Topic. *Jurnal Penelitian Dan Peengembangan Penelitian Fisika*, *7*(2), 107–114. https://doi.org/doi.org/10.21009/1.07202

Rohandi, A. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis* Argument Driven Inquiry *(ADI) Pada Materi Plantae*. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Jati.

Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-Driven Inquiry to Promote the Understanding of Important Concepts and Practices in Biology. *71*(8), 465–472.

Sari, R. A., Musthafa, B., & Yusuf, F. N. (2021). Pembelajaran *Argument Driven Inquiry* Pada Materi Suhu dan Kalor Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, *21*(2), 88–97. https://doi.org/10.17509/jpp.v21i2.37134

Satriya, M. A., & Atun, S. (2024). *The Effect of Argument Driven Inquiry Learning Models on Scientific Argumentation Skills and Higher Order Students on The Topics of Acid Base*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *10*(5), 2663–2673. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i5.6834

Setiawan, A., & Jumadi, J. (2023). Analysis of the Implementation of Argument Driven Inquiry (ADI) in

Students' Argumentation Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(6), 127–133. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.2725

Sevtia, A. F., Taufik, M., & Doyan, A. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis *Google Sites* untuk Meningkatkan Kemampuan Penguasaan Konsep dan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *7*(3), 1167–1173. https://doi.org/10.29303/jipp.v7i3.743

Sholeh, B., Hufad, A., & Fathurrohman, M. (2023). Pemanfaatan E-Modul Interaktif dalam Pembelajaran Mandiri Sesuai Kapasitas Siswa. *Risalah: Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, *9*(2), 2614–3275. https://doi.org/10.31943/jurnal_risalah.v9i2.458.

Steyn, H. S. (2020). *Non-Parametric Tests with Effect Sizes*. *Statistical Consultation Services, North-West University*, 1–54. http://natural-sciences.nwu.ac.za/sites/natural-sciences.nwu.ac.za/files/files/SDK/non-pts.pdf

Subekti, I., & Nuraeni, C. (2024). *Pengembangan Modul Ajar IPAS Terintegrasi Numerasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Bernalar Kritis Siswa Fase C*. *8*(3), 873–904. https://doi.org/10.26811/didaktika.v8i3.1683

Sugianto, Waluya, S. B., Sukestiyarno, Y. L., & Wardono. (2025). *Problem-Based Learning based on Electronic Module: Students'' Mathematical Communication Process*

in terms of Cognitive Style</i>. Educational Process: International Journal, 16. https://doi.org/10.22521/edupij.2025.16.222

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Sugiyono. (2019). *Statistika untuk Penelitian* (30th ed.). Alfabeta.

Sukarso, A. A., Syuzita, A., & Susilawati. (2023). *Effectiveness of Science E-Module Using Argument-Driven Inquiry Models to Improve Students'' Generic Science, Critical Thinking and Scientific Argumentation Abilities*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(12), 11576–11581. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.6279

Susilawati, S., Pramusinta, P., & Saptaningrum, E. (2020). Penguasaan Konsep Siswa Melalui Sumber Belajar E-Modul Gerak Lurus Dengan Software Flipbook Maker. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, *9*(1), 36–43. https://doi.org/10.15294/upej.v9i1.38279

Susilawati, Syuzita, A., & Sukarso, A. A. (2023). *Practicality of Science E-Module with the Argument-Driven Inquiry Model to Improve the 21st Century Abilities Students*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(11), 10259–10263. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5682 ©

Syuzita, A., Susilawati, S., & Sukarso, A. (2023). *Validation of E-Module Based on Argument-Driven Inquiry using 3D Page Flip Professional to Improve Students'' Generic Science,*

Critical Thinking and Scientific Argumentation Abilities. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(8), 6272–6277. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4947

Tampubolon, M. L. V., & Sipahutar, H. (2024). *Development of project-based modules to improve learning outcomes, critical thinking and problem-solving skills*. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, *10*(2), 531–541. https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i2.32958

Wahab, R., Saprudin, S., & Achmad, R. (2023). E-Modul Interaktif Materi Kalor untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, *4*(1), 33–38. https://doi.org/10.31851/luminous.v4i1.10967

Wulandari, D., Maison, M., & Dwi, A. K. (2023). Identifikasi Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berargumentasi Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Mipa*, *13*(1), 93–99. https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.817

Wuryaningrum, R. (2022). *Implication of Probing and Prompting Questions for Argumentation Writing Skills*. *European Journal of Education and Pedagogy*, *3*(6), 45–49. https://doi.org/10.24018/ejedu.2022.3.6.473

Yulisa, Hakim, L., & Lia, L. (2020). Pengaruh Video Pembelajaran Fisika Terhadap Pemahaman Konsep Siswa SMP. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, *1*(1), 37–44. https://doi.org/10.31851/luminous.v1i1.3445

Yuniar, F., Sukarmin, S., & Wahyuningsih, D. (2021). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Fluida Statis Kelas XI SMA. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, *11*(1), 48. https://doi.org/10.20961/jmpf.v11i1.47928

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pra-riset

Nilai Sumatif Kelas XI SMAN 2 Semarang

Nomor	XI-1	XI-3
1	37	49
2	70	77
3	73	83
4	96	34
5	39	46
6	91	52
7	34	34
8	26	86
9	86	54
10	56	34
11	-	44
12	86	33
13	20	80
14	37	34
15	38	43
16	29	75
17	59	71
18	94	51
19	91	51
20	70	52
21	23	52
22	86	33
23	50	44
24	87	48
25	91	86
26	75	65
27	40	60
28	42	52
29	51	48
30	22	-
31	48	81
32	30	47
33	23	76
34	24	40
35	38	75
36	34	91
Mean	54,17143	56.6
>78	26/35	29/35

Hasil Wawancara Pra-Riset

A. Tujuan
   1. Untuk mengetahui masalah yang dihadapi guru dalam menggunakan bahan ajar
   2. Untuk mengetahui kebutuhan akan bahan ajar yang menunjang pembelajaran

B. Waktu Pelaksanaan

Waktu	:	Agustus s.d. Oktober 2024
Tempat	:	SMAN 2 Semarang
Jenis Wawancara	:	Terbuka

C. Responden
   1. Sumarno, M.Pd.; sebagai guru fisika

D. Hasil Wawancara dan Angket Awal
   1. Bagaimana tingkat pemahaman konsep fisika siswa yang sudah tercapai?

      Jawaban: dalam pembelajaran ada sesi latihan soal yang dilakukan secara bergilir. Tujuannya agar yang aktif menjawab merata. Walaupun tidak setiap pertemuan siswa maju ke depan untuk menuliskan jawabnnya. Kesulitan dalam prakteknya dikarenakan matematika dasar siswa masih rendah, jadi perlu waktu lebih dalam mengerjakan.tujuan pembelajaran mencapai level aplikasi dan analisis. Siswa tidak hanya disuruh menghafal rumus tetapi cara mendapatkan persamaan fisikanya. Namun dikarenakan matematika dasar atau materi fisika yang terhubung dengan materi yang dipelajari tidak dikuasai oleh siswa. Akibatnya siswa tidak memahami, akhirnya hanya menuliskan saja apa yang terdapat di papan tulis.

2. Bagaimana penggunaan bahan ajar di dalam pembelajaran?
   Jawaban: ada dua bahan ajar yang difasilitasi sekolah yaitu buku cetak dan Modul Belajar Praktis, tetapi keduanya dibatasi. Jika buku paket bisa baca diperpustakaan, tetapi karena waktu istirahat banyak dimanfaatkan untuk makan dan ibadah, sehingga siswa tidak sempat membaca. Kemudian Modul Belajar Praktis dapat dibeli oleh siswa disediakan oleh sekolah tetapi bukan sebuah kewajiban. Namun dikarenakan Modul Belajar Praktis ini produk cepat jadi atau tidak valid, sehingga guru enggan menggunakannya. Jadi penggunaan sebagai bahan bacaan siswa saja bagi yang mau membelinya.
3. Apakah pernah menggunakan modul ajar berbasis *Argumen Driven Inquiry* (ADI)?
   Jawaban: belum pernah
4. Bagaimana tingkat keberhasilan pembelajaran pada materi fisika semester genap?
   Jawaban: Asas Black merupakan salah satu bahasan materi kalor yang belum terdapat kegiatan siswa yang kontekstual terhadap konsep fisika. Hal ini mengakibatkan siswa yang telah memperoleh materi tersebut belum memahami konsep fisika jika diaplikasikan pada permasalahan dalam bentuk latihan soal. Permasalahan tersebut didukung dengan pernyataan guru fisika yang mengungkapkan bahwa materi kalor menjadi urutan ketiga dalam penerapan pembelajaran

yang tidak maksimal. Hal ini dikarenakan belum terdapat simulasi fisika yang dapat membantu menguatkan pemahaman siswa. Kemapuan argumentasi siswa digali oleh guru melalui presentasi berupa pemaparan solusi dan menanggapi pertanyaan. Tingkatan argumentasi berupa klaim, bukti, tanggapan, dan sanggahan belum dilakukan secara terstruktur.

5. Bagaimana kemampuan argumentasi siswa kelas XI?
   Jawaban: Kemapuan argumentasi siswa digali oleh guru melalui presentasi berupa pemaparan solusi dan menanggapi pertanyaan. Tingkatan argumentasi berupa klaim, bukti, tanggapan, dan sanggahan belum dilakukan secara terstruktur.

Lampiran 2 Produk E-modul

Link website :

Link APK :

Lampiran 3 Penunjukkan Dosen Pembimbing

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl.Prof.Dr.Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
Telp/Fax. (024) 76433366, Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B-8455/Un.10.8/J.6/DA.04.01/11/2023 21 November 2023
Lamp :
Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:
1. Agus Sudarmanto , M.Si
2. Qisthi Fariyani

Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan hormat kami sampaikan, Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Fisika, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama:

Nama : Hardi
NIM : 2108066016
Judul : **Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Argumen Driven Inquiry* untuk Meningkatkan Minat Belajar dan Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Usaha dan Energi Kelas X**

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Dekan,
Ka. Prodi Pendidikan Fisika

Yoko Budi Poernomo, M.Pd
197602142008011011

Tembusan Yth.
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 4 Surat Permohonan Izin Riset



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

Nomor : B.3278/Un.10.8/K/SP.01.08/04/2025 Semarang, 21 April 2025
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 2 Semarang
Jl. Sendangguwo Baru I No.1, Gemah, Kec. Pedurungan
Kota Semarang, Jawa Tengah 50191
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Hardi
NIM : 2108066016
Jurusan : PENDIDIKAN FISIKA
Judul : Pengembangan E-modul Berbasis Argument Driven Inquiry untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Kalor Kelas XI
Semester : VIII (Delapan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 30 April 2025 s.d. 23 Mei 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan
Kabag. Tata Usaha,

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

Tembusan Yth.

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

Cp Hardi : 081325168411

Lampiran 5 Surat Permohonan Validator



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITASISLAMNEGERIWALISONGOSEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
alamat:Jl.Prof.Dr.HamkaKm.1Semarang50185
E-mail:fst@walisongo.ac.id.Web:Http://fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.3397/Un.10.8/D/SP.01.06/04/2025
Lamp : -
Hal :Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.
1. Sumarno, M.Pd.
Validator Praktisi
(Guru Fisika SMAN 2 Semarang)
ditempat.

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

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

Nama	:	**Hardi**
NIM	:	2108066016
Program Studi	:	PENDIDIKAN FISIKA
Fakultas	:	Sains dan Teknologi UINWalisongo
Judul	:	PengembanganE-modulBerbasisArgumentDriven InquiryuntukMeningkatkanPemahamanKonsepFisika pada Materi Kalor Kelas XI

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

Wassalamu'alaikumWr.Wb.

Semarang,24 April 2025
Ketua Prodi

Evi Dahliatur Anwar,M.Si.
NIP.197907262009121002

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.4967/Un.10.8/D/SP.01.06/06/2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.
1. Rida Her Septianingrum S.Pd., M.Sc.
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN FISIKA FST UIN Walisongo)
2. Edi Daenuri Anwar, M.Si.
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN FISIKA FST UIN Walisongo)
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama	:	**Hardi**
NIM	:	2108066016
Program Studi	:	PENDIDIKAN FISIKA
Fakultas	:	Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	:	Pengembangan E-modul Berbasis Argument Driven Inquiry untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Kalor Kelas XI

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 05 Juni 2025
an. Dekan,
Ketua Prodi.,

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

Dipindai dengan CamScanner

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.3909/Un.10.8/D/SP.01.06/05/2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.
1. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN FISIKA FST UIN Walisongo)
2. Susilawati, M.Pd.
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN FISIKA FST UIN Walisongo)
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama	:	**Hardi**
NIM	:	2108066016
Program Studi	:	PENDIDIKAN FISIKA
Fakultas	:	Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	:	Pengembangan E-modul Berbasis Argument Driven Inquiry untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Kalor Kelas XI

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 07 Mei 2025
an. Dekan,
Ketua Prodi.,

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

keterangan A01

Lampiran 6 Daftar Responden Uji Coba Instrumen

No	Nama	Kode	No	Nama	Kode
1	Abhinaya Davin Gastiadirrijal	C1	19	Loveva Desma Bunga Nirwana	C19
2	Alifia Dzikrina	C2	20	Madina Najma Syah Rizan	C20
3	Amelia Fitri Wijayanti	C3	21	Muhammad Argha Asfandiar	C21
4	Annisa Almira Tsabita	C4	22		
5			23	Muhammad Syahreza Al Anshori	C23
6	Ardany Rafaliza Akbar	C6	24	Nabilu Fahmi	C24
7	Ardya Pramesti	C7	25	Nayla Syauqina Asmar	C25
8	Athaya Hanan Nabila Putri	C8	26	Putri Citra Mutiara	C26
9	Atika Rizky Fadhila	C9	27	Queen Fathimah Zahra	C27
10	Bagas Sandy Saputra	C10	28	Rafa Andhika Pratama	C28
11	Daffa Mahardika Masloman	C11	29		
12	Erly Fiyani	C12	30	Raka Arsya Kusuma	C30
13	Fahmi Ridho	C13	31		
14	Fakhri Febrilian Khalid	C14	32	Rizal Wahid Saputra	C32
15	Hilal Mosses Putra	C15	33	Salsabila Abhista	C33
16	Jelita Kurnia Ramadhani	C16	34	Shafa Putra Surya Ramadhan	C34
17	Kayla Arthalita Setiadi	C17	35	Sharon Farrin Al Faiza	C35
18	Keisha Zachary Puspaningtyas	C18	36	Xaviera Fidela Putri Irawan	C36

Lampiran 7 Daftar Siswa Kelas Kontrol

No	Nama	Kode	No	Nama	Kode
1	Afiqabita Anjarin	B1	19	Mochamad Kenza Rayyan Pratama	B19
2	Alya Amita Salsabila	B2	20		
3	Ananda Febrian Putra	B3	21		
4	Andini Fidilla Syafitri	B4	22	Nayla Alifta Darmaliana	B22
5	Andreas Umbu Zesi Milla Kailomiki	B5	23	Nisya Bernita	B23
6	Anindhita Aulia Putri Agwina	B6	24		
7	Arinda Nurdina Lathifah	B7	25	Rachmad Adi Saputra	B25
8	Audi Safridya	B8	26	Rahmah Dea Nurlaila	B26
9	Bernadette Cailyn Octavia	B9	27		
10	Caecartivo Pungkas Adyaksa	B10	28	Raissa Nava Ainun Mahya	B28
11	Cantika Dyah Ayu Putri	B11	29	Rara Clarisa Dewi	B29
12	Felix Anwar Ibrahim	B12	30	Rasyid Arfian Hakim	B30
13	Firdaus Andrea Kurniawan	B13	31	Samuel Harvest Putera Nalle	B31
14	Fridliastama Fico Adipramana	B14	32	Talitha Kanza Zahira	B32
15	Indra Surya Pratama	B15	33	Tethanea Keyza Variska Agshe Putri Kamil	B33
16	Ival Candra Arjuna	B16	34	Tsabita Nur Aunieke Kamil	B34
17	Khaqla Rachel Anggraeny	B17	35	Wiwin Juliani	B35
18	Manika Aurellia Casugraha Marva	B18	36	Yohanes Reno Oktavianus	B36

Lampiran 8 Daftar Siswa Kelas Eksperimen

No	Nama	Kode	No	Nama	Kode
1	Andhika Mahesa Pratama	A1	19	Lathifatul Hasna	A19
2	Angel Felicia Christy	A2	20	Leonia Bella Alyaputri	A20
3	Anindya Kanalita Ariffianto	A3	21	Maulana Alief Adriansyah	A21
4	Annida Augistya	A4	22		
5	Arzidan Krisna Sandi	A5	23	Muhammad Daffa Fakhridzal	A23
6	Aurielle Winna Zalene	A6	24	Muhammad Ghani Gunawan	A24
7	Azka Fairuz Janan	A7	25	Muhammad Rajendra Arkazora M.	A25
8	Bagoes Surya Aditiya Pratama	A8	26	Mutiara Aisya Balqis	A26
9	Carrisa Ardian Naraya	A9	27	Nadine Bianca Gisella Tambunan	A27
10	Damar Fadhlurochman Islami Octa	A10	28		
11			29	Rahma Intan Safitri	A29
12	Eka Bagus Prabowo	A12	30	Rico Bangit Wicaksana	A30
13	Helmy Faqih Prajanto	A13	31	Rifky Maulana	A31
14	Hizkia	A14	32	Sefira Intan Oktavioni	A32
15	Ibnu Abyyasa	A15	33	Tegar Rio Fadela	A33
16	Ilham Akbar	A16	34	Tiara Clara	A34
17	Keisha Aulia Ramadhany	A17	35		
18	Kirani Adya Arrizki	A18	36	Yogi Tara Anastasia	A36

Lampiran 9 Instrumen Soal Uji Coba

KISI-KISI INSTRUMEN TES

Satuan Pendidikan	: SMA	Materi	: Kalor
Mata Pelajaran	: Fisika	Bentuk Soal	: Pilihan Ganda
Kelas/Semester	: XI/Genap	Jumlah Soal	: 45 Butir Soal

A. Capaian Pembelajaran

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

B. Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran pada materi kalor terdiri atas empat yaitu sebagai berikut:

1. Menguraikan suhu dan konversinya
2. Menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat
3. Menguraikan pemuaian materi
4. Membedakan jenis perpindahan kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi pada materi kalor terdiri atas empat yaitu sebagai berikut:

1. Siswa dapat menguraikan suhu dan konversinya
2. Siswa dapat menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat
3. Siswa dapat menguraikan pemuaian materi
4. Siswa dapat membedakan jenis perpindahan kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

D. Indikator Pemahaman Konsep

Indikator pemahaman konsep pada soal ujicoba materi kalor terdiri atas tujuh yaitu sebagai berikut:

1. Menyatakan ulang sebuah konsep (K1)
2. Mengklasifikasikan sebuah objek-objek menurut sifat-sifat tertentu (K2)
3. Memberikan contoh dan bukan contoh dari sebuah konsep (K3)
4. Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis (K4)
5. Mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup dari suatu konsep (K5)
6. Menggunakan dan memanfaatkanserta memilih prosedur (K6)
7. Mengaplikasikan konsep pada pemecahan masalah (K7)

E. Persebaran Butir Soal

Persebaran butir soal pada soal uji coba materi kalor yaitu sebagai berikut:

No.	Sub Materi	Indikator Pencapaian Kompetensi	Level Kognitif	Nomor Soal	Indikator Pemahaman Konsep
1.	Suhu	Siswa dapat menguraikan suhu dan konversinya	C1	1 & 2	K1
			C2	3	K2
			C4	4 & 5	K3
			C3	6 & 7	K4
			C5	8	K5
			C4	9 & 10	K6
			C6	11	K7
2.	Asas Black	Siswa dapat menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat	C1	12	K1
			C2	13 & 14	K2
			C4	15 & 16	K3
			C3	17 & 18	K4
			C5	19	K5
			C4	20 & 21	K6
			C6	22	K7
3.	Pemuaian materi	Siswa dapat menguraikan pemuaian materi	C1	23	K1
			C2	24	K2
			C4	25 & 26	K3
			C3	27 & 28	K4
			C5	29 & 30	K5
			C4	31 & 32	K6
			C6	33	K7
4.	Perpindahan kalor	Siswa dapat membedakan jenis perpindahan kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	C1	34	K1
			C1	35 & 36	K2
			C2	37 & 38	K3
			C3	39 & 40	K4
			C2	41	K5
			C4	42 & 43	K6
			C6	44 & 45	K7

KARTU SOAL MATERI KALOR

Jenjang Pendidikan : SMA
Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Kalor
Jenis Soal : Pilihan Ganda

KARTU SOAL MATERI KALOR Jenjang Pendidikan : SMA Mata Pelajaran : Fisika Materi Pokok : Kalor Jenis Soal : Pilihan Ganda			
Sub Materi: Suhu			
Indikator Pencapaian Kompetensi: Siswa dapat menguraikan suhu dan konversinya	1. Besaran yang menyatakan tingkatan panas atau dingin suatu zat disebut.... A. kalor B. kalor jenis C. kapasitas kalor D. skala suhu E. suhu	Kunci jawaban: E Pembahasan: Suhu merupakan besaran yang menyatakan tingkatan panas atau dingin dingin suatu zat	**Aspek kognitif:** C1 **Indikator Pemahaman Konsep:** K1
	2. Satuan suhu dalam SI yaitu.... A. reamur B. kelvin C. farenheit D. joule E. celcius	Kunci jawaban: B Pembahasan: Satuan suhu dalam SI: Kelvin	
	3. Perhatikan pernyataan berikut! 1) Suhu 100°C setara dengan 122°F 2) Skala kelvin tidak memiliki nilai negatif 3) Suhu 0°C merupakan titik didih air 4) 273K setara dengan 0°C Pernyataan yang menunjukkan klasifikasi skala suhu berdasarkan karakteristiknya ditunjukkan oleh nomor.... A. 1 dan 2	Kunci jawaban: D Pembahasan: 1) Suhu 100°C setara dengan 122°F (salah) Perbaikan: Suhu 100°C setara dengan 212°F 2) Skala kelvin tidak memiliki nilai negatif (benar)	**Aspek kognitif:** C2 **Indikator Pemahaman Konsep:** K2

	B. 1 dan 3 C. 2 dan 3 D. 2 dan 4 E. 3 dan 4	3) Suhu 0℃ merupakan titik didih air (salah) Perbaikan: Suhu 0℃ merupakan titik beku air 4) 273K setara dengan 0℃ (benar)	
	4. Kutub selatan memiliki suhu yang sangat rendah mencapai -60°C, pemilihan skala suhu menjadi penting saat akan melakukan pegukuran. Pertimbangan yang paling tepat dalam memilih skala suhu untuk kondisi seperti itu adalah menggunakan skala…. A. Fahrenheit karena memiliki skala yang lebih besar antara titik beku dan titik didih air B. Fahrenheit karena banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari C. Kelvin karena tidak memiliki bilangan negatif dan cocok untuk suhu ekstrem D. Reamur karena skalanya lebih kecil dari celsius E. Kelvin karena lebih mudah dikonversi ke Reamur	Kunci jawaban: C Pembahasan: Karena suhu di Kutub Selatan bisa sangat rendah (hingga -60°C), maka skala suhu yang paling cocok adalah skala Kelvin, karena: • Tidak ada bilangan negatif, • Lebih akurat dalam pengukuran suhu rendah, • Digunakan secara luas dalam konteks ilmiah.	**Aspek kognitif:** C4 **Indikator Pemahaman Konsep:** K4
	5. Seorang siswa melakukan pengukuran suhu menggunakan termometer. Prosedur yang siswa lakukan yaitu mengukur suhu air yang baru mendidih dengan termometer yang digunakan untuk mengukur suhu ruangan. Pengukuran yang tepat akan terjadi pada penggunaan… A. termometer raksa pada suhu ruangan karena raksa tidak mengalir dengan baik pada suhu rendah B. termometer alkohol untuk air mendidih karena alkohol memiliki titik didih yang tinggi C. termometer digital untuk air mendidih karena suhu digital tidak akurat pada suhu tinggi D. termometer skala celsius pada air mendidih	Kunci jawaban: A Pembahasan: Raksa kurang responsif di suhu rendah karena viskositasnya tinggi dan bisa membeku di bawah -38,8°C. Namun, sangat cocok untuk pengukuran suhu ruangan karena stabil, akurat, dan tidak menguap seperti alkohol.	

	karena skala celsius tidak sesuai untuk suhu panas E. termometer skala Farenheit karena memiliki panjang skala yang besar antara titik beku dan didih		
	6. Suatu zat diukur dengan termometer skala celcius sebesar 40℃. Jika zat tersebut diukur dengan termometer skala farenheit maka bernilai.... A. 72℉ B. 88℉ C. 104℉ D. 120℉ E. 140℉	Kunci jawaban: C Pembahasan: $T_F = \frac{9}{5}T_c + 32$ $T_F = \frac{9}{5}(40) + 32$ $T_F = 104 + 32$ $T_F = 104℉$	**Aspek kognitif:** C3 **Indikator Pemahaman Konsep:** K4
	7. Suhu ruangan kelas sebesar 30℃, jika suhu ruangan tersebut diukur menggunakan skala kelvin maka bernilai.... A. 273 K B. 288 K C. 300 K D. 303 K E. 330 K	Kunci jawaban: B Pembahasan: $T_K = T_C + 273$ $T_K = 30 + 273$ $T_K = 303K$	
	8. Skala Celsius dan Fahrenheit memerlukan data titik beku dan titik didih air dalam kedua skala untuk menentukan hubungan antara skala. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa .... A. data titik beku sebagai batas atas dan titik didih sebagai batas bawah untuk menurunkan rumus konversi B. hubungan antar skala ditentukan oleh dua titik tetap yang diketahui dalam kedua skala C. rumus konversi diperoleh dari data selisih data titik beku dan didih kedua skala D. perbandingan data titik beku dan didih kedua skala menunjukan hubungan antar skala E. perbedaan kenaikan suhu per derajat	Kunci jawaban: B Pembahasan: Untuk menentukan hubungan antara dua skala suhu seperti Celsius (°C) dan Fahrenheit (°F), kita perlu dua titik tetap yang diketahui dalam kedua skala, yaitu: • Titik beku air: ○ 0°C = 32°F • Titik didih air: ○ 100°C = 212°F	**Aspek kognitif:** C5 **Indikator Pemahaman Konsep:** K5

	bergantung pada hubungan antara dua skala		
	9. Diketahui dua skala suhu, skala A dan skala B, memiliki batas bawah sama, yaitu nol. Namun titik didih air berbeda: 1) Skala A: titik didih air = 100° 2) Skala B: titik didih air = 80° Jika suhu suatu benda adalah 40°A, maka suhu benda tersebut dalam skala B adalah…. A. 32°B B. 40°B C. 44°B D. 60°B E. 120°B	Kunci jawaban: A Pembahasan: Menentukan rumus konversi suhu $\frac{T_A-A_B}{A_A-A_B} = \frac{T_B-B_B}{B_A-B_B}$ $\frac{T_A-0}{100-0} = \frac{T_B-0}{80-0}$ $\frac{T_A}{100} = \frac{T_B}{80}$ Menentukan suhu 50°A dalam Skala B $\frac{40}{100} = \frac{T_B}{80}$ $0{,}4 = \frac{T_B}{80}$ $T_B = 32$	**Aspek kognitif:** C4 **Indikator Pemahaman Konsep:** K6
	10. Dua skala suhu, skala C dan skala D, memiliki titik didih air sama, yaitu 100°. Namun titik beku air berbeda: 1) Skala C: titik beku = 0° 2) Skala D: titik beku = -10° Jika suhu suatu benda adalah 40°C, maka suhu benda tersebut dalam skala D adalah … A. 30°D B. 34°D C. 40°D D. 60°D E. 140°D	Kunci jawaban: B Pembahasan: Menentukan rumus konversi suhu $\frac{T_A-A_B}{A_A-A_B} = \frac{T_B-B_B}{B_A-B_B}$ $\frac{T_A-0}{100-0} = \frac{T_B-(-10)}{100-(-10)}$ $\frac{T_A}{100} = \frac{T_B+10}{110}$ Menentukan suhu 50°A dalam Skala B $\frac{40}{100} = \frac{T_B+10}{110}$ $0{,}4 = \frac{T_B+10}{110}$ $T_B = 44 - 10 = 34$	
	11. Seorang siswa ingin membuat termometer sederhana untuk eksperimen suhu di laboratorium sekolah. Prosedur berikut ini yang paling efektif dan akurat untuk menghasilkan alat ukur suhu yang bekerja dengan baik yaitu.... A. mengisi tabung kapiler dengan raksa cair dan menentukan suhu dari perubahan panjang kolom raksa. B. menggunakan bilah bimetal pipih dan menilai	Kunci jawaban: E Pembahasan: Alkohol dipilih karena mudah mengembang dan menyusut saat suhu berubah, serta diberi warna agar perubahan volumenya terlihat jelas. Penutup plastisin menjaga agar tidak ada udara masuk atau alkohol menguap, sehingga hasil pengukuran lebih stabil. A salah ➔ Raksa berbahaya untuk siswa	**Aspek kognitif:** C6 **Indikator Pemahaman Konsep:** K7

	B. air menyerap kalor dari es dan proses pemanasan, sehingga sulit dipanaskan C. air hanya bisa menerima kalor jika suhunya sama dengan es D. es menyerap kalor dari air untuk melebur sebelum suhu air bisa naik E. es dan air tidak saling menyerap kalor selama proses pemanasan	Setelah seluruh es mencair, barulah suhu air dapat meningkat. Jadi, es menyerap kalor dari air dan pemanas untuk melebur sebelum suhu campuran naik.	K2
14.	Jika uap air mengenai tutup panci saat merebus dapat kembali menjadi air dikarenakan.... A. suhu di tutup panci jauh lebih tinggi B. tutup panci menyerap kalor C. kalor merubah wujud zat uap air D. suhu molekul uap air rendah E. kalor diserap uap air	Kunci jawaban: B Pembahasan: kalor dilepaskan oleh uap dan diserap oleh benda yang lebih dingin. Maka, uap air kembali menjadi tetesan air di tutup panci.	
15.	Siswa mencampurkan air panas dengan air dingin dalam suatu wadah yang terisolasi. Air panas memiliki suhu yang jauh lebih tinggi daripada air dingin, dan massa air dingin lebih besar daripada air panas. Analisis yang benar mengenai karakteristik suhu akhir campuran yaitu.... A. suhu akhir campuran mendekati suhu air panas karena air panas memiliki suhu yang lebih tinggi B. suhu akhir campuran lebih rendah dari suhu air dingin karena massa air panas jauh lebih kecil C. suhu akhir campuran akan berada di tengah-tengah suhu kedua air, karena kalor akan terdistribusi secara merata D. suhu akhir campuran akan lebih mendekati suhu air dingin karena air dingin memiliki massa yang lebih besar. E. suhu akhir campuran akan sama dengan suhu awal air dingin, karena massa air panas lebih kecil daripada air dingin	Kunci jawaban: D Pembahasan: suhu akhir dari campuran dipengaruhi oleh perbedaan massa dan suhu, tanpa memberikan data spesifik untuk menghitungnya. Penerapan dari prinsip kesetimbangan kalor, yang menyatakan bahwa kalor yang diberikan oleh air panas akan diserap oleh air dingin hingga tercapai suhu kesetimbangan. Suhu akhir tidak akan lebih mendekati suhu air panas jika air dingin memiliki massa yang lebih besar.	**Aspek kognitif:** C4 **Indikator Pemahaman Konsep:** K3
16.	Perhatikan Pernyataan berikut!	Kunci jawaban: A	

	suhu dari derajat pembengkokan bilah. C. mengisi tabung kaca dengan nitrogen cair, pasang manometer untuk mengukur tekanan gas yang dihasilkan agar diperoleh hubungan tekanan dan suhu D. hubungkan sensor suhu/thermistor dengan pin input mikrokontroler yang akan mengubah resistansi thermistor menjadi sinyal yang bisa dibaca. E. mengisi botol dengan alkohol berwarna, menutup rapat dengan plastisin, dan membuat skala berdasarkan pemanasan dan pendinginan	biasa dan sulit dipakai tanpa alat laboratorium khusus. B salah ➔ Bimetal digunakan di termostat, bukan untuk buat termometer cairan sederhana. C kurang tepat ➔ Gas nitrogen lebih tepat jika mengukur di bawah suhu -196°C D kurang tepat ➔ ini prinsip termometer digital yang membutuhkan mikrokontoler.	
Sub Materi: Asas Black			
Indikator Pencapaian Kompetensi: Siswa dapat menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat	12. Pernyataan di bawah ini yang sesuai dengan konsep asas Black yaitu.... A. kalor hanya dapat berpindah jika ada perubahan wujud zat B. kalor dapat berpindah dari benda bersuhu rendah ke tinggi C. kalor yang dilepas oleh suatu benda sama dengan kalor yang diterima benda lain D. kalor yang dilepas benda akan membuat suhu naik E. kalor yang diterima benda akan membuat suhu benda turun	Kunci jawaban: C Pembahasan: - Kalor dapat berpindah dan mengubah wujud zat - Kalor dapat berpindah dari benda bersuhu tinggi ke rendah - Kalor yang dilepas oleh suatu benda sama dengan kalor yang diterima benda lain (benar) - Kalor yang dilepas benda akan membuat suhu turun - Kalor yang diterima benda akan membuat suhu benda naik	**Aspek kognitif:** C1 **Indikator Pemahaman Konsep:** K1
	13. Ketika memanaskan air yang dicampur dengan es batu, suhu air tidak langsung mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan.... A. es melepaskan kalor yang menghambat pemanasan air	Kunci jawaban: D Pembahasan: Menurut Asas Black, kalor yang diterima es digunakan untuk mengubah wujudnya tanpa menaikkan suhu.	**Aspek kognitif:** C2 **Indikator Pemahaman Konsep:**

	1) Kalor yang dilepaskan menyebabkan suhu benda menurun 2) Air berubah menjadi uap karena menerima kalor tanpa adanya perubahan suhu 3) Kalor yang diserap oleh air panas sama dengan kalor yang dilepaskan air dingin jika dicampurkan 4) Es akan mencair karena melepaskan kalor Pernyataan yang menunjukkan contoh dari asas Black yang benar yaitu.... A. 1 dan 2 B. 1 dan 3 C. 2 dan 3 D. 2 dan 4 E. 3 dan 4	Pembahasan: 1) benar 2) benar 3) salah seharusnya kalor yang dilepaskan air panas sama dengan kalor yang diserap oleh air dingin jika dicampurkan 4) salah seharusnya es akan mencair karena menerima kalor	
	17. Air yang bermassa 100 gram bersuhu 60°C dicampurkan dengan air yang bermassa 0,2 kg bersuhu 30°C dalam wadah tertutup yang tidak menyerap kalor. Jika kalor jenis air sebesar $4{,}2\ J/g°C$, maka suhu campuran akhir air tersebut yaitu bernilai.... A. 35°C B. 40°C C. 45°C D. 50°C E. 55°C	Kunci jawaban: B Pembahasan: Mencari T_a menggunakan persamaan asas black $Q_{lepas} = Q_{serap}$ $m_A c_A \Delta T = m_B c_B \Delta T$ $(100)(4{,}2)(60 - T_a) = (200)(4{,}2)(T_{akhir} - 30)$ $100(60 - T_a) = 200(T_a - 30)$ $6000 - 100T_a = 200T_a - 6000$ $12000 = 300T_a$ $T_a = 40°C$	**Aspek kognitif:** C3 **Indikator Pemahaman Konsep:** K4
	18. Zat cair A yang bermassa 150 gram bersuhu 70°C dicampurkan dengan zat cair B yang bermassa 0,1 kg bersuhu 30°C di dalam kalorimeter. Jika kalorimeter menyerap kalor sebesar 6000J dan kalor jenis zat cair A sama dengan zat cair B sebesar $4{,}2\ J/g°C$, maka suhu campuran akhir air tersebut yaitu bernilai.... A. 44°C	Kunci jawaban: C Pembahasan: Mencari T_a menggunakan persamaan asas black $Q_{lepas} = Q_{serap}$ $m_A c_A \Delta T = m_B c_B \Delta T + Q_k$	

	B. 46℃ C. 48℃ D. 50℃ E. 52℃	$(150)(4,2)(70-T_a)$ $= (100)(4,2)(T_{akhir}$ $-30)$ $630(60-T_a) = 420(T_a-30)+6000$ $44100-630T_a = 420T_a-6600$ $50700 = 1050T_a$ $T_a = 48℃$	
	19. Perhatikan pernyataan berikut! 1) kalor dapat berpindah dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi 2) massa benda akan mempengaruhi nilai kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 3) kalor tidak dapat merubah wujud benda 4) kalor dapat merubah wujud benda tanpa adanya perubahan suhu 5) semakin besar kalor yang diterima, maka suhu benda tersebut semakin tinggi Pilihlah pernyataan diatas yang benar yaitu.... A. 1, 3, 4 B. 1, 3, 5 C. 1, 4, 5 D. 2, 3, 5 E. 2, 4, 5	Kunci jawaban: E Pembahasan: 1: Salah → Kalor selalu berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah, bukan sebaliknya. 2: Benar → Semakin besar massa benda, semakin banyak kalor yang diperlukan untuk menaikkan atau menurunkan suhu benda tersebut. 3: Salah → Kalor justru berperan penting dalam mengubah wujud benda (misalnya es mencair atau air mendidih). 4: Benar → Saat perubahan wujud (misalnya mencair atau mendidih), suhu tidak berubah meskipun kalor ditambahkan. 5: Benar → Umumnya, semakin banyak kalor yang diterima benda, maka suhu benda tersebut semakin meningkat, kecuali saat perubahan wujud.	**Aspek kognitif:** C5 **Indikator Pemahaman Konsep:** K5
	20. Sebongkah es dengan massa 50 g pada suhu -1°C dimasukkan ke dalam 200 g air pada suhu 30°C dalam sebuah kalorimeter. Nilai kalor yang dilepaskan air, jika kalor lebur 334J/g dan kalor jenis air 4,2J/g°C yaitu.... A. 525J B. 5250J C. 5775J D. 16700J	Kunci jawaban: E Pembahasan: Memanaskan es dari suhu $-1℃$ menjadi es bersuhu 0℃ $Q_1 = m_{es}c_{es}\Delta T_1$ $= (50)(2,1)(0-(-1)) = 525J$ Meleburkan es pada suhu 0℃ $Q_2 = m_{es}L = (50)(334)$ $= 16700J$	**Aspek kognitif:** C4 **Indikator Pemahaman Konsep:** K6

	E. 22475J	Memanaskan air dari suhu 0°C menjadi suhu 25°C $Q_3 = m_{air} c_{air} \Delta T_2$ $(50)(4{,}2)(25-0) = 5250J$ Kalor total $Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3$ $Q_{total} = 525 + 16700 + 5250$ $Q_{total} = 22475J$	
	21. Sebanyak 10 g air pada suhu 80°C dipanaskan hingga mendidih dan seluruh air berubah menjadi uap air pada suhu tetap. Jika kalor uap air 2260 J/g, maka besar kalor yang diserap untuk menguapkan seluruh air tersebut yaitu.... A. 840J B. 3100J C. 21760J D. 22600J E. 23440J	Kunci jawaban: E Pembahasan: Memanaskan es dari suhu 80°C menjadi air bersuhu 100°C $Q_1 = m_a c_a \Delta T_1$ $= (10)(4{,}2)(0-(80)) = 840J$ Meleburkan es pada suhu 0°C $Q_2 = m_a U = (10)(2260)$ $= 22600J$ Kalor total $Q_{total} = Q_1 + Q_2$ $Q_{total} = 840 + 22600$ $Q_{total} = 23440J$	
	22. Siswa diminta menciptakan solusi untuk menjaga suhu air tetap hangat selama perjalanan 2 jam tanpa alat pemanas. Berdasarkan konsep asas Black, solusi yang sesuai yaitu.... A. menggunakan wadah logam terbuka agar panas bisa keluar perlahan B. menaruh air dalam wadah terbuka lalu sering diaduk agar suhu merata C. menggunakan termos dengan bahan isolator agar perpindahan kalor ke lingkungan minimal D. memasukkan air ke wadah kaca agar kalor tidak dilepaskan E. menaruh air di wadah tertutup agar tidak menguap ke udara	Kunci jawaban: C Pembahasan: Asas Black menyatakan bahwa kalor tidak hilang, hanya berpindah. Untuk menjaga agar air tetap hangat, maka kalor dari air tidak boleh berpindah ke lingkungan. Solusi terbaik adalah menggunakan termos dengan bahan isolator, yang menghambat perpindahan kalor ke luar.	**Aspek kognitif:** C6 **Indikator Pemahaman Konsep:** K7
Sub Materi:			

Pemuaian zat			
Indikator Pencapaian Kompetensi: Siswa dapat menguraikan pemuaian materi	23. Besaran yang mempengaruhi besarnya nilai perubahan panjang pada pemuaian zat padat yaitu.... A. panjang awal dan suhu awal B. Perubahan suhu dan panjang awal C. Perubahan panjang dan suhu akhir D. Suhu akhir dan koefisien muai panjang E. Suhu awal dan koefisien muai panjang	Kunci jawaban: B Pembahasan: $\Delta l = l_0 \alpha \Delta T$	**Aspek kognitif:** C1 **Indikator Pemahaman Konsep:** K1
	24. Tutup logam botol kaca yang keras dapat dibuka dengan merendam terlebih dahulu dalam air. Tujuan dari tindakan ini yaitu.... A. agar suhu air panas merata ke seluruh permukaan botol dan menurunkan tekanan di dalamnya B. karena air panas meningkatkan viskositas logam sehingga logam melemas dan mudah dilepas C. untuk memperkecil diameter leher botol kaca akibat pendinginan sehingga tutup bisa digeser D. karena logam tutup mengalami peningkatan ukuran lebih besar daripada kaca saat dipanaskan, sehingga celah antara tutup dan leher botol membesar E. karena logam menghantarkan panas lebih lambat daripada kaca, sehingga perubahan ukuran logam tertunda dan bisa dilepas dengan mudah	Kunci jawaban: D Pembahasan: Logam memiliki laju perubahan dimensi terhadap suhu yang lebih tinggi dibandingkan kaca. Saat direndam dalam air panas, logam mengalami peningkatan ukuran (ekspansi termal) lebih besar daripada kaca, sehingga ruang antar permukaan logam dan leher botol menjadi lebih longgar. Inilah yang menyebabkan tutup botol lebih mudah dibuka.	**Aspek kognitif:** C2 **Indikator Pemahaman Konsep:** K2
	25. Perhatikan pernyataan berikut! 1) Sambungan rel kereta api dibuat renggang 2) Pemasangan pintu besi yang tidak pas, diberi celah agar tidak macet saat cuaca panas 3) Pemasangan kaca jendela diberi celah pada bingkainya 4) Baut pada rangka jembatan baja dipasang	Kunci jawaban: A Pembahan: 1) Celah rel → agar tidak melengkung saat memuai 2) Celah pada pintu besi → agar pintu tidak macet saat memuai akibat panas 3) Kaca jendela diberi celah → agar tidak pecah saat bingkai memuai	**Aspek kognitif:** C4 **Indikator Pemahaman Konsep:** K3

		saat suhu rendah 5) Komponen mesin kendaraan dirancang memiliki toleransi terhadap suhu tinggi Pernyataan diatas yang benar yaitu.... A. 1, 2, 3 B. 1, 2, 5 C. 1, 3, 4 D. 2, 3, 5 E. 2, 3, 4	4) Baut dipasang saat suhu rendah → tidak efektif karena justru akan longgar saat panas 5) Komponen mesin dirancang agar tidak rusak saat memuai karena panas	
	26	Pernyataan berikut ini yang menunjukkan penerapan pemuaian dalam kehidupan sehari-hari yaitu.... A. Balon yang ditiup dan dibiarkan di bawah sinar matahari meletus B. ban mobil mengembang saat digunakan dalam perjalanan jauh karena pemanasan C. kaca jendela diberi lapisan film agar tidak mudah pecah ketika terkena panas D. struktur jembatan baja dilengkapi sambungan khusus agar bisa mengembang saat panas E. kaleng minuman soda menggembung jika dibiarkan di bawah sinar matahari	Kunci jawaban: D Pembahan: A tidak tepat, karet balon memanjang karena udara di dalam balon memuai, bukan karet balon yang memuai B tidak tepat karena ban mobil mengembang akibat pemanasan yang merupakan contoh pemuaian gas dalam ban bukan karet ban yang memuai. C tidak tepat, karena memberi lapisan film pada kaca jendela lebih bertujuan untuk melindungi kaca dari pecah, bukan sebagai aplikasi pemuaian. D benar, jembatan baja dirancang dengan sambungan khusus untuk mengatasi pemuaian dan penyusutan akibat perubahan suhu. Ini adalah contoh penerapan pemuaian material pada struktur besar. E tidak tepat, botol bisa menggembung, terutama jika terbuat dari plastik, karena tekanan gas meningkat, bukan kalengnya yang memuai	
	27.	Sebuah baja dengan panjang 1m dipanaskan dengan perubahan suhu sebesar 200°C. Jika baja mengalami pemuaian panjang dengan $\alpha = 12 \times 10^{-6}/°C$, maka panjang baja setelah mengalami	Kunci jawaban: C Pembahasan: Mencari perubahan panjang $\Delta l = l_0 \alpha \Delta T = (1)(12 \times 10^{-6})(200)$	**Aspek kognitif:** C3 **Indikator Pemahaman**

	pemuaian yaitu.... A. 1,2 × 10^{-3}m B. 2,4 × 10^{-3}m C. 1002,4× 10^{-3}m D. 2002,4× 10^{-3}m E. 3002,4× 10^{-3}m	$\Delta l = 0{,}0024m$ Mencari panjang total $l = l_0 + \Delta l = 1 + 0{,}0024 = 1{,}0024m$	**Konsep:** K4
	28. Sebuah *stainless stell* berbentuk kubus dengan rusuk 2m dipanaskan dengan perubahan suhu sebesar 100℃. Jika baja mengalami pemuaian panjang dengan $\alpha = 10 \times 10^{-6}/℃$, maka volume total setelah mengalami pemuaian yaitu.... A. 8× $10^{-3}m^3$ B. 24× $10^{-3}m^3$ C. 8024× $10^{-3}m^3$ D. 10080× $10^{-3}m^3$ E. 32080× $10^{-3}m^3$	Kunci jawaban: C Pembahasan: Mencari perubahan panjang $\Delta V = V_0 \alpha \Delta T = (8)(3 \times 10^{-5})(100)$ $\Delta V = 0{,}024m^3$ Mencari panjang total $V = V_0 + \Delta V = 8 + 0{,}024 = 8{,}024m^3$	
	29. Perhatikan pernyataan berikut! 1) Perubahan suhu mendekati nol 2) Benda bebas/ tanpa hambatan mekanis 3) Distribusi suhu merata di benda 4) Benda berada dalam kondisi vakum 5) Material homogen/ tanpa bahan campuran Kondisi di atas yang akan memberikan hasil akurat ketika melakukan pengukuran panjang saat terjadi pemuaian yaitu.... A. 1, 2, 3 B. 1, 2, 5 C. 1, 3, 4 D. 2, 3, 5 E. 2, 3, 4	Kunci jawaban: D Pembahasan: Agar pengukuran pemuaian panjang benda akurat: 2) Jika benda terhambat, pemuaian tidak sepenuhnya terjadi atau bahkan menghasilkan tegangan internal. 3) Kalau suhu tidak merata, satu bagian bisa memuai lebih banyak dari bagian lain 5) koefisien muai berbeda-beda di tiap komponennya, membuat hasil pemuaian tidak seragam. Sedangkan: 1) membuat pemuaian terlalu kecil, sulit diukur akurat. 4) Tidak relevan, lebih berpengaruh pada perpindahan kalor.	**Aspek kognitif:** C5 **Indikator Pemahaman Konsep:** K5

	30. Salah satu syarat perlu agar terjadi pemuaian yaitu.... A. benda berada diatas titik leleh B. terdapat perubahan wujud C. homogenits (keseragaman) bahan D. benda harus bersifat konduktor termal E. terdapat perubahan suhu	Kunci jawaban: E Pembahasan: A dan B menunjukkan benda berubah fase. C membuat pemuaian menjadi tidak seragam, tapi bukan syarat terjadinya pemuaian itu sendiri. D bahan isolator juga memuai seperti kaca	
	31. Langkah yang perlu dilakukan agar dalam mengukur perubahan panjang logam akibat pemuaian menghasilkan data yang akurat yaitu mengukur panjang logam yang.... A. homogen (seragam/ bukan campuran) B. memiliki suhu akhir stabil C. suhu awal rendah D. memiliki perubahan suhu yang tinggi E. suhu akhir melewati titik leleh	Kunci jawaban: B Pembahasan: A: agar pemuaian dapat diprediksi dengan lebih akurat, ini tidak cukup menjamin hasil yang akurat tanpa kontrol suhu yang tepat C: suhu awal terukur dengan tepat, bukan seberapa rendah suhu awalnya D: Perubahan suhu yang tinggi tidak selalu meningkatkan akurasi pemuaian, hanya memperbesar nilai panjang akibat pemuaian E: pemuaian tidak akan terjadi dengan cara yang diinginkan	**Aspek kognitif:** C4 **Indikator Pemahaman Konsep:** K6
	32. Perhatikan pernyataan berikut ini! 1) Pengukuran di ruang dalam kondisi vakum 2) Menggunakan metode pembanding 3) Memanaskan dikedua ujung batang agar distribusi merata 4) Menggunakan bahan dengan koefisien muai panjang yang besar Pertimbangan yang dilakukan agar prosedur pengukuran perubahan panjang akibat pemuaian menghasilkan data yang akurat yaitu.... A. 1, 2 B. 1, 3 C. 1, 4 D. 2, 3	Kunci jawaban: A Pembahasan: 1, 2: Keduanya memiliki alasan yang kuat untuk meningkatkan akurasi. 3: memanaskan disepanjang batang bukan hanya di ujung-ujung batang 4: koefisien muai panjang tinggi bisa memperjelas perubahan panjang, tetapi ini justru bisa menyebabkan pemuaian berlebihan yang justru merusak hasil pengukuran	

	E. 2, 4		
	33. Pekerja akan memasang rel kereta api dari batang besi. Hal yang perlu diperhatikan pengaruh suhu agar rel tidak melengkung saat siang hari. Berikut dua solusi yang diajukan: • Solusi A: memasang rel pada malam hari saat suhu rendah • Solusi B: memberi celah kecil di antara batang rel saat pemasangan Solusi yang paling masuk akal yaitu.... A. Solusi A, karena suhu malam hari rendah sehingga rel tidak bertambah panjang B. Solusi A, karena logam tidak mengalami pemuaian C. Solusi A, karena logam mengalami penyusutan D. Solusi B, karena celah memberi ruang saat suhu naik E. Solusi B, karena celah memungkinkan udara masuk untuk mendinginkan rel agar tidak memuai	Kunci jawaban: D Logam memuai saat suhu naik, jadi memberi sedikit ruang antar batang rel memungkinkan logam untuk memuai tanpa menyebabkan kerusakan atau melengkung. Solusi A tidak sepenuhnya efektif, karena suhu siang hari tetap menyebabkan pemuaian rel..	**Aspek kognitif:** C6 **Indikator Pemahaman Konsep:** K7
Sub Materi: Perpindahan kalor			
Indikator Pencapaian Kompetensi: Siswa dapat membedakan jenis perpindahan kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	34. Perhatikan pernyataan berikut! 1) Perpindahan kalor memerlukan medium rambat 2) Aliran zat cair yang panas bergerak ke bawah saat kalor tinggi 3) Perpindahan kalor disertai perpindahan zat 4) Proses terputus ketika terjadi kesetimbangan termal 5) Terjadi pada semua jenis wujud zat Pilihlah pernyataan diatas yang benar yang merupakan ciri-ciri konveksi yaitu.... A. 1, 2 B. 1, 5 C. 1, 3	Kunci jawaban: C Pembahasan: Pernyataan 1 benar: Perpindahan kalor memerlukan medium rambat (karena konveksi butuh zat). Pernyataan 3 benar: Kalor merambat disebabkan perpindahan zat (cairan/gas bergerak membawa panas). Pernyataan 2 tidak tepat, konveksi melibatkan pergerakan fluida panas naik bukan ke bawah. Pernyataan 4 benar, tapi tidak menunjukkan ciri konveksi. Pernyataan 5 salah, konveksi hanya	**Aspek kognitif:** C1 **Indikator Pemahaman Konsep:** K1

	D. 2, 3 E. 2, 4	terjadi pada cairan dan gas.	
	35. Pernyataan berikut ini yang tepat mengenai konsep konduksi yaitu.... A. kalor berpindah dari zat panas menuju zat dingin B. kalor dipancarkan dalam bentuk gelombang C. kalor berpindah melalui gerakan partikel secara mikroskopis D. kalor berpindah saat zat berubah wujud E. kalor merambat tanpa adanya perpindahan massa	Kunci jawaban: E Pembahasan: Konduksi adalah proses energi kalor ditransfer antar molekul atau atom dalam suatu bahan khususnya zat padat tanpa disertai perpindahan massa. Molekul yang lebih panas menghantarkan energi kinetiknya ke molekul tetangga yang lebih dingin melalui tumbukan langsung.	**Aspek kognitif:** C2 **Indikator Pemahaman Konsep:** K2
	36. Pernyataan berikut ini yang tepat mengenai konsep radiasi yaitu.... A. kalor berpindah dari zat dingin menuju zat panas B. kalor berpindah melalui medium C. kalor dipancarkan dalam bentuk gelombang D. kalor berpindah melalui gerakan partikel secara mikroskopis E. kalor merambat disertai perpindahan massa	Kunci jawaban: C Pembahasan: Perpindahan kalor radiasi terjadi tanpa perlu medium; energi panas dikirimkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik (terutama gelombang inframerah).	
	37. Perhatikan pernyataan berikut! 1) Sendok menjadi panas setelah dicelupkan air panas 2) Permukaan panci menjadi panas saat dipanaskan 3) Uap air bergerak ke atas saat air dipanaskan 4) Api unggun membentuk zona panas Pernyataan di atas yang benar yang merupakan ciri-ciri konduksi yaitu.... A. 1, 2 B. 1, 3 C. 1, 4 D. 2, 3 E. 2, 4	Jawaban: A Pembahasan: (1) Sendok logam menjadi panas setelah dicelupkan dalam air panas → panas mengalir dari ujung sendok ke gagang lewat konduksi. (2) Permukaan panci menjadi panas saat dipanaskan → panas merambat melalui logam panci melalui konduksi. (3) konveksi, karena melibatkan gerakan zat cair/gas. (4) radiasi, karena panas merambat tanpa medium.	**Aspek kognitif:** C2 **Indikator Pemahaman Konsep:** K3

	38. Perhatikan pernyataan berikut! 1) Besi yang dipanaskan oleh api lilin 2) Tangan yang diletakkan di atas api lilin 3) Tangan yang terasa hangat di samping api lilin 4) Lilin yang menyala menghasilkan aliran udara yang panas Pernyataan diatas yang merupakan ciri-ciri konveksi yaitu.... A. 1, 2 B. 1, 5 C. 1, 3 D. 2, 3 E. 2, 4	Kunci jawaban: E Pembahasan: (2) panas naik ke atas bersama pergerakan udara panas, contoh konveksi. (4) udara panas bergerak membawa kalor, ini juga contoh konveksi. (1) konduksi (panas lewat benda padat). (3) radiasi (panas merambat tanpa media secara langsung).	
	39. Sebuah besi dengan luas permukaan $1 cm^2$ dipanaskan dengan perubahan suhu sebesar 100℃. Jika panjang besi sebesar 50cm (k = 50W/mK), maka nilai kalor yang dirambatkan per detik yaitu.... A. $0{,}05\ J/s$ B. $0{,}1\ J/s$ C. $0{,}5\ J/s$ D. $1\ J/s$ E. $5\ J/s$	Kunci jawaban: D Pembahasan: $q = \frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta T}{l}$ $q = \frac{(50)(1 \times 10^{-4})(100)}{(0{,}5)}$ $q = 1 J/s$	**Aspek kognitif:** C3 **Indikator Pemahaman Konsep:** K4
	40. Sebuah tutup panci mempunyai luasan yang bersinggungan dengan uap air panas sebesar 25 cm^2. Perbedaan suhu kedua zat sebesar 50℃, maka besar laju perpindahan kalor per detik jika koefisien konveksi bernilai $50 W/m^2$℃ yaitu.... A. $2{,}25\ J/s$ B. $4{,}50\ J/s$ C. $5{,}05\ J/s$ D. $6{,}25\ J/s$ E. $7{,}50\ J/s$	Kunci jawaban: D Pembahasan: $q = \frac{Q}{t} = hA\Delta T$ $q = (50)(0{,}0025)(50)$ $q = 6{,}25 J/s$	

	41. Perhatikan pernyataan berikut! 1) Terdapat perbedaan suhu antara kedua benda 2) Benda mengalami perubahan wujud 3) Tidak membutuhkan medium rambat 4) Memiliki massa yang berbeda Pernyataan di atas yang merupakan syarat terjadinya perpindahan kalor yaitu.... A. 1, 2 B. 1, 3 C. 1, 4 D. 2, 3 E. 2, 4	Kunci jawaban: B Pembahasan: Pernyataan 1 benar → Perbedaan suhu antara benda adalah syarat perlu untuk terjadinya perpindahan kalor. Pernyataan 3 benar → Tidak membutuhkan medium rambat itu syarat yang berkaitan dengan perpindahan kalor secara radiasi (bukti bahwa tidak semua perpindahan kalor butuh medium), jadi termasuk syarat cukup. Pernyataan 2 salah → Perubahan wujud memang melibatkan kalor, tapi tidak menjadi syarat perlu terjadinya perpindahan kalor. Pernyataan 4 salah → Perbedaan massa benda tidak menjadi syarat terjadinya perpindahan kalor.	**Aspek kognitif:** C2 **Indikator Pemahaman Konsep:** K5
	42. Cara untuk membuktikan adanya konduksi kalor dalam logam, prosedur percobaan yang tepat yaitu.... A. memanaskan seluruh logam sekaligus B. menyiram logam dengan air panas C. memanaskan logam sambil mendinginkannya D. memanaskan salah satu ujung logam E. memanaskan logam di dalam ruang tertutup vakum	Kunci jawaban: C Pembahasan: Konduksi diamati dengan memanaskan satu ujung logam dan mengamati perambatan panas ke ujung lain.	**Aspek kognitif:** C4 **Indikator Pemahaman Konsep:** K6
	43. Siswa ingin membuktikan bahwa radiasi dapat terjadi tanpa media perantara. Prosedur paling tepat yaitu.... A. memanaskan air dalam tabung B. menjemur benda di bawah sinar matahari langsung C. memanaskan batang logam di udara D. membiarkan logam dalam ruang bertekanan tinggi	Kunci jawaban: B Pembahasan: Radiasi tidak butuh medium; contoh terbaik adalah penyerapan panas dari sinar matahari langsung.	

	E. mengalirkan listrik ke dalam kawat		
	44. Seorang siswa ingin membuat alat sederhana untuk menunjukkan perpindahan kalor secara radiasi. Berikut ini rancangan yang paling tepat yaitu.... A. meletakkan mentega di atas panci yang panas B. melelehkan lilin dengan merebusnya dalam air panas C. menghangatkan sendok logam dalam air mendidih D. memanaskan besi menggunakan uap air panas E. menempatkan sendok logam di bawah lampu pijar	Kunci jawaban: E Pembahasan: Kalor secara radiasi ditransfer tanpa media perantara (langsung melalui pancaran energi). Menempatkan sendok di bawah lampu menunjukkan proses ini, karena sendok menerima kalor langsung dari sinar lampu.	**Aspek kognitif:** C6 **Indikator Pemahaman Konsep:** K7
	45. Seorang siswa ingin membuat alat sederhana untuk menunjukkan perpindahan kalor secara konduksi. Berikut ini rancangan alat yang paling sesuai yaitu.... A. memanaskan salah satu ujung batang logam dan mengamati perubahan suhu B. menggantungkan es batu di atas lilin dan mengamati es mencair C. mencelupkan logam ke dalam air panas lalu mengukur suhu air D. memanaskan panci berisi air lalu mengamati aliran air yang mendidih E. mengarahkan cahaya matahari ke benda logam dengan kaca pembesar	Kunci jawaban: A Pembahasan: Konduksi terjadi saat kalor merambat melalui zat padat. Memanaskan ujung batang logam lalu mengamati ujung lain menjadi panas memperlihatkan proses perpindahan kalor secara konduksi.	

Lampiran 10 Hasil Rekapitulasi Validasi Soal Uji Coba

INSTRUMEN VALIDASI BUTIR SOAL PILIHAN GANDA

Nama : Sasiowati
Jabatan : Dosen
Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu diharapkan untuk melengkapi identitas terlebih dahulu pada lembar yang disediakan
2. Lembar validasi ini merupakan tintak lanjut dari pengembangan instrumen tes
3. Bapak/Ibu diminta untuk memberikan penilaian terhadap produk yang dikembangkan, penilaian dilakukan dengan memberikan nilai "0" (tidak memenuhi kriteria) dan "1" (memenuhi kriteria)
4. Bapak/Ibu diharapkan memberikan kritik, saran, atau tanggapan setelah melakukan penilaian secara singkat dan jelas pada kolom catatan yang disediakan atau melalui *QR Code* sesuai kebutuhan
5. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi lembar validasi ini

B. Pedoman Pengkategorian Butir Soal

No.	Skor Perolehan	Kategori
1	$0 \leq P < 6$	tidak layak diuji cobakan
2	$6 \leq P < 11$	layak diuji cobakan dengan banyak revisi
3	$11 \leq P < 16$	layak diuji cobakan dengan sedikit revisi
4	$16 \leq P < 20$	layak diuji cobakan tanpa revisi

C. Indikator Instrumen Validasi dan Lembar Penilaian

Kriteria Penilaian	Nomor Soal																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aspek Materi																				
1. *Soal* sesuai dengan indikator pencapaian *kompetensi*	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
2. *Soal sesuai dengan materi kalor*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3. Isi materi *yang* ditanyakan sesuai dengan jenjang *Sekolah Menengah* Atas (SMA) dan tingkat kelas XI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aspek Konstruk																				

4. Soal dan jawaban dirumuskan dengan jelas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5. Penggunaan jenis huruf, ukuran, dan spasi sesuai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6. Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7. Soal tidak mengandung pernyataan negatif	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8. Kalimat pada pola tidak multi tafsir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9. Pernyataan di dalam soal logis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10. Terdapat satu jawaban benar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11. Pilihan jawaban homogen dan logis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12. Panjang rumusan jawaban relatif sama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13. Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14. Pilihan jawaban yang berbentuk angka runtut	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15. Rumusan atau simbol pada soal jelas dan berfungsi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16. Butir soal sesuai dengan kriteria ranah kognitif *taksonomi bloom*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17. Butir soal sesuai dengan indikator pemahaman konsep	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aspek Bahasa																					
18. Penggunaan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19. Bahasa soal menggunakan kaidah ejaan Bahasa Indonesia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20. Tidak menggunakan bahasa daerah setempat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jumlah	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Kategori	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Kriteria Penilaian	Nomor Soal														
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Aspek Materi															
1. Soal sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2. Soal sesuai dengan materi kalor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3. Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) dan tingkat kelas XI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aspek Konstruk															
4. Soal dan jawaban dirumuskan dengan jelas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5. Penggunaan jenis huruf, ukuran, dan spasi sesuai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6. Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7. Soal tidak mengandung pernyataan negatif	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8. Kalimat pada pola tidak multi tafsir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9. Pernyataan di dalam soal logis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10. Terdapat satu jawaban benar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11. Pilihan jawaban homogen dan logis	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12. Panjang rumusan jawaban relatif sama	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13. Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14. Pilihan jawaban yang berbentuk angka runtut	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15. Rumusan atau simbol pada soal jelas dan berfungsi	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16. Butir soal sesuai dengan kriteria ranah kognitif *taksonomi bloom*	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17. Butir soal sesuai dengan indikator pemahaman konsep	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aspek Bahasa															
18. Penggunaan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19. Bahasa soal menggunakan kaidah ejaan Bahasa Indonesia	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20. Tidak menggunakan bahasa daerah setempat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jumlah	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Kategori	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Kriteria Penilaian	Nomor Soal									
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Aspek Materi										
1. Soal sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2. Soal sesuai dengan materi kalor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3. Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang Sekolah Menengah Atas dan tingkat kelas XI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aspek Konstruk										
4. Soal dan jawaban dirumuskan dengan jelas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5. Penggunaan jenis huruf, ukuran, dan spasi sesuai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6. Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7. Soal tidak mengandung pernyataan negatif	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8. Kalimat pada pola tidak multi tafsir	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9. Pernyataan di dalam soal logis	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10. Terdapat satu jawaban benar	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11. Pilihan jawaban homogen dan logis	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12. Panjang rumusan jawaban relatif sama	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13. Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14. Pilihan jawaban yang berbentuk angka runtut	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15. Rumusan dan simbol pada soal jelas dan berfungsi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16. Butir soal sesuai dengan kriteria ranah kognitif *taksonomi bloom*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17. Butir soal sesuai dengan indikator pemahaman konsep	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aspek Bahasa										
18. Penggunaan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19. Bahasa soal menggunakan kaidah ejaan Bahasa Indonesia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20. Tidak menggunakan bahasa daerah setempat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jumlah	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Kategori	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

D. Catatan

Instrumen Tes pemahaman konsep materi suhu & kalor dapat diterapkan pada pembelajaran. Perbaikan dapat ditampilkan pada lampiran no soal yang sudah dicatat pada lembar masing". Soal no 4 & 5 diubah redaksi soal, penulisan skala Thermometer dapat langsung digambarkan. Soal-soal hitungan, redaksinya disesuaikan dengan indikator pemahaman konsep. Sajikan data dalam tabel, grafik dan gambar untuk menunjukkan konsep fisika dan materi tidak hanya detu pada soal cerita.

Scan Me

Semarang, 7 Mei 2025

Validator

NIP. 198605122019032010

INSTRUMEN VALIDASI BUTIR SOAL PILIHAN GANDA

Nama : Dr. Joko Budi Poerwoto, M.Pd
Jabatan : Dosen
Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu diharapkan untuk melengkapi identitas terlebih dahulu pada lembar yang disediakan
2. Lembar validasi ini merupakan tintak lanjut dari pengembangan instrumen tes
3. Bapak/Ibu diminta untuk memberikan penilaian terhadap produk yang dikembangkan, penilaian dilakukan dengan memberikan nilai "0" (tidak memenuhi kriteria) dan "1" (memenuhi kriteria)
4. Bapak/Ibu diharapkan memberikan kritik, saran, atau tanggapan setelah melakukan penilaian secara singkat dan jelas pada kolom catatan yang disediakan atau melalui *QR Code* sesuai kebutuhan
5. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi lembar validasi ini

B. Pedoman Pengkategorian Butir Soal

No.	Skor Perolehan	Kategori
1	$0 \leq P < 6$	tidak layak diuji cobakan
2	$6 \leq P < 11$	layak diuji cobakan dengan banyak revisi
3	$11 \leq P < 16$	layak diuji cobakan dengan sedikit revisi
4	$16 \leq P < 20$	layak diuji cobakan tanpa revisi

C. Indikator Instrumen Validasi dan Lembar Penilaian

Kriteria Penilaian	Nomor Soal																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aspek Materi																				
1. Soal sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Soal sesuai dengan materi kalor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) dan tingkat kelas XI	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aspek Konstruk																				

4.	Soal dan jawaban dirumuskan dengan jelas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5.	Penggunaan jenis huruf, ukuran, dan spasi sesuai	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6.	Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7.	Soal tidak mengandung pernyataan negatif	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8.	Kalimat pada pola tidak multi tafsir	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9.	Pernyataan di dalam soal logis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10.	Terdapat satu jawaban benar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11.	Pilihan jawaban homogen dan logis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12.	Panjang rumusan jawaban relatif sama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13.	Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14.	Pilihan jawaban yang berbentuk angka runtut	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15.	Rumusan atau simbol pada soal jelas dan berfungsi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16.	Butir soal sesuai dengan kriteria ranah kognitif *taksonomi bloom*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17.	Butir soal sesuai dengan indikator pemahaman konsep	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aspek Bahasa		✓																			
18.	Penggunaan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19.	Bahasa soal menggunakan kaidah ejaan Bahasa Indonesia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20.	Tidak menggunakan bahasa daerah setempat	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Jumlah																					
Kategori																					

Kriteria Penilaian	Nomor Soal														
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Aspek Materi	✓														
1. Soal sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Soal sesuai dengan materi kalor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) dan tingkat kelas XI	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aspek Konstruk															
4. Soal dan jawaban dirumuskan dengan jelas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. Penggunaan jenis huruf, ukuran, dan spasi sesuai	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7. Soal tidak mengandung pernyataan negatif	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. Kalimat pada pola tidak multi tafsir	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9. Pernyataan di dalam soal logis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10. Terdapat satu jawaban benar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓
11. Pilihan jawaban homogen dan logis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12. Panjang rumusan jawaban relatif sama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13. Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14. Pilihan jawaban yang berbentuk angka runtut	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15. Rumusan atau simbol pada soal jelas dan berfungsi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16. Butir soal sesuai dengan kriteria ranah kognitif *taksonomi bloom*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓
17. Butir soal sesuai dengan indikator pemahaman konsep	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aspek Bahasa															
18. Penggunaan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19. Bahasa soal menggunakan kaidah ejaan Bahasa Indonesia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20. Tidak menggunakan bahasa daerah setempat	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓
Jumlah															
Kategori															

Kriteria Penilaian	Nomor Soal									
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Aspek Materi										
1. Soal sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓
2. Soal sesuai dengan materi kalor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang Sekolah Menengah Atas dan tingkat kelas XI	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aspek Konstruk										
4. Soal dan jawaban dirumuskan dengan jelas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. Penggunaan jenis huruf, ukuran, dan spasi sesuai	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓
7. Soal tidak mengandung pernyataan negatif	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. Kalimat pada pola tidak multi tafsir	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9. Pernyataan di dalam soal logis	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10. Terdapat satu jawaban benar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11. Pilihan jawaban homogen dan logis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12. Panjang rumusan jawaban relatif sama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13. Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓
14. Pilihan jawaban yang berbentuk angka runtut	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15. Rumusan dan simbol pada soal jelas dan berfungsi	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16. Butir soal sesuai dengan kriteria ranah kognitif *taksonomi bloom*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓
17. Butir soal sesuai dengan indikator pemahaman konsep	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aspek Bahasa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18. Penggunaan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19. Bahasa soal menggunakan kaidah ejaan Bahasa Indonesia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20. Tidak menggunakan bahasa daerah setempat	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	■	✓	✓
Jumlah								–		
Kategori										

D. Catatan

	Scan Me

Semarang,

Validator

NIP.

INSTRUMEN VALIDASI BUTIR SOAL PILIHAN GANDA

Nama :

Jabatan :

Instansi :

A. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu diharapkan untuk melengkapi identitas terlebih dahulu pada lembar yang disediakan
2. Lembar validasi ini merupakan tintak lanjut dari pengembangan instrumen tes
3. Bapak/Ibu diminta untuk memberikan penilaian terhadap produk yang dikembangkan, penilaian dilakukan dengan memberikan nilai "0" (tidak memenuhi kriteria) dan "1" (memenuhi kriteria)
4. Bapak/Ibu diharapkan memberikan kritik, saran, atau tanggapan setelah melakukan penilaian secara singkat dan jelas pada kolom catatan yang disediakan atau melalui *QR Code* sesuai kebutuhan
5. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi lembar validasi ini

B. Pedoman Pengkategorian Butir Soal

No.	Skor Perolehan	Kategori
1	$0 \leq P < 6$	tidak layak diuji cobakan
2	$6 \leq P < 11$	layak diuji cobakan dengan banyak revisi
3	$11 \leq P < 16$	layak diuji cobakan dengan sedikit revisi
4	$16 \leq P < 20$	layak diuji cobakan tanpa revisi

C. Indikator Instrumen Validasi dan Lembar Penilaian

Kriteria Penilaian	Nomor Soal																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aspek Materi																				
1. Soal sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi																				
2. Soal sesuai dengan materi kalor																				
3. Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) dan tingkat kelas XI																				
Aspek Konstruk																				

4. Soal dan jawaban dirumuskan dengan jelas																						
5. Penggunaan jenis huruf, ukuran, dan spasi sesuai																						
6. Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar																						
7. Soal tidak mengandung pernyataan negatif																						
8. Kalimat pada pola tidak multi tafsir																						
9. Pernyataan di dalam soal logis																						
10 Terdapat satu jawaban benar																						
11. Pilihan jawaban homogen dan logis																						
12. Panjang rumusan jawaban relatif sama																						
13. Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"																						
14. Pilihan jawaban yang berbentuk angka runtut																						
15. Rumusan atau simbol pada soal jelas dan berfungsi																						
16. Butir soal sesuai dengan kriteria ranah kognitif *taksonomi bloom*																						
17. Butir soal sesuai dengan indikator pemahaman konsep																						
Aspek Bahasa																						
18. Penggunaan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)																						
19. Bahasa soal menggunakan kaidah ejaan Bahasa Indonesia																						
20. Tidak menggunakan bahasa daerah setempat																						
Jumlah																						
Kategori																						

Kriteria Penilaian	Nomor Soal														
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Aspek Materi															
1. Soal sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi															
2. Soal sesuai dengan materi kalor															
3. Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) dan tingkat kelas XI															
Aspek Konstruk															
4. Soal dan jawaban dirumuskan dengan jelas															
5. Penggunaan jenis huruf, ukuran, dan spasi sesuai															
6. Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar															
7. Soal tidak mengandung pernyataan negatif															
8. Kalimat pada pola tidak multi tafsir															
9. Pernyataan di dalam soal logis															
10. Terdapat satu jawaban benar															
11. Pilihan jawaban homogen dan logis															
12. Panjang rumusan jawaban relatif sama															
13. Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"															
14. Pilihan jawaban yang berbentuk angka runtut															
15. Rumusan atau simbol pada soal jelas dan berfungsi															
16. Butir soal sesuai dengan kriteria ranah kognitif *taksonomi bloom*															
17. Butir soal sesuai dengan indikator pemahaman konsep															
Aspek Bahasa															
18. Penggunaan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)															
19. Bahasa soal menggunakan kaidah ejaan Bahasa Indonesia															
20. Tidak menggunakan bahasa daerah setempat															
Jumlah															
Kategori															

Kriteria Penilaian	Nomor Soal									
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Aspek Materi										
1. Soal sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi										
2. Soal sesuai dengan materi kalor										
3. Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang Sekolah Menengah Atas dan tingkat kelas XI										
Aspek Konstruk										
4. Soal dan jawaban dirumuskan dengan jelas										
5. Penggunaan jenis huruf, ukuran, dan spasi sesuai										
6. Soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar										
7. Soal tidak mengandung pernyataan negatif										
8. Kalimat pada pola tidak multi tafsir										
9. Pernyataan di dalam soal logis										
10. Terdapat satu jawaban benar										
11. Pilihan jawaban homogen dan logis										
12. Panjang rumusan jawaban relatif sama										
13. Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"										
14. Pilihan jawaban yang berbentuk angka runtut										
15. Rumusan dan simbol pada soal jelas dan berfungsi										
16. Butir soal sesuai dengan kriteria ranah kognitif *taksonomi bloom*										
17. Butir soal sesuai dengan indikator pemahaman konsep										
Aspek Bahasa										
18. Penggunaan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)										
19. Bahasa soal menggunakan kaidah ejaan Bahasa Indonesia										
20. Tidak menggunakan bahasa daerah setempat										
Jumlah										
Kategori										

D. Catatan

	Scan Me 

Semarang,

Validator

Drs. Sumarno, M.Pd.

NIP. 196607101995121004.

Lampiran 11 Lembar Rubrik Penilaian Produk

RUBRIK PENILAIAN

A. Petunjuk Penggunaan

Rubrik penilaian ini disusun sebagai pedoman untuk menilai e-modul berbasis *Argument Driven Inquiry (ADI)*. Rubrik ini berisi kriteria-kriteria penilaian yang dijabarkan ke dalam tujuh indikator dengan skala *likert*.

B. Rubrik Penilaian

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
1.	Materi	5	(1) Materi yang disajikan sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi (2) Materi disusun secara runtut dalam keseluruhan isi e-modul (3) Materi disajikan dengan pendekatan fenomena kontekstual yang relevan (4) Ilustrasi dalam e-modul sesuai dengan konten materi (5) Kegiatan siswa sesuai dan menggali konten materi
		4	Empat poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
2.	Penyajian/ tampilan	5	(1) Informasi dalam e-modul dapat dibaca dengan jelas (2) Tata letak setiap bagian e-modul diatur proporsional dan tersusun dengan tepat (3) Ilustrasi yang digunakan pada e-modul jelas (4) Desain e-modul menarik perhatian dengan penggunaan komposisi warna, gambar, dan huruf yang tepat (5) Ukuran, jenis huruf, dan spasi yang digunakan konsisten dan terbaca dengan jelas
		4	Empat poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
3.	Karakteristik	5	(1) E-modul memuat langkah-langkah yang mempermudah siswa dalam belajar mandiri (*self introduction*) (2) Komponen e-modul menjadi satu unit kompetensi yang perlu dipelajari secara tuntas (*self contained*) (3) E-modul dapat digunakan tanpa bergantung pada media yang lain (*stand alone*) (4) Konten dalam e-modul dapat menyesuaikan kondisi siswa (*adaptive*) (5) E-modul terdapat instruksi penggunaan dan dapat dioperasikan/diakses dengan mudah di *smartphone* atau laptop (*user frienly*)
		4	Empat poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
4.	Komponen e-modul	5	(1) Komponen e-modul memenuhi persyaratan dari Buku Panduan Penyusunan E-modul (cover, kata pengantar,

			daftar isi, glosarium, pendahuluan, pembelajaran, evaluasi, kunci jawaban dan pedoman penskoran, daftar pustaka, serta lampiran) (2) Komponen pendahuluan memuat tujuan dan indikator, deskripsi, waktu, serta petunjuk penggunaan (3) Komponen pembelajaran memuat tujuan, uraian materi, latihan, kegiatan siswa, dan penilaian diri (4) Evaluasi disusun seuai dengan ranah kognitif dan pemahaman konsep, tujuan, serta indikator (5) Panduan guru disusun mengacu pada sintaks model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI)
		4	Empat poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
5.	Pendekatan e-modul	5	(1) Modul mengikuti langkah-langkah *Argument-Driven Inquiry* (ADI) secara runtut (identifikasi masalah, pengumpulan data, membuat argumen, sesi argumentasi, penyajian hasil, tinjauan teman sejawat, dan revisi argumen) (2) Modul mendorong siswa sendiri yang membuat pertanyaan penelitian, bukan langsung diberi jawabannya (3) Siswa diberi kesempatan untuk mengumpulkan, mengolah, dan menganalisis data sendiri melalui eksperimen atau simulasi (4) Aktivitas disusun seperti dalam penelitian ilmiah (mengamati, membuat hipotesis, eksperimen, hingga menyimpulkan) (5) Modul menjelaskan prosedur eksperimen secara rinci tapi tetap memberi ruang kreativitas siswa
		4	Empat poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
6.	Pemahaman	5	(1) Materi dapat membangun kmampuan siswa dalam menyatakan kembali konsep (2) Materi mampu membantu siswa membedakan contoh dan bukan contoh (3) Modul memberikan soal-soal yang aplikatif, tidak hanya hafalan (4) Modul memberikan kesempatan siswa memilih prosedur yang tepat dalam penyelesaian masalah (5) Kegiatan siswa mampu melatih siswa dalam mengaplikasikan konsep pada pemecahan masalah
		4	Empat poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi

Dicamai dengan CamScanner

7.	Bahasa	5	(1) Kalimat sesuai dengan kaidah ejaan Bahasa Indonesia (2) Bahasa yang digunakan tidak menimbulkan penafsiran ganda (3) Kata, istilah, dan kalimat dalam e-modul digunakan secara konsisten (4) Penggunaan bahas yang komunikatif (mudah dipahami) (5) Tidak menggunakan bahasa daerah setempat
		4	Empat poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 12 Hasil Rekapitulasi Validasi Produk

INSTRUMEN VALIDASI E-MODUL

Nama :
Jabatan :
Instansi :

A. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu diharapkan untuk melengkapi identitas terlebih dahulu pada lembar yang disediakan
2. Lembar validasi ini merupakan tintak lanjut dari pengembangan bahan ajar
3. Bapak/Ibu diminta untuk memberikan penilaian terhadap produk yang dikembangkan pada kalkulasi penskoran berdasarkan rubrik penilaian
4. Pengisian kalkulasi penskoran yaitu dengan memberi tanda centang (√) pada pada salah satu kolom skor
5. Bapak/Ibu diharapkan memberikan kritik, saran, atau tanggapan setelah melakukan penilaian secara singkat dan jelas pada kolom catatan yang disediakan atau melalui *QR Code* sesuai kebutuhan
6. Terima kasih atas kesediaan Bapak/ Ibu dalam mengisi lembar validasi ini

B. Kalkulasi Penskroran

No	Aspek Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Materi					✓
2.	Penyajian/tampilan					√
3.	Karakteristik					√
4.	Komponen e-modul					√
5.	Pendekatan e-modul					√
6.	Pemahaman					√
7.	Bahasa					√

C. Catatan

Scan Me

D. Pedoman Pengkategorian

No.	Indeks Perbandingan	Kategori
1	$7 \leq P < 9$	tidak layak diuji cobakan
2	$9 \leq P < 18$	layak diuji cobakan dengan banyak revisi
3	$18 \leq P < 27$	layak diuji cobakan dengan sedikit revisi
4	$27 \leq P \leq 35$	layak diuji cobakan tanpa revisi

E. Kesimpulan

Kesimpulan penilaian ini secara umum setelah mengisi tabel kalkulasi penskoran, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka di bawah ini sesuai dengan kategori pada tabel kalkulasi, bahwa produk yang divalidasi ini:

1 : tidak layak diuji cobakan
2 : layak diuji cobakan dengan banyak revisi
3 : layak diuji cobakan dengan sedikit revisi
(4) : layak diuji cobakan tanpa revisi

*) lingkari salah satu

Semarang,
Validator

Drs. SUMARNO, M.Pd
NIP. 196607101995121004

Dipindai dengan CamScanner

INSTRUMEN VALIDASI E-MODUL

Nama : Edi Pranuri Anwar, M.Si
Jabatan : Dosen
Instansi : Fak. Sains & Teknologi

A. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu diharapkan untuk melengkapi identitas terlebih dahulu pada lembar yang disediakan
2. Lembar validasi ini merupakan tintak lanjut dari pengembangan bahan ajar
3. Bapak/Ibu diminta untuk memberikan penilaian terhadap produk yang dikembangkan pada kalkulasi penskoran berdasarkan rubrik penilaian
4. Pengisian kalkulasi penskoran yaitu dengan memberi tanda centang (√) pada pada salah satu kolom skor
5. Bapak/Ibu diharapkan memberikan kritik, saran, atau tanggapan setelah melakukan penilaian secara singkat dan jelas pada kolom catatan yang disediakan atau melalui *QR Code* sesuai kebutuhan
6. Terima kasih atas kesediaan Bapak/ Ibu dalam mengisi lembar validasi ini

B. Kalkulasi Penskroran

No	Aspek Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Materi					✓
2.	Penyajian/tampilan				✓	
3.	Karakteristik					✓
4.	Komponen e-modul					✓
5.	Pendekatan e-modul				✓	
6.	Pemahaman					✓
7.	Bahasa					✓

C. Catatan

Scan Me

D. Pedoman Pengkategorian

No.	Indeks Perbandingan	Kategori
1	$7 \leq P < 9$	tidak layak diuji cobakan
2	$9 \leq P < 18$	layak diuji cobakan dengan banyak revisi
3	$18 \leq P < 27$	layak diuji cobakan dengan sedikit revisi
4	$27 \leq P < 35$	layak diuji cobakan tanpa revisi

Dipindai dengan CamScanner

E. Kesimpulan

Kesimpulan penilaian ini secara umum setelah mengisi tabel kalkulasi penskoran, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka di bawah ini sesuai dengan kategori pada tabel kalkulasi, bahwa produk yang divalidasi ini:

1 : tidak layak diuji cobakan

2 : layak diuji cobakan dengan banyak revisi

(3) : layak diuji cobakan dengan sedikit revisi

4 : layak diuji cobakan tanpa revisi

*) lingkari salah satu

Semarang,

Validator

Edi Daeruri Anwar

NIP. 19790726 200912 1002

Dipindai dengan CamScanner

INSTRUMEN VALIDASI E-MODUL

Nama : Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc.
Jabatan : Dosen Pendidikan Fisika
Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Petunjuk Pengisian

1. Bapak/Ibu diharapkan untuk melengkapi identitas terlebih dahulu pada lembar yang disediakan
2. Lembar validasi ini merupakan tindak lanjut dari pengembangan bahan ajar
3. Bapak/Ibu diminta untuk memberikan penilaian terhadap produk yang dikembangkan pada kalkulasi penskoran berdasarkan rubrik penilaian
4. Pengisian kalkulasi penskoran yaitu dengan memberi tanda centang (√) pada pada salah satu kolom skor
5. Bapak/Ibu diharapkan memberikan kritik, saran, atau tanggapan setelah melakukan penilaian secara singkat dan jelas pada kolom catatan yang disediakan atau melalui *QR Code* sesuai kebutuhan
6. Terima kasih atas kesediaan Bapak/ Ibu dalam mengisi lembar validasi ini

B. Kalkulasi Penskroran

No	Aspek Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Materi					√
2.	Penyajian/tampilan				√	
3.	Karakteristik					√
4.	Komponen e-modul					√
5.	Pendekatan e-modul					√
6.	Pemahaman				√	
7.	Bahasa					√

C. Catatan

Media pembelajaran yang dibuat sudah cukup bagus sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Isi modul sudah lengkap meskipun untuk tata letak, desain, dan font kurang tertata. Mudah digunakan.	*Scan Me*

D. Pedoman Pengkategorian

No.	Indeks Perbandingan	Kategori
1	$7 \leq P < 9$	tidak layak diuji cobakan
2	$9 \leq P < 18$	layak diuji cobakan dengan banyak revisi
3	$18 \leq P < 27$	layak diuji cobakan dengan sedikit revisi
4	$27 \leq P < 35$	layak diuji cobakan tanpa revisi

E. Kesimpulan

Kesimpulan penilaian ini secara umum setelah mengisi tabel kalkulasi penskoran, dimohon Bapak/Ibu untuk melingkari angka di bawah ini sesuai dengan kategori pada tabel kalkulasi, bahwa produk yang divalidasi ini:

1 : tidak layak diuji cobakan
2 : layak diuji cobakan dengan banyak revisi
3 : layak diuji cobakan dengan sedikit revisi
(4) : layak diuji cobakan tanpa revisi

*) lingkari salah satu

Semarang, 26 Juni 2025
Validator

Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc.

Lampiran 13 Hasil Uji Coba Instrumen Tes

JENIS UJI		NO.	NAMA	NO. URUT																					N
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		1	Muharrmi	23	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		2	kayla	17	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		3	loveya	19	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		4	nabilu	24	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		5	fakhri	14	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		6	jelita	16	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		7	amelia	3	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		8	daffa	11	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		9	fahmi	13	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		10	hayka	25	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		11	shafa	34	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		12	kaneta	36	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		13	rizal	32	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		14	alifia	2	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		15	madina	20	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		16	putri	26	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		17	saba	33	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		18	athaya	8	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		19	atika	9	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		20	Queen	27	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		21	aghia	21	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		22	kesya	18	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		23	rafa	28	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		24	shanon	35	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		25	hilal	15	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		26	erin	12	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
		27	ardany	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		28	abhinaya	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		29	ardiya	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		30	bagas	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		31	eka	30	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		32	annisa		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UJI VALIDITAS	SUM X DAN X2				27	25	26	19	1	26	1	23	28	20	2	26	22	18	24	1	25	10	22	2	5	26	25
	SUM XY				773	737	747	560	10	738	10	663	771	605	26	752	646	536	738	13	724	331	656	32	70	757	731
	RXY				0.761592	0.787656	0.784096	0.593073	-0.29193	0.828827	-0.29193	0.558327	0.564025	0.54893	-0.33398	0.746208	0.600123	0.507992	0.582333	-0.2351	0.588746	0.54364	0.670732	-0.23687	-0.51824	0.78831	0.740139
	KATEGORI				VALID	VALID	VALID	VALID	TIDAK VALID	VALID	TIDAK VALID	VALID	VALID	VALID	TIDAK VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	TIDAK VALID	VALID	VALID	VALID	TIDAK VALID	TIDAK VALID	VALID	VALID
UJI RELIABILITAS	PQ				0.131836	0.170898	0.152344	0.241211	0.030273	0.152344	0.030273	0.202148	0.109375	0.234375	0.058594	0.152344	0.214844	0.246094	0.1875	0.030273	0.170898	0.214844	0.214844	0.058594	0.131836	0.152344	0.170898
	R11				0.944019																						
	KATEGORI		RELIABEL																								
TINGKAT KESUKARAN	TS				0.84375	0.78125	0.8125	0.59375	0.09375	0.8125	0.03125	0.71875	0.875	0.6250	0.0625	0.8125	0.6875	0.5625	0.75	0.03125	0.78125	0.3125	0.8750	0.0625	0.15625	0.8125	0.78125
	KATEGORI				MUDAH	MUDAH	MUDAH	SEDANG	SUKAR	MUDAH	SUKAR	MUDAH	MUDAH	SEDANG	SUKAR	MUDAH	SEDANG	SEDANG	MUDAH	SUKAR	MUDAH	SEDANG	SEDANG	SUKAR	SUKAR	MUDAH	MUDAH
DAYA BEDA	D				0.555556	0.777778	0.555556	0.333333	-0.11111	0.555556	-0.11111	0.666667	0.444444	0.444444	-0.22222	0.666667	0.444444	0.777778	0.888889	-0.11111	0.666667	0.888889	0.666667	-0.11111	-0.33333	0.666667	0.666667
	KATEGORI				DITERIMA	DITERIMA	DITERIMA	DIPERBAIKI	DIBUANG	DITERIMA	DIBUANG	DITERIMA	DITERIMA	DITERIMA	DIBUANG	DITERIMA	DITERIMA	DITERIMA	DITERIMA	DIBUANG	DITERIMA	DITERIMA	DITERIMA	DITERIMA	DIBUANG	DIBUANG	DITERIMA	DITERIMA
KESIMPULAN SOAL TES					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

NOMOR SOAL																										
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	RANKING	JUMLAH
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	36
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2	35
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	3	34
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	4	33
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	4	33
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	4	33
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	7	32
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	7	32
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	7	32
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	7	32
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	7	32
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	7	32
1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	13	31
1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	14	30
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	14	30
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	14	30
1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	14	30
1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	18	29
1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	18	29
1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	18	29
1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	21	28
0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	22	26
1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	22	26
1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	24	24
0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	25	16
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	26	13
0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	27	10
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	27	10
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	29	9
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30	8
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	31	6
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	31	6
25	25	12	17	26	26	23	25	19	2	23	13	1	25	26	18	17	23	10	1	26	26	28	SUMY	816
31	751	395	493	764	745	684	730	498	26	712	407	9	748	764	533	539	712	297	13	748	747	783	SUMY2	23726
29	0.898482	0.601612	0.390193	0.846821	0.687518	0.709662	0.732243	0.089953	-0.33798	0.913463	0.503073	-0.31034	0.874733	0.846821	0.488162	0.691854	0.913463	0.296531	-0.2351	0.712671	0.704286	0.682767		
	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	TIDAK VA	TIDAK VA	VALID	VALID	TIDAK VA	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	TIDAK VA	TIDAK VA	VALID	VALID	VALID		
38	0.170898	0.234375	0.249023	0.152344	0.152344	0.202148	0.170898	0.241211	0.058594	0.202148	0.241211	0.030273	0.170898	0.152344	0.246094	0.249023	0.202148	0.214844	0.030273	0.152344	0.152344	0.109375	VAR	94.12903
25	0.78125	0.375	0.53125	0.8125	0.8125	0.71875	0.78125	0.59375	0.0625	0.71875	0.40625	0.03125	0.78125	0.8125	0.5625	0.53125	0.71875	0.3125	0.03125	0.8125	0.8125	0.875		
	MUDAH	SEDANG	SEDANG	MUDAH	MUDAH	MUDAH	MUDAH	SEDANG	SUKAR	MUDAH	SEDANG	SUKAR	MUDAH	MUDAH	SEDANG	SEDANG	MUDAH	SEDANG	SUKAR	MUDAH	MUDAH	MUDAH		
57	0.777778	0.888889	0.555556	0.666667	0.555556	0.777778	0.666667	0.222222	-0.22222	0.888889	0.666667	-0.11111	0.777778	0.666667	0.777778	1	0.888889	0.444444	-0.11111	0.555556	0.555556	0.444444		
	DITERIMA	DITERIMA	DIREVISI	DIREVISI	DIREVISI	DITERIMA	DIREVISI	DIPERBAIK	DIBUANG	DITERIMA	DIREVISI	DIBUANG	DITERIMA	DIREVISI	DITERIMA	DITERIMA	DITERIMA	DIREVISI	DIBUANG	DIREVISI	DIREVISI	DIREVISI		
7	8	9				10	11			12			13		14	15	16			20	21			

Lampiran 14 Naskah Soal *Pre-test* dan *Post-test*

SOAL TES MATERI KALOR

Mata Pelajaran	: Fisika	Nama	:
Materi Pokok	: Kalor	Kelas	:
Alokasi Waktu	: 42 menit	Nomor urut	:
Jumlah soal	: 21 butir	Pembuat Soal	: Hardi

A. Petunjuk umum

1. Berdoalah terlebih dahulu
2. Teliti terlebih dahulu jumlah soal dan nomor soal yang terdapat pada naskah soal
3. Tulislah nama, kelas, dan nomor absen pada lembar jawab yang disediakan
4. Pilihlah satu jawaban yang paling benar

B. Soal

1. Satuan suhu dalam SI yaitu....
   A. reamur
   B. kelvin
   C. farenheit
   D. joule
   E. celcius
2. Pernyataan di bawah ini yang sesuai dengan konsep asas Black yaitu....
   A. kalor dapat berpindah jika ada perubahan wujud zat
   B. kalor dapat berpindah dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi
   C. kalor yang dilepaskan oleh suatu benda sama dengan kalor yang diterima benda lain
   D. kalor yang dilepaskan benda akan membuat suhu naik
   E. kalor yang diterima benda akan membuat suhu benda menurun
3. Perhatikan pernyataan berikut!
   1) suhu di tutup panci jauh lebih tinggi
   2) tutup panci menyerap kalor
   3) kalor merubah wujud zat uap air
   4) suhu molekul uap air rendah
   5) kalor diserap uap air

   Pernyataan di atas yang menunjukkan perubahan uap air menjadi air yaitu....

A. 1

B. 2

C. 3

D. 4

E. 5

4. Siswa mencampurkan air panas dengan air dingin dalam suatu wadah yang terisolasi. Air panas memiliki suhu yang jauh lebih tinggi daripada air dingin, dan massa air dingin lebih besar daripada air panas. Analisis yang benar mengenai karakteristik suhu akhir campuran yaitu....

   A. suhu akhir campuran mendekati suhu air panas karena air panas memiliki suhu yang lebih tinggi

   B. suhu akhir campuran lebih rendah dari suhu air dingin karena massa air panas jauh lebih kecil

   C. suhu akhir campuran akan berada di tengah-tengah suhu kedua air, karena kalor akan terdistribusi secara merata

   D. suhu akhir campuran akan lebih mendekati suhu air dingin karena air dingin memiliki massa yang lebih besar.

   E. suhu akhir campuran akan sama dengan suhu awal air dingin, karena massa air panas lebih kecil daripada air dingin

5. Air yang bermassa 150 gram dan bersuhu 70℃ dicampurkan dengan Air yang bermassa 0,1 kg dan bersuhu 30℃ di dalam kalorimeter. Jika kalorimeter menyerap kalor sebesar 6000J dan kalor jenis air sebesar $4{,}2 J//g℃$, maka suhu campuran akhir air tersebut sebesar....

   A. 44℃

   B. 46℃

   C. 48℃

   D. 50℃

   E. 52℃

6. Siswa diminta menciptakan solusi untuk menjaga suhu air tetap hangat selama perjalanan 2 jam tanpa alat pemanas. Berdasarkan konsep asas Black, solusi yang sesuai yaitu....

A. menggunakan wadah logam terbuka agar panas bisa keluar perlahan

B. menaruh air dalam wadah lalu sering diaduk agar suhu merata

C. menggunakan termos dengan bahan isolator agar meminimalkan perpindahan kalor ke lingkungan

D. memasukkan air ke wadah kaca agar tidak terjadi transfer kalor

E. menaruh air di wadah tertutup agar tidak menguap ke udara

7. Besaran fisika yang mempengaruhi besarnya nilai perubahan panjang pada pemuaian zat padat yaitu....

A. panjang awal dan suhu awal

B. perubahan suhu dan panjang awal

C. perubahan panjang dan suhu akhir

D. suhu akhir dan koefisien muai panjang

E. suhu awal dan koefisien muai panjang

8. Perhatikan pernyataan berikut ini!

1) Supaya suhu air panas merata ke seluruh permukaan botol dan menurunkan tekanan di dalamnya
2) Air panas dapat meningkatkan viskositas logam sehingga logam melemas dan mudah dilepas
3) Memperkecil diameter leher botol kaca akibat pendinginan sehingga tutup bisa digeser
4) Tutup logam mengalami peningkatan ukuran lebih besar daripada kaca saat dipanaskan, sehingga celah antara tutup dan leher botol membesar
5) Logam menghantarkan panas lebih lambat daripada kaca, sehingga perubahan ukuran logam tertunda dan bisa dilepas dengan mudah

Tujuan yang sesuai dari tindakan merendam botol kaca bertutup logam dalam air yaitu pernyataan....

A. 1

B. 2

C. 3

D. 4

E. 5

9. Perhatikan pernyataan berikut!

1) Sambungan rel kereta api dibuat renggang
2) Pemasangan pintu besi yang tidak pas, diberi celah agar tidak macet saat cuaca panas
3) Pemasangan kaca jendela diberi celah pada bingkainya
4) Baut pada rangka jembatan baja dipasang saat suhu rendah
5) Komponen mesin kendaraan dirancang memiliki toleransi terhadap suhu tinggi

Pernyataan diatas yang benar yaitu....

A. 1, 2, 3
B. 1, 2, 5
C. 1, 3, 4
D. 2, 3, 5
E. 2, 3, 4

10. Perhatikan pernyataan berikut!

1) Perubahan suhu mendekati nol
2) Benda bebas/ tanpa hambatan mekanis
3) Distribusi suhu merata di benda
4) Benda berada dalam kondisi vakum
5) Material homogen/ tanpa bahan campuran

Kondisi di atas yang akan memberikan hasil akurat ketika melakukan pengukuran panjang saat terjadi pemuaian yaitu....

A. 1, 2, 3
B. 1, 2, 5
C. 1, 3, 4
D. 2, 3, 5
E. 2, 3, 4

11. Salah satu syarat perlu agar terjadi pemuaian yaitu....

A. Suhu benda berada diatas titik leleh
B. benda mengalami perubahan wujud
C. homogenits (keseragaman) bahan
D. benda bersifat konduktor termal

E. terdapat perubahan suhu

12. Pekerja akan memasang rel kereta api dari batang besi. Hal yang perlu diperhatikan pengaruh suhu agar rel tidak melengkung saat siang hari. Berikut dua solusi yang diajukan:

    - Solusi A: memasang rel pada malam hari saat suhu rendah
    - Solusi B: memberi celah kecil di antara batang rel saat pemasangan

    Solusi yang paling masuk akal yaitu....

    A. Solusi A, karena suhu malam hari rendah sehingga rel tidak bertambah panjang
    B. Solusi A, karena logam tidak mengalami pemuaian
    C. Solusi A, karena logam mengalami penyusutan
    D. Solusi B, karena celah memberi ruang saat suhu naik
    E. Solusi B, karena celah memungkinkan udara masuk untuk mendinginkan rel agar tidak memuai

13. Perhatikan pernyataan berikut!

    1) kalor berpindah dari zat dingin menuju zat panas
    2) kalor berpindah memerlukan medium rambat
    3) kalor dipancarkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik
    4) kalor berpindah melalui gerakan partikel secara mikroskopis
    5) kalor merambat disertai perpindahan massa Tangan yang terasa hangat di samping lilin yang menyala Lilin yang menyala menghasilkan aliran udara yang panas

    Pernyataan diatas yang merupakan ciri-ciri radiasi yaitu....

    A. 1 1, 2
    B. 2 1, 5
    C. 3 1, 3
    D. 4 2, 3
    E. 5 2, 4

14. Perhatikan pernyataan berikut!

    1) Besi yang dipanaskan dengan lilin yang menyala
    2) Tangan yang diletakkan di atas lilin yang menyala
    3) Tangan yang terasa hangat di samping lilin yang menyala

4) Lilin yang menyala menghasilkan aliran udara yang panas

Pernyataan diatas yang merupakan ciri-ciri konveksi yaitu....

A. 1, 2

B. 1, 5

C. 1, 3

D. 2, 3

E. 2, 4

15. Sebuah besi dengan luas permukaan $1cm^2$ dipanaskan dengan perubahan suhu sebesar 100°C. Jika panjang besi sebesar 1cm ($k = 50W/mK$), maka nilai kalor yang dirambatkan per detik yaitu....

A. 0,05 J/s

B. 5 J/s

C. 25 J/s

D. 50 J/s

E. 500 J/s

16. Sebuah tutup panci mempunyai luasan yang bersinggungan dengan uap air panas sebesar 25 cm^2. Perbedaan suhu kedua zat sebesar 50°C, maka besar laju perpindahan kalor per detik jika koefisien konveksi bernilai $50W/m^2$°C yaitu....

A. 2,25 J/s

B. 4,50 J/s

C. 5,05 J/s

D. 6,25 J/s

E. 7,50 J/s

17. Skala Celsius dan Fahrenheit memerlukan data titik beku dan titik didih air dalam kedua skala untuk menentukan hubungan antara skala.

Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa ....

A. data titik beku sebagai batas atas dan titik didih sebagai batas bawah untuk menurunkan rumus konversi

B. hubungan antar skala ditentukan oleh dua titik tetap yang diketahui dalam kedua skala

C. rumus konversi diperoleh dari data selisih data titik beku didih kedua skala

D. perjumlahan data titik beku dan didih kedua skala menunjukan hubungan antar skala

E. rumus konversi diturunkan dari selisih titik beku dikurangi titik didih

18. Perhatikan gambar batas atas dan batas bawah antara skala D dan C berikut!



Jika suatu benda bersuhu 40°A, maka suhu benda tersebut dalam skala B adalah….

A. 32°B

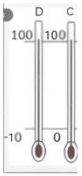
B. 50°B

C. 52°B

D. 120°B

E. 140°B

19. Perhatikan gambar batas atas dan batas bawah antara skala D dan C berikut!



Jika suatu benda bersuhu 40°C, maka suhu benda tersebut dalam skala D adalah …

A. 30°D

B. 34°D

C. 40°D

D. 60°D

E. 140°D

20. Siswa ingin membuktikan bahwa radiasi dapat terjadi tanpa media perantara. Prosedur paling tepat yaitu....
    A. memanaskan air di dalam tabung kaca
    B. menjemur benda di bawah sinar matahari
    C. memanaskan batang logam di ruang vakum
    D. membiarkan logam panas dalam ruang bertekanan tinggi
    E. menempelkan kawat panas dengan kawat besuhu normal
21. Seorang siswa ingin membuat alat sederhana untuk menunjukkan perpindahan kalor secara radiasi. Berikut ini rancangan yang paling tepat yaitu....
    A. meletakkan mentega di atas panci yang panas
    B. memegang sendok setelah dijemur saat siang hari
    C. menghangatkan sendok logam menggunakan air mendidih
    D. memanaskan besi menggunakan uap air panas
    E. menempatkan sendok logam di bawah lampu

Lampiran 15 Modul Ajar Kelas Kontrol

MODUL AJAR GURU
KELAS KONTROL

A. Informasi umum

1. Informasi perangkat ajar
   Nama Penyusun : Hardi
   Nama Institusi : SMA Negeri 2 Semarang
   Fase/Kelas : F/XI
   Semester : Genap
   Alokasi Waktu : 2 Pertemuan x 2 JP = 4 JP
2. Prasyarat kompetensi
   a. Siswa telah menyelesaikan materi pengukuran pada fase E
   b. Siswa telah menguasai konsep suhu pada sub besaran fisika
   c. Siswa telah mampu menggunakan atau membaca skala suhu
3. Deskripsi umum modul terbuka
   Modul terbuka pada materi kalor dirancang untuk memberikan pemahaman mendalam tentang konsep-konsep dasar yang berkaitan dengan suhu, kalor, perpindahan kalor dan pemuaian zat. Modul ini dikembangkan dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) memungkinkan siswa untuk memperoleh pemahaman yang esensial tentang topik ini.
4. Dimensi profil pelajar pancasila
   Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan dan keterampilan, pelajar menjadi pribadi yang memiliki profil pelajar Pancasila sebagai berikut:
   a. Bernalar kritis
   b. Bergotong royong
5. Sarana dan Prasarana
   a. Sarana
      1) Modul ajar
      2) Alat tulis
   b. Prasarana
      1) Gedung kelas
6. Target Peserta Didik
   Reguler
7. Moda Pembelajaran
   Tatap Muka
8. Model dan Metode Pembelajaran
   Problem Based Learning (Cermah, Diskusi, Tanya Jawab, dan Kerja Kelompok)

B. Komponen Inti

1. Capaian pembelajaran
   a. Pemahaman Fisika
      Peserta didik mampu menerapkan prinsip dan konsep energi kalor.
   b. Keterampilan Proses
      1) Mengamati: Peserta didik mampu mengoptimalkan potensi menggunakan ragam alat bantu untuk melakukan pengukuran dan pengamatan.
      2) Mempertanyakan dan memprediksi: Peserta didik mampu mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan hasil observasi, mampu merumuskan permasalahan yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah.
      3) Merencanakan dan melakukan penyelidikan: Peserta didik mengidentifikasi latar belakang masalah, merumuskan tujuan, dan menggunakan referensi dalam perencanaan penyelidikan/ penelitian; Peserta didik membedakan variabel, termasuk yang dikendalikan dan variabel bebas, menggunakan instrumen yang sesuai dengan tujuan penyelidikan; Peserta didik menentukan langkah langkah kerja dan cara pengumpulan data.
      4) Memproses, menganalisis data dan informasi: Peserta didik menyiapkan peralatan/ instrumen yang sesuai untuk penelitian ilmiah, menggunakan alat ukur secara teliti dan benar, mengenal keterbatasan dan kelebihan alat ukur yang dipakai; Peserta didik menerapkan teknis/ proses pengumpulan data, mengolah data sesuai jenisnya/sesuai

keperluan, menganalisis data dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan rekomendasi tindak lanjut/saran dari hasil penelitian.

5) Mencipta: Peserta didik mampu menggunakan hasil analisis data dan informasi untuk menciptakan ide solusi ataupun rancang bangun untuk menyelesaikan suatu permasalahan.
6) Mengevaluasi dan refleksi: Peserta didik berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, mengembangkan keingintahuan, dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan; Peserta didik mengajukan argumentasi ilmiah dan kritis berani mengusulkan perbaikan atas suatu kondisi dan bertanggungjawab terhadap usulannya. Peserta didik bersikap jujur terhadap temuan data/fakta.
7) Mengomunikasikan hasil: Peserta didik menyusun laporan tertulis hasil penelitian serta mengomunikasikan hasil penelitian, prosedur perolehan data, cara mengolah dan cara menganalisis data serta mengomunikasikan kesimpulan yang sesuai untuk menjawab masalah penelitian / penyelidikan secara lisan atau tulisan; Peserta didik menyajikan hasil pengolahan data dalam bentuk tabel, grafik, diagram alur/ flowchart dan/atau peta konsep, menyajikan data dengan simbol dan standar internasional dengan benar, dan menggunakan media yang sesuai dalam penyajian hasil pengolahan data; Peserta didik mendeskripsikan kecenderungan hubungan, pola, dan keterkaitan variabel dan menggunakan bahasa, simbol dan peristilahan yang sesuai untuk bidang fisika.

2. Tujuan pembelajaran
   a. Menguraikan suhu dan konversinya
   b. Menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat
   c. Menguraikan pemuaian materi
   d. Membedakan jenis perpindahan kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari
3. Persiapan Pembelajaran
   a. Daftar perlengkapan terbuka: Modul Belajar Praktis
   b. Daftar lampiran bahan pendukung: LKPD
4. Kegiatan Pembelajaran

a. Pertemuan I

Tujuan Pembelajaran	- Menguraikan suhu dan konversinya - Menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat
Indikator tujuan pembelajaran	- Siswa dapat menguraikan suhu dan konversinya - Siswa dapat menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat
Pertanyaan Pemantik	- Apa itu suhu? - Apa saja jenis-jenis satuan suhu yang kalian ketahui? - Apakah yang dimaksud dengan kalor?

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
Pembukaan	**Apersepsi dan Tujuan Pembelajaran**		3 menit
	- Guru dapat memulai dengan menjelaskan tujuan pembelajaran agar siswa memiliki gambaran tentang apa yang akan dipelajari dan mengapa itu penting. - Guru dapat menciptakan hubungan antara konsep suhu dengan fenomena air es dan panas. Hal ini dapat membantu siswa dalam mendefinisikan konsep suhu secara sederhana.	- Siswa dapat berpartisipasi aktif dalam diskusi kelas, menjawab pertanyaan, atau berkolaborasi dengan teman-teman untuk membangkitkan minat mereka terhadap materi. - Siswa dapat mengajukan pertanyaan atau menyampaikan pendapat mereka terkait materi pembelajaran untuk	

		meningkatkan interaksi dengan guru dan teman sekelas.	
	Motivasi		2 menit
	- Guru memotivasi siswa untuk berpikir lebih dalam tentang topik yang sedang dipelajari: "Bayangkan kalian memegang dua tangan teman kalian satu tangan panas, satu tangan dingin.Lama-kelamaan, tangan panas terasa lebih dingin, tangan dingin terasa lebih hangat. Itulah kalor bekerja: berpindah dari benda yang lebih panas ke benda yang lebih dingin, sampai tercapai keseimbangan". Hal ini bisa dihubungkan dengan kerja sama/ gotong royong	- Siswa menetapkan tujuan belajar pribadi untuk memberikan arah dan motivasi pada diri sendiri dalam mencapai prestasi akademik.	
Isi	**Penyajian Masalah**		25 menit
	- Guru memberikan materi pengantar mengenai sub bab suhu dan kalor - Guru memberikan masalah dalam bentuk soal sebagai bahan latihan yang akan didiskusikan secara berkelompok.	- Siswa dapat mendengarkan dan berinteraksi tanya jawab dengan guru - Siswa membaca atau mendengarkan deskripsi masalah yang diberikan oleh guru.	
	Pengorganisasian Kelompok		5 menit
	- Guru memberikan arahan jelas tentang pembentukan kelompok. - Guru memberikan LKPD dan menyampaikan petunjuk penggunaan.	- Siswa bergabung dalam kelompok-kelompok kecil yang telah ditentukan oleh guru. - Memahami LKPD atau bertanya ketika terdapat hal yang belum dipahami.	
	Pencarian Informasi		15 menit
	- Guru memancing atau menyediakan sumber daya, panduan, atau akses ke perpustakaan atau internet. - Memberikan dukungan bimbingan selama proses pencarian informasi.	- Siswa melakukan kajian pustaka untuk mendapatkan informasi tambahan tentang masalah yang dihadapi. - Mencatat temuan-temuan dan mengidentifikasi sumber-sumber relevan.	
	Diskusi Kelompok		10 menit
	- Guru memfasilitasi diskusi dengan memberikan pertanyaan panduan. - Memberikan arahan untuk memastikan kelompok	- Siswa berpartisipasi dalam diskusi kelompok untuk menyusun strategi pemecahan masalah. - Membahas peran masing-	

	tetap fokus pada solusi masalah.	masing anggota kelompok dan mengatasi perbedaan pendapat.	
	Presentasi Solusi		15 menit
	- Guru memberikan pedoman tentang format presentasi dan kriteria penilaian. - Memberikan umpan balik konstruktif setelah setiap presentasi.	- Kelompok menyusun presentasi untuk memaparkan hasil pekerjaan kelompok. - Menyajikan hasil kerja mereka di depan kelas.	
	Kesimpulan		10 menit
	- Guru memfasilitasi sesi kesimpulan dan mengarahkan diskusi tentang pembelajaran yang diperoleh. - Menyusun kegiatan penutup yang menghubungkan konsep dengan aplikasi praktis.	- Siswa merenungkan pembelajaran mereka dan mencatat pengalaman selama proses ini. - Menyusun kesimpulan pribadi tentang bagaimana pemecahan masalah dapat diterapkan dalam konteks sehari-hari.	
Penutup	**Tinjauan**		3 menit
	- Guru dapat mengumpulkan data evaluasi melalui respons siswa selama pembelajaran. Hal ini membantu dalam menilai pemahaman siswa terhadap materi. - Mengidentifikasi area atau konsep yang mungkin memerlukan penekanan lebih lanjut dan menilai sejauh mana siswa telah mencapai tujuan pembelajaran.	- Siswa dapat menilai sejauh mana mereka memahami materi pembelajaran dan mengidentifikasi area yang masih memerlukan perhatian khusus. - Siswa dapat memberikan umpan balik mengenai metode pengajaran yang paling efektif bagi mereka dan mengusulkan perubahan jika diperlukan.	
	Refleksi dan *Preview* Materi		2 menit
	- Mengumpulkan umpan balik langsung dari siswa mengenai pengajaran dan menyelidiki apakah ada area perbaikan yang perlu diperhatikan. - Guru dapat merefleksikan metode pengajaran yang digunakan dan menilai sejauh mana metode tersebut efektif dalam menyampaikan informasi dan memotivasi siswa. - Guru menyampaikan materi berikutnya tentang praktikum validasi	- Merencanakan tindakan perbaikan atau langkah-langkah tambahan untuk meningkatkan pemahaman pribadi terhadap materi. - Menetapkan tujuan belajar yang spesifik untuk periode pembelajaran berikutnya, berdasarkan refleksi atas kinerja mereka sendiri. - Siswa merasa tertarik untuk melakukan kajian pustaka dan mempersiapkan	

Dipindai dengan CamScanner

	konversi suhu dan mempersiapkan untuk memahami modul praktikum.	pembelajaran berikut.	

b. Pertemuan II

Tujuan Pembelajaran
- Menguraikan pemuaian materi
- Membedakan jenis perpindahan kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

Indikator Tujuan Pembelajaran
- Siswa dapat menguraikan pemuaian materi
- Siswa dapat membedakan jenis perpindahan kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

Pertanyaan Pemantik
- Apa yang dimaksud dengan pemuaian?
- Bagaimana cangkir berisi air panas, cangkirnya juga ikut panas?

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
Pembukaan	**Apersepsi dan Tujuan Pembelajaran**		3 menit
	- Guru dapat memulai dengan menjelaskan tujuan pembelajaran agar siswa memiliki gambaran tentang apa yang akan dipelajari dan mengapa itu penting. - Guru dapat menciptakan hubungan antara konsep konduksi dengan fenomena cangkir yang ikut panas saat berisi air panas. Hal ini dapat membantu siswa dalam mendefinisikan konsep perpindahan kalor secara sederhana.	- Siswa dapat berpartisipasi aktif dalam diskusi kelas, menjawab pertanyaan, atau berkolaborasi dengan teman-teman untuk membangkitkan minat mereka terhadap materi. - Siswa dapat mengajukan pertanyaan atau menyampaikan pendapat mereka terkait materi pembelajaran untuk meningkatkan interaksi dengan guru dan teman sekelas.	
	Motivasi		2 menit
	- Guru memotivasi siswa untuk berpikir lebih dalam tentang topik yang sedang dipelajari: "Kalor tidak pernah berhenti berpindah hanya karena satu jalan tertutup. Kalau tidak bisa melalui sentuhan (*konduksi*), ia mengalir lewat gerakan zat (*konveksi*), atau bahkan terpancar bebas tanpa medium (*radiasi*). Sama seperti itu, saat kita menemui kesulitan dalam belajar atau dalam hidup, jangan berhenti hanya karena satu cara gagal.	- Siswa menetapkan tujuan belajar pribadi untuk memberikan arah dan motivasi pada diri sendiri dalam mencapai prestasi akademik.	
Isi	**Penyajian Masalah**		25 menit
	- Guru memberikan materi	- Siswa dapat	

	pengantar mengenai sub bab suhu dan kalor - Guru memberikan masalah dalam bentuk soal sebagai bahan latihan yang akan didiskusikan secara berkelompok.	mendengarkan dan berinteraksi tanya jawab dengan guru - Siswa membaca atau mendengarkan deskripsi masalah yang diberikan oleh guru.	
	Pengorganisasian Kelompok		5 menit
	- Guru memberikan arahan jelas tentang pembentukan kelompok. - Guru memberikan LKPD dan menyampaikan petunjuk penggunaan.	- Siswa bergabung dalam kelompok-kelompok kecil yang telah ditentukan oleh guru. - Memahami LKPD atau bertanya ketika terdapat hal yang belum dipahami.	
	Pencarian Informasi		15 menit
	- Guru memancing atau menyediakan sumber daya, panduan, atau akses ke perpustakaan atau internet. - Memberikan dukungan bimbingan selama proses pencarian informasi.	- Siswa melakukan kajian pustaka untuk mendapatkan informasi tambahan tentang masalah yang dihadapi. - Mencatat temuan-temuan dan mengidentifikasi sumber-sumber relevan.	
	Diskusi Kelompok		10 menit
	- Guru memfasilitasi diskusi dengan memberikan pertanyaan panduan. - Memberikan arahan untuk memastikan kelompok tetap fokus pada solusi masalah.	- Siswa berpartisipasi dalam diskusi kelompok untuk menyusun strategi pemecahan masalah. - Membahas peran masing-masing anggota kelompok dan mengatasi perbedaan pendapat.	
	Presentasi Solusi		15 menit
	- Guru memberikan pedoman tentang format presentasi dan kriteria penilaian. - Memberikan umpan balik konstruktif setelah setiap presentasi.	- Kelompok menyusun presentasi untuk memaparkan hasil pekerjaan kelompok. - Menyajikan hasil kerja mereka di depan kelas.	
	Kesimpulan		10 menit
	- Guru memfasilitasi sesi kesimpulan dan mengarahkan diskusi tentang pembelajaran yang diperoleh. - Menyusun kegiatan penutup yang menghubungkan konsep dengan aplikasi praktis.	- Siswa merenungkan pembelajaran mereka dan mencatat pengalaman selama proses ini. - Menyusun kesimpulan pribadi tentang bagaimana pemecahan masalah dapat diterapkan dalam konteks sehari-hari.	
Penutup	**Tinjauan**		3 menit
	- Guru dapat mengumpulkan	- Siswa dapat menilai	

Dipindai dengan CamScanner

	data evaluasi melalui respons siswa selama pembelajaran. Hal ini membantu dalam menilai pemahaman siswa terhadap materi. - Mengidentifikasi area atau konsep yang mungkin memerlukan penekanan lebih lanjut dan menilai sejauh mana siswa telah mencapai tujuan pembelajaran.	sejauh mana mereka memahami materi pembelajaran dan mengidentifikasi area yang masih memerlukan perhatian khusus. - Siswa dapat memberikan umpan balik mengenai metode pengajaran yang paling efektif bagi mereka dan mengusulkan perubahan jika diperlukan.	
	Refleksi dan *Preview* Materi		2 menit
	- Mengumpulkan umpan balik langsung dari siswa mengenai pengajaran dan menyelidiki apakah ada area perbaikan yang perlu diperhatikan. - Guru dapat merefleksikan metode pengajaran yang digunakan dan menilai sejauh mana metode tersebut efektif dalam menyampaikan informasi dan memotivasi siswa. - Guru menyampaikan materi berikutnya tentang praktikum validasi konversi suhu dan mempersiapkan untuk memahami modul praktikum.	- Merencanakan tindakan perbaikan atau langkah-langkah tambahan untuk meningkatkan pemahaman pribadi terhadap materi. - Menetapkan tujuan belajar yang spesifik untuk periode pembelajaran berikutnya, berdasarkan refleksi atas kinerja mereka sendiri. - Siswa merasa tertarik untuk melakukan kajian pustaka dan mempersiapkan pembelajaran berikut.	

C. Lampiran atau materi pendukung

1. Modul Belajar Praktis
2. Kegiatan siswa
3. Refleksi bersama
4. Glosarium
5. Daftar pustaka

Mengetahui
Guru Fisika

Drs. Sumarno, M.Pd.
NIP. 196607101995121004

Semarang,
Peneliti

Hardi
NIM. 2108066016

Lampiran 16 Modul Ajar Kelas Eksperimen

MODUL AJAR GURU
KELAS EKSPERIMEN

A. Informasi umum

1. Informasi perangkat ajar
   Nama Penyusun : Hardi
   Nama Institusi : SMA Negeri 2 Semarang
   Fase/Kelas : F/XI
   Semester : Genap
   Alokasi Waktu : 2 Pertemuan x 2,5 JP = 5 JP
2. Prasyarat kompetensi
   a. Siswa telah menyelesaikan materi pengukuran pada fase E
   b. Siswa telah menguasai konsep suhu pada sub besaran fisika
   c. Siswa telah mampu menggunakan atau membaca skala suhu
3. Deskripsi umum modul terbuka
   Modul terbuka pada materi kalor dirancang untuk memberikan pemahaman mendalam tentang konsep-konsep dasar yang berkaitan dengan suhu, kalor, perpindahan kalor dan pemuaian zat. Modul ini dikembangkan dengan model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) memungkinkan siswa untuk memperoleh pemahaman yang esensial tentang topik ini.
4. Dimensi profil pelajar pancasila
   Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan dan keterampilan, pelajar menjadi pribadi yang memiliki profil pelajar Pancasila sebagai berikut:
   a. Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Mah Esa, dan berakhlak mulia
   b. Bernalar kritis
   c. Bergotong royong
   d. Kreatif.
5. Sarana dan Prasarana
   a. Sarana
      1) E-Modul
      2) Alat tulis
      3) Kalkulator
      4) Smartphone
   b. Prasarana
      1) Gedung kelas
      2) Laboratorium fisika
6. Target Peserta Didik
   Reguler
7. Moda Pembelajaran
   Tatap Muka
8. Model dan Metode Pembelajaran
   Pertemuan I : *Argument Driven Inquiry* (Ceramah, Diskusi, dan Praktikum inkuiri)
   Pertemuan II : *Argument Driven Inquiry* (Ceramah, Diskusi, dan Investigasi inkuiri)

B. Komponen Inti

1. Capaian pembelajaran
   a. Pemahaman Fisika
      Peserta didik mampu mendeskripsikan gejala alam dalam cakupan keterampilan proses dalam pengukuran, perubahan iklim dan pemanasan global, pencemaran lingkungan, energi alternatif, dan pemanfaatannya.
   b. Keterampilan Proses
      1) Mengamati: Peserta didik mampu mengoptimalkan potensi menggunakan ragam alat bantu untuk melakukan pengukuran dan pengamatan.
      2) Mempertanyakan dan memprediksi: Peserta didik mampu mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan hasil observasi, mampu merumuskan permasalahan

yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah.

3) Merencanakan dan melakukan penyelidikan: Peserta didik mengidentifikasi latar belakang masalah, merumuskan tujuan, dan menggunakan referensi dalam perencanaan penyelidikan/ penelitian; Peserta didik membedakan variabel, termasuk yang dikendalikan dan variabel bebas, menggunakan instrumen yang sesuai dengan tujuan penyelidikan; Peserta didik menentukan langkah langkah kerja dan cara pengumpulan data.
4) Memproses, menganalisis data dan informasi: Peserta didik menyiapkan peralatan/ instrumen yang sesuai untuk penelitian ilmiah, menggunakan alat ukur secara teliti dan benar, mengenal keterbatasan dan kelebihan alat ukur yang dipakai; Peserta didik menerapkan teknis/ proses pengumpulan data, mengolah data sesuai jenisnya/sesuai keperluan, menganalisis data dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan rekomendasi tindak lanjut/saran dari hasil penelitian.
5) Mencipta: Peserta didik mampu menggunakan hasil analisis data dan informasi untuk menciptakan ide solusi ataupun rancang bangun untuk menyelesaikan suatu permasalahan.
6) Mengevaluasi dan refleksi: Peserta didik berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, mengembangkan keingintahuan, dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan; Peserta didik mengajukan argumentasi ilmiah dan kritis berani mengusulkan perbaikan atas suatu kondisi dan bertanggungjawab terhadap usulannya. Peserta didik bersikap jujur terhadap temuan data/fakta.
7) Mengomunikasikan hasil: Peserta didik menyusun laporan tertulis hasil penelitian serta mengomunikasikan hasil penelitian, prosedur perolehan data, cara mengolah dan cara menganalisis data serta mengomunikasikan kesimpulan yang sesuai untuk menjawab masalah penelitian / penyelidikan secara lisan atau tulisan; Peserta didik menyajikan hasil pengolahan data dalam bentuk tabel, grafik, diagram alur/ *flowchart* dan/atau peta konsep, menyajikan data dengan simbol dan standar internasional dengan benar, dan menggunakan media yang sesuai dalam penyajian hasil pengolahan data; Peserta didik mendeskripsikan kecenderungan hubungan, pola, dan keterkaitan variabel dan menggunakan bahasa, simbol dan peristilahan yang sesuai untuk bidang fisika.

2. Tujuan pembelajaran
   a. Menguraikan suhu dan konversinya
   b. Menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat
   c. Menguraikan pemuaian materi
   d. Membedakan jenis perpindahan kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari
3. Persiapan Pembelajaran
   a. Daftar perlengkapan terbuka: lilin, sendok, pemantik
   b. Daftar lampiran bahan pendukung
      E-modul
4. Kegiatan Pembelajaran
   a. **Pertemuan I**

Tujuan Pembelajaran	- Menguraikan suhu dan konversinya - Menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat
Indikator tujuan pembelajaran	- Siswa dapat menguraikan suhu dan konversinya - Siswa dapat menjelaskan asas Black dalam perubahan suhu dan wujud zat
Pertanyaan Pemantik	- Apa itu suhu? - Apa saja jenis-jenis satuan suhu yang kalian ketahui?

- Apakah yang dimaksud dengan kalor?

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
Pembukaan	**Apersepsi dan Tujuan Pembelajaran**		3 menit
	- Guru dapat memulai dengan menjelaskan tujuan pembelajaran agar siswa memiliki gambaran tentang apa yang akan dipelajari dan mengapa itu penting. - Guru dapat menciptakan hubungan antara konsep suhu dengan fenomena air es dan panas. Hal ini dapat membantu siswa dalam mendefinisikan konsep suhu secara sederhana.	- Siswa dapat berpartisipasi aktif dalam diskusi kelas, menjawab pertanyaan, atau berkolaborasi dengan teman-teman untuk membangkitkan minat mereka terhadap materi. - Siswa dapat mengajukan pertanyaan atau menyampaikan pendapat mereka terkait materi pembelajaran untuk meningkatkan interaksi dengan guru dan teman sekelas.	
	Motivasi		2 menit
	- Guru memotivasi siswa untuk berpikir lebih dalam tentang topik yang sedang dipelajari: "Bayangkan kalian memegang dua tangan teman kalian satu tangan panas, satu tangan dingin.Lama-kelamaan, tangan panas terasa lebih dingin, tangan dingin terasa lebih hangat. Itulah kalor bekerja: berpindah dari benda yang lebih panas ke benda yang lebih dingin, sampai tercapai keseimbangan". Hal ini bisa dihubungkan dengan kerja sama/ gotong royong	- Siswa menetapkan tujuan belajar pribadi untuk memberikan arah dan motivasi pada diri sendiri dalam mencapai prestasi akademik.	
Isi	***Identification of Task* (Identifikasi Tugas)**		20 menit
	- Guru memperkenalkan materi suhu dan kalor kepada siswa dengan menyajikan fenomena kontekstual yang relevan - Guru menyjikan permasalahan yang akan menjadi tugas siswa dalam kegiatan inkuiri berupa praktikum	- Siswa dapat mendengarkan dan berinteraksi tanya jawab dengan guru - Siswa menelaah dan memahami permasalahan sebelum melakukan praktikum sedang dipelajari.	
	***Generation of Data* (Pengumpulan Data)**		20 menit
	- Guru membagi siswa ke dalam kelompok kecil	- Siswa bekerja secara kolaboratif untuk	

10

	dan memberikan arahan umum mengenai tujuan praktikum - Guru membimbing siswa dalam menggunakan simulasi inkuiri dan mengumpulkan data	merancang pengambilan data yang dapat digunakan untuk membahasas permasalahan - Siswa mengumpulkan data dan membandingkan dengan kelompok lain	
	Production of a Tentative Argument **(Produksi Argumen Sementara)**		10 menit
	- Guru membimbing penyusunan argumen awal dengan menghubungkan antara klaim dan bukti - Guru memperisapkan satu kelompok untuk melakukan pembahasan kolom diskusi	- Siswa mengembangkan dan argumen sementara berdasarkan data yang telah dikumpulkan, meliputi pernyataan klaim dan bukti - Siswa menghubungkan argumen sementara dengan pertanyaan pada kolom diskusi	
	Argumentation Session **(Sesi Argumentasi Interaktif)**		15 menit
	- Guru memfasilitasi sesi diskusi melalui pernyataan atau pertanyaan yang dapat menggali hasil presentasi - Guru mengarahkan agar diskusi mencapai kesimpulan yang benar	- Siswa mempresentasikan hasil argumentasi yang telah disusun - Siswa mendengarkan perbedaan pendapat kelompok lain, memberikan tanggapan, dan mengevaluasi argumen yang disampaikan	
	Creation of a Written Investigation ***(Pembuatan Laporan Investigasi Tertulis)***		10 menit
	- Guru memberikan panduan dalam mengenai data yang perlu dicantumkan dalam laporan	- Siswa menuliskan laporan investigasi berdasarkan format yng ditentukan	
	Double-blind Peer Review **(Tinjauan Sejawat Tertutup Ganda)**		5 menit
	- Guru mengumpulkan laporan dari setiap kelompok dan membagikan secara acak - Guru membimbing siswa dalam meninjau berdasarkan pemahaman yang diperoleh siswa	- Siswa membaca dan mempelajari kesimpulan yang telah diberikan guru - Siswa mengkaji kesimpulan tersebut berdasarkan pemahamn yang dimiliki	
	Revision of the Report (Revisi Laporan)		5 menit
	- Guru mengembalikan	- Siswa merevisi laporan	

	Revision of the Report (Revisi Laporan)		5 menit
	- Guru mengembalikan hasil tinjauan sejawat kepada kelompok penulis laporan untuk dipelajari dan diperbaiki. - Guru memfasilitasi sesi bimbingan singkat untuk menjelaskan hal-hal yang perlu diperbaiki jika diperlukan	- Siswa merevisi laporan investigasi berdasarkan umpan balik yang diterima, lalu menyerahkan kembali laporan akhir kepada guru untuk penilaian - Siswa bertanya kepada guru jika kesimpulan belum dipahami	
Penutup	**Tinjauan**		3 menit
	- Guru dapat mengumpulkan data evaluasi melalui respons siswa selama pembelajaran. Hal ini membantu dalam menilai pemahaman siswa terhadap materi. - Mengidentifikasi area atau konsep yang mungkin memerlukan penekanan lebih lanjut dan menilai sejauh mana siswa telah mencapai tujuan pembelajaran.	- Siswa dapat menilai sejauh mana mereka memahami materi pembelajaran dan mengidentifikasi area yang masih memerlukan perhatian khusus. - Siswa dapat memberikan umpan balik mengenai metode pengajaran yang paling efektif bagi mereka dan mengusulkan perubahan jika diperlukan.	
	Refleksi dan *Preview* Materi		2 menit
	- Mengumpulkan umpan balik langsung dari siswa mengenai pengajaran dan menyelidiki apakah ada area perbaikan yang perlu diperhatikan. - Guru dapat merefleksikan metode pengajaran yang digunakan dan menilai sejauh mana metode tersebut efektif dalam menyampaikan informasi dan memotivasi siswa. - Guru menyampaikan materi berikutnya tentang praktikum validasi konversi suhu dan mempersiapkan untuk memahami modul praktikum.	- Merencanakan tindakan perbaikan atau langkah-langkah tambahan untuk meningkatkan pemahaman pribadi terhadap materi. - Menetapkan tujuan belajar yang spesifik untuk periode pembelajaran berikutnya, berdasarkan refleksi atas kinerja mereka sendiri. - Siswa merasa tertarik untuk melakukan kajian pustaka dan mempersiapkan pembelajaran berikut.	

C. **Lampiran atau materi pendukung**

1. Referensi materi/media pembelajaran: E-Modul Berbasis *Argument Driven Inquiry* (ADI)
2. Instrumen refleksi
3. Glosarium
4. Daftar pustaka

Mengetahui
Guru Fisika

Drs. Sumarno, M.Pd.
NIP. 196607101995121004

Semarang,
Peneliti

Hardi
NIM. 2108066016

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 17 Hasil Tes Kelas Eksperimen

No	Kode	*Pre*	*Post*	No	Kode	*Pre*	*Post*
1	A1	42.9	81.0	19	A19	61.9	81.0
2	A2	52.4	85.7	20	A20	57.1	85.7
3	A3	42.9	85.7	21	A21	42.9	76.2
4	A4	47.6	81.0	22			
5	A5	52.4	81.0	23	A23	57.1	47.6
6	A6	76.2	81.0	24	A24	33.3	61.9
7	A7	23.8	38.1	25	A25	61.9	81.0
8	A8	47.6	81.0	26	A26	61.9	81.0
9	A9	42.9	81.0	27	A27	57.1	85.7
10	A10	33.3	81.0	28			
11				29	A29	28.6	71.4
12	A12	42.9	81.0	30	A30	23.8	76.2
13	A13	33.3	47.6	31	A31	33.3	28.6
14	A14	33.3	76.2	32	A32	52.4	71.4
15	A15	42.9	66.7	33	A33	33.3	42.9
16	A16	28.6	28.6	34	A34	38.1	61.9
17	A17	38.1	81.0	35			
18	A18	47.6	95.2	36	A36	38.1	76.2

Lampiran 18 Hasil Tes Kelas Kontrol

No	Kode	*Pre*	*Post*	No	Kode	*Pre*	*Post*
1	B1	47.6	33.3	19	B19	57.1	47.6
2	B2	47.6	76.2	20			
3	B3	47.6	23.8	21			
4	B4	42.9	23.8	22	B22	14.3	42.9
5	B5	47.6	71.4	23	B23	42.9	61.9
6	B6	52.4	42.9	24			
7	B7	66.7	81.0	25	B25	23.8	66.7
8	B8	38.1	71.4	26	B26	23.8	23.8
9	B9	66.7	61.9	27			
10	B10	47.6	66.7	28	B28	61.9	76.2
11	B11	52.4	61.9	29	B29	23.8	23.8
12	B12	71.4	42.9	30	B30	57.1	38.1
13	B13	23.8	47.6	31	B31	28.6	19.0
14	B14	66.7	33.3	32	B32	42.9	76.2
15	B15	66.7	33.3	33	B33	38.1	23.8
16	B16	23.8	38.1	34	B34	42.9	61.9
17	B17	47.6	47.6	35	B35	28.6	61.9
18	B18	66.7	81.0	36	B36	47.6	66.7

Lampiran 19 Uji Prasyarat

UJI HOMOGENITAS		
No.	Pre-test	
	Eksperimen	Kontrol
1.0	38.1	47.6
2.0	52.4	47.6
3.0	42.9	47.6
4.0	47.6	42.9
5.0	52.4	42.9
6.0	76.2	52.4
7.0	23.8	61.9
8.0	47.6	38.1
9.0	42.9	61.9
10.0	33.3	47.6
11.0		52.4
12.0	42.9	71.4
13.0	33.3	23.8
14.0	33.3	66.7
15.0	38.1	66.7
16.0	28.6	23.8
17.0	38.1	47.6
18.0	52.4	66.7
19.0	61.9	57.1
20.0	57.1	
21.0	42.9	
22.0		14.3
23.0	57.1	42.9
24.0	33.3	
25.0	66.7	23.8
26.0	61.9	23.8
27.0	57.1	
28.0		61.9
29.0	23.8	23.8
30.0	23.8	57.1
31.0	28.6	28.6
32.0	52.4	42.9
33.0	38.1	38.1
34.0	33.3	42.9
35.0		28.6
36.0	38.1	47.6
VARIANS	176.19	234.05
F hitung	1.33	HOMOGEN

UJI NORMALITAS *PRE-TEST* KELAS KONTROL							
No.	Interval		f	f_0	f_h	f_h	$(f_0-f_h)^2/f_h$
	BB	BA					
1	10	21	1	1	0.864	1	0
2	22	33	8	7	4.3424	4	2.25
3	34	45	14	6	10.9216	11	2.273
4	46	57	23	9	10.9216	11	0.364
5	58	69	31	8	4.3424	4	4
6	70	81	32	1	0.864	1	0
SUM				32	32.256	32	8.886
NORMAL							

UJI NORMALITAS *PRE-TEST* KELAS EKSPERIMEN							
No.	Interval		f	f_0	f_h	f_h	$(f_0-f_h)^2/f_h$
	BB	BA					
1	13	24	2	2	0.864	1	1
2	25	36	10	8	4.3424	4	4
3	37	48	22	12	10.9216	11	0.091
4	49	60	28	6	10.9216	11	2.273
5	61	72	31	3	4.3424	4	0.25
6	73	84	32	1	0.864	1	0
SUM				32	32.256	32	7.614
NORMAL							

UJI NORMALITAS *POST-TEST* KELAS KONTROL							
No.	Interval		f	f_0	f_h	f_h	$(f_0-f_h)^2/f_h$
	BB	BA					
1	8	20	1	1	0.864	1	0
2	21	33	6	5	4.3424	4	0.25
3	34	46	14	8	10.9216	11	0.818
4	47	59	17	3	10.9216	11	5.818
5	60	72	27	10	4.3424	4	9
6	73	85	32	5	0.864	1	16
SUM				32	32.256	32	31.886
TIDAK NORMAL							

UJI NORMALITAS *POST-TEST* KELAS EKSPERIMEN							
No.	Interval		f	f_0	f_h	f_h	$(f_0-f_h)^2/f_h$
	BB	BA					
1	16	29	2	2	0.864	1	1
2	30	43	4	2	4.3424	4	1
3	44	57	6	2	10.9216	11	7.364
4	58	71	9	3	10.9216	11	5.818
5	72	85	27	18	4.3424	4	49
6	86	99	32	5	0.864	1	16
SUM				32	32.256	32	80.182
TIDAK NORMAL							

Lampiran 20 Uji Perbedaan

Uji *Wilcoxon Match Pairs Test*					
No.	Post-test		XI_1-XI_2	ABS	Rangking
	XI-1	X1-2			
1	33.3	81.0	-47.6	47.6	26
2	76.2	85.7	-9.5	9.5	8
3	23.8	85.7	-61.9	61.9	31.5
4	23.8	81.0	-57.1	57.1	29
5	71.4	81.0	-9.5	9.5	8
6	42.9	81.0	-38.1	38.1	20.5
7	81.0	38.1	42.9	42.9	22.5
8	71.4	81.0	-9.5	9.5	8
9	61.9	81.0	-19.0	19.0	13.5
10	66.7	81.0	-14.3	14.3	11.5
11	61.9	81.0	-19.0	19.0	13.5
12	42.9	47.6	-4.8	4.8	5
13	47.6	76.2	-28.6	28.6	16
14	33.3	66.7	-33.3	33.3	17
15	33.3	28.6	4.8	4.8	5
16	38.1	81.0	-42.9	42.9	22.5
17	47.6	95.2	-47.6	47.6	24
18	81.0	81.0	0.0	0.0	1.5
19	47.6	85.7	-38.1	38.1	20.5
20	42.9	76.2	-33.3	33.3	18.5
21	61.9	47.6	14.3	14.3	11.5
22	66.7	61.9	4.8	4.8	3
23	23.8	81.0	-57.1	57.1	29
24	76.2	81.0	-4.8	4.8	5
25	23.8	85.7	-61.9	61.9	31.5
26	38.1	71.4	-33.3	33.3	18.5
27	19.0	76.2	-57.1	57.1	29
28	76.2	28.6	47.6	47.6	26
29	23.8	71.4	-47.6	47.6	26
30	61.9	42.9	19.0	19.0	15
31	61.9	61.9	0.0	0.0	1.5
32	66.7	76.2	-9.5	9.5	10
T					83
μT					264
σT					53.48
z					-3.38
					EFEKTIF

Lampiran 21 Uji *Effect Size*

Uji *Effect Size* Kelas Kontrol					
No.	Post-test		XI_1-XI_2	ABS	Rangking
	XI-1	X1-2			
1	47.6	33.3	14.3	14.3	7.5
2	47.6	76.2	-28.6	28.6	24
3	47.6	23.8	23.8	23.8	19.5
4	42.9	23.8	19.0	19.0	15
5	42.9	71.4	-28.6	28.6	24
6	52.4	42.9	9.5	9.5	6
7	61.9	81.0	-19.0	19.0	13
8	38.1	71.4	-33.3	33.3	29
9	61.9	71.4	-9.5	9.5	5
10	47.6	66.7	-19.0	19.0	13
11	52.4	61.9	-9.5	9.5	3
12	71.4	42.9	28.6	28.6	24
13	23.8	47.6	-23.8	23.8	19.5
14	66.7	33.3	33.3	33.3	26.5
15	66.7	33.3	33.3	33.3	26.5
16	23.8	38.1	-14.3	14.3	9.5
17	47.6	81.0	-33.3	33.3	29
18	66.7	85.7	-19.0	19.0	17
19	57.1	85.7	-28.6	28.6	21.5
20	14.3	42.9	-28.6	28.6	21.5
21	42.9	61.9	-19.0	19.0	17
22	23.8	66.7	-42.9	42.9	32
23	23.8	23.8	0.0	0.0	1.5
24	61.9	76.2	-14.3	14.3	7.5
25	23.8	23.8	0.0	0.0	1.5
26	57.1	38.1	19.0	19.0	13
27	28.6	19.0	9.5	9.5	4
28	42.9	81.0	-38.1	38.1	31
29	38.1	23.8	14.3	14.3	9.5
30	42.9	61.9	-19.0	19.0	17
31	28.6	61.9	-33.3	33.3	29
32	47.6	61.9	-14.3	14.3	11
T					151.5
μT					264
σT					53.48
z					-2.10
					EFEKTIF
r					0.37
					SEDANG

Uji *Effect Size* Kelas Eksperimen					
No.	Post-test		XI_1-XI_2	ABS	Rangking
	XI-1	X1-2			
1	38.1	81.0	-42.9	42.9	27
2	52.4	90.5	-38.1	38.1	22.5
3	42.9	85.7	-42.9	42.9	27
4	47.6	81.0	-33.3	33.3	19
5	52.4	81.0	-28.6	28.6	12.5
6	76.2	81.0	-4.8	4.8	1
7	23.8	38.1	-14.3	14.3	7
8	47.6	81.0	-33.3	33.3	19
9	42.9	81.0	-38.1	38.1	22.5
10	33.3	81.0	-47.6	47.6	30.5
11	42.9	81.0	-38.1	38.1	22.5
12	33.3	47.6	-14.3	14.3	6
13	33.3	76.2	-42.9	42.9	29
14	38.1	66.7	-28.6	28.6	12.5
15	28.6	23.8	4.8	4.8	2.5
16	38.1	81.0	-42.9	42.9	27
17	52.4	95.2	-42.9	42.9	25
18	61.9	81.0	-19.0	19.0	10
19	57.1	85.7	-28.6	28.6	14.5
20	42.9	76.2	-33.3	33.3	19
21	57.1	47.6	9.5	9.5	5
22	33.3	61.9	-28.6	28.6	16.5
23	66.7	81.0	-14.3	14.3	8
24	61.9	81.0	-19.0	19.0	10
25	57.1	85.7	-28.6	28.6	14.5
26	23.8	71.4	-47.6	47.6	30.5
27	23.8	76.2	-52.4	52.4	32
28	28.6	23.8	4.8	4.8	2.5
29	52.4	71.4	-19.0	19.0	10
30	38.1	47.6	-9.5	9.5	4
31	33.3	61.9	-28.6	28.6	16.5
32	38.1	76.2	-38.1	38.1	22.5
T					10
μT					264
σT					53.48
z					-4.75
					EFEKTIF
r					0.84
					BESAR

Lampiran 22 Surat Pernyataan Telah Riset

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 2
SEMARANG
Jalan Sendangguwo Baru No.1, Gemah, Kec. Pedurungan, Kota Semarang
Kode Pos 50246, Telepon 024-6715994, Laman www.sma2smg.sch.id

SURAT KETERANGAN
Nomor : 000.9.2/238 / 2025

Yang bertandatangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 2 Semarang Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah menerangkan bahwa :

Nama	:	**Hardi**
NIM	:	2108066016
Program/Jurusan	:	Pendidikan Fisika
Fakultas	:	Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	:	Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Benar-benar telah mengadakan kegiatan penelitian di SMA Negeri 2 Semarang pada tanggal 6 Mei s.d 23 Mei 2025 dengan judul " **Pengembangan E-Modul Berbasis Argument Driven Inquri untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Pada Materi Kalor Kelas XI".**

Demikian surat keterangan ini diberikan agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 23 Mei 2025
PLT. KEPALA SMA NEGERI 2 SEMARANG

SOLEH, S.Pd., M.Pd.
Pembina Utama Muda
NIP. 19680215 199802 1 002

Lampiran 23 Pengesahan Seminar Proposal

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah Proposal Skripsi berikut ini:

Judul	:	Pengembangan E-modul Berbasis *Argument Driven Inquiry* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Kalor Kelas XI
Penulis	:	Hardi
NIM	:	2108066016
Jurusan	:	Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang *proposal skripsi* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat melanjutkan penelitian.

Semarang, 21 Maret 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Qisthi Fariyani, M.Pd.
NIP. 198912162019032017

Penguji II,

Irman Said Prastyo, M.Sc.
NIP. 199112282019031009

Penguji III,

Affa Ardhi Saputri, M.Pd.
NIP. 199004102019032018

Penguji IV

Heni Sumarti, M.Si.
NIP. 198710112019032009

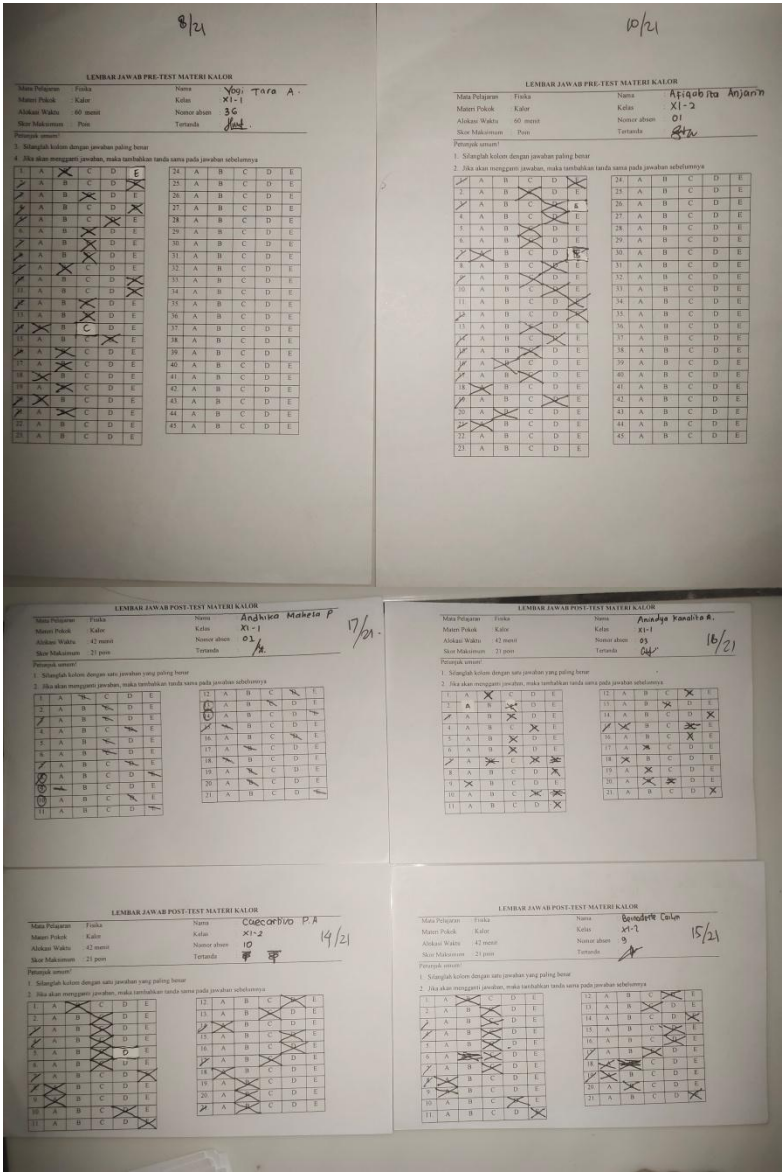
Pembimbing I,

Agus Sudarmanto, M.Si.
NIP. 197708232009121001

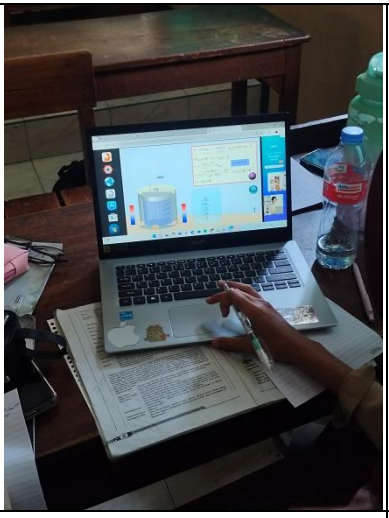
Pembimbing II,

Qisthi Fariyani, M.Pd.
NIP. 198912162019032017

Lampiran 24 Dokumentasi *Pre-test* dan *Post-Test*



Lampiran 25 Dokumentasi Uji Coba Produk

	
Kegiatan siswa berbasis praktikum digital	Kegiatan siswa berbasis demonstrasi di kelas
	
Kegiatan sesi argumentasi dilengkapi bukti demonstrasi	Kegiatan post-test kelas eksperimen

Lampiran 26 Hasil Uji Gain

UJI GAIN KELAS KONTROL		
No.	Pre-test	Post-test
1	47.6	33.3
2	47.6	76.2
3	47.6	23.8
4	42.9	23.8
5	47.6	71.4
6	52.4	42.9
7	66.7	81.0
8	38.1	71.4
9	66.7	61.9
10	47.6	66.7
11	52.4	61.9
12	71.4	42.9
13	23.8	47.6
14	66.7	33.3
15	66.7	33.3
16	23.8	38.1
17	47.6	47.6
18	66.7	81.0
19	57.1	47.6
20	14.3	42.9
21	42.9	61.9
22	23.8	66.7
23	23.8	23.8
24	61.9	76.2
25	23.8	23.8
26	57.1	38.1
27	28.6	19.0
28	42.9	76.2
29	38.1	23.8
30	42.9	61.9
31	28.6	61.9
32	47.6	66.7
average	**45.5**	**50.9**
gain	**0.098**	

UJI GAIN KELAS EKSPERIMEN		
No.	Pre-test	Post-test
1	42.9	81.0
2	52.4	85.7
3	42.9	85.7
4	47.6	81.0
5	52.4	81.0
6	76.2	81.0
7	23.8	38.1
8	47.6	81.0
9	42.9	81.0
10	33.3	81.0
11	42.9	81.0
12	33.3	47.6
13	33.3	76.2
14	42.9	66.7
15	28.6	28.6
16	38.1	81.0
17	47.6	95.2
18	61.9	81.0
19	57.1	85.7
20	42.9	76.2
21	57.1	47.6
22	33.3	61.9
23	61.9	81.0
24	61.9	81.0
25	57.1	85.7
26	28.6	71.4
27	23.8	76.2
28	33.3	28.6
29	52.4	71.4
30	33.3	42.9
31	38.1	61.9
32	38.1	76.2
average	**44.0**	**71.3**
gain	**0.487**	

Lampiran 27 Hasil Peningkatan Penugasan Siswa

No.	Kelas Kontrol			Kelas Eksperimen		
	Latihan 1	Latihan 2	L2-L1	Latihan 1	Latihan 2	L2-L1
1	75	70	-5	78	78	0
2	80		-80	75	78	3
3			0			0
4			0			0
5	70	100	30		82	82
6	75	70	-5			0
7		100	100	80	82	2
8			0		82	82
9		100	100	80	82	2
10	70	100	30	78	78	0
11	75	70	-5			0
12	50	30	-20			0
13			0		82	82
14	80		-80	80	82	2
15	50	30	-20		82	82
16			0			0
17	75	70	-5			0
18		100	100	80	82	2
19	50	30	-20			0
20	80		-80	75	78	3
21			0	75	78	3
22	100	100	0	80	82	2
23		100	100		82	82
24			0			0
25			0	75	78	3
26	100	100	0	78	78	0
27	70	100	30			0
28		100	100			0
29	100	100	0			0
30	50	30	-20		82	82
31			0			0
32	80		-80	75	78	3
33			0			0
34	75	70	-5	78	78	0
35	100	100	0			0
36	70	100	30	80	82	2

Lampiran 28 Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

Identitas Diri

1. Nama : Hardi
2. TTL : Banyumas, 26 April 2003
3. Alamat : Karangsalam RT 03 RW 03, Kemaranjen, Banyumas, Jawa Tengah
4. HP : 081325168411
5. E-mail : 2126hardi@gmail.com

Riwayat Pendidikan

1. Paud Kartini
2. SDN 1 Karangsalam
3. SMPN 1 Kemranjen
4. SMAN 1 Banyumas
5. Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Semarang, 25 Juni 2025
Penulis

Hardi