

MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : IPA (FISIKA)
BAB 4 : PERUBAHAN IKLIM DAN PEMANASAN GLOBAL

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah :
Nama Penyusun :
Mata Pelajaran : **IPA (Fisika)**
Kelas / Fase /Semester : **X/ E / Ganjil**
Alokasi Waktu : **4 Pertemuan (4 x 45 menit per pertemuan)**
Tahun Pelajaran : **2024 / 2025**

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

Pengetahuan Awal:

- Peserta didik diharapkan telah memiliki pemahaman dasar tentang konsep energi panas, suhu, radiasi, dan efek rumah kaca sederhana dari jenjang SMP atau mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam sebelumnya.
- Beberapa peserta didik mungkin sudah familiar dengan istilah "pemanasan global" atau "perubahan iklim" dari media massa, berita, atau lingkungan sekitar, namun pemahaman mendalam tentang konsep fisis di baliknya mungkin belum ada.
- Pemahaman tentang komposisi dasar atmosfer (gas-gas utama) juga akan menjadi modal.

Minat:

- Peserta didik yang peduli terhadap isu lingkungan, keberlanjutan, atau memiliki pengalaman pribadi terkait dampak perubahan iklim (misalnya, banjir, cuaca ekstrem, kekeringan) akan lebih termotivasi.
- Minat pada teknologi hijau, energi terbarukan, atau inovasi dalam mengatasi masalah lingkungan juga dapat memicu antusiasme.
- Rasa ingin tahu tentang bagaimana aktivitas manusia dapat mempengaruhi alam dan bagaimana sains (Fisika) dapat memberikan solusi.

Latar Belakang:

- Peserta didik memiliki latar belakang yang bervariasi dalam pemahaman isu-isu lingkungan. Ada yang terpapar banyak informasi, ada yang terbatas.
- Akses terhadap sumber belajar (internet, berita, dokumenter) dan pengalaman observasi lingkungan (misalnya, kondisi cuaca di daerah mereka) akan mempengaruhi persepsi mereka terhadap isu ini.

Kebutuhan Belajar:

- Beberapa peserta didik membutuhkan visualisasi yang jelas (grafik data iklim, simulasi efek rumah kaca, video eksperimen) untuk memahami fenomena abstrak.

- Peserta didik dengan gaya belajar kinestetik akan lebih baik dalam melakukan eksperimen sederhana, membuat model, atau merancang proyek mitigasi.
- Peserta didik yang cenderung auditori akan memperoleh manfaat dari penjelasan guru, diskusi kelompok, atau mendengarkan narasumber.
- Kebutuhan akan data dan fakta yang kuat untuk meyakinkan dan membangun argumen.
- Kebutuhan akan penekanan pada solusi dan tindakan nyata agar tidak merasa terbebani atau putus asa dengan isu yang kompleks ini.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

Jenis Pengetahuan yang Akan Dicapai:

- **Faktual:** Mengenal definisi perubahan iklim dan pemanasan global, gas-gas rumah kaca utama, sumber-sumber emisi, dan dampak nyata.
- **Konseptual:** Memahami konsep fisika di balik efek rumah kaca alami dan buatan, mekanisme penyerapan dan pemancaran radiasi inframerah oleh gas rumah kaca, serta perbedaan antara cuaca dan iklim. Memahami konsep keseimbangan energi Bumi.
- **Prosedural:** Mampu melakukan eksperimen sederhana untuk mengamati efek panas, menginterpretasi data iklim (grafik suhu/CO₂), dan merumuskan solusi berbasis sains.
- **Metakognitif:** Mengembangkan kesadaran akan urgensi isu perubahan iklim, memahami peran Fisika dalam menganalisis dan mencari solusi, serta menumbuhkan rasa tanggung jawab sebagai warga global.

Relevansi dengan Kehidupan Nyata Peserta Didik:

- Pentingnya memahami fenomena cuaca ekstrem yang semakin sering terjadi di sekitar mereka (banjir, kekeringan, gelombang panas).
- Dasar untuk memahami kebijakan lingkungan, energi terbarukan, dan pembangunan berkelanjutan.
- Mendorong perubahan perilaku sehari-hari yang lebih ramah lingkungan (hemat energi, daur ulang).
- Membekali peserta didik untuk menjadi warga negara yang sadar lingkungan dan mampu berkontribusi dalam mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di masa depan.

Tingkat Kesulitan:

- Materi ini memiliki tingkat kesulitan menengah ke tinggi. Konsep dasar efek rumah kaca mungkin sudah dikenal, tetapi pemahaman mendalam tentang interaksi radiasi dengan molekul gas dan implikasi globalnya memerlukan penalaran abstrak.
- Membutuhkan kemampuan mengaitkan konsep Fisika (panas, radiasi, energi) dengan fenomena lingkungan yang kompleks.

Struktur Materi:

- Pendahuluan: Cuaca vs. Iklim, Sejarah Perubahan Iklim.
- Konsep Fisika: Efek Rumah Kaca Alami dan Buatan, Gas Rumah Kaca.
- Sumber Emisi dan Dampak: Aktivitas manusia, dampak global dan lokal.
- Mitigasi dan Adaptasi: Solusi Fisika dan Teknologi, Peran Individu.

Integrasi Nilai dan Karakter:

- **Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME:** Menyadari keteraturan alam

semesta sebagai ciptaan Tuhan dan tanggung jawab manusia untuk menjaga keseimbangan lingkungan.

- **Kewargaan:** Memahami isu perubahan iklim sebagai masalah global yang membutuhkan aksi kolektif, menumbuhkan rasa tanggung jawab sebagai warga negara yang baik.
- **Penalaran Kritis:** Melatih kemampuan menganalisis data ilmiah, mengidentifikasi hubungan sebab-akibat, dan mengevaluasi informasi tentang perubahan iklim.
- **Kreativitas:** Mendorong peserta didik untuk mencari solusi inovatif dalam mitigasi dan adaptasi, merancang kampanye atau proyek sederhana.
- **Kolaborasi:** Mendorong kerja sama dalam menganalisis data, melakukan eksperimen, dan merancang proyek.
- **Kemandirian:** Membangun inisiatif dalam mencari informasi, menganalisis masalah, dan merumuskan ide solusi.
- **Komunikasi:** Melatih kemampuan menyampaikan data, argumen, dan solusi secara efektif kepada publik.

D DIMENSI PROFIL LULUSAN

Berdasarkan tujuan pembelajaran dan karakteristik materi, dimensi lulusan pembelajaran yang akan dicapai adalah:

1. **Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME:** Menumbuhkan kesadaran akan pentingnya menjaga keseimbangan alam sebagai bentuk syukur atas karunia Tuhan, serta berpartisipasi aktif dalam upaya pelestarian lingkungan.
2. **Kewargaan:** Mampu mengidentifikasi isu perubahan iklim sebagai masalah global yang mendesak, serta menunjukkan kepedulian dan tanggung jawab untuk berkontribusi dalam solusi di tingkat lokal maupun global.
3. **Penalaran Kritis:** Mampu menganalisis data dan informasi terkait perubahan iklim dan pemanasan global menggunakan konsep-konsep fisika, serta mengevaluasi argumen dan solusi yang diusulkan.
4. **Kreativitas:** Mampu merancang ide-ide inovatif atau solusi sederhana untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim.
5. **Kolaborasi:** Berinteraksi dan bekerja sama dengan anggota kelompok dalam melakukan analisis data, eksperimen, dan proyek.
6. **Kemandirian:** Menunjukkan inisiatif dalam mencari informasi ilmiah, melakukan penyelidikan, dan merumuskan gagasan solusi.
7. **Komunikasi:** Mampu menjelaskan fenomena perubahan iklim dan pemanasan global secara ilmiah, serta mengkomunikasikan dampak dan solusi kepada audiens yang beragam.

DESAIN PEMBELAJARAN

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

Pada akhir Fase E, peserta didik mengidentifikasi benda- Pada akhir Fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk memahami sistem pengukuran, energi alternatif, ekosistem, bioteknologi, keanekaragaman hayati, struktur atom, reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, dan perubahan iklim sehingga responsif dan dapat berperan aktif dalam menyelesaikan masalah pada isu-isu lokal dan global. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*).

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman IPA	• Peserta didik memahami proses klasifikasi makhluk hidup; peranan virus, bakteri, dan jamur dalam kehidupan; ekosistem dan interaksi antarkomponen serta faktor yang mempengaruhi; dan pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan. • Peserta didik memahami sistem pengukuran dalam kerja ilmiah; energi alternatif dan pemanfaatannya untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi. • Peserta didik memahami struktur atom dan kaitannya dengan sifat unsur dalam tabel periodik; serta memahami reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, dan perannya dalam kehidupan sehari-hari. • Peserta didik menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.
Keterampilan Proses	• Mengamati Peserta didik mengamati fenomena ilmiah dan mencatat hasil pengamatannya dengan memperhatikan karakteristik dari objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki. • Mempertanyakan dan Memprediksi Peserta didik mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang dapat diselidiki secara ilmiah. Peserta didik menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi. • Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan Peserta didik merencanakan penyelidikan ilmiah dan melakukan langkah-langkah operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Peserta didik melakukan pengukuran atau membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memperhatikan kaidah ilmiah. • Memproses, Menganalisis Data dan Informasi Peserta didik menafsirkan informasi yang diperoleh dengan jujur dan bertanggung jawab. Peserta didik menganalisis menggunakan alat dan metode yang tepat berdasarkan data penyelidikan dengan menggunakan referensi rujukan yang sesuai, serta menyimpulkan hasil penyelidikan. • Mengevaluasi dan Refleksi

	Peserta didik mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan serta menjelaskan cara spesifik untuk meningkatkan kualitas data. Peserta didik menganalisis validitas informasi dan mengevaluasi pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penyelidikan. • Mengomunikasikan Hasil Peserta didik mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh ditunjang dengan argumen ilmiah berdasarkan referensi sesuai konteks penyelidikan.
--	--

B. LINTAS DISIPLIN ILMU

- **Geografi:** Konsep iklim, cuaca, pola angin, arus laut, geologi (sumber energi fosil), persebaran penduduk dan aktivitas ekonomi.
- **Kimia:** Struktur molekul gas rumah kaca dan kemampuannya menyerap radiasi inframerah, reaksi pembakaran bahan bakar fosil, siklus karbon, metana, dan nitrogen.
- **Biologi:** Dampak perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati (flora dan fauna), ekosistem, pertanian, dan kesehatan manusia.
- **Ekonomi:** Dampak ekonomi dari perubahan iklim, biaya mitigasi dan adaptasi, ekonomi sirkular, energi terbarukan, dan pasar karbon.
- **Sosiologi/Antropologi:** Perilaku manusia yang berkontribusi pada emisi, perubahan gaya hidup, keadilan iklim, peran masyarakat dalam mengatasi masalah lingkungan.
- **Matematika:** Analisis data statistik (grafik, tren), pemodelan matematika sederhana untuk proyeksi iklim.
- **Pendidikan Lingkungan Hidup:** Etika lingkungan, gaya hidup berkelanjutan, konservasi.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Memahami Dasar-dasar Iklim dan Fenomena Panas

- Melalui diskusi interaktif, peserta didik **dapat membedakan** konsep cuaca dan iklim serta **memberikan contoh** fenomena yang terkait dengan keduanya. (Pengetahuan, Penalaran Kritis)
- Dengan melakukan eksperimen sederhana tentang penyerapan panas, peserta didik **dapat menjelaskan** konsep penyerapan dan pemancaran radiasi termal oleh permukaan bumi. (Pengetahuan, Keterampilan, Kemandirian)
- Melalui studi kasus sejarah iklim bumi, peserta didik **dapat mengidentifikasi** bukti-bukti perubahan iklim alami di masa lalu. (Pengetahuan, Penalaran Kritis)

Pertemuan 2: Efek Rumah Kaca dan Gas Rumah Kaca

- Melalui simulasi virtual atau model sederhana, peserta didik **dapat menjelaskan** mekanisme terjadinya efek rumah kaca alami sebagai bagian penting dari keseimbangan energi bumi. (Pengetahuan, Penalaran Kritis)
- Dengan menganalisis data, peserta didik **dapat mengidentifikasi** gas-gas utama penyebab efek rumah kaca buatan (CO₂, CH₄, N₂O, dll.) dan **menjelaskan** mengapa gas-gas tersebut memerangkap panas. (Pengetahuan, Penalaran Kritis)

- Melalui diskusi kasus, peserta didik **dapat menganalisis** hubungan antara peningkatan konsentrasi gas rumah kaca akibat aktivitas manusia (misalnya, pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi) dan fenomena pemanasan global. (Pengetahuan, Kewargaan, Penalaran Kritis)

Pertemuan 3: Dampak Perubahan Iklim dan Pemanasan Global

- Dengan menganalisis infografis dan berita aktual, peserta didik **dapat mengidentifikasi** berbagai dampak perubahan iklim dan pemanasan global (misalnya, kenaikan muka air laut, cuaca ekstrem, krisis pangan dan air, kesehatan) di tingkat global dan lokal. (Pengetahuan, Penalaran Kritis, Kewargaan)
- Melalui studi kasus, peserta didik **dapat mengevaluasi** risiko dan kerentanan suatu daerah atau komunitas terhadap dampak perubahan iklim. (Penalaran Kritis, Kolaborasi)
- Melalui curah pendapat, peserta didik **dapat mengusulkan** contoh-contoh nyata dari dampak perubahan iklim yang mereka amati di lingkungan sekitar. (Kemandirian, Komunikasi)

Pertemuan 4: Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim (Solusi Fisika)

- Dengan menganalisis data dan teknologi, peserta didik **dapat menjelaskan** upaya mitigasi perubahan iklim berbasis fisika (misalnya, transisi energi terbarukan: surya, angin, hidro; efisiensi energi; penangkapan karbon). (Pengetahuan, Penalaran Kritis, Kreativitas)
- Melalui proyek kelompok, peserta didik **dapat merancang** ide-ide adaptasi sederhana terhadap dampak perubahan iklim yang relevan dengan komunitas mereka. (Kreativitas, Kolaborasi, Komunikasi)
- Dengan melakukan refleksi, peserta didik **dapat mengembangkan** kesadaran diri dan komitmen untuk mengambil peran aktif dalam upaya menjaga kelestarian lingkungan dan mitigasi perubahan iklim di tingkat pribadi maupun kolektif. (Keimanan dan Ketakwaan, Kewargaan, Kemandirian)

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

- **Pertemuan 1:** "Mengapa suhu di desaku makin panas saat siang hari? Apa bedanya dengan ramalan cuaca besok?"
- **Pertemuan 2:** "Bagaimana rumah kaca petani bisa menghangatkan tanaman? Apa hubungannya dengan suhu bumi yang naik?"
- **Pertemuan 3:** "Mengapa Jakarta sering banjir padahal tidak hujan lebat? Apakah ini terkait dengan iklim?"
- **Pertemuan 4:** "Bisakah kita menghentikan pemanasan global? Teknologi fisika apa yang bisa membantu?"

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

1. Praktik Pedagogik

- **Model Pembelajaran:**
 - **Project-Based Learning (PjBL):** Mendorong peserta didik untuk membuat proyek solusi nyata atau kampanye kesadaran terkait perubahan iklim.
 - **Inquiry-Based Learning:** Mendorong peserta didik untuk mengajukan pertanyaan investigasi tentang fenomena iklim dan mencari jawabannya melalui data dan eksperimen.

- **Problem-Based Learning (PBL):** Memberikan masalah nyata terkait perubahan iklim untuk dianalisis dan dicari solusinya oleh peserta didik.
- **Strategi Pembelajaran:**
 - **Eksperimen Sederhana/Demonstrasi Fisika:** Mengamati konsep penyerapan panas, efek rumah kaca mini (Joyful Learning, Meaningful Learning).
 - **Analisis Data dan Grafik:** Menginterpretasi data suhu global, konsentrasi CO₂ dari sumber terpercaya (Meaningful Learning, Penalaran Kritis).
 - **Diskusi Kasus/Debat:** Menganalisis isu-isu kontroversial atau studi kasus dampak perubahan iklim (Meaningful Learning, Penalaran Kritis, Komunikasi).
 - **Simulasi Interaktif:** Menggunakan simulasi daring efek rumah kaca atau model iklim sederhana (Joyful Learning, Meaningful Learning).
 - **Kunjungan Lapangan Virtual/Nyata (jika memungkinkan):** Mengunjungi pembangkit listrik tenaga surya/angin atau area yang terdampak perubahan iklim (Meaningful Learning, Kewargaan).
 - **Refleksi Personal dan Kolektif:** Mendorong peserta didik untuk merenungkan peran mereka dan tindakan nyata (Mindful Learning, Kewargaan).
- **Metode Pembelajaran:**
 - Tanya Jawab
 - Diskusi Kelompok
 - Eksperimen/Demonstrasi
 - Analisis Data
 - Studi Kasus
 - Presentasi
 - Proyek

2. Kemitraan Pembelajaran

- **Lingkungan Sekolah:**
 - Guru mata pelajaran lain (Geografi, Kimia, Biologi, Ekonomi, Bahasa Indonesia) untuk integrasi materi dan proyek interdisipliner.
 - Tim Adiwiyata sekolah untuk praktik baik lingkungan.
 - Petugas kantin/kebersihan untuk diskusi tentang pengelolaan sampah.
- **Lingkungan Luar Sekolah:**
 - BMKG setempat (jika memungkinkan untuk narasumber/data iklim lokal).
 - Dinas Lingkungan Hidup atau Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) untuk diskusi tentang dampak dan upaya mitigasi/adaptasi lokal.
 - Komunitas peduli lingkungan atau organisasi nirlaba (misalnya, WWF, Greenpeace) untuk inspirasi dan aksi nyata.
 - Pusat energi terbarukan (jika ada kunjungan).
- **Masyarakat:**
 - Orang tua/wali untuk mendukung penerapan perilaku ramah lingkungan di rumah.
 - Tokoh masyarakat/pemuka agama untuk memperkuat pesan moral dan etika lingkungan.

3. Lingkungan Belajar (Mendukung Pembelajaran Mendalam)

- **Ruang Fisik:**

- Kelas yang memungkinkan diskusi kelompok dan presentasi.
- Laboratorium Fisika/IPA untuk eksperimen sederhana.
- Akses ke perpustakaan sekolah untuk sumber bacaan (buku fisika, majalah ilmiah, artikel tentang lingkungan).
- Area luar kelas/sekolah untuk observasi fenomena cuaca atau praktik pengelolaan sampah.
- **Ruang Virtual:**
 - Akses internet stabil untuk mencari data, menonton video edukasi, dan menggunakan platform digital.
 - Penggunaan perangkat proyektor/TV untuk presentasi, menampilkan grafik data iklim, dan simulasi.
 - Platform online untuk berbagi data, berdiskusi, dan berkolaborasi dalam proyek.
- **Budaya Belajar:**
 - Mendorong rasa ingin tahu, kritis, dan skeptisisme yang sehat terhadap informasi yang beredar.
 - Menciptakan suasana kelas yang kolaboratif, inklusif, dan saling menghargai pendapat.
 - Menumbuhkan rasa urgensi dan tanggung jawab terhadap isu perubahan iklim.
 - Mendorong sikap proaktif dalam mencari solusi dan bertindak nyata.

4. Pemanfaatan Digital

- **Perpustakaan Digital:** Mengakses jurnal ilmiah (misalnya, dari BMKG, LAPAN), artikel berita terpercaya tentang perubahan iklim, laporan IPCC, atau e-book tentang Fisika Lingkungan.
- **Forum Diskusi Daring:** Google Classroom, Edmodo, atau platform lain untuk berbagi artikel, video, data, serta melakukan diskusi asinkron tentang isu-isu yang kompleks.
- **Penilaian Daring:** Menggunakan Google Forms untuk kuis pemahaman konsep, Mentimeter untuk survei pendapat atau refleksi cepat.
- **Kahoot!/Quizizz:** Untuk kuis interaktif tentang istilah kunci, gas rumah kaca, atau dampak perubahan iklim.
- **Youtube/Platform Video Edukasi:** Menonton video animasi tentang efek rumah kaca, dokumenter tentang dampak perubahan iklim (misalnya, dari National Geographic, BBC), atau video tentang energi terbarukan.
- **Aplikasi/Situs Simulasi Interaktif:** PhET Interactive Simulations (misalnya, Greenhouse Gas), NASA Climate Change website, IPCC data portal untuk visualisasi dan analisis data iklim.
- **Google Earth/Maps:** Untuk melihat perubahan garis pantai, pencairan gletser, atau dampak deforestasi.

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

PERTEMUAN 1: MEMAHAMI DASAR-DASAR IKLIM DAN FENOMENA PANAS

KEGIATAN PENDAHULUAN (20 MENIT)

- Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning): Guru menampilkan gambar/video perbandingan kondisi cuaca ekstrem (misalnya, kekeringan vs. banjir bandang,

musim panas vs. musim dingin ekstrem) di berbagai belahan dunia atau di Indonesia sendiri. "Apakah kalian merasakan perubahan cuaca di sekitar kita akhir-akhir ini? Apakah ini hanya 'cuaca' biasa atau ada sesuatu yang lebih besar?" (membangun kesadaran akan fenomena dan memicu pertanyaan).

- Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning): Guru meminta peserta didik berbagi pengalaman terkait cuaca atau iklim di daerah mereka. "Apa bedanya cuaca dan iklim menurut kalian? Mengapa penting untuk membedakannya?" (mengaitkan dengan pengalaman personal).
- Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning): Guru melakukan permainan "Benar atau Salah" dengan pernyataan terkait cuaca dan iklim (misalnya, "Hujan hari ini adalah contoh iklim." -> Salah). Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dengan antusias, "Hari ini kita akan menjadi ilmuwan iklim, menyelidiki dasar-dasar bagaimana bumi kita menghangat dan apa yang memengaruhinya!"

KEGIATAN INTI (100 MENIT)

Memahami (Understanding): Diferensiasi Konten:

- Visual-Auditori: Guru menyajikan video singkat yang menjelaskan perbedaan cuaca dan iklim, serta demonstrasi sederhana tentang bagaimana permukaan gelap menyerap panas lebih baik daripada permukaan terang (misalnya, botol berisi air dengan cat hitam vs. bening di bawah sinar matahari).
- Baca-Tulis: Guru menyediakan infografis atau teks singkat tentang definisi cuaca dan iklim, serta konsep penyerapan dan pemancaran radiasi termal, meminta peserta didik membuat catatan penting.
- Aktivitas Eksplorasi Terbimbing: Peserta didik dalam kelompok kecil (heterogen) melakukan eksperimen sederhana: menempatkan termometer di dalam dua wadah (satu dicat hitam, satu putih) di bawah sinar matahari/lampu untuk mengamati perbedaan kenaikan suhu.

Mengaplikasi (Applying): Diferensiasi Proses:

- Kelompok A (Perlu Bimbingan Lebih): Guru menyediakan tabel dengan beberapa contoh fenomena alam, meminta mereka mengkategorikan apakah itu "cuaca" atau "iklim" dan menjelaskan alasannya.
- Kelompok B (Cukup Mandiri): Peserta didik diminta untuk menganalisis data suhu historis dari daerah mereka (jika tersedia daring) dan mencari tahu apakah ada tren perubahan iklim dalam 10-20 tahun terakhir.

Membuat Laporan/Analisis (Berdiferensiasi Produk): Peserta didik diminta untuk:

- Produk 1 (Laporan Observasi Sederhana): Melaporkan hasil eksperimen penyerapan panas, dilengkapi dengan grafik sederhana dan kesimpulan.
- Produk 2 (Mini-Infografis): Membuat mini-infografis tentang perbedaan cuaca dan iklim, serta contoh fenomena masing-masing.

Merefleksi (Reflecting):

- Setiap kelompok mempresentasikan hasil eksperimen atau infografis mereka.
- Diskusi: "Mengapa kita bisa merasakan 'panas' atau 'dingin'? Apa peran matahari dalam hal ini?" "Bagaimana suhu permukaan bumi dapat memengaruhi cuaca dan iklim?"

KEGIATAN PENUTUP (20 MENIT)

- Umpan Balik Konstruktif: Guru memberikan umpan balik atas pemahaman konsep dan hasil eksperimen. Guru meminta peserta didik menuliskan "1 hal yang paling menarik tentang panas dan iklim hari ini" dan "1 pertanyaan yang masih mengganggu saya tentang bagaimana bumi menjadi hangat".
- Menyimpulkan Pembelajaran: Guru bersama peserta didik merangkum perbedaan cuaca dan iklim, serta pentingnya penyerapan dan pemancaran energi panas.
- Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya: Guru memberikan tugas untuk mencari tahu "gas-gas apa saja yang ada di atmosfer" sebagai pancingan untuk materi efek rumah kaca.

PERTEMUAN 2: EFEK RUMAH KACA DAN GAS RUMAH KACA

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

- Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning): Guru menampilkan gambar rumah kaca pertanian yang berisi tanaman. "Mengapa rumah kaca bisa membuat tanaman tetap hangat bahkan di musim dingin? Apakah bumi kita punya 'rumah kaca'?" (membangun kesadaran akan konsep dasar efek rumah kaca).
- Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning): Guru meminta peserta didik berbagi hasil temuan mereka tentang "gas-gas di atmosfer". "Gas apa yang paling banyak? Gas apa yang menurut kalian paling penting?"
- Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning): Guru memutar video singkat animasi atau ilustrasi sederhana tentang bagaimana cahaya matahari masuk ke bumi dan sebagian panasnya terperangkap. "Coba bayangkan, kalau tidak ada efek rumah kaca ini, apa yang akan terjadi pada bumi?"

KEGIATAN INTI (105 MENIT)

Memahami (Understanding): Diferensiasi Konten:

- Visual-Auditori: Guru menyajikan simulasi interaktif daring (misalnya, PhET Greenhouse Gas) yang menunjukkan bagaimana berbagai gas menyerap radiasi inframerah, serta video animasi detail tentang efek rumah kaca alami dan buatan.
- Baca-Tulis: Guru menyediakan teks bacaan tentang komposisi atmosfer, struktur molekul gas rumah kaca utama (CO_2 , CH_4 , N_2O), dan proses penyerapan radiasi, meminta peserta didik membuat rangkuman.
- Aktivitas Diskusi Terbimbing: Peserta didik dalam kelompok menganalisis grafik peningkatan konsentrasi CO_2 global dari waktu ke waktu dan menghubungkannya dengan aktivitas manusia.

Mengaplikasi (Applying): Diferensiasi Proses:

- Kelompok A (Perlu Bimbingan Lebih): Guru memberikan kartu nama gas rumah kaca dan gambar sumber emisinya, meminta mereka mencocokkan dan menjelaskan mengapa gas tersebut penting.
- Kelompok B (Cukup Mandiri): Peserta didik diminta untuk menghitung perkiraan kontribusi emisi CO_2 dari aktivitas sehari-hari di rumah mereka (misalnya, penggunaan listrik, transportasi).

Membuat Diagram/Skema Konseptual (Berdiferensiasi Produk): Peserta didik diminta untuk:

- Produk 1 (Diagram Alir Sederhana): Menggambar diagram alir yang menjelaskan proses efek rumah kaca, baik alami maupun buatan, dengan panah radiasi yang jelas.

- Produk 2 (Infografis Mini): Mendesain infografis mini tentang "Musuh Tak Terlihat: Gas Rumah Kaca", menjelaskan jenis-jenis gas, sumbernya, dan mengapa mereka berbahaya.

Merefleksi (Reflecting): Setiap kelompok mempresentasikan diagram/skema mereka.

- Diskusi: "Apakah efek rumah kaca itu sepenuhnya buruk? Mengapa kita perlu membedakan efek rumah kaca alami dan buatan?" "Apa aktivitas manusia yang paling banyak menyumbang gas rumah kaca?"

KEGIATAN PENUTUP (20 MENIT)

- Umpan Balik Konstruktif: Guru memberikan umpan balik atas pemahaman konsep efek rumah kaca dan gas-gasnya. Guru meminta peserta didik menuliskan "1 gas rumah kaca yang paling membuat saya khawatir dan mengapa" dan "1 kebiasaan sehari-hari yang menyumbang emisi gas rumah kaca".
- Menyimpulkan Pembelajaran: Guru dan peserta didik bersama-sama merangkum mekanisme efek rumah kaca dan peran gas-gas rumah kaca dalam pemanasan global.
- Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya: Guru memberikan tugas untuk mencari berita atau artikel tentang "dampak pemanasan global di Indonesia" sebagai pancingan.

PERTEMUAN 3: DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DAN PEMANASAN GLOBAL

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

- Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning): Guru menampilkan berita/video dampak perubahan iklim di berbagai belahan dunia (misalnya, es kutub mencair, kebakaran hutan, kekeringan panjang, banjir rob). "Apa perasaan kalian melihat gambar-gambar ini? Apakah ini juga bisa terjadi di dekat kita?" (membangun empati dan urgensi).
- Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning): Guru meminta peserta didik berbagi hasil temuan mereka tentang "dampak pemanasan global di Indonesia". "Dampak apa yang paling sering kalian dengar? Apakah ada yang pernah mengalaminya langsung?"
- Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning): Guru mengajak peserta didik membuat "Peta Dampak" sederhana di papan tulis/digital, di mana mereka menempelkan atau menuliskan dampak yang mereka tahu di wilayah Indonesia.

KEGIATAN INTI (105 MENIT)

Memahami (Understanding): Diferensiasi Konten:

- Visual-Auditori: Guru menyajikan infografis dari lembaga terpercaya (misalnya, IPCC, NASA) tentang berbagai dampak perubahan iklim global, serta video dokumenter pendek tentang komunitas yang terdampak.
- Baca-Tulis: Guru menyediakan artikel berita atau laporan singkat tentang dampak perubahan iklim di sektor yang berbeda (misalnya, pertanian, pesisir, kesehatan), meminta peserta didik menganalisis dan mencatat dampak utamanya.
- Aktivitas Analisis Data/Studi Kasus: Peserta didik dalam kelompok menganalisis studi kasus nyata (misalnya, dampak kenaikan muka air laut di pesisir utara Jawa, dampak kekeringan di daerah pertanian, penyebaran penyakit vektor). Mereka menggunakan data atau informasi dari studi kasus untuk mengidentifikasi dampak.

Mengaplikasi (Applying): Diferensiasi Proses:

- Kelompok A (Perlu Bimbingan Lebih): Guru memberikan beberapa dampak

perubahan iklim dan meminta mereka mengaitkan dengan sistem alam yang terpengaruh (misalnya, mencairnya es kutub -> kenaikan muka air laut).

- Kelompok B (Cukup Mandiri): Peserta didik diminta untuk meneliti dan menyajikan data tentang salah satu dampak perubahan iklim yang paling relevan dengan daerah mereka (misalnya, frekuensi banjir, perubahan pola musim hujan).

Membuat Peta Pikiran/Presentasi (Berdiferensiasi Produk): Peserta didik diminta untuk:

- Produk 1 (Peta Pikiran/Konsep): Membuat peta pikiran yang menghubungkan pemanasan global dengan berbagai dampaknya secara sistematis.
- Produk 2 (Presentasi Mini): Menyiapkan presentasi mini (3-5 slide) tentang "Dampak Perubahan Iklim di Daerahku" atau "Dampak Perubahan Iklim pada Salah Satu Sektor (misalnya, pangan/kesehatan)".

Merefleksi (Reflecting):

- Setiap kelompok mempresentasikan hasil analisis atau presentasi mini mereka.
- Diskusi: "Dari semua dampak ini, mana yang menurutmu paling mendesak untuk diatasi? Mengapa?" "Bagaimana kita sebagai individu dapat merasakan dampak-dampak ini?"

KEGIATAN PENUTUP (20 MENIT)

- Umpan Balik Konstruktif: Guru memberikan umpan balik atas kedalaman analisis dampak dan kemampuan presentasi. Guru meminta peserta didik menuliskan "1 dampak perubahan iklim yang paling membuat saya prihatin" dan "1 hal yang saya sadari setelah mempelajari dampak ini".
- Menyimpulkan Pembelajaran: Guru dan peserta didik bersama-sama merangkum berbagai dampak nyata perubahan iklim dan pemanasan global.
- Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya: Guru memberikan tugas untuk mencari tahu "apa yang bisa kita lakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim" sebagai pancingan.

PERTEMUAN 4: MITIGASI DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM (SOLUSI FISIKA)

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

- Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning): Guru menampilkan gambar/video teknologi energi terbarukan (panel surya, turbin angin) atau inovasi ramah lingkungan. "Adakah harapan untuk mengatasi masalah perubahan iklim? Teknologi apa yang bisa membantu?" (membangun optimisme dan orientasi solusi).
- Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning): Guru meminta peserta didik berbagi hasil temuan mereka tentang "apa yang bisa kita lakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim". "Mana yang menurut kalian paling efektif?"
- Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning): Guru mengajak peserta didik membuat "Dinding Ide" (fisik/digital) di mana mereka menempelkan/menuliskan ide-ide solusi mereka untuk masalah perubahan iklim.

KEGIATAN INTI (105 MENIT)

Memahami (Understanding): Diferensiasi Konten:

- Visual-Auditori: Guru menyajikan video tentang berbagai teknologi energi terbarukan, konsep efisiensi energi, dan video kampanye lingkungan.
- Baca-Tulis: Guru menyediakan artikel tentang mitigasi (misalnya, Carbon Capture Storage, energi terbarukan) dan adaptasi (misalnya, pembangunan tanggul laut, pertanian tahan iklim), meminta peserta didik menganalisis dan membuat daftar strategi.
- Aktivitas Eksplorasi Solusi: Peserta didik dalam kelompok mengeksplorasi berbagai teknologi dan strategi mitigasi/adaptasi yang relevan dengan Fisika (misalnya, konsep Pembangkit Listrik Tenaga Surya/Angin, desain bangunan hijau, efisiensi penggunaan alat elektronik).

Mengaplikasi (Applying): Diferensiasi Proses:

- Kelompok A (Perlu Bimbingan Lebih): Guru memberikan beberapa contoh masalah iklim dan meminta mereka mengusulkan 1-2 solusi mitigasi atau adaptasi sederhana yang bisa dilakukan di sekolah/rumah.
- Kelompok B (Cukup Mandiri): Peserta didik diminta untuk merancang proposal proyek mini untuk mengurangi jejak karbon di lingkungan sekolah atau komunitas mereka (misalnya, kampanye hemat listrik, bank sampah).

Proyek Desain Solusi/Kampanye (Berdiferensiasi Produk): Peserta didik secara berkelompok merancang dan (jika memungkinkan) membuat:

- Produk 1 (Desain Poster Kampanye): Mendesain poster digital/fisik untuk kampanye "Hemat Energi, Selamatkan Bumi" atau "Tanam Pohon, Sejukkan Dunia".
- Produk 2 (Video Edukasi Singkat): Membuat video edukasi singkat (maksimal 3 menit) tentang salah satu teknologi energi terbarukan atau strategi adaptasi.
- Produk 3 (Model Prototipe Sederhana): Membuat model prototipe sederhana dari alat/solusi yang ramah lingkungan (misalnya, model rumah hemat energi, sistem daur ulang air).

Presentasi: Setiap kelompok mempresentasikan proyek mereka, menjelaskan solusi yang diusulkan, konsep Fisika di baliknya, dan potensi dampaknya.

Merefleksi (Reflecting):

- Setiap kelompok mempresentasikan proyek mereka.
- Diskusi: "Setelah mempelajari materi ini, apa peran paling penting yang bisa kita lakukan sebagai individu untuk mengatasi perubahan iklim?" "Bagaimana Fisika dapat menjadi kunci dalam menciptakan solusi untuk masalah lingkungan?"

KEGIATAN PENUTUP (20 MENIT)

- Umpan Balik Konstruktif: Guru memberikan umpan balik menyeluruh tentang seluruh proses pembelajaran dan kualitas proyek yang dihasilkan, menekankan pentingnya aksi nyata dan kolaborasi.
- Menyimpulkan Pembelajaran: Guru bersama peserta didik menyimpulkan bahwa perubahan iklim adalah masalah kompleks yang membutuhkan pemahaman ilmiah (Fisika), kesadaran, dan tindakan nyata dari setiap individu dan komunitas.
- Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya: Guru mendorong peserta didik untuk terus menjadi agen perubahan yang peduli lingkungan dan menerapkan ilmu Fisika dalam kehidupan sehari-hari. Guru dapat merekomendasikan film dokumenter atau buku tentang perubahan iklim.

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

A. Asesmen Awal Pembelajaran (Diagnostik)

- **Tujuan:** Mengidentifikasi pengetahuan awal peserta didik tentang konsep dasar panas, cuaca, iklim, dan pemahaman mereka tentang isu pemanasan global, serta minat dan gaya belajar mereka.
- **Format:**
 - **Kuesioner Pra-konsepsi/Survei Singkat (Daring/Luring):**
 - Contoh Pertanyaan:
 1. Menurutmu, apa perbedaan antara cuaca dan iklim?
 2. Pernahkah kamu mendengar istilah "efek rumah kaca"? Jelaskan dengan bahasamu sendiri!
 3. Sebutkan 3 hal yang menurutmu menyebabkan bumi semakin panas!
 4. Apa saja dampak yang kamu ketahui dari pemanasan global?
 5. Bagaimana perasaanmu ketika mendengar berita tentang perubahan iklim? (pilihan ganda: khawatir, tidak peduli, penasaran, dll.)
 - **Diskusi Awal Kelas:** "Apa yang terlintas di benak kalian ketika mendengar kata 'perubahan iklim'?"

B. Asesmen Proses Pembelajaran (Formatif)

- **Tujuan:** Memantau kemajuan belajar peserta didik, memberikan umpan balik, dan menyesuaikan strategi pembelajaran.
- **Format:**
 - **Observasi (Non-tes):**
 - **Lembar Observasi Diskusi Kelompok:** Mengamati partisipasi aktif, kemampuan bernalar kritis, kemampuan berargumen, dan kolaborasi dalam menganalisis data/studi kasus.
 - **Lembar Observasi Saat Eksperimen/Simulasi:** Mengamati pemahaman prosedur, ketelitian, dan kemampuan menarik kesimpulan sederhana.
 - **Catatan Anekdote:** Mencatat interaksi individual, pertanyaan, atau kesulitan yang muncul saat eksplorasi atau analisis kasus.
 - **Penilaian Kinerja (Non-tes):**
 - **Rubrik Penilaian Laporan Eksperimen Sederhana (Pertemuan 1):** Mengukur kelengkapan data, ketepatan analisis, dan kesimpulan.
 - **Rubrik Penilaian Diagram/Infografis/Peta Pikiran (Pertemuan 2, 3):** Mengukur ketepatan konsep, kejelasan visualisasi, kreativitas, dan kelengkapan informasi.
 - **Kuis Singkat/Tanya Jawab Lisan (Tes Lisan):** Di akhir setiap sub-topik atau di awal pertemuan berikutnya untuk mengecek pemahaman konsep-konsep kunci (misalnya, perbedaan gas rumah kaca, dampak spesifik).
 - **Jurnal Refleksi Peserta Didik:**
 - Contoh Pertanyaan: "Konsep Fisika apa yang paling membantuku memahami perubahan iklim hari ini?" "Bagaimana saya dapat menerapkan pengetahuan ini dalam tindakan nyata sehari-hari?" "Apa tantangan terbesar yang saya hadapi dalam memahami materi ini dan bagaimana saya mengatasinya?"
 - **Umpan Balik Teman Sebaya:** Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk saling memberikan umpan balik terhadap presentasi mini atau ide solusi

yang diusulkan.

C. Asesmen Akhir Pembelajaran (Sumatif)

- **Tujuan:** Mengukur pencapaian kompetensi peserta didik secara keseluruhan setelah menyelesaikan tema.
- **Format:**
 - **Penilaian Proyek (Produk dan Presentasi):**
 - **Proyek Akhir (Pertemuan 4): "Inovasi Fisika untuk Iklim Berkelanjutan"**
 - **Tugas:** Peserta didik secara berkelompok (3-4 orang) diminta untuk merancang sebuah "Inovasi Fisika" (bisa berupa ide konsep, prototipe sederhana, atau kampanye edukasi) yang berkontribusi pada mitigasi atau adaptasi perubahan iklim. Proyek ini harus jelas mengaitkan konsep Fisika yang telah dipelajari.
 - **Produk:** Dapat berupa:
 - Makalah Konseptual (maksimal 3 halaman) + Desain Visual (poster/infografis) ide inovasi.
 - Video Edukasi/Kampanye (durasi maksimal 5 menit) tentang pentingnya inovasi Fisika dalam mengatasi perubahan iklim.
 - Model Prototipe Sederhana dari alat/solusi yang diusulkan (misalnya, model rumah hemat energi, sistem pengumpul air hujan, panel surya mini).
 - Aplikasi/Situs Web sederhana (jika ada yang memiliki keterampilan coding) untuk memvisualisasikan data atau memberikan informasi solusi iklim.
 - **Presentasi:** Setiap kelompok mempresentasikan proyek mereka di hadapan kelas, menjelaskan:
 - Masalah iklim yang ingin diatasi.
 - Konsep Fisika yang mendasari inovasi.
 - Cara kerja atau implementasi inovasi.
 - Dampak positif yang diharapkan.
 - Relevansi dengan kehidupan sehari-hari dan keberlanjutan.
 - **Rubrik Penilaian Proyek:**
 - **Aspek Penilaian:**
 - Pemahaman Konsep Fisika dan Relevansinya (25%)
 - Kreativitas dan Orisinalitas Ide Solusi (20%)
 - Potensi Dampak dan Keberlanjutan (20%)
 - Kualitas Produk/Output (15%)
 - Kolaborasi Kelompok (10%)
 - Kualitas Presentasi dan Komunikasi (10%)
 - **Tes Tertulis (Essay Analitis):**
 - **Tugas:** Analisis Fenomena Iklim.
 - **Deskripsi Tugas:** Peserta didik diberikan data atau skenario tentang fenomena iklim tertentu (misalnya, data peningkatan suhu rata-rata di suatu kota, kejadian gelombang panas yang tidak biasa, kasus pencairan gletser).

Mereka diminta untuk:

1. Menjelaskan fenomena tersebut menggunakan konsep-konsep Fisika yang relevan (efek rumah kaca, radiasi, transfer panas).
2. Mengidentifikasi faktor-faktor (baik alami maupun antropogenik) yang kemungkinan berkontribusi pada fenomena tersebut.
3. Menganalisis dampak yang mungkin terjadi dari fenomena tersebut terhadap lingkungan dan masyarakat.
4. Mengusulkan minimal dua solusi (mitigasi atau adaptasi) yang relevan dan berbasis ilmiah untuk mengatasi fenomena tersebut atau mengurangi dampaknya.

■ **Kriteria Penilaian:**

- Ketepatan penjelasan konsep Fisika.
- Kedalaman analisis faktor penyebab dan dampaknya.
- Kemampuan mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber.
- Kualitas usulan solusi (realistis, berbasis sains).
- Keterampilan bernalar kritis dan kemampuan argumentasi ilmiah.
- Kualitas komunikasi tertulis.