

MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : IPA (FISIKA)
BAB 3 : PENCEMARAN LINGKUNGAN

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah :
Nama Penyusun :
Mata Pelajaran : IPA (Fisika)
Kelas / Fase /Semester : X/ E / Ganjil
Alokasi Waktu : 6 Jam Pelajaran (3 pertemuan @2 JP)
Tahun Pelajaran : 2024 / 2025

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

Pengetahuan Awal:

- Peserta didik diharapkan memiliki pemahaman dasar tentang konsep materi dan energi dari pelajaran IPA SMP.
- Beberapa peserta didik mungkin sudah memiliki pengetahuan umum tentang masalah lingkungan yang sering diberitakan di media (misalnya, sampah plastik, polusi udara di kota besar).
- Pengetahuan tentang perubahan wujud zat, sifat-sifat dasar zat, dan konsep energi (panas, bunyi) akan sangat membantu.

Minat:

- Peserta didik umumnya memiliki minat terhadap isu-isu yang relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka, dan pencemaran lingkungan adalah salah satunya.
- Minat dapat ditingkatkan dengan studi kasus lokal atau global yang menarik perhatian mereka (misalnya, polusi sungai dekat rumah, *smog* di kota besar).
- Kegiatan yang melibatkan observasi lapangan atau eksperimen sederhana dapat memicu minat yang lebih besar.

Latar Belakang:

- Peserta didik berasal dari berbagai latar belakang sosial ekonomi dan lingkungan tempat tinggal yang mungkin memiliki tingkat paparan masalah pencemaran yang berbeda.
- Beberapa peserta didik mungkin sudah aktif dalam kegiatan lingkungan di sekolah atau komunitas, sementara yang lain mungkin belum terlalu sadar.

Kebutuhan Belajar:

- Peserta didik dengan gaya belajar visual akan membutuhkan banyak gambar, video, infografis, dan peta.
- Peserta didik dengan gaya belajar auditori akan membutuhkan penjelasan lisan yang jelas, diskusi kelompok, dan mendengarkan presentasi.

- Peserta didik dengan gaya belajar kinestetik akan membutuhkan kegiatan observasi, praktikum sederhana, atau proyek pembuatan model/prototipe.
- Diferensiasi diperlukan untuk mengakomodasi peserta didik dengan kecepatan belajar dan kedalaman pemahaman yang berbeda.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

Jenis Pengetahuan yang Akan Dicapai:

- **Faktual:** Jenis-jenis pencemaran (udara, air, tanah, suara), sumber-sumber pencemar, dampak pencemaran, metode penanggulangan sederhana.
- **Konseptual:** Pengertian pencemaran, ambang batas pencemaran, konsep pH dalam pencemaran air, efek rumah kaca, dampak pemanasan global, peran fisika dalam fenomena pencemaran (misalnya, perambatan bunyi, penyebaran partikel di udara).
- **Prosedural:** Keterampilan mengumpulkan data sederhana terkait pencemaran (misalnya, mengamati jenis sampah, mengukur tingkat kebisingan), menganalisis data, merancang solusi sederhana, dan mengkomunikasikan hasil.
- **Metakognitif:** Kemampuan untuk menghubungkan perilaku manusia dengan dampak lingkungan, kemampuan merefleksikan peran diri dalam menjaga lingkungan, dan kemampuan berpikir kritis dalam mengevaluasi informasi tentang pencemaran.

Relevansi dengan Kehidupan Nyata Peserta Didik:

- Memahami kualitas udara yang mereka hirup setiap hari.
- Memahami kualitas air yang mereka konsumsi dan gunakan.
- Kesadaran terhadap dampak sampah dan limbah rumah tangga.
- Mendorong perilaku ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari (misalnya, mengurangi penggunaan plastik, hemat energi).
- Pentingnya menjaga kesehatan yang dipengaruhi oleh lingkungan.

Tingkat Kesulitan:

- Konsep pencemaran bersifat multidisiplin, membutuhkan pemahaman fisika, kimia, dan biologi.
- Beberapa konsep fisika (misalnya, efek rumah kaca, resonansi suara) mungkin memerlukan abstraksi.
- Kuantifikasi pencemaran (misalnya, kadar polutan) bisa menjadi tantangan.

Struktur Materi:

- **Pengertian dan Jenis Pencemaran:**
 - Pencemaran Udara (polutan, sumber, dampak, efek rumah kaca)
 - Pencemaran Air (polutan, sumber, dampak, pH)
 - Pencemaran Tanah (polutan, sumber, dampak)
 - Pencemaran Suara (intensitas bunyi, sumber, dampak)
- **Dampak Pencemaran Lingkungan:**
 - Bagi Kesehatan Manusia
 - Bagi Ekosistem
 - Bagi Iklim Global
- **Penanggulangan Pencemaran Lingkungan:**
 - Upaya preventif dan kuratif

- Peran teknologi fisika dalam mitigasi pencemaran

Integrasi Nilai dan Karakter:

- **Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME:** Menyadari bahwa menjaga lingkungan adalah bentuk rasa syukur atas ciptaan Tuhan.
- **Kewargaan Global:** Memiliki kesadaran akan isu lingkungan global dan berperan aktif sebagai warga negara yang bertanggung jawab.
- **Penalaran Kritis:** Menganalisis penyebab dan dampak pencemaran, serta mengevaluasi solusi yang ditawarkan.
- **Kreativitas:** Merancang solusi inovatif untuk masalah pencemaran.
- **Kolaborasi:** Bekerja sama dalam proyek atau kampanye lingkungan.
- **Kemandirian:** Inisiatif dalam menjaga kebersihan lingkungan dan mencari informasi.
- **Kesehatan:** Memahami hubungan antara lingkungan sehat dan kesehatan diri.
- **Komunikasi:** Menyampaikan gagasan dan temuan terkait isu lingkungan.

D DIMENSI PROFIL LULUSAN

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

1. **Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME dan Berakhlak Mulia:** Peserta didik memiliki kesadaran dan kepedulian terhadap lingkungan sebagai amanah dari Tuhan YME, serta menunjukkan perilaku menjaga kelestarian alam.
2. **Kewargaan:** Peserta didik menunjukkan kepedulian dan tanggung jawab terhadap lingkungan sekitar, serta berpartisipasi aktif dalam upaya mengatasi masalah pencemaran.
3. **Penalaran Kritis:** Peserta didik mampu mengidentifikasi masalah pencemaran lingkungan, menganalisis faktor penyebab dan dampaknya, serta mengevaluasi solusi yang ada berdasarkan prinsip-prinsip fisika.
4. **Kreativitas:** Peserta didik mampu menghasilkan gagasan atau rancangan sederhana untuk mengatasi masalah pencemaran di lingkungan sekitar.
5. **Kolaborasi:** Peserta didik mampu bekerja sama dalam kelompok untuk mengumpulkan data, menganalisis masalah, dan merancang solusi terkait pencemaran lingkungan.
6. **Kemandirian:** Peserta didik memiliki inisiatif untuk mencari informasi tentang isu pencemaran, serta mengambil tindakan kecil secara mandiri untuk mengurangi dampak pencemaran.
7. **Kesehatan:** Peserta didik memahami dampak pencemaran terhadap kesehatan dan termotivasi untuk menjaga lingkungan yang sehat.
8. **Komunikasi:** Peserta didik mampu mengkomunikasikan hasil analisis, gagasan, dan solusi terkait pencemaran lingkungan secara efektif kepada orang lain.

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

- **Kimia:** Reaksi kimia polutan, pH air, sifat-sifat zat pencemar.
- **Biologi:** Dampak pencemaran terhadap ekosistem dan makhluk hidup, bioakumulasi.
- **Geografi:** Persebaran polutan, perubahan iklim, dampak bencana lingkungan.
- **Matematika:** Pengolahan data (statistik sederhana), perhitungan kadar polutan (jika ada data kuantitatif), pengukuran intensitas bunyi.
- **Teknologi Informasi dan Komunikasi:** Penggunaan aplikasi untuk visualisasi data, presentasi, pencarian informasi daring.
- **Ekonomi:** Dampak ekonomi dari pencemaran, biaya penanggulangan, konsep ekonomi sirkular.
- **Sosiologi/Pendidikan Kewarganegaraan:** Peran masyarakat, kebijakan pemerintah, etika lingkungan.
- **Seni Rupa/Desain:** Desain infografis, poster kampanye lingkungan.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Pencemaran Udara dan Suara (2 JP)

- **Tujuan:** Melalui studi kasus, pengamatan visual, dan diskusi, peserta didik mampu:
 - Mengidentifikasi minimal 3 jenis polutan udara dan sumbernya di lingkungan sekitar dengan tepat.
 - Menjelaskan konsep efek rumah kaca dan dampaknya terhadap pemanasan global secara sederhana.
 - Menganalisis dampak pencemaran udara terhadap kesehatan manusia dan lingkungan dengan kritis.
 - Mengukur dan menginterpretasikan tingkat kebisingan di berbagai lokasi menggunakan aplikasi sederhana pada ponsel.
 - Merumuskan ide awal solusi sederhana untuk mengurangi pencemaran udara dan suara di lingkungan sekolah.
 - Menunjukkan rasa syukur atas udara bersih sebagai karunia Tuhan YME.

Pertemuan 2: Pencemaran Air dan Tanah (2 JP)

- **Tujuan:** Melalui pengamatan lingkungan sekitar, praktikum sederhana, dan diskusi, peserta didik mampu:
 - Mengidentifikasi minimal 3 jenis polutan air dan sumbernya yang umum ditemukan di lingkungan tempat tinggal atau sekolah.

- Menganalisis dampak pencemaran air terhadap ekosistem akuatik dan kesehatan manusia dengan tepat.
- Menjelaskan konsep pH dan perannya sebagai indikator pencemaran air.
- Mengidentifikasi minimal 2 jenis polutan tanah dan sumbernya yang sering dijumpai.
- Menganalisis dampak pencemaran tanah terhadap produktivitas lahan dan ekosistem darat.
- Merancang solusi sederhana untuk mengurangi pencemaran air dan tanah di lingkungan sekitar.

Pertemuan 3: Solusi dan Kampanye Lingkungan (2 JP)

- **Tujuan:** Melalui studi kasus, kerja kelompok, dan presentasi, peserta didik mampu:
 - Menganalisis berbagai upaya penanggulangan pencemaran lingkungan (preventif dan kuratif) dengan prinsip fisika yang relevan.
 - Merancang sebuah proyek kampanye sederhana (misalnya, poster digital, video singkat, infografis) untuk meningkatkan kesadaran tentang masalah pencemaran dan solusinya.
 - Mempresentasikan hasil proyek kampanye dengan percaya diri dan komunikatif.
 - Menunjukkan sikap kolaboratif dan bertanggung jawab dalam upaya menjaga kelestarian lingkungan.

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

- **Kualitas Udara di Kota Besar:** Fenomena *smog* di Jakarta atau kota-kota industri lainnya.
- **Sampah Plastik di Laut:** Dampak mikroplastik terhadap rantai makanan.
- **Limbah Rumah Tangga:** Bagaimana limbah dapur dan deterjen mencemari air.
- **Kebisingan Lalu Lintas/Pabrik:** Dampak suara bising terhadap kesehatan.
- **Efek Rumah Kaca dan Perubahan Iklim:** Kenaikan suhu bumi dan dampaknya.
- **Penanaman Pohon dan Ruang Terbuka Hijau:** Peran dalam mengurangi polusi udara.
- **Dampak Penggunaan Pestisida Berlebihan:** Pencemaran tanah dan air.
- **Gerakan 3R (Reduce, Reuse, Recycle):** Penerapan nyata dalam kehidupan sehari-hari.

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

1. Praktik Pedagogik (Model, Strategi, Metode)

- **Mindful Learning:** Refleksi awal tentang lingkungan sekitar, *mindfulness breaks* singkat, fokus pada dampak nyata.
- **Meaningful Learning:** Mengaitkan langsung dengan isu lokal/global, studi kasus otentik, eksplorasi solusi yang relevan.
- **Joyful Learning:** Eksperimen sederhana, observasi lapangan, penggunaan media interaktif, permainan peran, kompetisi ide. Metode: Diskusi kelompok, presentasi, observasi lapangan/lingkungan sekolah, studi literatur, simulasi, pembuatan proyek.

2. Kemitraan Pembelajaran

- **Lingkungan Sekolah:**

- **Pihak Sekolah (Kebersihan/Adiwiyata):** Kolaborasi dalam program kebersihan, pengelolaan sampah, atau penghijauan sekolah.
- **Laboratorium Fisika/IPA:** Untuk praktikum sederhana (misalnya, uji pH air).
- **Perpustakaan Sekolah:** Menyediakan sumber bacaan tentang lingkungan.
- **Lingkungan Luar Sekolah:**
 - **Dinas Lingkungan Hidup (DLH):** Mengundang narasumber atau melakukan kunjungan (opsional) untuk mendapatkan data dan informasi.
 - **Bank Sampah/Komunitas Peduli Lingkungan:** Mendapatkan inspirasi tentang pengelolaan sampah.
 - **Orang Tua/Komunitas Lokal:** Mengajak orang tua berpartisipasi dalam proyek kebersihan lingkungan atau kampanye.
- **Masyarakat:** Mengajak masyarakat sekitar sekolah untuk berpartisipasi dalam kampanye lingkungan yang dirancang peserta didik.

3. Lingkungan Belajar

- **Ruang Fisik:**
 - Kelas yang diatur fleksibel untuk diskusi kelompok, presentasi, dan kerja proyek.
 - Area luar kelas (halaman sekolah, taman, atau area terdekat yang relevan) untuk observasi langsung.
 - Laboratorium Fisika/IPA untuk praktikum sederhana.
- **Ruang Virtual:**
 - Google Classroom sebagai platform utama untuk berbagi materi, penugasan, dan pengumpulan tugas.
 - Platform video conference (Google Meet/Zoom) untuk diskusi daring atau menghadirkan narasumber.
 - Sumber belajar daring: video dokumenter (National Geographic, BBC Earth), website resmi DLH, artikel ilmiah populer, peta polusi udara *real-time*.
- **Budaya Belajar:**
 - Budaya peduli lingkungan dan bertanggung jawab.
 - Budaya berpikir kritis dan mencari solusi.
 - Budaya kolaborasi dan berbagi ide.
 - Budaya komunikasi efektif dan persuasif.
 - Budaya refleksi dan empati terhadap lingkungan.

4. Pemanfaatan Digital

- **Perpustakaan Digital:** Akses ke e-book, jurnal, atau artikel tentang pencemaran.
- **Forum Diskusi Daring (Google Classroom):** Untuk diskusi mendalam, berbagi tautan, dan tanya jawab di luar jam pelajaran.
- **Penilaian Daring:** Quiz melalui Google Forms, Kahoot, atau Mentimeter untuk asesmen formatif.
- **Video Dokumenter/Edukasi:** Menampilkan video tentang dampak pencemaran atau inovasi teknologi hijau.
- **Aplikasi Pengukur Kebisingan (Noise Meter App):** Pada *smartphone* peserta didik untuk pengamatan praktis.
- **Situs Web Peta Kualitas Udara (misalnya, IQAir):** Untuk melihat data kualitas udara *real-time*.

- **Aplikasi Pembuat Poster/Infografis/Video:** Canva, Piktochart, InShot, CapCut (untuk tugas proyek).

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT) - MINDFUL LEARNING, MEANINGFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING

- **Pembukaan & Sambutan (Mindful & Joyful):**
 - Guru menyapa peserta didik dengan hangat.
 - Mengajak peserta didik untuk mengamati lingkungan sekitar mereka saat ini (di dalam kelas atau melihat keluar jendela), lalu menanyakan: "Apa yang pertama kali terlintas di pikiranmu ketika mendengar kata 'lingkungan'?" atau "Bayangkan kamu menghirup udara di pegunungan, apa yang kamu rasakan?" (Mindful).
 - Melakukan *ice-breaking* berupa tebak gambar atau video singkat tentang kondisi lingkungan yang kontras (bersih vs. tercemar) untuk menarik perhatian dan menciptakan suasana gembira (Joyful).
- **Apersepsi (Meaningful):**
 - Guru mengajukan pertanyaan pemantik yang mengaitkan dengan pengalaman nyata: "Pernahkah kalian merasa sesak napas saat di jalan raya? Atau melihat air sungai berwarna keruh? Apa yang menyebabkannya?" (Meaningful).
 - Menghubungkan dengan konsep IPA sebelumnya tentang interaksi makhluk hidup dengan lingkungan.
 - Menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini dan mengapa topik ini relevan bagi mereka dan masa depan (Meaningful).
- **Asesmen Awal (Diagnostik Kognitif dan Non-Kognitif):**
 - Melalui pertanyaan lisan singkat atau kuis awal (misalnya, 3 pertanyaan di Mentimeter atau fitur *polling* di Google Classroom): "Sebutkan 1 masalah lingkungan yang kamu ketahui?", "Menurutmu, apa penyebab utama polusi udara?", "Bagaimana perasaanmu tentang kondisi lingkungan di tempat tinggalmu?". (untuk mengidentifikasi pengetahuan awal dan kepedulian).

KEGIATAN INTI (60-70 MENIT) - MEMAHAMI, MENGAPLIKASI, MEREKLEKSI

PERTEMUAN 1: PENCEMARAN UDARA DAN SUARA

- **Eksplorasi Masalah (Memahami):**
 - Menampilkan klip berita atau video pendek tentang kasus pencemaran udara di kota besar (misalnya, Jakarta) atau dampak kebisingan.
 - Guru memandu diskusi singkat tentang apa yang mereka lihat dan rasakan.
 - Peserta didik dibagi menjadi kelompok kecil. Setiap kelompok mendapatkan kasus mini (misalnya, pabrik dekat permukiman, area konstruksi, jalan raya yang padat).
 - **Diferensiasi Konten:**
 - Kelompok A (Visual/Auditori): Fokus pada analisis video/artikel berita, mencari data kualitas udara *online* (misalnya, IQAir).
 - Kelompok B (Kinestetik/Hands-on): Melakukan observasi di area sekolah (misalnya, dekat jalan, kantin, perpustakaan) dengan aplikasi pengukur

kebisingan di ponsel mereka, mencatat hasilnya.

- Guru menyediakan artikel atau infografis dengan tingkat kerumitan berbeda sesuai kebutuhan kelompok.

- **Penelusuran Konsep & Data (Mengaplikasi):**

- Kelompok menganalisis kasus yang diberikan, mengidentifikasi sumber polutan, dan mendiskusikan dampaknya.
- Mereka mencari informasi tambahan dari buku teks atau sumber daring tentang polutan udara (partikulat, gas berbahaya), efek rumah kaca, dan konsep intensitas bunyi.
- **Diferensiasi Proses:**
 - Guru menyediakan template laporan sederhana untuk pencatatan observasi atau analisis data.
 - Bagi kelompok yang telah mengukur kebisingan, mereka diminta menginterpretasikan angka yang diperoleh.

- **Diskusi dan Refleksi (Penalaran Kritis & Komunikasi):**

- Setiap kelompok mempresentasikan temuan mereka.
- Guru memfasilitasi diskusi lintas kelompok, menghubungkan temuan lokal dengan konsep global (misalnya, bagaimana emisi kendaraan berkontribusi pada efek rumah kaca).
- **Refleksi:** "Apa yang membuat polutan udara sulit diatasi? Bagaimana kita bisa berkontribusi?" (Merefleksi, Penalaran Kritis).

- **Penguatan Konsep (Mengaplikasi):**

- Kuis interaktif singkat (Kahoot) tentang jenis polutan, sumber, dan dampak pencemaran udara/suara.

PERTEMUAN 2: PENCEMARAN AIR DAN TANAH

- **Eksplorasi Masalah (Memahami):**

- Menampilkan gambar/video tentang sungai tercemar, lahan tandus, atau sampah menumpuk.
- Guru memicu diskusi tentang penyebab dan dampaknya.
- **Diferensiasi Konten:**
 - Kelompok A (Kinestetik/Praktikum): Melakukan praktikum sederhana uji pH air (air keran, air got/selokan (jika aman dan tersedia), air sabun). Mengamati tekstur dan warna sampel tanah yang berbeda.
 - Kelompok B (Visual/Auditori): Studi kasus tentang pencemaran sungai lokal atau dampak limbah industri/pertanian melalui video dan artikel. Fokus pada identifikasi polutan dan dampaknya.
 - Guru menyediakan LKPD yang berbeda sesuai aktivitas kelompok.

- **Penelusuran Konsep & Solusi (Mengaplikasi):**

- Kelompok menganalisis hasil pengamatan/praktikum mereka atau data dari studi kasus.
- Mereka mendiskusikan polutan utama dalam air (limbah domestik, industri, pertanian) dan tanah (sampah, pestisida, limbah B3).
- Mencari informasi tentang konsep pH dan ambang batas pencemaran.

- Mulai memikirkan solusi sederhana di tingkat individu atau komunitas (misalnya, pengolahan limbah rumah tangga, komposting).
- **Diferensiasi Proses:**
 - Guru memberikan daftar pertanyaan panduan yang berbeda untuk membantu kelompok mengidentifikasi polutan dan dampaknya.
 - Bagi yang sudah memahami, diminta merumuskan ide solusi yang lebih inovatif.
- **Diskusi dan Refleksi (Penalaran Kritis & Komunikasi):**
 - Setiap kelompok mempresentasikan temuan dan ide solusi awal mereka.
 - Guru memandu diskusi, menyoroti hubungan antara aktivitas manusia dan pencemaran air/tanah.
 - **Refleksi:** "Bagaimana sampah yang kita hasilkan setiap hari bisa mencemari air dan tanah? Apa yang bisa kita lakukan untuk mengurangi dampaknya?"
- **Penguatan Konsep (Mengaplikasi):**
 - Permainan peran singkat: "Kamu adalah seorang aktivis lingkungan. Apa yang akan kamu katakan untuk menyadarkan masyarakat tentang bahaya sampah?"

PERTEMUAN 3: SOLUSI DAN KAMPANYE LINGKUNGAN

- **Eksplorasi Solusi (Memahami):**
 - Menampilkan berbagai contoh teknologi dan inovasi untuk mengatasi pencemaran (misalnya, filter udara, bioremediasi, pengolahan limbah, energi terbarukan).
 - Guru memandu diskusi singkat tentang prinsip fisika di balik solusi-solusi tersebut (misalnya, filtrasi, konversi energi).
- **Perencanaan Proyek Kampanye (Mengaplikasi & Kreativitas):**
 - Guru menjelaskan proyek akhir: Merancang kampanye sederhana (poster digital, infografis, video singkat, *podcast*) untuk meningkatkan kesadaran tentang pencemaran dan solusi fisika yang relevan.
 - Peserta didik bekerja dalam kelompok (bisa kelompok yang sama atau baru). Mereka memilih jenis pencemaran yang ingin mereka fokuskan.
 - Setiap kelompok membuat rencana kampanye: target audiens, pesan kunci, media yang digunakan, dan langkah-langkah implementasi.
 - **Diferensiasi Produk:**
 - Guru memberikan pilihan media kampanye (poster, video, infografis, *podcast*).
 - Guru menyediakan *template* atau contoh untuk berbagai jenis media.
 - Bagi yang memiliki keterampilan digital, didorong untuk membuat produk yang lebih kompleks.
- **Pelaksanaan Proyek & Pembimbingan (Mengaplikasi & Mandiri):**
 - Peserta didik mulai membuat materi kampanye mereka.
 - Guru berkeliling, memberikan bimbingan, masukan desain, dan memastikan pesan kampanye jelas dan akurat secara ilmiah (terutama terkait prinsip fisika).
- **Presentasi dan Evaluasi Proyek (Komunikasi & Kolaborasi):**
 - Setiap kelompok mempresentasikan hasil proyek kampanye mereka di depan

kelas.

- Sesi tanya jawab dan umpan balik dari teman dan guru.
- Guru mengajak peserta didik untuk merefleksikan proses pembuatan proyek dan pesan yang ingin disampaikan.

KEGIATAN PENUTUP (15 MENIT) - MEMBERIKAN UMPAN BALIK, MENYIMPULKAN, PERENCANAAN SELANJUTNYA

- **Umpan Balik Konstruktif (Merefleksi):**

- Guru memberikan apresiasi atas partisipasi dan upaya peserta didik.
- Sesi "Refleksi Pribadi": Peserta didik menuliskan satu hal yang paling mereka sadari tentang pentingnya menjaga lingkungan setelah belajar topik ini, dan satu tindakan kecil yang akan mereka lakukan mulai sekarang. (Mindful)
- Guru memberikan umpan balik spesifik terhadap proyek kampanye, menyoroti kekuatan pesan dan area yang perlu ditingkatkan.

- **Penyimpulan Pembelajaran (Meaningful):**

- Guru memfasilitasi peserta didik untuk menyimpulkan secara kolektif konsep-konsep kunci pencemaran lingkungan, dampak, dan solusi fisika yang relevan.
- Mengajukan pertanyaan "Apa yang membuat kita, sebagai manusia, bertanggung jawab atas kondisi lingkungan?" untuk memicu pemikiran yang lebih dalam.

- **Refleksi & Perencanaan Selanjutnya (Joyful & Mindful):**

- Guru menanyakan: "Apa yang membuat kalian merasa paling berdaya setelah mempelajari topik ini?" (Joyful).
- Mengajak peserta didik untuk berpartisipasi dalam diskusi perencanaan: "Proyek lingkungan apa lagi yang ingin kalian lakukan di sekolah atau rumah?" atau "Topik fisika apa yang bisa kita pelajari untuk mendukung upaya menjaga lingkungan?" (Memberdayakan peserta didik).
- Menginformasikan materi untuk pertemuan berikutnya dan memberikan motivasi untuk terus menjadi agen perubahan.
- Mengakhiri dengan ajakan untuk menjaga lingkungan sebagai bentuk syukur dan tanggung jawab.

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

A. Asesmen Awal Pembelajaran (Diagnostik)

- **Tujuan:** Mengidentifikasi pengetahuan awal, kepedulian, dan gaya belajar peserta didik terhadap isu pencemaran lingkungan.
- **Format:**
 - **Tes Lisan Singkat:** Pertanyaan pemantik di awal pelajaran. Contoh: "Apa yang kamu tahu tentang polusi?", "Sebutkan 1 contoh sampah yang paling sering kamu lihat!", "Bagaimana perasaanmu jika melihat sungai kotor?".
 - **Kuis Interaktif (Mentimeter/Google Forms):** Beberapa pertanyaan pilihan ganda atau skala likert mengenai tingkat kepedulian terhadap lingkungan atau kebiasaan ramah lingkungan.
 - **Observasi:** Mengamati ekspresi, respon, dan partisipasi peserta didik saat sesi

apersepsi.

- **Pertanyaan & Tugas:**

- "Menurutmu, apa saja bentuk pencemaran yang ada di sekitar kita?"
- "Apa dampak paling besar dari polusi udara menurutmu?"
- "Bagaimana kamu biasanya membuang sampah di rumah?"

B. Asesmen Proses Pembelajaran (Formatif)

- **Tujuan:** Memantau pemahaman peserta didik selama proses pembelajaran, memberikan umpan balik, dan menyesuaikan instruksi.

- **Format:**

- **Observasi Langsung (Penilaian Kinerja):**

- Keterlibatan aktif dalam diskusi kelompok (mengemukakan ide, mendengarkan, menghargai pendapat).
- Keterampilan observasi dan pencatatan data (saat mengukur kebisingan, mengamati lingkungan).
- Kemampuan analisis dalam studi kasus.
- Kerja sama dalam kelompok.

- **Penilaian Produk (LKPD, Catatan, Konsep Solusi):**

- Kelengkapan dan keakuratan identifikasi polutan dan dampaknya pada LKPD.
- Keterkaitan antara masalah dan ide solusi yang diajukan.
- Kejelasan konsep fisika yang digunakan dalam penjelasan.

- **Kuis Singkat (Tes Tertulis/Daring):**

- Kuis interaktif di akhir setiap sesi inti (misalnya, melalui Kahoot atau Google Forms) tentang konsep spesifik (efek rumah kaca, pH air, sumber polutan).

- **Jurnal Refleksi/Exit Ticket:**

- "Satu hal baru yang saya pelajari hari ini tentang pencemaran dan satu pertanyaan yang masih ingin saya tanyakan."
- "Tuliskan satu tindakan sederhana yang bisa kamu lakukan untuk mengurangi pencemaran di rumah/sekolah!"

- **Pertanyaan & Tugas (Contoh):**

- **Pertemuan 1:**

- "Apa saja gas rumah kaca yang berkontribusi pada pemanasan global? Jelaskan peran fisika dalam fenomena ini!"
- "Berdasarkan pengukuranmu, di area mana di sekolah tingkat kebisingan paling tinggi? Apa yang bisa kita lakukan untuk mengurangnya?"
- "Menurutmu, mengapa partikel debu di udara berbahaya bagi paru-paru?"

- **Pertemuan 2:**

- "Jelaskan mengapa air limbah deterjen dapat mencemari lingkungan perairan dan bagaimana cara mengatasinya?"
- "Jika pH air sungai menjadi sangat rendah (asam), dampak apa yang akan terjadi pada ikan di dalamnya?"
- "Bagaimana sampah plastik yang tidak terurai dapat memengaruhi kesuburan tanah?"

- **Pertemuan 3:**

- "Identifikasi minimal dua prinsip fisika yang mendasari teknologi pengolahan limbah atau energi terbarukan dalam upaya mengatasi pencemaran!"

C. Asesmen Akhir Pembelajaran (Sumatif)

- **Tujuan:** Mengukur pencapaian kompetensi peserta didik secara keseluruhan setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai.

- **Format:**

- **Penilaian Proyek (Produk dan Presentasi):**

- **Produk:** Poster Digital/Infografis/Video Singkat/Podcast Kampanye Lingkungan.
- **Presentasi:** Kemampuan mempresentasikan proyek dengan jelas, persuasif, dan menjawab pertanyaan.
- **Rubrik Penilaian Proyek:**
 - **Kriteria:**
 - Relevansi dan Akurasi Konten (informasi tentang jenis pencemaran, dampak, dan solusi berbasis fisika).
 - Kreativitas dan Estetika Produk.
 - Kejelasan Pesan dan Daya Persuasi.
 - Kemampuan Presentasi (percaya diri, komunikasi efektif).
 - Kemandirian dan Kolaborasi dalam Pengerjaan.

- **Tes Tertulis (Essay/Studi Kasus Analitis):**

- Berisi pertanyaan yang menguji pemahaman konseptual mendalam, kemampuan analisis masalah, dan perumusan solusi.

- **Pertanyaan & Tugas (Contoh):**

- **Tes Tertulis (Studi Kasus):**

- "Di sebuah kota industri, sering terjadi *smog* yang menyebabkan banyak warga mengalami gangguan pernapasan. Analisislah penyebab *smog* ini dari sudut pandang fisika, polutan apa saja yang terlibat, dan bagaimana teknologi fisika dapat diterapkan untuk mengurangi masalah ini. Jelaskan juga dampak jangka panjangnya terhadap kesehatan dan lingkungan." (Penalaran Kritis, Aplikasi)
- "Sebuah desa yang terletak di tepi sungai menghadapi masalah air yang keruh dan berbau akibat limbah rumah tangga dan pertanian. Sebagai seorang fisikawan muda, rancanglah sebuah solusi sederhana berbasis prinsip fisika untuk membantu masyarakat desa tersebut mendapatkan air bersih. Jelaskan prinsip kerjanya dan material yang dibutuhkan!" (Kreativitas, Penalaran Kritis, Aplikasi)
- "Jelaskan bagaimana konsep efek rumah kaca dapat menyebabkan pemanasan global, dan bagaimana peran kita sebagai individu dalam mengurangi dampaknya?" (Memahami, Merefleksi)

- **Penilaian Proyek:**

- "Buatlah sebuah kampanye digital (pilih salah satu: poster digital, infografis, atau video singkat berdurasi 1-2 menit) yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang bahaya pencemaran lingkungan (pilih salah

satu: udara, air, tanah, atau suara) dan menawarkan solusi nyata yang dapat dilakukan. Pastikan kampanye Anda mencakup penjelasan singkat mengenai aspek fisika yang relevan."