MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : IPA (FISIKA)
BAB 5: GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah	**:**	**.....**
Nama Penyusun	**:**	**.....**
Mata Pelajaran	**:**	**IPA (Fisika)**
Kelas / Fase /Semester	**:**	**XII/ F / Ganjil**
Alokasi Waktu	**:**	**8 JP (4 Pertemuan @2 JP)**
Tahun Pelajaran	**:**	**2025 / 2026**

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

Peserta didik pada umumnya telah memiliki pengetahuan dasar tentang gelombang mekanik (konsep cepat rambat, frekuensi, panjang gelombang), kelistrikan dan kemagnetan (konsep medan listrik, medan magnet, induksi elektromagnetik) dari jenjang sebelumnya. Mereka juga diharapkan memiliki keterampilan dasar dalam menganalisis fenomena fisika sederhana dan kemampuan berkomunikasi dalam diskusi kelompok. Pemahaman awal tentang hubungan antara listrik dan magnet akan menjadi fondasi penting untuk memahami perambatan gelombang elektromagnetik.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

Materi Gelombang Elektromagnetik (GEM) merupakan jenis pengetahuan konseptual dan prosedural. Konseptual karena melibatkan pemahaman tentang sifat-sifat dasar GEM, spektrum, dan sumber-sumbernya. Prosedural karena memerlukan penerapan rumus dan analisis untuk menghitung energi dan mengidentifikasi pemanfaatan GEM. Relevansi materi ini sangat tinggi dengan kehidupan nyata peserta didik, terutama dalam teknologi komunikasi (radio, TV, ponsel, internet), medis (rontgen, terapi), dan industri. Tingkat kesulitan materi ini cenderung sedang hingga tinggi, karena melibatkan konsep abstrak dan visualisasi medan yang tidak terlihat. Struktur materi tersusun secara hierarkis, dimulai dari konsep dasar perambatan, dilanjutkan dengan pengenalan spektrum, perhitungan energi, dan diakhiri dengan aplikasi. Materi ini juga mengintegrasikan nilai dan karakter seperti rasa ingin tahu, kritis, kolaboratif, dan bertanggung jawab dalam pemanfaatan teknologi.

D. DIMENSI PROFIL LULUSAN PEMBELAJARAN

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

- **Penalaran Kritis:** Peserta didik mampu menganalisis fenomena perambatan GEM, membandingkan sifat-sifat berbagai bagian spektrum GEM, dan mengevaluasi dampak positif serta negatif pemanfaatan GEM.
- **Kreativitas:** Peserta didik mampu merancang proyek sederhana atau ide pemanfaatan GEM dalam kehidupan sehari-hari atau teknologi.

- **Kolaborasi:** Peserta didik bekerja sama dalam kelompok untuk melakukan eksplorasi, diskusi, dan presentasi terkait GEM.
- **Kemandirian:** Peserta didik proaktif mencari informasi, melakukan eksperimen sederhana (jika memungkinkan), dan menyelesaikan tugas secara mandiri.
- **Komunikasi:** Peserta didik mampu mempresentasikan hasil diskusi dan proyek dengan jelas, serta berpartisipasi aktif dalam sesi tanya jawab.

DESAIN PEMBELAJARAN

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

Di akhir fase F (Kelas XII), peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip gelombang elektromagnetik untuk menganalisis sifat, spektrum, energi, dan pemanfaatannya dalam berbagai teknologi serta mengaitkannya dengan fenomena alam.

B. LINTAS DISIPLIN ILMU YANG RELEVAN

- **Matematika:** Penggunaan vektor, persamaan diferensial (secara konseptual), dan analisis grafik untuk memahami perambatan gelombang.
- **Kimia:** Interaksi GEM dengan materi (misalnya, absorbsi sinar-X oleh tulang, radiasi UV yang menyebabkan reaksi kimia).
- **Biologi:** Dampak radiasi GEM terhadap makhluk hidup (misalnya, bahaya sinar UV, penggunaan gelombang mikro dalam pengobatan).
- **Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK):** Aplikasi GEM dalam telekomunikasi (radio, TV, internet, serat optik).
- **Kesehatan:** Pemanfaatan GEM dalam alat medis (rontgen, MRI, laser).

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: A. Perambatan Gelombang Elektromagnetik (2 JP)

- Melalui diskusi kelompok dan studi literatur, peserta didik mampu menjelaskan pengertian dan sifat-sifat gelombang elektromagnetik (GEM) dengan tepat setelah diberikan stimulus video atau gambar.
- Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara medan listrik, medan magnet, dan arah perambatan GEM berdasarkan kaidah tangan kanan dengan akurat setelah demonstrasi atau simulasi.
- Peserta didik mampu menghitung cepat rambat GEM dalam ruang hampa dan medium berdasarkan data yang diberikan dengan benar.

Pertemuan 2: B. Spektrum Gelombang Elektromagnetik (2 JP)

- Setelah eksplorasi literatur dan diskusi, peserta didik mampu mengidentifikasi dan mengurutkan berbagai bagian spektrum GEM (gelombang radio, mikro, inframerah, cahaya tampak, ultraviolet, sinar-X, sinar gamma) berdasarkan frekuensi dan panjang gelombang dengan tepat.
- Peserta didik mampu menjelaskan karakteristik dan sumber masing-masing bagian spektrum GEM dengan jelas setelah melakukan eksplorasi informasi.

Pertemuan 3: C. Energi Gelombang Elektromagnetik (2 JP)

- Melalui analisis rumus dan contoh soal, peserta didik mampu menghitung energi yang terkandung dalam GEM berdasarkan intensitas dan luas penampang dengan benar.
- Peserta didik mampu mengaitkan konsep energi GEM dengan dampaknya dalam kehidupan sehari-hari (misalnya, panas dari sinar matahari, bahaya radiasi) setelah melakukan refleksi dan diskusi.

Pertemuan 4: D. Pemanfaatan Gelombang Elektromagnetik (2 JP)

- Setelah melakukan riset dan diskusi kelompok, peserta didik mampu mengidentifikasi berbagai aplikasi GEM dalam teknologi (komunikasi, medis, industri) dengan rinci.
- Peserta didik mampu menganalisis dampak positif dan negatif dari pemanfaatan GEM dalam

kehidupan (misalnya, bahaya radiasi, efisiensi komunikasi) dengan kritis.

- Peserta didik mampu membuat proposal ide atau presentasi singkat tentang pemanfaatan GEM yang inovatif dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan hasil eksplorasi lapangan atau wawancara.

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

Topik pembelajaran kontekstual akan berfokus pada fenomena dan aplikasi GEM di sekitar peserta didik, seperti:

- Bagaimana sinyal Wi-Fi sampai ke perangkat kita?
- Mengapa kita perlu menggunakan tabir surya saat di bawah sinar matahari?
- Bagaimana teknologi rontgen dapat melihat bagian dalam tubuh manusia?
- Apa itu 5G dan bagaimana cara kerjanya?
- Bagaimana gelombang mikro memanaskan makanan di microwave?

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

PRAKTIK PEDAGOGIK:

- **Metode Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL):** Peserta didik akan ditugaskan untuk melakukan proyek mini terkait pemanfaatan GEM. Proyek dapat berupa:
  - **Eksplorasi Lapangan:** Mengunjungi atau mengamati penggunaan teknologi GEM di lingkungan sekitar (misal: antena radio, tower seluler, alat medis di puskesmas/klinik terdekat - dengan izin dan pengawasan).
  - **Wawancara:** Wawancara dengan narasumber yang relevan (misal: teknisi telekomunikasi, dokter/perawat, peneliti) tentang aplikasi GEM.
  - **Desain atau Prototipe Sederhana:** Merancang ide atau membuat prototipe sederhana dari alat yang memanfaatkan GEM (misalnya, alarm anti-maling menggunakan inframerah, penyaring UV sederhana).
- **Diskusi Kelompok:** Diskusi aktif untuk menganalisis konsep, memecahkan masalah, dan berbagi hasil eksplorasi.
- **Presentasi:** Peserta didik mempresentasikan hasil proyek atau diskusi kelompok.

MITRA PEMBELAJARAN:

- **Lingkungan Sekolah:** Guru mata pelajaran lain (misal: TIK, Biologi), laboran, pustakawan.
- **Lingkungan Luar Sekolah:** Orang tua (sebagai narasumber untuk aplikasi GEM di rumah), komunitas lokal (misal: operator radio amatir, teknisi elektronik).
- **Masyarakat:** Ahli fisika, insinyur, tenaga medis (melalui wawancara atau kunjungan daring/luring jika memungkinkan).

LINGKUNGAN BELAJAR:

Ruang Fisik:

- Kelas yang kondusif untuk diskusi dan presentasi.
- Laboratorium fisika (jika ada alat peraga terkait gelombang).
- Perpustakaan sekolah untuk studi literatur.

Ruang Virtual:

- Google Classroom sebagai platform utama untuk berbagi materi, pengumuman, dan pengumpulan tugas.

- Platform video conference (Google Meet/Zoom) untuk diskusi daring atau mendatangkan narasumber eksternal.
- Situs web atau aplikasi simulasi fisika (misalnya, PhET Interactive Simulations) untuk visualisasi perambatan GEM.

PEMANFAATAN DIGITAL:

- **Perpustakaan Digital:** Mengakses jurnal ilmiah, artikel, atau buku digital terkait GEM.
- **Forum Diskusi Daring:** Google Classroom atau platform lain untuk melanjutkan diskusi di luar jam pelajaran.
- **Penilaian Daring:** Menggunakan Google Forms untuk kuesioner awal atau tes diagnostik.
- **Kahoot!/Mentimeter:** Digunakan untuk kuis interaktif atau pengumpulan ide secara anonim untuk membangun *engagement* dan *joyful learning*.
- **Google Classroom:** Sebagai pusat manajemen pembelajaran.

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

- **Mindful Learning:** Guru memulai pelajaran dengan menanyakan kabar dan kondisi emosional peserta didik, dilanjutkan dengan kegiatan *mindfulness* singkat (misalnya, menarik napas dalam-dalam) untuk membantu mereka fokus dan hadir sepenuhnya dalam pembelajaran.
- **Meaningful Learning:** Guru menampilkan gambar atau video singkat tentang fenomena sehari-hari yang melibatkan GEM (misalnya, penggunaan remote TV, gambar rontgen). Guru menanyakan, "Apa yang kalian lihat dari gambar/video ini? Adakah kaitannya dengan fisika?" (Mengaitkan dengan pengetahuan awal).
- **Joyful Learning:** Guru memberikan *ice-breaking* atau pertanyaan pemicu yang ringan dan menarik terkait teknologi yang sering digunakan peserta didik (misalnya, "Bagaimana smartphone kalian bisa terhubung ke internet tanpa kabel?"). Guru menyampaikan tujuan pembelajaran secara interaktif dan memotivasi peserta didik untuk berpikir kritis dan bereksplorasi. Guru juga menyampaikan kegiatan proyek yang akan dilakukan untuk menumbuhkan antusiasme.

KEGIATAN INTI

Prinsip Memahami (Pertemuan 1 & 2):

- **Mindful Learning:** Guru memandu peserta didik untuk fokus pada inti konsep, misalnya saat menjelaskan sifat-sifat GEM. Guru mendorong peserta didik untuk mencatat hal-hal penting dan mengajukan pertanyaan jika ada yang belum jelas.

Meaningful Learning:

- **Eksplorasi (Bermakna):** Peserta didik secara berkelompok (berdiferensiasi berdasarkan minat, misalnya kelompok yang suka visualisasi, kelompok yang suka baca, kelompok yang suka eksperimen simulasi) mengakses berbagai sumber (buku ajar, artikel daring, video simulasi, PhET Interactive Simulations) untuk memahami perambatan GEM dan mengidentifikasi spektrum GEM.
- **Elaborasi (Bermakna):** Guru memfasilitasi diskusi kelompok. Peserta didik saling berbagi informasi dan pengetahuan yang mereka peroleh. Guru memberikan pertanyaan pemandu untuk menggali pemahaman mendalam.

- **Aplikasi (Menggembirakan):** Peserta didik mengerjakan latihan soal atau tugas singkat yang melibatkan identifikasi dan pengurutan spektrum GEM, bisa menggunakan Kahoot! atau Mentimeter untuk kuis interaktif.

Prinsip Mengaplikasi (Pertemuan 3 & 4):

Meaningful Learning:

- **Proyek (Menggembirakan):** Peserta didik dalam kelompok mengerjakan proyek berbasis investigasi atau desain terkait energi dan pemanfaatan GEM. Ini bisa melibatkan eksplorasi lapangan, wawancara, atau pembuatan ide produk. Guru memberikan kebebasan dalam memilih topik proyek sesuai minat dan ketersediaan sumber.
- **Berdiferensiasi:** Guru memberikan pilihan tugas proyek:
  - Kelompok A (Visual): Membuat infografis atau video pendek tentang pemanfaatan GEM.
  - Kelompok B (Investigasi): Melakukan wawancara atau studi kasus tentang dampak GEM.
  - Kelompok C (Desain): Merancang ide inovatif pemanfaatan GEM.
- **Bimbingan (Berkesadaran):** Guru memfasilitasi dan membimbing peserta didik dalam proses proyek, memberikan *feedback* konstruktif, dan mendorong refleksi terhadap tantangan yang dihadapi.

Prinsip Merefleksi (Setiap Akhir Pertemuan Inti):

- **Mindful Learning (Berkesadaran):** Guru mengajak peserta didik untuk merenungkan apa yang telah mereka pelajari, apa yang mereka rasakan saat belajar, dan tantangan apa yang mereka hadapi.
- **Meaningful Learning (Bermakna):** Guru meminta peserta didik menuliskan "satu hal baru yang saya pelajari hari ini" atau "satu pertanyaan yang muncul dalam pikiran saya setelah belajar hari ini". Guru juga meminta peserta didik menghubungkan konsep yang baru dipelajari dengan kehidupan sehari-hari mereka.

KEGIATAN PENUTUP (15 MENIT)

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan umpan balik umum terhadap partisipasi dan pemahaman peserta didik selama pembelajaran. Guru dapat menggunakan hasil kuis interaktif atau observasi selama diskusi.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Guru bersama peserta didik menyimpulkan poin-poin penting dari materi yang telah dipelajari. Peserta didik dapat diminta untuk merangkum kembali dalam bentuk peta konsep atau ringkasan singkat.
- **Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya:** Guru memberikan gambaran singkat tentang materi atau aktivitas yang akan datang. Guru juga meminta masukan dari peserta didik mengenai metode atau strategi pembelajaran yang efektif untuk mereka di pertemuan selanjutnya. Misalnya, "Apakah ada ide kegiatan lain yang ingin kalian lakukan untuk memahami topik ini lebih dalam?" atau "Apa yang paling membantu kalian dalam memahami materi hari ini?".
- **Apresiasi:** Guru memberikan apresiasi atas usaha dan partisipasi aktif peserta didik.

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

ASESMEN AWAL PEMBELAJARAN (DIAGNOSTIK):

- **Tujuan:** Mengidentifikasi pengetahuan awal peserta didik tentang gelombang, listrik, dan magnet.

- **Kuesioner:** Memberikan kuesioner singkat melalui Google Forms yang berisi pertanyaan-pertanyaan dasar tentang konsep-konsep prasyarat.
- **Tes Diagnostik:** 5 soal pilihan ganda sederhana.
- **Observasi:** Mengamati partisipasi dan pertanyaan peserta didik saat guru memulai sesi pendahuluan.

Soal Asesmen Awal (Contoh):

1. Apa yang dimaksud dengan gelombang? Berikan satu contoh gelombang yang kalian ketahui!
2. Apa perbedaan mendasar antara medan listrik dan medan magnet?
3. Sebuah gelombang memiliki frekuensi 10 Hz dan panjang gelombang 2 meter. Berapakah cepat rambat gelombang tersebut?
4. Apakah ada hubungan antara listrik dan magnet? Jelaskan secara singkat!
5. Sebutkan satu contoh alat elektronik di rumahmu yang menggunakan konsep gelombang!

ASESMEN PROSES PEMBELAJARAN (FORMATIF):

- **Tujuan:** Memantau pemahaman peserta didik selama proses pembelajaran dan memberikan umpan balik secara berkala.
- **Tugas Harian:** Ringkasan materi, menjawab pertanyaan singkat, atau mengerjakan soal latihan setelah setiap topik.
- **Diskusi Kelompok:** Observasi partisipasi, kualitas argumen, dan kolaborasi dalam kelompok.
- **Presentasi Kelompok:** Penilaian rubrik presentasi (kejelasan, konten, kerja sama tim, kemampuan menjawab pertanyaan).

Soal Asesmen Proses (Contoh):

Setelah Pertemuan 1 (Perambatan GEM):

1. Jelaskan tiga sifat utama gelombang elektromagnetik yang membedakannya dari gelombang mekanik!
2. Jika medan listrik berarah ke atas dan medan magnet berarah ke dalam bidang, ke mana arah perambatan gelombang elektromagnetik? Gambarkan!
3. Sebuah gelombang elektromagnetik merambat di ruang hampa. Jika frekuensinya 3×1014 Hz, berapakah panjang gelombangnya?
4. Bagaimana hubungan antara cepat rambat gelombang elektromagnetik di suatu medium dengan cepat rambatnya di ruang hampa?
5. Berikan satu contoh fenomena sehari-hari yang menunjukkan bahwa gelombang elektromagnetik tidak memerlukan medium untuk merambat!

Setelah Pertemuan 2 (Spektrum GEM):

1. Urutkan spektrum gelombang elektromagnetik dari panjang gelombang terpanjang ke terpendek!
2. Sebutkan sumber alami dari sinar ultraviolet dan berikan satu contoh pemanfaatannya!
3. Mengapa gelombang radio dapat digunakan untuk komunikasi jarak jauh? Kaitkan

dengan sifat gelombang radio!

4. Apa perbedaan utama antara sinar-X dan sinar gamma dari segi sumbernya?
5. Bagaimana cahaya tampak dapat menghasilkan warna-warna yang berbeda? Jelaskan kaitannya dengan spektrum!

Setelah Pertemuan 3 (Energi GEM):

1. Sebuah gelombang elektromagnetik memiliki intensitas 100W/m2. Berapakah energi yang dibawa gelombang tersebut per satuan waktu melalui area seluas 2m2?
2. Jelaskan mengapa paparan sinar ultraviolet berlebihan dapat berbahaya bagi kulit manusia! Kaitkan dengan energi yang dibawa sinar UV.
3. Bagaimana konsep energi gelombang elektromagnetik menjelaskan mengapa microwave dapat memanaskan makanan?
4. Dua gelombang elektromagnetik A dan B memiliki frekuensi berbeda. Gelombang A memiliki frekuensi lebih tinggi dari gelombang B. Gelombang mana yang membawa energi lebih besar? Jelaskan!
5. Bagaimana teknologi panel surya memanfaatkan energi gelombang elektromagnetik?

ASESMEN AKHIR PEMBELAJARAN (SUMATIF):

- **Tujuan:** Mengukur pencapaian tujuan pembelajaran secara keseluruhan.
- **Jurnal Reflektif:** Peserta didik menuliskan refleksi tentang proses belajar, pemahaman konsep, tantangan, dan manfaat yang diperoleh dari pembelajaran GEM.
- **Tes Tertulis:** Soal esai atau uraian yang mencakup seluruh materi Bab 5.
- **Tugas Akhir/Proyek:** Penilaian proposal ide, presentasi, atau produk yang dihasilkan dari proyek yang sudah ditentukan di awal (misal: infografis, video, model prototipe).

Soal Asesmen Akhir (Contoh):

1. Jelaskan secara komprehensif bagaimana gelombang elektromagnetik dihasilkan dan bagaimana ia merambat di ruang hampa. Sertakan peran medan listrik dan medan magnet dalam perambatannya!
2. Identifikasi dan deskripsikan secara singkat tiga bagian spektrum gelombang elektromagnetik yang memiliki aplikasi signifikan di bidang kesehatan. Jelaskan masing-masing pemanfaatannya!
3. Sebuah stasiun radio memancarkan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi 98.7MHz. a. Berapakah panjang gelombang yang dipancarkan stasiun radio tersebut? b. Jika intensitas gelombang yang diterima pada jarak tertentu adalah 0.5mW/m2, berapakah energi yang diterima antena seluas 0.1m2 dalam waktu 1 menit?
4. Menganalisis dampak: Paparan sinar-X secara berlebihan dapat berbahaya bagi tubuh. Jelaskan mengapa hal ini terjadi berdasarkan karakteristik energi sinar-X, dan bagaimana cara meminimalkan risiko tersebut dalam aplikasi medis!
5. Rancanglah sebuah ide inovatif pemanfaatan gelombang elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari (selain yang sudah umum). Jelaskan prinsip kerjanya dan potensi manfaat yang bisa didapatkan. (Untuk proyek, ini bisa menjadi bagian dari rubrik penilaian).