

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Mata Pelajaran: Fisika

Fase / Kelas: F / XII

Materi Pokok: Gelombang Elektromagnetik

Alokasi Waktu: 3 Pertemuan (3 x 2 JP x 45 Menit)

A. Capaian Pembelajaran (CP)

Peserta didik mampu memahami konsep gelombang elektromagnetik, spektrumnya, aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari, serta dampak radiasi bagi kesehatan dan lingkungan.

B. Tujuan Pembelajaran

1. Menganalisis sifat-sifat gelombang elektromagnetik dan urutan spektrumnya.
2. Mengevaluasi pemanfaatan gelombang elektromagnetik dalam berbagai teknologi (komunikasi, kesehatan, industri).
3. Menganalisis bahaya radiasi elektromagnetik dan strategi mitigasinya.

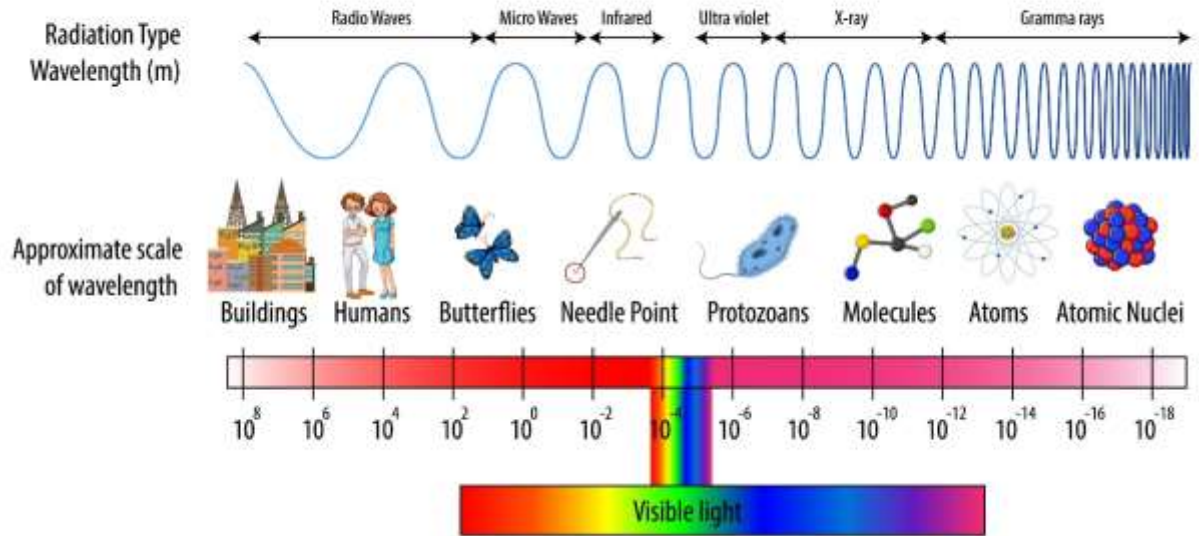
C. Rincian Pertemuan

Pertemuan 1: Karakteristik dan Spektrum Gelombang Elektromagnetik (90 Menit)

Masalah Utama: "Mengapa sinyal radio dapat merambat sangat jauh bahkan menembus atmosfer, sementara cahaya tampak tidak bisa menembus dinding?"

- **Pendahuluan (15'):** Apersepsi mengenai gelombang mekanik vs elektromagnetik. Orientasi masalah tentang cara kerja komunikasi nirkabel.
- **Inti (60'):**
 - *Orientasi Masalah:* Siswa mengamati video singkat tentang gangguan sinyal HP di lift.
 - *Penyelidikan:* Siswa mempelajari struktur gelombang elektromagnetik yang terdiri dari medan listrik dan medan magnet yang saling tegak lurus.
 - *Diskusi:* Kelompok menyusun urutan spektrum berdasarkan frekuensi dan panjang gelombang menggunakan data yang diberikan.

THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



Shutterstock

- **Penutup (15'):** Kesimpulan bahwa kecepatan seluruh spektrum di ruang hampa adalah sama ($c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$), yang membedakan adalah frekuensi dan panjang gelombangnya.

Pertemuan 2: Aplikasi Teknologi Gelombang Elektromagnetik (90 Menit)

Masalah Utama: "Bagaimana dokter bisa melihat patah tulang tanpa membedah kulit, dan bagaimana satelit memetakan bumi di malam hari?"

- **Pendahuluan (10'):** Review spektrum pertemuan sebelumnya.
- **Inti (65'):**
 - *Organisasi Belajar:* Kelompok dibagi menjadi "Tim Medis" (Sinar-X/Gamma), "Tim Komunikasi" (Radio/Mikro), dan "Tim Industri" (Inframerah/UV).
 - *Penyelidikan:* Mencari mekanisme kerja alat (contoh: cara kerja Remote Control vs Oven Microwave).
 - *Penyajian:* Setiap tim membuat infografis sederhana mengenai aplikasi spesifik spektrum mereka.
- **Penutup (15'):** Refleksi mengenai betapa krusialnya gelombang elektromagnetik dalam peradaban modern.

Pertemuan 3: Bahaya Radiasi dan Mitigasi (90 Menit)

Masalah Utama: "Benarkah radiasi HP dan teknologi 5G dapat memicu kanker kulit atau kerusakan otak?"

- **Pendahuluan (10')**: Menampilkan berita-berita viral (hoax vs fakta) tentang bahaya radiasi.
 - **Inti (65')**:
 - *Diskusi Masalah*: Membedakan radiasi pengion (Sinar-X, Gamma) dan non-pengion (Radio, Mikro, Cahaya).
 - *Analisis*: Siswa menganalisis data statistik dampak paparan sinar UV berlebih bagi petani/pekerja lapangan tanpa perlindungan.
 - *Solusi*: Kelompok merumuskan langkah mitigasi (penggunaan *sunblock*, batasan rontgen, jarak aman menara BTS).
 - **Penutup (15')**: Evaluasi akhir dan pengumpulan LKPD.
-

D. Lembar Kegiatan Siswa (LKS) - Cuplikan

Topik: Menghitung Karakteristik Spektrum

1. **Masalah:** Sebuah stasiun radio FM bekerja pada frekuensi 100 MHz. Hitunglah panjang gelombangnya!
 2. **Analisis:** Menggunakan rumus $c = \lambda \cdot f$, di mana $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.
 3. **Eksplorasi:** Bandingkan panjang gelombang tersebut dengan ukuran benda di sekitar kita. Apakah seukuran gedung, manusia, atau bakteri?
-

E. Evaluasi Formatif

Soal Pilihan Ganda Kompleks:

1. Manakah dari pernyataan berikut yang benar mengenai gelombang elektromagnetik? (Pilih lebih dari satu)
 - Memerlukan medium untuk merambat.
 - Merupakan gelombang transversal.
 - Medan listrik dan medan magnet bergetar fase serempak.
 - Dapat mengalami polarisasi.

Soal Esai Singkat:

2. Urutkan spektrum berikut dari energi terkecil ke terbesar: Sinar-X, Cahaya Tampak, Gelombang Radio, Sinar Ultraviolet.

(Jawaban: Gelombang Radio < Cahaya Tampak < UV < Sinar-X)

3. Jelaskan mengapa sinar Gamma sangat berbahaya bagi sel tubuh manusia dibandingkan dengan gelombang Mikro!

(Jawaban: Sinar Gamma adalah radiasi pengion dengan frekuensi sangat tinggi yang mampu memutus ikatan kimia dalam DNA, sedangkan mikro hanya menyebabkan efek vibrasi/panas).

Perangkat Pendukung:

- **Alat:** Laptop, Proyektor, Smartphone (untuk riset literatur).
- **Bahan:** Video simulasi PhET (Radio Waves & Electromagnetic Fields).

Langkah Selanjutnya: Apakah Anda ingin saya membuatkan **Rubrik Penilaian** mendetail untuk presentasi kelompok atau **Teks Bacaan Lengkap** untuk setiap spektrum gelombang tersebut?

Kriteria	Sangat Baik (4)	Baik (3)	Cukup (2)	Perlu Bimbingan (1)
Akurasi Konsep Fisika	Menjelaskan hubungan λ , f , dan E dengan sangat akurat; tidak ada miskonsepsi.	Menjelaskan konsep dengan akurat, namun ada sedikit kekeliruan kecil pada detail teknis.	Konsep dasar benar, tetapi hubungan antar variabel GEM kurang jelas.	Banyak terjadi miskonsepsi atau data ilmiah tidak akurat.
Kualitas Solusi (PBL)	Memberikan solusi mitigasi radiasi yang inovatif dan berbasis data ilmiah yang kuat.	Memberikan solusi mitigasi yang logis dan sesuai dengan literatur umum.	Solusi yang diberikan bersifat umum dan kurang spesifik terhadap masalah.	Tidak memberikan solusi yang relevan terhadap masalah radiasi.
Visual & Estetika	Infografis sangat rapi, proporsional, dan membantu pemahaman materi secara visual.	Infografis rapi dan informasi mudah dibaca.	Visual cukup jelas, namun desain terlalu padat atau kurang terorganisir.	Desain berantakan dan mengganggu keterbacaan informasi.
Kemampuan Komunikasi	Presentasi sangat lancar, menguasai panggung, dan mampu menjawab	Presentasi lancar dan dapat menjawab	Presentasi terbata-bata atau hanya terpaku	Tidak percaya diri dan tidak mampu menjelaskan

Kriteria	Sangat Baik (4)	Baik (3)	Cukup (2)	Perlu Bimbingan (1)
	pertanyaan dengan kritis.	pertanyaan dengan baik.	membaca teks/slide.	materi saat ditanya.

Kriteria	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Identifikasi Variabel	Menuliskan semua data diketahui dan ditanya dengan simbol yang benar (c , λ , f).	Menuliskan data diketahui tapi simbol kurang tepat.	Hanya menuliskan data tanpa kategori "diketahui/ditanya".	Tidak ada identifikasi variabel sama sekali.
Prosedur Perhitungan	Menggunakan rumus $c = \lambda \cdot f$ dengan langkah sistematis dan hasil akurat.	Rumus benar, langkah sistematis, namun ada kesalahan hitung di hasil akhir.	Rumus benar, tetapi langkah perhitungan membingungkan.	Rumus dan perhitungan salah total.
Analisis Skala	Mampu membandingkan ukuran λ dengan objek nyata secara logis dan kreatif.	Mampu membandingkan ukuran λ dengan objek nyata secara umum.	Membandingkan ukuran λ namun skala tidak sesuai fakta.	Tidak melakukan analisis perbandingan skala.

Rubrik Penilaian Presentasi & Produk (Infografis/Slide)

Gunakan rubrik ini untuk menilai hasil kerja kelompok saat mereka memaparkan aplikasi spektrum GEM dan mitigasi radiasi.

Kriteria	Sangat Baik (4)	Baik (3)	Cukup (2)	Perlu Bimbingan (1)
Akurasi Konsep Fisika	Menjelaskan hubungan λ , f , dan E dengan sangat akurat; tidak ada miskonsepsi.	Menjelaskan konsep dengan akurat, namun ada sedikit kekeliruan kecil pada detail teknis.	Konsep dasar benar, tetapi hubungan antar variabel GEM kurang jelas.	Banyak terjadi miskonsepsi atau data ilmiah tidak akurat.
Kualitas Solusi (PBL)	Memberikan solusi mitigasi radiasi yang inovatif dan berbasis data ilmiah yang kuat.	Memberikan solusi mitigasi yang logis dan sesuai dengan literatur umum.	Solusi yang diberikan bersifat umum dan kurang spesifik terhadap masalah.	Tidak memberikan solusi yang relevan terhadap masalah radiasi.
Visual & Estetika	Infografis sangat rapi, proporsional, dan membantu pemahaman materi secara visual.	Infografis rapi dan informasi mudah dibaca.	Visual cukup jelas, namun desain terlalu padat atau kurang terorganisir.	Desain berantakan dan mengganggu keterbacaan informasi.
Kemampuan Komunikasi	Presentasi sangat lancar, menguasai panggung, dan mampu menjawab pertanyaan dengan kritis.	Presentasi lancar dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik.	Presentasi terbata-bata atau hanya terpaku membaca teks/slide.	Tidak percaya diri dan tidak mampu menjelaskan materi saat ditanya.

2. Rubrik Penilaian Lembar Kegiatan Siswa (LKPD)

Digunakan untuk menilai hasil pengerjaan soal hitungan dan analisis di dalam LKS.

Kriteria	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Identifikasi Variabel	Menuliskan semua data diketahui dan ditanya dengan simbol yang benar (c , λ , f).	Menuliskan data diketahui tapi simbol kurang tepat.	Hanya menuliskan data tanpa kategori "diketahui/ditanya".	Tidak ada identifikasi variabel sama sekali.
Prosedur Perhitungan	Menggunakan rumus $c = \lambda \cdot f$ dengan langkah sistematis dan hasil akurat.	Rumus benar, langkah sistematis, namun ada kesalahan hitung di hasil akhir.	Rumus benar, tetapi langkah perhitungan membingungkan.	Rumus dan perhitungan salah total.
Analisis Skala	Mampu membandingkan ukuran λ dengan objek nyata secara logis dan kreatif.	Mampu membandingkan ukuran λ dengan objek nyata secara umum.	Membandingkan ukuran λ namun skala tidak sesuai fakta.	Tidak melakukan analisis perbandingan skala.

3. Rubrik Penilaian Antar Teman (Sikap Kolaborasi)

Siswa menilai anggota kelompoknya sendiri (skala 1-4):

1. **Kontribusi:** Sejauh mana temanmu menyumbangkan ide/tenaga?
2. **Tanggung Jawab:** Apakah temanmu menyelesaikan tugas bagiannya tepat waktu?
3. **Sikap:** Apakah temanmu menghargai pendapat anggota kelompok lain?

Rekomendasi Pengolahan Nilai

Rumus sederhana untuk mendapatkan nilai akhir siswa:

$$\text{Nilai Akhir} = \left(\frac{0.4 \times \text{Skor Presentasi} + 0.4 \times \text{Skor LKPD} + 0.2 \times \text{Skor Sikap}}{\text{Skor Maksimal}} \right) \times 1$$

Visual ini sangat membantu siswa saat mengerjakan bagian **Analisis Skala** di LKPD agar mereka memiliki gambaran nyata tentang seberapa besar gelombang yang mereka hitung.

Lembar Observasi Aktivitas Siswa (Guru)

Mata Pelajaran: Fisika

Kelas / Fase: XII / F

Topik: Gelombang Elektromagnetik

Pertemuan Ke-: 1 / 2 / 3 (Lingkari salah satu)

Petunjuk Pengisian:

Berikan skor **1-4** pada setiap kolom indikator untuk setiap kelompok atau individu berdasarkan kriteria berikut:

- **4 (Sangat Aktif):** Inisiatif tinggi, argumen ilmiah kuat, kolaborasi sangat baik.
- **3 (Aktif):** Berpartisipasi rutin, argumen masuk akal, bekerja sama dengan baik.
- **2 (Cukup):** Berpartisipasi jika diminta, argumen sederhana, cukup pasif.
- **1 (Kurang):** Tidak fokus, tidak menyumbang ide, atau mengganggu jalannya diskusi.

No	Nama Siswa / Kelompok	Indikator 1: Analisis Masalah	Indikator 2: Eksplorasi Literasi	Indikator 3: Kerjasama Tim	Indikator 4: Kemampuan Berpendapat	Total Skor	Nilai (0-100)
1							
2							
3							

No	Nama Siswa / Kelompok	Indikator 1: Analisis Masalah	Indikator 2: Eksplorasi Literasi	Indikator 3: Kerjasama Tim	Indikator 4: Kemampuan Berpendapat	Total Skor	Nilai (0-100)
4							
5							
...							

Deskripsi Indikator Observasi:

1. **Analisis Masalah:** Siswa mampu mengidentifikasi fakta ilmiah dari masalah yang diberikan (misal: mengapa sinyal radio terganggu di lift atau perbedaan rontgen dan microwave).
2. **Eksplorasi Literasi:** Siswa aktif menggunakan sumber belajar (buku teks, artikel internet, atau video) untuk mencari hubungan frekuensi dan panjang gelombang.
3. **Kerjasama Tim:** Siswa tidak mendominasi sendiri atau malah pasif; terjadi pembagian tugas yang adil dalam kelompok.
4. **Kemampuan Berpendapat:** Siswa berani mengungkapkan ide atau menyanggah pendapat teman dengan sopan dan didasari teori fisika.

Catatan Anekdote (Catatan Khusus):

(Gunakan bagian ini untuk mencatat kejadian luar biasa di kelas, misal: kelompok tertentu menemukan analogi yang sangat kreatif, atau ada miskonsepsi yang perlu diluruskan secara klasikal).

Contoh Catatan:

“Kelompok 3 sempat mengalami miskonsepsi bahwa gelombang mikro lebih berbahaya dari sinar-X karena bisa mematangkan makanan. Perlu penguatan konsep tentang radiasi pengion vs non-pengion di akhir sesi.”

Penilaian Kualitatif Akhir:

- **Kelompok Teraktif:** _____
 - **Siswa dengan Ide Paling Kritis:** _____
 - **Hal yang perlu diperbaiki di pertemuan berikutnya:**
-
-

Bahan Bacaan Ringkas untuk siswa agar mereka punya referensi yang akurat saat diskusi.

Urutan Spektrum	Rentang Panjang Gelombang	Aplikasi Utama
Gelombang Radio	10^{-1} hingga 10^4 m	Penyiaran Radio, TV, dan komunikasi ponsel.
Gelombang Mikro	10^{-3} hingga 10^{-1} m	Radar, Oven Microwave, WiFi, dan GPS.
Sinar Inframerah	$7 \cdot 10^{-7}$ hingga 10^{-34} m	Remote control, terapi fisik, dan kamera termal.
Cahaya Tampak	$4 \cdot 10^{-7}$ hingga $7 \cdot 10^{-7}$ m	Membantu penglihatan dan penggunaan Laser.
Sinar Ultraviolet	10^{-8} hingga $4 \cdot 10^{-7}$ m	Sterilisasi alat medis, pembentukan Vitamin D.
Sinar-X	10^{-12} hingga 10^{-8} m	Foto Rontgen dan pengecekan logam di bandara.
Sinar Gamma	Lebih kecil 10^{-12} m	Terapi kanker (Radioterapi) dan sterilisasi industri.

Berikut adalah **Bahan Bacaan Ringkas** yang dirancang sebagai referensi utama bagi siswa selama proses diskusi kelompok dan pemecahan masalah. Materi ini disusun secara padat namun mencakup seluruh indikator penting pada Fase F.

Bahan Bacaan: Gelombang Elektromagnetik (GEM)

1. Apa itu Gelombang Elektromagnetik?

Gelombang Elektromagnetik adalah gelombang yang memancar tanpa memerlukan media rambat (dapat merambat di ruang hampa). Gelombang ini terdiri dari **medan listrik** (\vec{E}) dan **medan magnet** (\vec{B}) yang saling tegak lurus dan merambat secara bersamaan.

Karakteristik Utama:

- Merupakan gelombang transversal.
 - Kecepatan di ruang hampa bersifat konstan: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.
 - Dapat mengalami pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi, dan polarisasi.
 - Energi gelombang sebanding dengan frekuensinya ($E = hf$).
-

2. Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Spektrum GEM dibedakan berdasarkan panjang gelombang (λ) dan frekuensinya (f). Hubungan keduanya dinyatakan dalam rumus:

$$c = \lambda \cdot f$$

Semakin tinggi frekuensi (f), maka panjang gelombang (λ) akan semakin kecil, dan energi (E) akan semakin besar.

Urutan Spektrum	Rentang Panjang Gelombang	Aplikasi Utama
Gelombang Radio	10^{-1} hingga 10^4 m	Penyiaran Radio, TV, dan komunikasi ponsel.

Urutan Spektrum	Rentang Panjang Gelombang	Aplikasi Utama
Gelombang Mikro	10^{-3} hingga 10^{-1} m	Radar, Oven Microwave, WiFi, dan GPS.
Sinar Inframerah	$7 \cdot 10^{-7}$ hingga 10^{-34} m	Remote control, terapi fisik, dan kamera termal.
Cahaya Tampak	$4 \cdot 10^{-7}$ hingga $7 \cdot 10^{-7}$ m	Membantu penglihatan dan penggunaan Laser.
Sinar Ultraviolet	10^{-8} hingga $4 \cdot 10^{-7}$ m	Sterilisasi alat medis, pembentukan Vitamin D.
Sinar-X	10^{-12} hingga 10^{-8} m	Foto Rontgen dan pengecekan logam di bandara.
Sinar Gamma	Lebih kecil 10^{-12} m	Terapi kanker (Radioterapi) dan sterilisasi industri.

3. Radiasi: Bahaya dan Mitigasi

Dalam konteks kesehatan, radiasi GEM dibagi menjadi dua kategori besar berdasarkan tingkat energinya:

A. Radiasi Non-Pengion (Energi Rendah)

Termasuk gelombang radio hingga cahaya tampak. Radiasi ini **tidak mampu** melepaskan elektron dari atom.

- **Efek:** Umumnya hanya menyebabkan efek termal (panas).
- **Mitos:** Radiasi WiFi/HP sering dikaitkan dengan kanker, namun secara ilmiah energinya terlalu lemah untuk merusak struktur DNA secara langsung.

B. Radiasi Pengion (Energi Tinggi)

Termasuk Sinar-X dan Sinar Gamma. Radiasi ini **mampu** melepas elektron dari atom.

- **Bahaya:** Dapat menyebabkan mutasi genetik, kerusakan sel, hingga kanker jika terpapar dalam dosis tinggi/terus-menerus.
- **Mitigasi:**
 - **Jarak:** Semakin jauh dari sumber radiasi, paparan semakin kecil.
 - **Waktu:** Mempersingkat durasi paparan.
 - **Perisai:** Menggunakan pelindung (seperti apron timbal saat foto rontgen).

Fakta Menarik untuk Diskusi

- **Mengapa langit biru?** Karena cahaya matahari (cahaya tampak) mengalami hamburan Rayleigh saat melewati atmosfer, di mana warna biru (frekuensi tinggi) paling banyak dihamburkan.
- **Cara kerja Sunblock:** Sunblock mengandung senyawa kimia atau mineral yang memantulkan atau menyerap sinar UV agar tidak menembus lapisan dermis kulit.

**Mengetahui,
Kepala Sekolah**

**Mojokerto, 6 Januari 2026
Guru Mata Pelajaran**

(JOHAN BAHRUDIN, S.Kom. M.T)
NIP. 197606202005011008

(Drs. Thoyib)
NIP. 196604161991031019.