

MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : IPA (FISIKA)
BAB 2 : ENERGI TERBARUKAN

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 umumnya memiliki pemahaman dasar tentang "energi" dari jenjang SMP (misalnya, energi listrik, energi panas, energi gerak).
- Mereka mungkin sudah mengenal beberapa sumber energi (batubara, minyak bumi, matahari, air) secara umum, namun belum memahami konsep energi terbarukan secara mendalam atau perbedaan mendasar dengan energi tak terbarukan.
- Konsep-konsep fisika dasar seperti hukum kekekalan energi, perubahan bentuk energi, atau konsep daya mungkin sudah pernah dikenalkan, tetapi perlu penguatan dan aplikasi dalam konteks energi terbarukan.

● **Minat:**

- Topik energi terbarukan umumnya menarik bagi peserta didik karena relevansinya dengan isu lingkungan dan teknologi masa depan.
- Beberapa mungkin tertarik pada aspek teknologi dan inovasi (misalnya, mobil listrik, panel surya), sementara yang lain mungkin lebih peduli pada isu lingkungan (pemanasan global, polusi).
- Membawa contoh-contoh konkret dan studi kasus proyek energi terbarukan di Indonesia atau di Tegal dapat meningkatkan minat.

● **Latar Belakang:**

- Peserta didik berasal dari latar belakang yang beragam, mungkin ada yang sudah terpapar berita/dokumenter tentang perubahan iklim atau inovasi energi.
- Beberapa mungkin tinggal di daerah yang merasakan dampak langsung dari krisis energi atau polusi, sehingga lebih peka terhadap pentingnya energi terbarukan.

● **Kebutuhan Belajar:**

- **Visual:** Membutuhkan banyak gambar/video ilustratif tentang berbagai jenis pembangkit energi terbarukan, infografis data energi, simulasi interaktif.

- **Auditori:** Membutuhkan penjelasan yang jelas, diskusi kelompok, mendengarkan presentasi studi kasus, dan sesi tanya jawab dengan ahli (jika memungkinkan).
- **Kinestetik:** Membutuhkan aktivitas praktikum sederhana (misalnya, membuat panel surya mini dari kalkulator, model kincir angin), kunjungan lapangan (jika memungkinkan), atau proyek perancangan.
- **Diferensiasi:** Perlu adanya variasi dalam jenis tugas (misalnya, mencari informasi vs. membuat prototipe sederhana), tingkat kompleksitas materi (konsep dasar vs. perhitungan efisiensi), dan cara menyajikan hasil untuk mengakomodasi berbagai gaya belajar dan tingkat pemahaman.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

- **Jenis Pengetahuan yang Akan Dicapai:**
 - **Konseptual:** Pemahaman tentang definisi energi terbarukan, berbagai jenis energi terbarukan (surya, angin, air/hidro, biomassa, geotermal, ombak), prinsip dasar fisika di balik masing-masing energi terbarukan, dan perbandingan efisiensi serta dampaknya.
 - **Prosedural:** Kemampuan menganalisis potensi energi terbarukan di suatu wilayah, menghitung efisiensi sederhana dari konversi energi, serta merancang solusi sederhana berbasis energi terbarukan.
 - **Metakognitif:** Kesadaran akan pentingnya transisi energi, peran fisika dalam pengembangan teknologi energi terbarukan, dan tanggung jawab sebagai warga negara dalam mendukung keberlanjutan energi.
- **Relevansi dengan Kehidupan Nyata Peserta Didik:**
 - Memahami isu krisis energi global dan nasional.
 - Memahami potensi Indonesia sebagai negara dengan sumber energi terbarukan melimpah.
 - Keterkaitan dengan teknologi yang mereka gunakan sehari-hari (misalnya, pengisi daya tenaga surya, mobil listrik).
 - Membekali pemahaman untuk menjadi konsumen energi yang bijak dan berpartisipasi dalam solusi energi masa depan.
 - Keterkaitan dengan isu pemanasan global dan perubahan iklim.
- **Tingkat Kesulitan:** Materi ini memiliki tingkat kesulitan menengah. Konsep dasarnya cukup mudah dipahami, tetapi untuk menganalisis prinsip kerja dan perhitungan sederhana membutuhkan pemahaman fisika dasar yang kuat (misalnya, konsep energi potensial, kinetik, daya). Beberapa teknologi mungkin kompleks.
- **Struktur Materi:** Materi akan disajikan secara sistematis: dimulai dari urgensi energi terbarukan, dilanjutkan dengan pengenalan dan prinsip fisika berbagai jenis energi terbarukan, studi kasus implementasi, hingga tantangan dan peluang pengembangannya.
- **Integrasi Nilai dan Karakter:**
 - **Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME:** Mengagumi kebesaran Tuhan yang menyediakan energi melimpah dari alam (matahari, angin, air).
 - **Kewargaan:** Memahami tanggung jawab terhadap keberlanjutan energi dan lingkungan, berpartisipasi dalam solusi masalah energi.
 - **Penalaran Kritis:** Menganalisis keunggulan dan kelemahan berbagai jenis energi terbarukan, mengevaluasi data dan informasi.

- **Kreativitas:** Merancang ide atau model sederhana sistem energi terbarukan.
- **Kolaborasi:** Bekerja sama dalam proyek atau diskusi.
- **Kemandirian:** Mencari informasi dan belajar mandiri tentang inovasi energi.
- **Cinta Lingkungan:** Menyadari pentingnya energi bersih untuk keberlanjutan bumi.

D DIMENSI PROFIL LULUSAN

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

- **Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME:** Peserta didik mampu mengagumi dan mensyukuri anugerah energi dari alam sebagai sumber daya yang harus dimanfaatkan secara bijak.
- **Kewargaan:** Peserta didik memiliki kesadaran akan krisis energi dan perubahan iklim, serta berperan aktif dalam mencari solusi energi yang berkelanjutan.
- **Penalaran Kritis:** Peserta didik mampu menganalisis prinsip fisika di balik berbagai sumber energi terbarukan dan mengevaluasi potensi serta tantangan implementasinya.
- **Kreativitas:** Peserta didik mampu mengemukakan ide-ide inovatif atau merancang model sederhana pemanfaatan energi terbarukan.
- **Kolaborasi:** Peserta didik mampu bekerja sama dalam kelompok untuk mengumpulkan data, menganalisis, dan mempresentasikan proyek energi terbarukan.
- **Kemandirian:** Peserta didik mampu mencari informasi dan mengembangkan pemahaman pribadi tentang teknologi energi terbarukan.
- **Komunikasi:** Peserta didik mampu mempresentasikan hasil analisis dan ide-ide tentang energi terbarukan secara jelas dan persuasif.

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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

	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengomunikasikan Hasil <p>Peserta didik mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh ditunjang dengan argumen ilmiah berdasarkan referensi sesuai konteks penyelidikan.</p>
--	--

B. LINTAS DISIPLIN ILMU

- **Kimia:** Reaksi kimia dalam biomassa, konsep baterai untuk penyimpanan energi.
- **Geografi:** Potensi sumber energi terbarukan di berbagai wilayah (misalnya, radiasi surya, kecepatan angin, curah hujan, panas bumi).
- **Ekonomi:** Analisis biaya dan manfaat investasi energi terbarukan, pasar energi.
- **Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK):** Penggunaan simulasi energi, software desain, pencarian data online, pembuatan presentasi multimedia.
- **Matematika:** Perhitungan energi, daya, efisiensi, dan grafik data.
- **Lingkungan Hidup:** Dampak energi tak terbarukan terhadap lingkungan, keuntungan energi terbarukan bagi lingkungan.
- **Sosiologi/Ekonomi:** Aspek sosial dan ekonomi dari transisi energi, kebijakan energi.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Urgensi dan Jenis-jenis Energi Terbarukan (2 JP)

- Melalui pengamatan fenomena krisis energi/perubahan iklim dan diskusi kelas, peserta didik mampu **menjelaskan** urgensi pengembangan energi terbarukan di tingkat global dan lokal (C2).
- Melalui studi literatur dan analisis gambar/video, peserta didik mampu **mengidentifikasi** berbagai jenis energi terbarukan (surya, angin, air/hidro, biomassa, geotermal, ombak) dengan benar (C3).
- Melalui diskusi kelompok, peserta didik mampu **membedakan** secara kualitatif keunggulan dan kelemahan masing-masing jenis energi terbarukan (C4).

Pertemuan 2: Prinsip Fisika dan Potensi Pemanfaatan Energi Terbarukan (2 JP)

- Melalui demonstrasi sederhana atau simulasi, peserta didik mampu **menjelaskan** prinsip fisika dasar yang mendasari konversi energi pada panel surya dan turbin angin (C2).
- Melalui analisis data dan studi kasus, peserta didik mampu **menganalisis** potensi sumber energi terbarukan di Indonesia (khususnya Tegal dan sekitarnya) berdasarkan karakteristik geografis dan fisik (C4).
- Melalui perhitungan sederhana, peserta didik mampu **menghitung** potensi daya listrik yang dapat dihasilkan dari sumber energi surya atau angin pada skala rumah tangga/komunitas (C3).

Pertemuan 3: Inovasi, Tantangan, dan Proyek Energi Terbarukan (2 JP)

- Melalui studi kasus proyek nyata dan diskusi, peserta didik mampu **mengevaluasi**

tantangan dan peluang dalam pengembangan teknologi energi terbarukan di Indonesia (C5).

- Melalui proyek kelompok, peserta didik mampu **merancang** ide inovatif atau model sederhana pemanfaatan energi terbarukan untuk mengatasi masalah energi di lingkungan sekitar (P5).
- Melalui presentasi dan refleksi, peserta didik mampu **mengomunikasikan** pentingnya peran mereka sebagai generasi muda dalam mendukung transisi energi berkelanjutan (A5).

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

- Listrik padam di Tegal: Mengapa ini terjadi dan bagaimana energi terbarukan bisa menjadi solusi?
- Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di atap rumah atau gedung sekolah di Tegal.
- Pemanfaatan biomassa (misalnya, dari sampah organik) sebagai sumber energi di Tegal.
- Inovasi sepeda listrik atau kendaraan listrik lainnya sebagai alternatif transportasi.
- Dampak polusi udara di kota besar dan peran energi terbarukan dalam mengurangnya.
- Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Ombak/Arus Laut di pesisir utara Jawa (jika relevan dengan lokasi Tegal).

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

1. Praktik Pedagogik

- **Model Pembelajaran:** Project-Based Learning (PBL), Problem-Based Learning (PBL), Inquiry-Based Learning.
- **Strategi Pembelajaran:**
 - **Mindful Learning:** Dimulai dengan aktivitas "Mindful Observation" terhadap penggunaan energi di sekitar (lampu, AC, gawai). Pertanyaan reflektif tentang "dari mana energi ini berasal?" dan "apa dampaknya?". Menumbuhkan kesadaran akan konsumsi energi.
 - **Meaningful Learning:** Mengaitkan materi dengan isu-isu global (perubahan iklim, krisis energi) dan lokal (kebijakan energi di Indonesia/Tegal). Pembelajaran berbasis proyek nyata (misalnya, merancang solusi energi untuk sekolah).
 - **Joyful Learning:** Penggunaan video dokumenter/animasi inspiratif tentang inovasi energi. Praktikum sederhana yang melibatkan hands-on experience. Games/kuis interaktif. Diskusi yang memicu ide-ide kreatif dan optimisme terhadap masa depan energi.
- **Metode Pembelajaran:**
 - Diskusi kelompok dan pleno
 - Studi kasus (proyek energi terbarukan di Indonesia/dunia)
 - Demonstrasi/Eksperimen sederhana
 - Simulasi interaktif
 - Penugasan proyek (perancangan model/poster)

- Presentasi
- Tanya jawab
- Kunjungan lapangan virtual/nyata (jika memungkinkan)

2. Kemitraan Pembelajaran

- **Lingkungan Sekolah:** Guru Kimia (untuk aspek biomassa/biofuel), Guru Geografi (untuk potensi sumber daya alam), Guru TIK (untuk desain digital/simulasi), Petugas fasilitas sekolah (untuk data konsumsi listrik sekolah).
- **Lingkungan Luar Sekolah:** Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) setempat, perusahaan penyedia PLTS, komunitas peduli lingkungan/energi, akademisi/peneliti energi terbarukan (sebagai narasumber virtual/tamu).
- **Masyarakat:** Mengajak orang tua/anggota keluarga yang bekerja di sektor energi atau memiliki pengalaman menggunakan energi terbarukan untuk berbagi.

3. Lingkungan Belajar

- **Ruang Fisik:** Kelas yang nyaman untuk diskusi, ruang laboratorium fisika untuk eksperimen sederhana, area terbuka di sekolah (untuk pengamatan potensi surya/angin).
- **Ruang Virtual:** Pemanfaatan Learning Management System (LMS) seperti Google Classroom untuk berbagi materi (video dokumenter, artikel ilmiah populer), tautan ke simulasi/kalkulator energi, pengumpulan tugas, dan forum diskusi daring. Penggunaan platform video conference untuk sesi daring dengan narasumber atau presentasi kelompok.
- **Budaya Belajar:**
 - Budaya berpikir kritis tentang konsumsi energi dan dampaknya.
 - Budaya inovasi dan mencari solusi.
 - Budaya kolaborasi dalam memecahkan masalah kompleks.
 - Budaya bertanggung jawab terhadap lingkungan.
 - Keterbukaan terhadap ide-ide baru dan tantangan global.

4. Pemanfaatan Digital

- **Perpustakaan Digital/Sumber Daring:** Mengarahkan peserta didik ke situs web Kementerian ESDM, IRENA (International Renewable Energy Agency), NASA (data radiasi surya), World Bank (data energi), atau platform berita/jurnal ilmiah yang relevan.
- **Forum Diskusi Daring:** Google Classroom atau platform lain untuk diskusi asinkron, berbagi artikel/video berita tentang inovasi energi terbarukan, dan brainstorming ide proyek.
- **Penilaian Daring:** Google Forms untuk kuis, Kahoot/Mentimeter untuk kuis interaktif, Jamboard untuk curah pendapat/mind mapping.
- **Multimedia:** Video dokumenter (misalnya, "Before the Flood", "Our Planet"), video animasi prinsip kerja pembangkit listrik terbarukan, infografis interaktif.
- **Simulasi/Kalkulator Energi:** Menggunakan simulasi online (misalnya, PhET Simulations tentang energi, atau kalkulator panel surya).

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

PERTEMUAN 1: URGENSI DAN JENIS-JENIS ENERGI TERBARUKAN

KEGIATAN PENDAHULUAN (MINDFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING):

- **Pembukaan & Kesadaran (Mindful):** Guru memulai dengan "Mindful Breathing" singkat, kemudian meminta peserta didik untuk merenungkan: "Bayangkan dunia tanpa listrik. Apa yang akan terjadi? Seberapa bergantung kita pada energi?". Menumbuhkan kesadaran akan pentingnya energi dalam kehidupan sehari-hari.
- **Apersepsi & Motivasi (Joyful & Meaningful):** Guru menampilkan grafik peningkatan suhu bumi/pencairan es kutub (video singkat dari dokumenter lingkungan) atau berita tentang krisis energi/polusi udara di kota-kota besar. Mengajukan pertanyaan: "Apa penyebabnya?", "Bisakah kita hidup tanpa energi?", "Apa solusi yang bisa kita temukan?". Membangkitkan kepedulian dan rasa ingin tahu.
- **Tujuan Pembelajaran:** Guru menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini.
- **Asesmen Diagnostik (Awal):** Kuis singkat (Google Forms/Mentimeter) dengan pertanyaan seperti: "Sebutkan 3 sumber energi yang kamu tahu!", "Apa itu energi terbarukan?", "Menurutmu, apa bedanya energi terbarukan dan tidak terbarukan?". Untuk mengidentifikasi pengetahuan awal dan miskonsepsi.

KEGIATAN INTI (MEMAHAMI, MENGAPLIKASI, MEREFLAKSI):

- **Eksplorasi (Memahami):** Guru membagi kelompok. Setiap kelompok diberikan paket kartu bergambar jenis-jenis pembangkit energi (batubara, minyak, nuklir, surya, angin, hidro, geotermal, biomassa, ombak).
 - **Diferensiasi Konten:** Kelompok dengan pengetahuan awal lebih tinggi dapat diminta untuk mengelompokkan berdasarkan "terbarukan" dan "tak terbarukan" tanpa penjelasan awal. Kelompok yang butuh dukungan dapat diberikan sedikit petunjuk.
 - Peserta didik diminta untuk mendiskusikan keunggulan dan kelemahan masing-masing, serta dampaknya.
- **Konseptualisasi (Memahami):** Guru menjelaskan secara interaktif definisi energi terbarukan, mengapa penting, dan mengenalkan berbagai jenis energi terbarukan (surya, angin, air, biomassa, geotermal, ombak) dengan menampilkan video/gambar ilustratif. Menekankan prinsip dasar konversi energi pada setiap jenis.
- **Aplikasi (Mengaplikasi):**
 - **Diferensiasi Produk:**
 - Kelompok A (Visual/Kreatif): Membuat "Peta Pikiran" atau "Infografis Digital" yang membandingkan minimal 3 jenis energi terbarukan (keunggulan, kelemahan, contoh implementasi).
 - Kelompok B (Analitis/Debat): Mempersiapkan argumen pro dan kontra untuk 2 jenis energi terbarukan yang paling relevan dengan Tegal (misalnya, surya vs. biomassa).
 - Kelompok C (Narasi/Studi Kasus): Mencari 1-2 contoh proyek energi terbarukan sukses di Indonesia dan menceritakan kisahnya dalam format presentasi singkat.
 - Guru berkeliling membimbing, memberikan umpan balik, dan memastikan pemahaman konsep.
- **Refleksi (Merefleksi):** Peserta didik menuliskan dalam buku catatan: "Setelah pertemuan ini, saya semakin menyadari bahwa...", "Satu hal yang paling menarik dari energi terbarukan adalah..."

KEGIATAN PENUTUP (UMPAN BALIK, MENYIMPULKAN, PERENCANAAN):

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan apresiasi terhadap hasil diskusi dan presentasi kelompok. Mengklarifikasi miskonsepsi umum tentang jenis-jenis energi terbarukan.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Bersama peserta didik, merangkum poin-poin penting tentang urgensi dan jenis-jenis energi terbarukan.
- **Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya:** Guru memberikan pengantar singkat tentang prinsip fisika di balik energi surya dan angin. Memberikan penugasan mandiri: mencari tahu "bagaimana panel surya mengubah cahaya menjadi listrik?" dan "bagaimana kincir angin menghasilkan listrik?".

PERTEMUAN 2: PRINSIP FISIKA DAN POTENSI PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN

KEGIATAN PENDAHULUAN (MINDFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING):

- **Review & Kesadaran (Mindful):** Guru meminta peserta didik untuk duduk tenang, dan membayangkan diri mereka sebagai "energi" yang mengalir dari matahari atau angin. Bagaimana "energi" itu bisa dimanfaatkan? Ini untuk membangun intuisi fisika.
- **Apersepsi & Motivasi (Joyful & Meaningful):** Guru menampilkan video "How Solar Panels Work" atau "How Wind Turbines Generate Electricity" (animasi 3D yang jelas). Mengajukan pertanyaan: "Bagaimana proses fisika ini terjadi?", "Seberapa efisien alat-alat ini?". Membangkitkan rasa ingin tahu tentang mekanisme konversi energi.
- **Tujuan Pembelajaran:** Menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini.

KEGIATAN INTI (MEMAHAMI, MENGAPLIKASI, MEREFLAKSI):

- **Eksplorasi (Memahami):**
 - **Diferensiasi Proses:**
 - Kelompok A (Praktikal): Melakukan eksperimen sederhana (misalnya, menggunakan kalkulator bertenaga surya untuk mengukur respons terhadap cahaya, atau membuat model kincir angin sederhana dari kertas/plastik dan mengamati putarannya).
 - Kelompok B (Simulasi Digital): Menggunakan simulasi online (misalnya, PhET Energy Skate Park dengan modifikasi energi atau simulasi panel surya) untuk memahami konsep energi kinetik/potensial dan konversi energi.
 - Kelompok C (Data Analisis): Diberikan data radiasi surya rata-rata di Tegal dan Jakarta. Mereka menganalisis perbedaan potensi energi surya di kedua kota.
 - **Konseptualisasi (Memahami):** Guru menjelaskan prinsip fisika dasar konversi energi pada PLTS (efek fotovoltaiik) dan PLTB (energi kinetik angin menjadi energi listrik). Menggunakan rumus sederhana (daya, energi) untuk menunjukkan perhitungan dasar.
 - **Aplikasi (Mengaplikasi):**
 - **Diferensiasi Produk:** Setiap kelompok diminta untuk membuat "Laporan

Potensi Energi Lokal" sederhana.

- **Tugas Utama:** Memilih salah satu jenis energi terbarukan (surya atau angin) dan menganalisis potensi penerapannya di lingkungan sekolah atau rumah mereka di Tegal, dengan mempertimbangkan:
 - Kondisi geografis/fisik (misalnya, luas atap, rata-rata kecepatan angin).
 - Perkiraan kebutuhan energi (misalnya, berapa lampu yang bisa dinyalakan).
 - Perhitungan daya/energi sederhana yang bisa dihasilkan (misalnya, berapa panel surya yang dibutuhkan).
 - Sketsa/desain sederhana sistem.
- Guru memberikan data dasar (misalnya, rata-rata intensitas surya di Tegal) untuk membantu perhitungan.
- Produk dapat berupa poster fisik/digital, presentasi singkat, atau laporan tertulis.
- **Refleksi (Merefleksi):** Peserta didik menuliskan: "Saya sekarang lebih mengerti bahwa energi tidak hanya dihasilkan, tetapi dikonversi dari...", "Bagaimana ilmu fisika sangat penting untuk mengembangkan energi terbarukan?".

KEGIATAN PENUTUP (UMPAN BALIK, MENYIMPULKAN, PERENCANAAN):

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan apresiasi terhadap hasil analisis potensi dan perhitungan sederhana. Menguatkan pemahaman tentang hubungan antara prinsip fisika dan aplikasi teknologi.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Bersama peserta didik, menyimpulkan prinsip fisika di balik energi surya dan angin, serta potensi penerapannya di lingkungan lokal.
- **Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya:** Guru memberikan pengantar tentang tantangan dan peluang inovasi energi terbarukan. Memberikan penugasan: mencari informasi tentang "inovasi terbaru dalam energi terbarukan" dan "apa saja hambatan pengembangan energi terbarukan di Indonesia?".

PERTEMUAN 3: INOVASI, TANTANGAN, DAN PROYEK ENERGI TERBARUKAN

KEGIATAN PENDAHULUAN (MINDFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING):

- **Review & Kesadaran (Mindful):** Guru meminta peserta didik untuk melakukan "Mindful Brainstorming": memikirkan satu masalah energi yang paling mengkhawatirkan mereka. Kemudian, memikirkan satu solusi inovatif yang mereka harap bisa terwujud. Ini untuk membangun pemikiran solusi.
- **Apersepsi & Motivasi (Joyful & Meaningful):** Guru menampilkan video inspiratif tentang proyek energi terbarukan skala besar atau startup inovatif (misalnya, Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Sidrap, proyek energi terbarukan di pedesaan terpencil). Mengajukan pertanyaan: "Apa tantangan terbesar yang dihadapi mereka?", "Bagaimana kita bisa berkontribusi?". Membangkitkan semangat optimisme dan kolaborasi.
- **Tujuan Pembelajaran:** Menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini.

KEGIATAN INTI (MEMAHAMI, MENGAPLIKASI, MEREFLAKSI):

- **Eksplorasi (Memahami):** Peserta didik dalam kelompok mendiskusikan hasil penugasan mandiri mereka tentang inovasi dan hambatan energi terbarukan. Guru memfasilitasi diskusi tentang "Apakah kita sudah cukup serius mengembangkan energi terbarukan?".
- **Konseptualisasi (Memahami):** Guru menjelaskan tantangan teknis, ekonomi, sosial, dan kebijakan dalam pengembangan energi terbarukan. Dilanjutkan dengan potensi inovasi dan arah pengembangan energi terbarukan di masa depan.
- **Aplikasi (Mengaplikasi):**
 - **Diferensiasi Produk (Project-Based Learning):** Setiap kelompok ditugaskan untuk mengembangkan "Ide Proyek Inovatif Energi Terbarukan".
 - **Tugas Utama:** Merancang sebuah ide proyek (konsep) pemanfaatan energi terbarukan untuk mengatasi masalah spesifik di lingkungan sekolah, rumah, atau komunitas Tegal. Ide harus mencakup:
 - Identifikasi masalah energi yang ingin diatasi.
 - Jenis energi terbarukan yang dipilih dan alasannya.
 - Sketsa/diagram konsep kerja sistem.
 - Perkiraan manfaat (fisika, ekonomi, lingkungan).
 - Tantangan yang mungkin dihadapi dan solusi awal.
 - **Pilihan Format:**
 - Presentasi (PowerPoint/Google Slides).
 - Poster digital (Canva/Google Drawings).
 - Video penjelasan singkat.
 - Laporan konsep tertulis.
 - Guru memberikan dukungan dalam bentuk pertanyaan pemandu dan sumber referensi tambahan.
 - **Refleksi (Merefleksi):** Setiap kelompok mempresentasikan ide proyek mereka. Setelah presentasi, guru meminta peserta didik untuk mengisi "Refleksi Masa Depan Energi": "Bagaimana peran saya sebagai pelajar dalam mewujudkan masa depan energi yang lebih baik?".

KEGIATAN PENUTUP (UMPAN BALIK, MENYIMPULKAN, PERENCANAAN):

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan apresiasi yang mendalam terhadap ide-ide kreatif dan analisis peserta didik. Memberikan masukan konstruktif untuk setiap proyek. Menguatkan pentingnya kolaborasi lintas disiplin dalam mengembangkan solusi energi.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Bersama peserta didik, menyimpulkan tantangan dan peluang energi terbarukan, serta peran generasi muda dalam mewujudkan energi bersih.
- **Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya:** Mengajak peserta didik untuk terus mengembangkan pemikiran inovatif dan menjadi agen perubahan dalam transisi energi. Menyarankan untuk mengikuti perkembangan teknologi energi terbarukan di media massa.

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

a. Asesmen Awal Pembelajaran (Diagnostik):

- **Tujuan:** Mengukur pengetahuan awal peserta didik tentang konsep energi, sumber energi, dan pemahaman dasar tentang isu lingkungan/energi.
- **Format:**
 - **Kuis Pra-Materi (Google Forms/Lisan):**
 - Contoh Pertanyaan: "Dari mana asal listrik di rumahmu?", "Apa itu pemanasan global?", "Apa yang kamu tahu tentang 'energi matahari'?", "Apakah Indonesia membutuhkan energi terbarukan?".
 - **Jamboard/Padlet:** Meminta peserta didik menuliskan "Satu kata tentang energi" atau "Satu hal yang ingin saya tahu tentang energi masa depan".
 - **Diskusi Terbuka:** Mengajukan pertanyaan pemantik tentang berita terbaru mengenai energi atau lingkungan.

b. Asesmen Proses Pembelajaran (Formatif):

- **Tujuan:** Memantau pemahaman peserta didik selama proses pembelajaran, memberikan umpan balik berkelanjutan, dan menyesuaikan strategi pengajaran.
- **Format:**
 - **Observasi Partisipasi (Lampiran Rubrik Observasi):** Guru mengamati keaktifan dalam diskusi, kualitas pertanyaan, kerja sama kelompok, dan kemampuan mengidentifikasi contoh-contoh energi terbarukan.
 - *Contoh Indikator:*
 - Menunjukkan rasa ingin tahu dengan mengajukan pertanyaan terkait energi.
 - Memberikan kontribusi yang relevan dalam diskusi kelompok.
 - Mampu menganalisis data sederhana terkait potensi energi.
 - Menunjukkan kepedulian terhadap isu lingkungan.
 - **Penilaian Kinerja Kelompok (Rubrik Penilaian Presentasi/Produk):**
 - **Pertemuan 1:** Penilaian Peta Pikiran/Infografis perbandingan energi terbarukan.
 - **Pertemuan 2:** Penilaian Laporan Potensi Energi Lokal (sketsa, perhitungan sederhana).
 - **Pertemuan 3:** Penilaian Ide Proyek Inovatif Energi Terbarukan.
 - *Contoh Kriteria:*
 - Kesesuaian dengan konsep fisika yang dipelajari.
 - Kreativitas dan kejelasan penyajian.
 - Kerja sama tim.
 - Kemampuan menjelaskan/mempresentasikan.
 - **Jurnal Refleksi:** Peserta didik menuliskan pemahaman, kesulitan, dan koneksi pribadi mereka dengan materi setiap akhir sesi.
 - **Kuis Singkat Lisan/Tertulis:** Pertanyaan spontan atau kuis singkat untuk mengecek pemahaman konsep kunci (misalnya, prinsip fotovoltaik, konversi energi kinetik angin).

c. Asesmen Akhir Pembelajaran (Sumatif):

- **Tujuan:** Mengukur pencapaian tujuan pembelajaran secara keseluruhan setelah materi selesai.

- **Format:**
 - **Penilaian Proyek "Desain Solusi Energi Terbarukan" (Proyek Akhir):**
 - **Tugas:** Setiap kelompok (atau individu, disesuaikan) membuat proposal lengkap untuk "Desain Solusi Energi Terbarukan" yang dapat diterapkan di lingkungan sekolah, rumah, atau komunitas lokal Tegal. Proposal harus mencakup:
 - Latar belakang masalah energi yang ingin diatasi.
 - Pemilihan jenis energi terbarukan (justifikasi fisika).
 - Desain/sketsa sistem (dengan label komponen dan prinsip kerja).
 - Analisis potensi (perkiraan daya/energi yang dihasilkan, efisiensi sederhana).
 - Perkiraan dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi (positif & negatif).
 - Rencana implementasi awal dan tantangan.
 - Kesimpulan dan rekomendasi.
 - **Rubrik Penilaian Proyek "Desain Solusi Energi Terbarukan":**
 - **Pemahaman Konsep Fisika (25%):**
 - Ketepatan dalam menjelaskan prinsip fisika yang mendasari sistem yang dirancang.
 - Akurasi perhitungan daya/efisiensi sederhana.
 - **Analisis Potensi dan Relevansi (25%):**
 - Kejelasan identifikasi masalah dan relevansi solusi dengan konteks lokal.
 - Kualitas analisis potensi sumber energi terbarukan.
 - **Kreativitas dan Inovasi Desain (25%):**
 - Orisinalitas dan kelayakan ide proyek.
 - Kejelasan sketsa/diagram dan komponen.
 - **Komunikasi dan Kolaborasi (25%):**
 - Kualitas proposal (terstruktur, jelas, bahasa ilmiah).
 - Kualitas presentasi (jika ada) dan kemampuan menjawab pertanyaan.
 - Kerja sama tim yang efektif.
 - **Tes Tertulis (Esai Analitis):**
 - **Tugas:** Peserta didik diberikan studi kasus tentang sebuah negara/daerah yang sedang menghadapi krisis energi. Mereka diminta untuk menganalisis situasi tersebut dari sudut pandang fisika dan energi terbarukan.
 - *Contoh Pertanyaan:*
 - "Kota Tegal menghadapi tantangan meningkatnya kebutuhan listrik dan polusi udara. Berdasarkan pemahaman Anda tentang energi terbarukan, jenis energi terbarukan apa yang paling potensial dikembangkan di Tegal? Jelaskan prinsip fisika di baliknya, bagaimana penerapannya, serta tantangan dan peluangnya untuk mengatasi masalah tersebut. Berikan argumentasi fisika yang kuat!"