

MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : IPA (FISIKA)
BAB 6: KALOR

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah :
Nama Penyusun :
Mata Pelajaran : **IPA (Fisika)**
Kelas / Fase /Semester : **XI/ F / Ganjil**
Alokasi Waktu : **8 Jam Pelajaran (4 Pertemuan @ 2 JP)**
Tahun Pelajaran : **20.. / 20..**

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

Peserta didik kelas XI diasumsikan telah memiliki pengetahuan dasar tentang konsep suhu dan zat dari jenjang sebelumnya. Mereka juga diharapkan memiliki pemahaman awal tentang fenomena panas dan dingin dalam kehidupan sehari-hari, serta pengalaman dengan perubahan wujud zat (misalnya air membeku atau mendidih). Keterampilan dasar dalam melakukan pengukuran sederhana dan mengolah data dalam tabel juga diasumsikan sudah dimiliki. Minat terhadap fenomena alam dan teknologi yang berkaitan dengan energi juga menjadi modal awal yang baik.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

Materi "Kalor" adalah jenis pengetahuan konseptual, prosedural, dan sedikit faktual. Materi ini sangat relevan dengan kehidupan nyata peserta didik karena konsep kalor ada di sekitar mereka, dari memasak, mengatur suhu ruangan, hingga prinsip kerja mesin. Tingkat kesulitan materi ini bersifat sedang hingga tinggi, memerlukan pemahaman konsep fisika yang abstrak (energi, perpindahan, kapasitas kalor), kemampuan menerapkan rumus matematis, dan menganalisis grafik. Struktur materi bersifat hierarkis, dimulai dari konsep dasar kalor dan suhu, perpindahan kalor, hingga aplikasi dan dampaknya. Materi ini juga mengintegrasikan nilai-nilai karakter seperti ketelitian, tanggung jawab (dalam percobaan), dan rasa ingin tahu.

D. DIMENSI PROFIL LULUSAN PEMBELAJARAN

Berdasarkan tujuan pembelajaran, dimensi profil lulusan yang akan dicapai adalah:

- **Penalaran Kritis:** Peserta didik mampu menganalisis fenomena kalor, menghitung besaran fisis terkait kalor, dan mengevaluasi data percobaan.
- **Kreativitas:** Peserta didik mampu merancang percobaan sederhana tentang kalor atau menemukan solusi inovatif untuk masalah terkait kalor dalam kehidupan sehari-hari.
- **Kolaborasi:** Peserta didik bekerja sama dalam kelompok untuk melakukan percobaan, mengolah data, dan mendiskusikan hasil.
- **Kemandirian:** Peserta didik mampu merencanakan dan melaksanakan percobaan, serta menyelesaikan soal-soal terkait kalor secara mandiri atau dalam kelompok.
- **Komunikasi:** Peserta didik mampu mengomunikasikan hasil percobaan, perhitungan, dan konsep kalor secara lisan dan tertulis.

DESAIN PEMBELAJARAN

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP) NOMOR : 32 TAHUN 2024

Pada akhir fase F (kelas XI), peserta didik mampu menganalisis konsep dan prinsip berbagai macam fenomena Fisika dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari (termasuk pada energi, kalor dan termodinamika), dan mampu menjelaskan fenomena Fisika secara ilmiah.

B. LINTAS DISIPLIN ILMU YANG RELEVAN

- **Matematika:** Penggunaan rumus, perhitungan aljabar, dan interpretasi grafik.
- **Kimia:** Konsep perubahan wujud zat, sifat-sifat materi, dan reaksi kimia yang menghasilkan atau menyerap kalor (termodinamika dasar).
- **Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK):** Penggunaan simulasi fisika, pengolahan data, dan presentasi.
- **Teknik (opsional):** Prinsip kerja alat-alat yang memanfaatkan konsep kalor (mesin, pendingin, isolator).

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Konsep Kalor dan Suhu (2 JP)

- Peserta didik mampu membedakan konsep suhu dan kalor dengan tepat.
- Peserta didik mampu menjelaskan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu zat dengan akurat.
- Peserta didik mampu menghitung besarnya kalor yang dibutuhkan untuk mengubah suhu zat menggunakan rumus kapasitas kalor dan kalor jenis.

Pertemuan 2: Perubahan Wujud Zat dan Kalor Laten (2 JP)

- Peserta didik mampu mengidentifikasi berbagai macam perubahan wujud zat (melebur, membeku, menguap, mengembun, menyublim, mengkristal) dengan benar.
- Peserta didik mampu menjelaskan konsep kalor laten pada perubahan wujud zat.
- Peserta didik mampu menghitung besarnya kalor yang dibutuhkan atau dilepaskan pada perubahan wujud zat menggunakan konsep kalor laten.

Pertemuan 3: Perpindahan Kalor (Konduksi, Konveksi, Radiasi) (2 JP)

- Peserta didik mampu membedakan tiga jenis perpindahan kalor (konduksi, konveksi, radiasi) beserta contohnya dalam kehidupan sehari-hari dengan jelas.
- Peserta didik mampu menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi laju perpindahan kalor melalui konduksi.
- Peserta didik mampu merancang percobaan sederhana untuk membuktikan salah satu metode perpindahan kalor.

Pertemuan 4: Azas Black dan Aplikasi Kalor (2 JP)

- Peserta didik mampu menerapkan Azas Black untuk menyelesaikan masalah pencampuran dua atau lebih zat dengan suhu berbeda.
- Peserta didik mampu menganalisis aplikasi konsep kalor dalam teknologi dan kehidupan sehari-hari (misal: termometer, termos, pendingin, mesin).
- Peserta didik mampu mengevaluasi dampak positif dan negatif pemanfaatan kalor terhadap lingkungan dan kehidupan manusia.

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

Topik pembelajaran akan berfokus pada fenomena kalor di sekitar peserta didik, seperti:

- Bagaimana es batu bisa mendinginkan minuman?
- Mengapa pegangan panci terbuat dari bahan yang berbeda dengan badan panci?
- Bagaimana termos dapat menjaga suhu air tetap panas atau dingin?
- Bagaimana kulkas atau AC bekerja?
- Peran kalor dalam proses memasak atau pembakaran. Peserta didik akan diajak untuk berpikir kritis tentang aplikasi kalor dalam inovasi teknologi dan dampaknya.

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

PRAKTIK PEDAGOGIK:

- **Metode Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning):** Peserta didik dapat merancang dan melakukan percobaan sederhana, atau membuat poster/infografis tentang aplikasi kalor.
- **Diskusi Kelompok:** Mendorong kolaborasi dan berbagi ide dalam memahami konsep, menyelesaikan soal, dan menganalisis hasil percobaan.
- **Eksplorasi Lapangan (atau Observasi Terarah):** Mengamati fenomena kalor di lingkungan sekitar (misal: proses memasak di dapur, cara kerja termos, ventilasi rumah).
- **Wawancara (opsional/alternatif):** Jika memungkinkan, wawancara dengan teknisi atau ahli yang bekerja dengan sistem termal (misalnya teknisi AC, koki).
- **Presentasi:** Peserta didik akan mempresentasikan hasil percobaan atau analisis mereka.

MITRA PEMBELAJARAN:

- **Lingkungan Sekolah:** Guru mata pelajaran lain (Kimia, Matematika, Prakarya/Tata Boga), Penjaga kantin (untuk melihat proses memasak).
- **Lingkungan Luar Sekolah:** Toko elektronik (untuk melihat berbagai jenis kulkas/AC), perusahaan manufaktur (jika memungkinkan kunjungan virtual/nyata), ahli teknik termal (melalui video/kuliah tamu).
- **Masyarakat:** Orang tua (untuk berbagi pengalaman tentang aplikasi kalor di rumah), komunitas ilmiah lokal.

LINGKUNGAN BELAJAR:

- **Ruang Fisik:** Laboratorium Fisika (untuk percobaan), ruang kelas yang memungkinkan pengaturan kelompok dan diskusi, dapur/kantin sekolah (untuk observasi aplikasi kalor).
- **Ruang Virtual:** Platform Google Classroom untuk berbagi materi, pengumpulan tugas, dan forum diskusi daring. Akses ke perpustakaan digital (contoh: jurnal fisika, situs web ilmu pengetahuan).
- **Budaya Belajar:** Mendorong budaya kolaboratif, partisipasi aktif, dan menumbuhkan rasa ingin tahu yang tinggi terhadap fenomena fisis dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

PEMANFAATAN DIGITAL:

- **Perpustakaan Digital:** Untuk mencari referensi, jurnal ilmiah, artikel berita terkait kalor, simulasi fisika (misal: PhET simulations), video eksperimen.

- **Forum Diskusi Daring (Google Classroom):** Untuk berbagi ide, bertanya, dan memberikan umpan balik antarpeserta didik dan guru.
- **Penilaian Daring:** Menggunakan Google Forms untuk kuesioner asesmen awal atau tes diagnostik, atau untuk self-assessment.
- **Aplikasi Presentasi (misal: Google Slides, Microsoft PowerPoint):** Untuk menyajikan hasil proyek.
- **Simulasi Interaktif:** Menggunakan platform simulasi fisika untuk memvisualisasikan konsep abstrak seperti perpindahan energi kalor.
- **Kahoot/Mentimeter (opsional):** Untuk kuis interaktif atau umpan balik cepat guna memicu joyful learning.

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

- **Mindful Learning:** Guru memulai dengan salam dan menanyakan kabar peserta didik. Guru dapat meminta peserta didik untuk merasakan suhu di sekitar mereka (misal: memegang meja, memegang gelas berisi air hangat/dingin) dan mencoba mendeskripsikan sensasi panas/dingin. Ini akan menumbuhkan kesadaran sensorik.
- **Meaningful Learning:** Guru mengajukan pertanyaan pemantik: "Mengapa es batu bisa mencair di ruangan terbuka?" atau "Bagaimana cara panci bisa memanaskan air?" untuk mengaitkan materi dengan pengalaman sehari-hari peserta didik.
- **Joyful Learning:** Guru dapat menunjukkan sebuah video singkat tentang fenomena alam atau teknologi yang melibatkan kalor (misal: gunung berapi, kompor induksi, kereta uap). Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan aktivitas yang akan dilakukan.

KEGIATAN INTI

PERTEMUAN 1: KONSEP KALOR DAN SUHU (70 MENIT)

Memahami (Meaningful Learning):

- Guru menjelaskan perbedaan mendasar antara suhu dan kalor. Guru menggunakan analogi (misal: suhu sebagai "derajat panas", kalor sebagai "energi yang berpindah").
- Guru menjelaskan konsep kapasitas kalor dan kalor jenis, serta rumusnya.
- Peserta didik dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil. Setiap kelompok diberikan studi kasus sederhana terkait perubahan suhu zat (diferensiasi konten: beberapa kelompok dengan kasus lebih kompleks).

Mengaplikasi (Joyful Learning):

- Kelompok melakukan percobaan sederhana (misal: memanaskan air dengan volume dan jenis wadah berbeda, mengamati perubahan suhu). Peserta didik dengan bimbingan guru mencatat data dan menghitung kalor yang terlibat.
- Peserta didik berlatih menyelesaikan soal-soal perhitungan kalor yang mengubah suhu. Guru berkeliling memberikan bimbingan individual (diferensiasi proses: Peserta didik yang cepat memahami dapat diberi soal tantangan, yang lain diberi soal bertahap).

Merefleksi (Mindful Learning):

- Setiap kelompok mempresentasikan hasil percobaannya.
- Peserta didik secara individu menuliskan satu kesimpulan penting dari percobaan

yang telah dilakukan.

PERTEMUAN 2: PERUBAHAN WUJUD ZAT DAN KALOR LATEN (70 MENIT)

Memahami (Meaningful Learning):

- Guru menjelaskan berbagai perubahan wujud zat dan memberikan contoh nyata dalam kehidupan sehari-hari (es melebur, air mendidih).
- Guru memperkenalkan konsep kalor laten (kalor lebur, kalor uap) dan mengapa suhu tidak berubah saat perubahan wujud terjadi.
- Guru memaparkan rumus perhitungan kalor laten.

Mengaplikasi (Joyful Learning):

- Kelompok melakukan percobaan tentang perubahan wujud (misal: mengamati grafik pemanasan es hingga mendidih dan menguap, mencatat suhu pada setiap fase).
- Peserta didik menyelesaikan soal-soal perhitungan kalor yang melibatkan perubahan wujud. Guru memberikan simulasi interaktif (misal: PhET States of Matter) untuk membantu visualisasi proses.
- Setiap kelompok membuat diagram alir atau infografis sederhana tentang proses perubahan wujud air.

Merefleksi (Mindful Learning):

- Setiap kelompok berbagi satu observasi unik dari percobaan mereka.
- Peserta didik merenungkan, "Mengapa suhu tidak naik meskipun kita terus memberikan kalor saat es mencair?"

PERTEMUAN 3: PERPINDAHAN KALOR (KONDUKSI, KONVEKSI, RADIASI) (70 MENIT)

Memahami (Meaningful Learning):

- Guru menjelaskan tiga mekanisme perpindahan kalor (konduksi, konveksi, radiasi) dengan contoh-contoh yang relevan (misal: pegangan sendok panas, air mendidih, panas matahari).
- Guru menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi laju konduksi kalor (luas, tebal, konduktivitas termal).
- Peserta didik dibagi kelompok untuk merancang percobaan sederhana tentang salah satu metode perpindahan kalor (diferensiasi produk: kelompok dapat memilih metode perpindahan yang ingin diuji).

Mengaplikasi (Joyful Learning):

- Kelompok melaksanakan percobaan yang telah dirancang (misal: membandingkan konduktivitas termal berbagai bahan, mengamati aliran air panas di wadah bening).
- Peserta didik menganalisis hasil percobaan dan mendiskusikan implikasinya dalam kehidupan sehari-hari.
- Setiap kelompok membuat poster mini atau presentasi singkat tentang hasil percobaan mereka.

Merefleksi (Mindful Learning):

- Setiap kelompok menjelaskan apa yang mereka pelajari dari percobaan dan bagaimana hal itu relevan dengan kehidupan mereka.
- Peserta didik menuliskan satu contoh teknologi yang memanfaatkan prinsip perpindahan kalor.

PERTEMUAN 4: AZAS BLACK DAN APLIKASI KALOR (70 MENIT)

Memahami (Meaningful Learning):

- Guru menjelaskan konsep Azas Black dan prinsip kekekalan energi kalor dalam pencampuran zat. Guru memberikan contoh soal.
- Guru memaparkan berbagai aplikasi konsep kalor dalam teknologi modern dan kehidupan sehari-hari (termos, kulkas, AC, mesin uap).
- Guru memfasilitasi diskusi tentang dampak pemanfaatan kalor (misal: efek rumah kaca dari pemanasan global).

Mengaplikasi (Joyful Learning):

- Kelompok menyelesaikan soal-soal Azas Black secara kolaboratif.
- Peserta didik mencari informasi (dari internet/buku) tentang satu aplikasi kalor yang menarik bagi mereka dan menganalisis prinsip kerjanya.
- Setiap kelompok membuat presentasi singkat atau infografis tentang aplikasi kalor yang mereka pilih, termasuk dampak positif/negatifnya.

Merefleksi (Mindful Learning):

- Setelah presentasi, guru memfasilitasi diskusi kelas untuk merangkum pembelajaran.
- Peserta didik mengisi jurnal reflektif individu tentang keseluruhan proses pembelajaran: apa yang mereka pelajari (pengetahuan, keterampilan, sikap), tantangan yang dihadapi, dan bagaimana mereka akan menerapkan pembelajaran ini di masa depan.

KEGIATAN PENUTUP (15 MENIT)

- **Memberikan Umpan Balik yang Konstruktif:** Guru memberikan apresiasi atas kerja keras dan capaian peserta didik dalam memahami konsep kalor. Guru menyoroti kekuatan-kekuatan yang ditunjukkan dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Guru bersama peserta didik merangkum poin-poin penting dari seluruh bab "Kalor", menekankan pentingnya konsep kalor dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.
- **Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya:** Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan ide atau topik yang ingin mereka pelajari lebih lanjut. Guru menginformasikan tentang materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya.

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

ASESMEN AWAL PEMBELAJARAN

- **Tujuan:** Mengidentifikasi pengetahuan awal peserta didik tentang konsep suhu, panas, dingin, dan perubahan wujud zat.
- **Kuesioner:** Kuesioner singkat daring (misalnya melalui Google Forms) atau tertulis yang berisi pertanyaan tentang:
 - "Apa perbedaan antara panas dan suhu?"
 - "Sebutkan contoh perubahan wujud zat yang Anda ketahui dalam kehidupan sehari-hari."
 - "Bagaimana panas dari matahari bisa sampai ke bumi?"

- "Apa yang Anda ketahui tentang alat pengukur suhu?"
- **Observasi:** Mengamati respons peserta didik terhadap pertanyaan pemantik dan diskusi awal.

SOAL ASESMEN AWAL:

1. Jika Anda menyentuh sendok logam dan sendok plastik yang keduanya berada di suhu ruangan yang sama, mana yang terasa lebih dingin? Mengapa?
2. Apa yang terjadi pada air ketika dipanaskan terus-menerus hingga mencapai 100°C?
3. Mengapa pegangan panci biasanya terbuat dari bahan yang berbeda dengan badan panci?
4. Sebutkan satu contoh alat di rumah yang menggunakan prinsip pemanasan atau pendinginan.
5. Apa yang ingin Anda ketahui lebih lanjut tentang panas atau suhu?

ASESMEN PROSES PEMBELAJARAN

- **Tujuan:** Memantau partisipasi, kolaborasi, pemahaman konsep, dan keterampilan dalam melakukan percobaan dan perhitungan.
 - **Tugas Harian (Lembar Kerja Kelompok):** Penilaian lembar kerja kelompok yang berisi data percobaan, perhitungan, atau draf rangkuman konsep.
- **Diskusi Kelompok:** Observasi guru terhadap partisipasi aktif setiap anggota kelompok dalam diskusi, kemampuan berargumentasi, dan penyelesaian soal.
- **Presentasi (Mini-Presentasi):** Penilaian singkat terhadap kemampuan kelompok menjelaskan hasil percobaan atau pemahaman konsep tertentu.

Soal Asesmen Proses (contoh soal untuk observasi/diskusi/ceklis):

1. (Observasi Diskusi Kelompok) Apakah setiap anggota kelompok berkontribusi aktif dalam merancang percobaan perpindahan kalor?
2. (Tugas Harian - Lembar Kerja) Sebutkan tiga data yang Anda peroleh dari percobaan pemanasan air dan bagaimana Anda menggunakannya untuk menghitung kalor?
3. (Presentasi Mini) Jelaskan perbedaan utama antara perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi. Berikan satu contoh masing-masing.
4. (Diskusi Kelompok) Dalam suatu kasus pencampuran air panas dan air dingin, apa asumsi utama yang kita gunakan dalam Azas Black?
5. (Observasi) Apakah kelompok Anda menunjukkan ketelitian dan kerja sama yang baik saat melakukan pengukuran suhu dalam percobaan?

ASESMEN AKHIR PEMBELAJARAN

- **Tujuan:** Mengukur pemahaman komprehensif peserta didik tentang konsep kalor, kemampuan menerapkan rumus, menganalisis fenomena, dan mengomunikasikan hasil.
- **Jurnal Reflektif:** Individu menuliskan refleksi tentang seluruh pengalaman belajar, termasuk pengetahuan, keterampilan, dan nilai yang diperoleh.
- **Tugas Akhir (Proyek/Laporan Percobaan):** Laporan tertulis dari setiap kelompok yang berisi rancangan, data, analisis, dan kesimpulan percobaan, atau produk

infografis/presentasi tentang aplikasi kalor.

- **Tes Tertulis:** Soal-soal hitungan dan esai yang menguji pemahaman konsep, kemampuan analisis, dan penerapan rumus.

Soal Asesmen Akhir (terintegrasi dalam rubrik proyek/laporan/tes tertulis):

1. (Tes Tertulis/Proyek) Sebuah benda bermassa 2 kg dengan kalor jenis c_A dipanaskan dari 20°C menjadi 80°C . Kemudian, benda tersebut dicampur dengan 3 kg air (kalor jenis cair) pada suhu 10°C . Jika suhu akhir campuran adalah 40°C dan tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan, hitunglah kalor jenis benda c_A .
2. (Tes Tertulis/Esai) Jelaskan mengapa titik didih air pada puncak gunung lebih rendah daripada di permukaan laut, kaitkan dengan konsep kalor dan tekanan.
3. (Proyek/Presentasi) Pilih satu aplikasi teknologi yang memanfaatkan prinsip kalor (misalnya, kulkas, mesin kendaraan, pembangkit listrik termal). Jelaskan bagaimana kalor berperan dalam prinsip kerja alat tersebut dan dampak positif/negatifnya.
4. (Jurnal Reflektif) Apa tantangan terbesar yang Anda hadapi saat mempelajari konsep kalor dan bagaimana Anda mengatasi tantangan tersebut?
5. (Tes Tertulis/Esai) Mengapa penggunaan pakaian tebal berwarna gelap pada musim dingin dapat membuat tubuh terasa lebih hangat? Jelaskan kaitannya dengan konsep perpindahan kalor.