



MODUL
TEMA 14

Menangkap Pancaran Gelombang

FISIKA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020



MODUL
TEMA 14

Menangkap Pancaran Gelombang

FISIKA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020

Fisika Paket C Setara SMA/MA Kelas XII
Modul Tema 14 : Menangkap Pancaran Gelombang

- **Penulis:** Dra. Salbiah, M.Pd & Yunita Esnawati Fauzana, ST
- **Editor:** Dr. Samto; Dr. Subi Sudarto
Dra. Maria Listiyanti; Dra. Suci Paresti, M.Pd.; Apriyanti Wulandari, M.Pd.
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus—Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah—Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

iv+ 32 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, 1 Juli 2020
Plt. Direktur Jenderal



Hamid Muhammad

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Pengantar Modul	1
Petunjuk Penggunaan Modul	2
Tujuan yang Dih arapkan Setelah Mempelajari Modul	2
UNIT 1 SPEKTRUM GELOMBANG	3
A. Spektrum Cahaya	4
B. Pengertian Gelombang	5
C. Sifat Gelombang Elektromagnetik	7
D. Sumber Gelombang Elektromagnetik	8
E. Berbagai Jenis Gelombang Elektromagnetik	9
Penugasan 1	13
Latihan	14
UNIT 2 RADIASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK	15
A. Pengertian Radiasi Gelombang Elektromagnetik	15
B. Sumber Radiasi Gelombang Elektromagnetik	16
C. Manfaat Radiasi Gelombang Elektromagnetik	21
D. Bahaya Radiasi Gelombang Elektromagnetik	22
Penugasan 2	25
Latihan	26
Rangkuman	27
Kunci Jawaban dan Penilaian	28
Kriteria Pindah Modul	30
Saran Referensi	31
Daftar Pustaka	31



Menangkap Pancaran Gelombang



Pengantar Modul

Anda tentu pernah mendengar berita dan lagu dari radio. Pernahkah Anda berpikir bagaimana berita dan lagu bisa sampai ke telinga kita sehingga kita mendengar dan menikmati lagu tersebut? Berita dan lagu yang Anda dengar dari radio merupakan penerapan dari gelombang elektromagnetik. Apa *sih* gelombang elektromagnetik itu? Apa saja penerapan lain dari gelombang elektromagnetik? Simak pembahasannya pada modul 14 ini! **Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang tidak membutuhkan medium dalam perambatannya.** Energi elektromagnetik merambat dalam bentuk gelombang dengan beberapa karakter yang biasa menyertainya seperti panjang gelombang, frekuensi, dan kecepatan.

Energi elektromagnetik dipancarkan atau dilepaskan pada level yang berbeda. Semakin tinggi level energi dalam suatu sumber energi, maka semakin rendah panjang gelombang akan tetapi semakin tinggi frekuensi dan daya tembusnya terhadap berbagai benda di sekitar, termasuk jaringan tubuh manusia.

Petunjuk Penggunaan Modul

1. Baca tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini agar Anda fokus dalam belajar.
2. Baca pengantar modul dengan cermat agar Anda memahami isi modul secara keseluruhan.
3. Bacalah materi modul secara berurutan dengan cermat, tekun, dan sabar serta perhatikan gambar ilustrasi yang disajikan untuk membantu Anda memahami isi modul.
4. Kerjakan semua penugasan pada setiap unit untuk meningkatkan pemahaman Anda tentang materi modul. Gunakan alat, bahan dan media sesuai yang tercantum pada setiap penugasan.
5. Kerjakan setiap tugas dan latihan soal pada modul ini. Selanjutnya cocokkan jawaban Anda dengan rubrik atau kunci jawaban di bagian belakang modul ini. Jika Anda mengalami kesulitan diskusikan dengan teman atau tanyakan kepada tutor.
6. Untuk mengetahui ketuntasan belajar Anda, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\frac{\text{Jumlah soal yang dijawab benar}}{\text{Total jumlah soal}} \times 100\%$$

7. Batas ketuntasan minimal adalah 70%. Jika nilai yang Anda peroleh minimal 70% berarti Anda dianggap sudah tuntas dan menguasai materi modul ini maka Anda diperkenankan untuk lanjut mempelajari materi berikutnya. Sebaliknya, jika perolehan nilai Anda belum mencapai 70% maka Anda perlu mempelajari lagi materi modul dan ulangi mengerjakan tugas-tugas dan latihan hingga Anda paham.
8. Selamat membaca dan mempelajari modul ini, semoga sukses.

Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul

Setelah mempelajari Modul 14 “Menangkap Pancaran Gelombang” ini diharapkan Anda mampu:

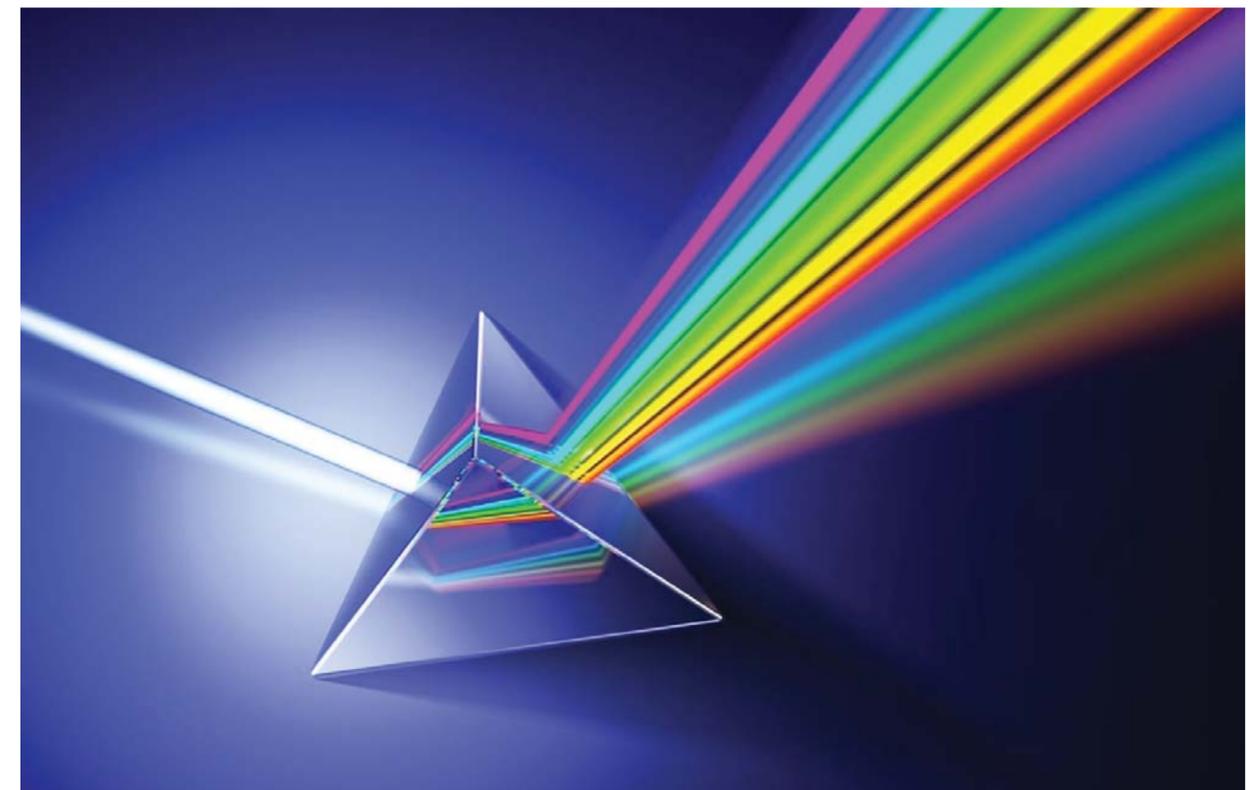
1. Menjelaskan spektrum gelombang elektromagnetik,
2. Menjelaskan penerapan gelombang elektromagnetik,
3. Menjelaskan terjadinya radiasi gelombang elektromagnetik
4. Menjelaskan manfaat radiasi Gelombang dalam kehidupan, dan
5. Memahami bahaya radiasi gelombang elektromagnetik dan meminimalkan dampaknya bagi kesehatan.

UNIT 1 SPEKTRUM GELOMBANG

Spektrum gelombang pertama kali diperkenalkan oleh Sir Isaac Newton pada abad ke-18 melalui gejala penguraian cahaya putih (cahaya matahari) melalui suatu prisma. Spektrum tersebut disebut spektrum cahaya tampak. Spektrum cahaya tampak terdiri dari cahaya warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu.

Spektrum cahaya tampak dapat dilihat oleh indera penglihatan manusia. Panjang gelombang spektrum yang bisa dilihat berkisar antara 380 sampai 780 nm. Pada daerah inframerah dan ultraviolet, mata manusia tidak mampu melihat cahaya tersebut. Namun beberapa hewan seperti serangga dan burung mampu melihat cahaya pada daerah ultraviolet (panjang gelombang antara 300 – 400 nm).

Gelombang elektromagnetik ditemukan oleh Heinrich Hertz melalui suatu percobaan dengan menggunakan osilasi listrik. Namun sebelumnya James Clerk Maxwell, sudah meramalkan adanya gelombang elektromagnetik yang merambat dengan kecepatan sama dengan cahaya.



sumber: www.aplustopper.com

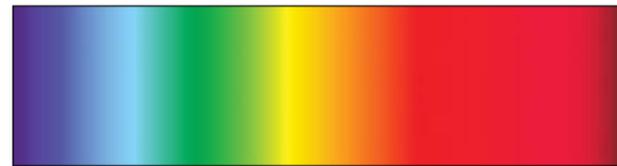
Gambar 1. Spektrum cahaya melalui prisma

A. Spektrum Cahaya

Gelombang cahaya tampak berwujud spektrum merupakan hasil dari penguraian cahaya putih (tak berwarna) melalui proses yang disebut dispersi cahaya. Cahaya putih tersebut melalui prisma dan mengalami deviasi sehingga terurai menjadi beberapa warna spektrum. Faktanya ada banyak warna yang terdapat di dalam spektrum tersebut. Namun mata kita hanya mampu memilahnya menjadi beberapa warna saja, atau sekitar 6-7 warna saja yang bisa diidentifikasi. Spektrum cahaya terdiri dari 7 warna yang bisa diidentifikasi beserta perkiraan batas-batas panjang gelombang untuk setiap warna.

Teori Warna Newton (1642-1727)

Pertama kali spektrum warna ditemukan oleh Sir Isaac Newton. Melalui percobaan dengan menggunakan cahaya putih (tidak berwarna) dari sinar matahari yang melalui suatu prisma. Setelah cahaya putih tersebut melalui prisma, mengalami penguraian menjadi beberapa cahaya berwujud pelangi dengan urutan warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Susunan cahaya warna-warni tersebut kemudian dikenal sebagai spektrum cahaya. Jika spektrum cahaya tersebut melalui prisma kembali, maka spektrum warna-warni tersebut berubah kembali menjadi cahaya putih. Ini menunjukkan bahwa cahaya putih merupakan gabungan dari spektrum tersebut. Lebih jauh lagi, hal ini menunjukkan bahwa semua warna di permukaan bumi ini berasal dari cahaya



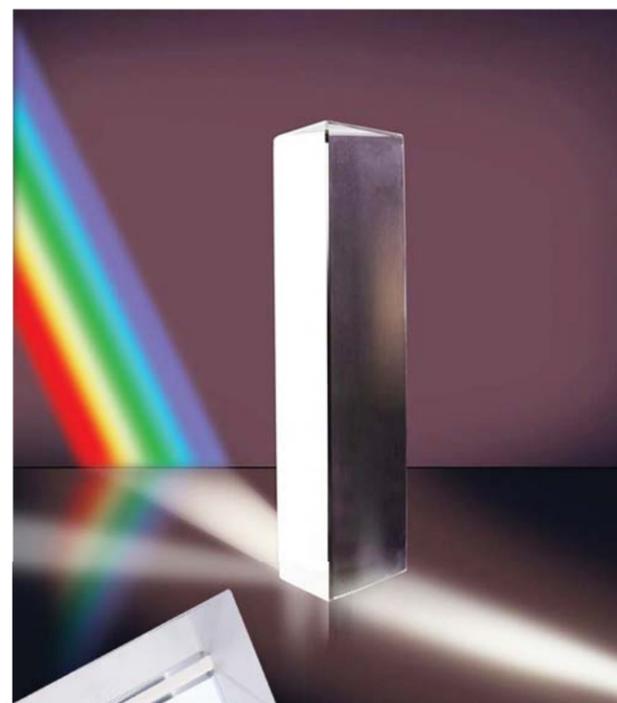
sumber: britannica.com

Gambar 2. Spektrum cahaya

Warna-warna di Dalam Spektrum

Warna	Panjang Gelombang
Ungu	380–420 nm
Nila	420–450 nm
Biru	450–495 nm
Hijau	495–570 nm
Kuning	570–590 nm
Jingga	590–620 nm
Merah	620–780 nm

sumber: saintif.com



sumber: walmart.com

Gambar 3. Spektrum warna pada prisma eksperimen Newton

putih dari matahari. Sebuah benda terlihat berwarna hijau karena benda tersebut memantulkan warna hijau, sementara warna lainnya diserap. Begitu juga suatu benda berwarna gelap karena benda tersebut menyerap semua spektrum warna. Selanjutnya timbul pertanyaan mengapa suatu benda berwarna putih?

Bagaimana dengan warna-warna yang terdapat pada bahan pewarna seperti cat, tinta dan lainnya?

Bahan pewarna seperti cat, tinta, dan lainnya memiliki pigmen yaitu zat yang mampu menyerap dan memantulkan cahaya. Melalui pigmen tersebut, manusia seolah-olah mampu mengelola warna sesuai dengan kebutuhannya.

B. Pengertian Gelombang

Secara umum, berdasarkan bentuk dan sifatnya, gelombang terdiri dari gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Gelombang mekanik selalu merambat melalui perantara atau medium. Gelombang mekanik bisa sebagai gelombang transversal seperti perambatan tali atau dawai, bisa juga merambat sebagai gelombang longitudinal seperti bunyi melalui medium udara atau benda lainnya.

Gelombang Elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat walau tidak ada medium. Sementara pada gelombang lainnya, seperti gelombang bunyi dan gelombang mekanik lainnya, hanya bisa merambat melalui medium tertentu. Energi elektromagnetik merambat dalam bentuk gelombang dengan beberapa variabel yang bisa diukur, yaitu: panjang gelombang/wavelength, frekuensi, dan kecepatan. Panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak. Frekuensi adalah jumlah gelombang yang melalui suatu titik dalam satu satuan waktu. Hubungan antara kecepatan gelombang, frekuensi dan panjang gelombang sebagai berikut

$$c = \lambda \cdot f$$

Dimana c = kecepatan cahaya

λ = panjang gelombang

f = frekuensi

Energi elektromagnetik dipancarkan, atau dilepaskan, oleh semua masa di alam semesta pada level yang berbedabeda. Semakin tinggi level energi dalam suatu sumber energi, semakin rendah panjang gelombang dari energi yang dihasilkan, dan semakin tinggi frekuensinya. Perbedaan karakteristik energi gelombang digunakan untuk mengelompokkan energi elektromagnetik. Menurut Christian Huygens (1629-1695) seorang ilmuwan berkebangsaan Belanda, menyatakan bahwa cahaya pada dasarnya sama dengan bunyi dan berupa gelombang. Perbedaan cahaya dan bunyi hanya terletak pada panjang gelombang dan frekuensinya. Huygens menganggap bahwa gelombang cahaya berbentuk longitudinal sama seperti juga gelombang bunyi. Begitu juga

Huygens percaya bahwa cahaya membutuhkan media untuk merambat. Padahal nantinya akan terbukti bahwa gelombang elektromagnetik berbentuk transversal dan tidak membutuhkan media untuk merambat. Walaupun begitu pada teori Huygens ini peristiwa pemantulan, pembiasan, interferensi, ataupun difraksi cahaya dapat dijelaskan secara tepat. Namun dalam teori Huygens tidak bisa menjelaskan tentang sifat cahaya yang selalu merambat lurus.

Cahaya adalah Gelombang Elektromagnetik

Dasar teori dari perambatan gelombang elektromagnetik pertama kali dijelaskan pada 1873 oleh James Clerk Maxwell dalam papernya di Royal Society mengenai teori dinamika medan elektromagnetik (bahasa Inggris: *A dynamical theory of the electromagnetic field*), berdasarkan hasil kerja penelitiannya antara 1861 dan 1865.

Percobaan James Clerk Maxwell (1831-1879) seorang ilmuwan berkebangsaan Inggris (Skotlandia) menyatakan bahwa cepat rambat gelombang elektromagnetik sama dengan cepat rambat cahaya yaitu 3×10^8 m/s, oleh karena itu Maxwell berkesimpulan bahwa cahaya merupakan gelombang elektromagnetik. Kesimpulan Maxwell ini didukung oleh :

- Seorang ilmuwan berkebangsaan Jerman, Heinrich Rudolph Hertz (1857-1894) yang membuktikan bahwa gelombang elektromagnetik merupakan gelombang transversal. Hal ini sesuai dengan kenyataan bahwa cahaya dapat menunjukkan gejala polarisasi.
- Percobaan seorang ilmuwan berkebangsaan Belanda, Peter Zeeman (1852-1943) yang menyatakan bahwa medan magnet yang sangat kuat dapat berpengaruh terhadap berkas cahaya.
- Percobaan Stark (1874-1957), seorang ilmuwan berkebangsaan Jerman yang mengungkapkan bahwa medan listrik yang sangat kuat dapat mempengaruhi berkas cahaya.

Inti teori Maxwell mengenai gelombang elektromagnetik adalah:

- Perubahan medan listrik dapat menghasilkan medan magnet. Perubahan medan listrik terjadi akibat partikel bermuatan listrik, seperti elektron, bergerak dan mengalir karena adanya beda potensial.
- Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik. Hal ini karena cahaya dan gelombang elektromagnetik memiliki cepat rambat yang sama yaitu $c = 3 \times 10^8$ m/s. Begitu juga beberapa sifat cahaya juga dimiliki gelombang elektromagnetik.

Percobaan-percobaan yang teliti menghasilkan kesimpulan :

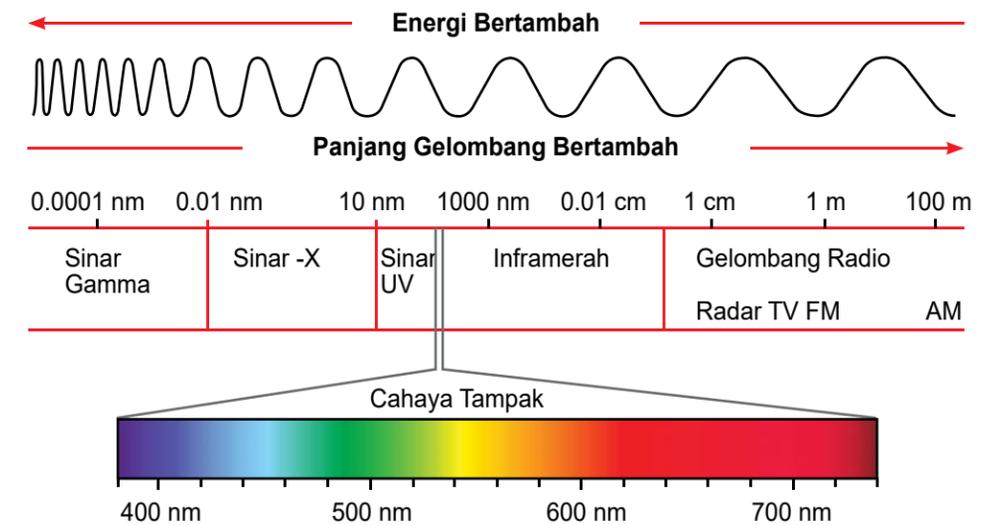
- Pola gelombang elektromagnetik sama dengan pola gelombang transversal dengan vektor perubahan medan listrik tegak lurus pada vektor perubahan medan magnet.



sumber: owication.com

James Clerk Maxwell

- Gelombang elektromagnetik menunjukkan gejala-gejala pemantulan, pembiasan, difraksi, polarisasi seperti halnya pada cahaya.



sumber: kelaspintar.id

Gambar 4. Spektrum gelombang elektromagnetik

Beberapa percobaan yang mendahuluinya telah mengungkapkan tiga aturan gejala kelistrikan yang memiliki keterkaitan erat dengan magnet, antara lain sebagai berikut.

- Hukum Coulomb : Muatan listrik akan menghasilkan medan listrik di sekitarnya.
- Hukum Biot-Savart : Aliran muatan (arus) listrik menghasilkan medan magnet di sekitarnya.
- Hukum Faraday : Perubahan medan magnet (B) dapat menimbulkan medan listrik (E).



C. Sifat Gelombang Elektromagnetik

- Gelombang elektromagnetik adalah berupa gelombang transversal.
- Perubahan medan listrik E dan medan magnet B terjadi pada saat yang bersamaan.
- Arah medan listrik E dan medan magnet B saling tegak lurus.
- Kuat medan listrik E dan medan magnet B besarnya berbanding lurus satu dengan yang lain.
- Arah perambatan gelombang elektromagnetik selalu tegak lurus arah medan listrik E dan medan magnet B.
- Gelombang elektromagnetik dapat merambat dalam ruang hampa.
- Laju rambat gelombang elektromagnetik dalam ruang hampa merupakan tetapan umum (konstanta) $c = 3 \times 10^8$ m/s. (meter/second = meter/detik)
- Gelombang elektromagnetik dapat mengalami proses pemantulan, pembiasan, polarisasi, interferensi, dan difraksi (lenturan).

Berdasarkan Teori Maxwell, ada kemungkinan gelombang elektromagnetik lain, yang berbeda dengan cahaya tampak. Kesimpulan teoritis ini secara mengagumkan diperkuat oleh Heinrich Hertz, yang menemukan gelombang elektromagnetik lain yang diramalkan oleh Maxwell itu. Beberapa tahun kemudian Guglielmo Marconi memperagakan bahwa gelombang yang tak terlihat mata dapat digunakan buat komunikasi tanpa kawat sehingga menjelmalah apa yang namanya gelombang radio. Kini, gelombang radio itu kita gunakan juga sebagai televisi dan telpon seluler. Sinar X, sinar gamma, sinar inframerah, sinar ultraviolet adalah beberapa contoh dari gelombang elektromagnetik. Semuanya bisa dipelajari lewat hasil pemikiran Maxwell.

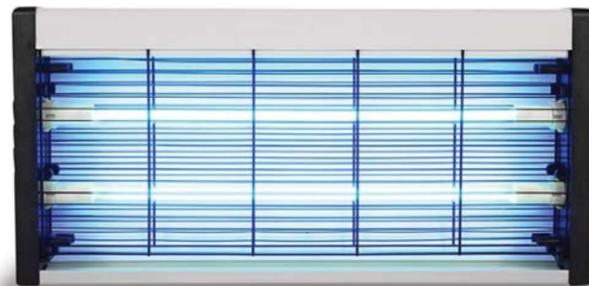
D. Sumber Gelombang Elektromagnetik

1. Osilasi Listrik

Osilasi listrik merupakan perwujudan dari kumparan yang berputar terhadap lingkungan ber medan magnet B. hal ini akan menghasilkan arus listrik yang berubah-ubah secara teratur menghasilkan medan listrik E yang juga berubah-ubah secara teratur. Perubahan medan listrik E akan menghasilkan medan magnet yang berubah-ubah pula sehingga timbul pola gelombang elektromagnetik.

2. Sinar matahari menghasilkan sinar **infra merah, cahaya tampak, dan sinar ultra violet.**
3. Lampu infrared secara khusus menghasilkan infra merah
4. Lampu ultraviolet secara khusus menghasilkan **ultra ungu.**
5. Penembakan elektron dalam tabung hampa pada keeping logam menghasilkan **sinar X** (biasa disebut sebagai sinar rontgen).
6. Inti atom yang tidak stabil sehingga menghasilkan radiasi alpha, beta, dan gamma.

Radiasi **sinar gamma** merupakan salah satu gelombang elektro-magnetik.



Gambar 16. Lampu ultraviolet berfungsi sebagai disinfektan



sumber: philips.com

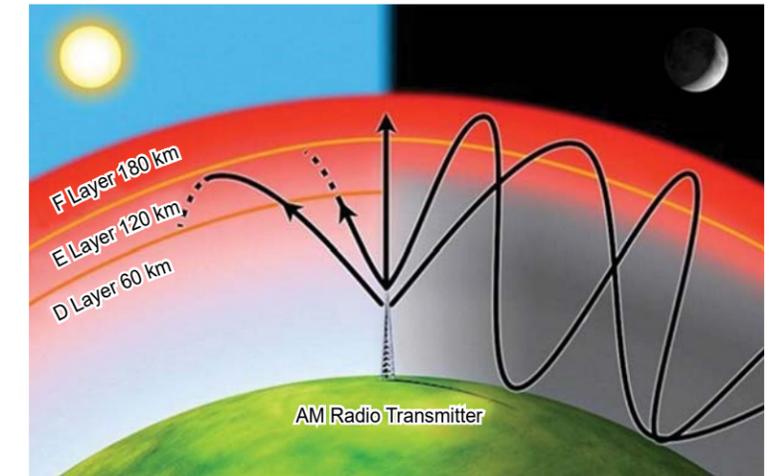
Gambar 15. Lampu infra merah



E. Berbagai Jenis Gelombang Elektromagnetik

1. Gelombang Radio

Gelombang radio adalah satu bentuk dari radiasi elektromagnetik, merupakan gelombang elektromagnetik yang pertama kali ditemukan oleh Heinrich Hertz dan digunakan oleh Marconi sebagai media komunikasi. Terbentuk ketika bunyi/audio berubah menjadi sinyal listrik dan melalui gelombang osilator (gelombang pembawa) mengalami modulasi pada frekuensi yang terdapat dalam frekuensi gelombang radio. Frekwensi gelombang radio dari AM (*amplitude modulation*) hingga FM (*frequency modulation*) berkisar antara 10^2 hingga 10^9 hertz.



sumber: lancangkuning.com

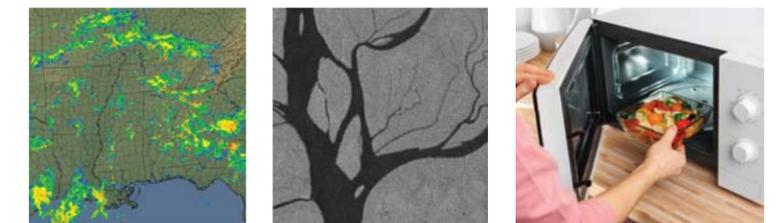
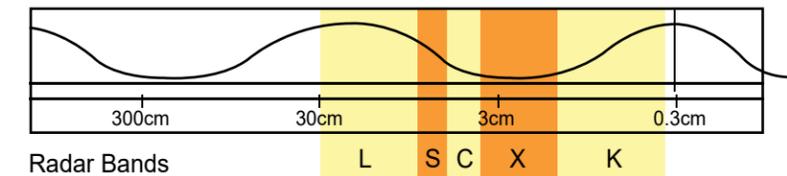
Gambar 17. Pemancar gelombang radio pada lapisan atmosfer

2. Gelombang Mikro (*Microwave*)

Gelombang Mikro (*Microwave*) merupakan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (*Super High Frequency*) yaitu di atas 3 GHz (3×10^9 Hz). Jika gelombang mikro diserap oleh sebuah benda, maka molekul dan atom pada benda tersebut akan bergetar sehingga muncul efek pemanasan. Jika makanan menyerap radiasi gelombang mikro, makanan menjadi panas dan masak dalam waktu singkat. Proses inilah yang dimanfaatkan dalam oven *microwave*.

Gelombang mikro juga dimanfaatkan sebagai Radar (*Radio Detection and Ranging*). Radar digunakan untuk mencari dan menentukan jejak suatu benda dengan gelombang mikro pada frekuensi sekitar 10^{10} Hz, atau panjang gelombang sekitar 3 cm.

Wilayah Gelombang Mikro dari Spektrum Elektromagnetik



sumber: Dr-roberto-pedro-duarte-zamorano-webpage

Gambar 18. Gelombang mikro digunakan untuk pencitraan gambar dan memasak

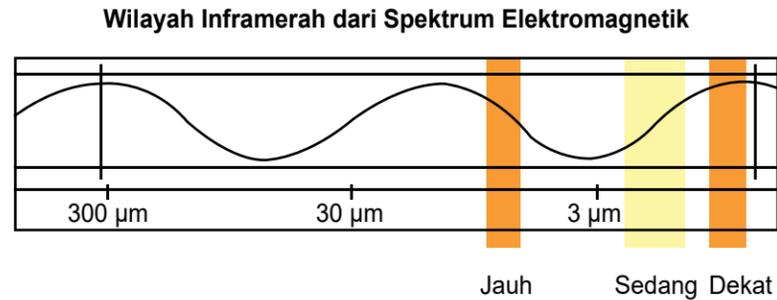
3. Gelombang Inframerah (Infra Red)

Inframerah merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari gelombang radio. Gelombang inframerah memiliki jangkauan panjang gelombang antara 1000 nm dan 1 mm. Gelombang Inframerah ditemukan secara kebetulan oleh Sir William Herschell, astronom kerajaan Inggris ketika sedang mengadakan penelitian tentang teleskop astronomi, ternyata spektrum cahaya matahari ikut teramati.

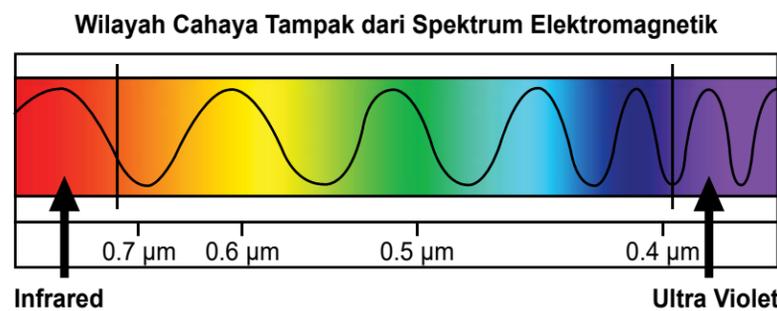
Sinar inframerah meliputi daerah frekuensi 10^{11} Hz sampai 10^{14} Hz atau daerah panjang gelombang 10^{-4} cm sampai 10^{-1} cm. Sinar inframerah dihasilkan oleh elektron dalam molekul-molekul yang bergetar dan kemungkinan terurai menjadi beberapa molekul yang berbeda karena benda dipanaskan. Jadi setiap benda panas pasti memancarkan gelombang inframerah.

4. Cahaya Tampak (merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu)

Gelombang cahaya tampak merupakan gelombang elektromagnetik yang bisa dilihat oleh indera penglihatan manusia. Gelombang cahaya tampak terdiri dari merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Panjang gelombang masing-masing ca-



Gambar 19. Gelombang inframerah untuk sensor panas dan remote control



Gambar 20. Gelombang cahaya tampak untuk pencitraan yang realistis

haya tersebut sebagai berikut.

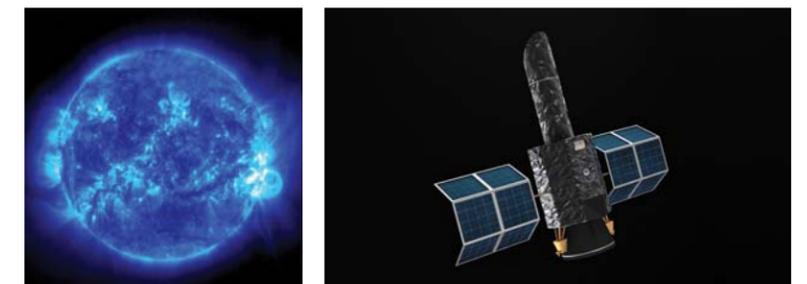
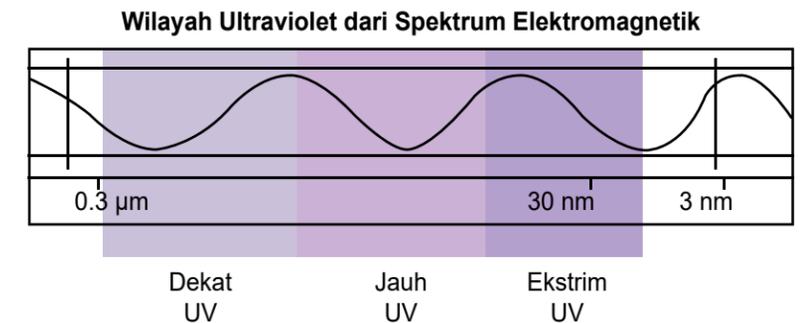
Merah memiliki panjang gelombang antara 620 – 780 nm

- Jingga → 590 – 620 nm
- Kuning → 570 – 590 nm
- Hijau → 490 – 570 nm
- Biru → 450 – 490 nm
- Nila → 420 – 450 nm
- Ungu → 380 – 420 nm

Sekedar informasi 1 nm = 1 nano meter = 10^{-9} meter

5. Gelombang Ultraviolet (Ultra ungu)

Cahaya ultra ungu sebenarnya bagian dari spektrum warna, namun indera penglihatan manusia tidak mampu melihatnya. Cahaya ultra ungu mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek dibanding warna lainnya. Hal ini menyebabkan cahaya ultra ungu mempunyai daya tembus yang jauh lebih kuat dibanding warna lainnya. Cahaya ultra ungu mampu menembus kulit manusia bahkan bisa mengubah struktur sel. Pada kadar rendah cahaya ultra ungu membantu pembentukan vitamin D, namun pada kadar tinggi bisa menimbulkan kanker kulit. Cahaya ultraungu berada pada panjang gelombang antara 3 nm hingga 380 nm.

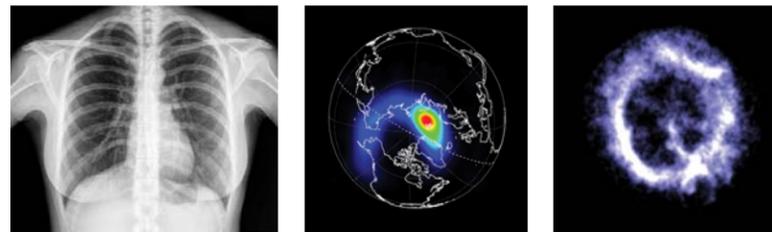
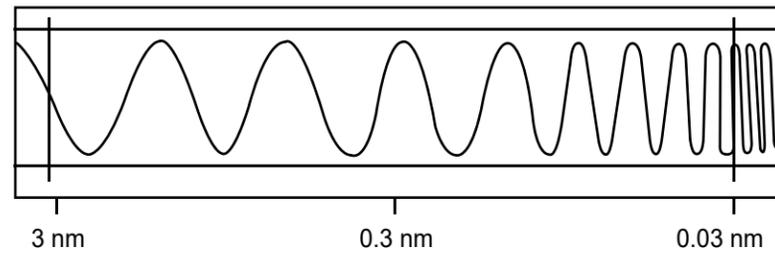


Gambar 21. Gelombang ultraviolet

6. Sinar X (X-ray)

Sinar-X mempunyai daya tembus yang luar biasa, lebih kuat daripada cahaya ultraungu. Sinar-X mampu menembus struktur lunak seperti daging dan kayu, kecuali struktur padat seperti tulang. Dengan kemampuannya menembus daging, maka struktur tulang/rangka bisa tampak pada layar film. Sinar-X ditemukan oleh Wilhelm Rontgen (1823 – 1923) pada saat melakukan percobaan hamburan elektron bertegangan tinggi. Panjang gelombang sinar-X antara 0,03 nm hingga 3 nm.

Wilayah X - Ray dari Spektrum Elektromagnetik



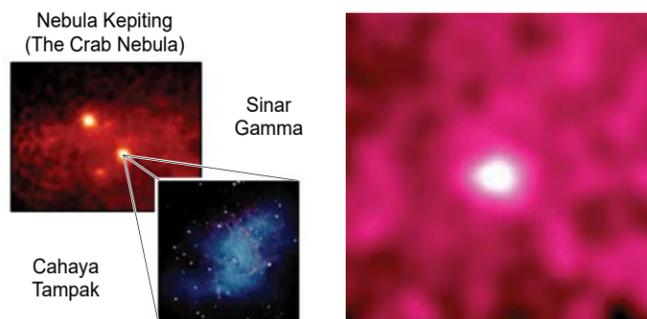
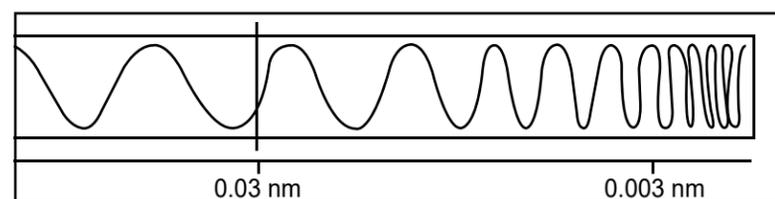
sumber: www.physicscentral.com

Gambar 22. Gelombang sinar-X pada pencitraan tubuh manusia dan permukaan bumi

7. Sinar Gamma (Gamma ray)

Gelombang sinar gamma (biasa ditulis sinar Y) merupakan gelombang elektromagnetik yang paling kuat diantara gelombang elektromagnetik lainnya. Gelombang sinar Y dapat menembus struktur padat, bahkan dapat mengubah struktur atom menjadi atom yang berbeda. Sinar Y terjadi dari suatu proses reaksi nuklir sehingga menghasilkan radiasi yang cenderung berbahaya bagi makhluk hidup. Panjang gelombang sinar Y berkisar antara 0,0003 nm hingga 0,03 nm, atau bisa ditulis sebagai 0,3 pm hingga 30 pm. (sekedar informasi 1 piko meter = 10^{-12} meter).

Wilayah Gamma Ray dari Spektrum Elektromagnetik



sumber: heasarc.gsfc.nasa.gov

Gambar 23. Gelombang sinar Y dan gambar pencitraan luar angkasa

PENUGASAN 1

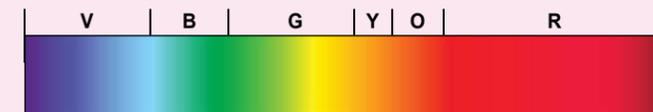
Spektrum Gelombang Elektromagnetik

1. Tujuan

Menentukan frekwensi gelombang pada spektrum warna tertentu.

2. Media

Spektrum warna dan tabel spektrum warna



Warna	Frekuensi	Panjang Gelombang
Ungu	-	380–420 nm
Nila	-	420–450 nm
Biru	-	450–495 nm
Hijau	-	495–570 nm
Kuning	-	570–590 nm
Jingga	-	590–620 nm
Merah	-	620–780 nm

3. Langkah-langkah Kegiatan

- Tentukan kecepatan cahaya c sebagai cepat rambat gelombang elektromagnetik
- Perhatikan tabel spektrum warna!
- Tentukan jangkauan frekwensi pada masing-masing warna dengan menggunakan rumus

$$c = \lambda \cdot f$$

Dimana c = kecepatan cahaya
 λ = panjang gelombang
 f = frekwensi

LATIHAN

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C atau D.

1. Bunyi merupakan gelombang mekanik dengan bentuk gelombang longitudinal, sementara cahaya merupakan gelombang elektromagnetik dengan bentuk gelombang ...
 - A. Stasioner
 - B. Dinamisioner
 - C. Transversal
 - D. Universal
2. Spektrum cahaya terdiri dari warna-warna secara berurutan sebagai berikut ...
 - A. Merah, kuning, biru, hijau, jingga, nila, ungu
 - B. Merah, biru, ungu, jingga, kuning, nila, hijau
 - C. Merah, ungu, biru, jingga, hijau, kuning, nila
 - D. Merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu
3. Perbedaan antara gelombang mekanik dengan gelombang elektromagnetik sebagai berikut ...
 - A. Berbentuk transversal
 - B. Merambat dengan $v = 3 \cdot 10^6$ M/s
 - C. Tidak membutuhkan media perantara
 - D. Arah rambat tegak lurus dengan arah getar
4. Gelombang elektromagnetik mempunyai cepat rambat sebesar ... (m/s)
 - A. $3 \cdot 10^5$
 - B. $3 \cdot 10^6$
 - C. $3 \cdot 10^7$
 - D. $3 \cdot 10^8$
5. Jika diketahui suatu sinar-X memiliki panjang gelombang 1 nm, berapa nilai frekwensinya? (1 nm = 10^{-9} m)
 - A. $3 \cdot 10^{17}$ hertz
 - B. $2 \cdot 10^{16}$ hertz
 - C. $1 \cdot 10^{15}$ hertz
 - D. $\frac{1}{2} \cdot 10^{14}$ hertz

UNIT 2

RADIASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

Pembahasan pada Unit 1 sudah dibahas tentang spektrum gelombang elektromagnetik dari spektrum cahaya hingga berlanjut pada gelombang elektromagnetik. Selanjutnya pembahasan mengenai sumber munculnya gelombang elektromagnetik. Radiasi merupakan pancaran energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Disamping radiasi cahaya, juga ada radiasi gelombang radio, dan juga radiasi sinar-X dan Y yang ikut meramaikan spektrum gelombang elektromagnetik.



A. Pengertian Radiasi Gelombang Elektromagnetik

Radiasi gelombang elektromagnetik terjadi pada pancaran cahaya matahari ke permukaan bumi. Cahaya matahari ini menghasilkan spektrum warna-warni yang menghiasi permukaan bumi. Berdasarkan Teori Maxwell yang pertama kali memperkenalkan adanya gelombang elektromagnetik, menyatakan bahwa radiasi gelombang elektromagnetik terjadi akibat adanya osilasi listrik menghasilkan medan listrik E dan medan magnet B yang

juga beresilasi, serta merambat dengan kecepatan sama dengan kecepatan cahaya, yaitu $c = 3 \cdot 10^8$ m/det (atau ditulis m/s, m = meter, s = second).

Teori Maxwell ini berhasil dibuktikan kebenarannya oleh Heinrich Hertz yang menemukan gelombang radio melalui percobaan osilasi listrik. Selanjutnya gelombang radio ini digunakan sebagai alat/media komunikasi.

Selanjutnya Wilhelm Roentgen berhasil menemukan sinar-X melalui radiasi yang ditimbulkan



sumber: www.qoo10.sg

Gambar 24. Alat ukur tes gelombang radiasi

dari hamburan elektron bertegangan tinggi pada plat katoda-anoda. Beberapa dekade kemudian radiasi sinar Y ditemukan dari proses reaksi nuklir, yaitu pembelahan inti atom.

Radiasi elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik dan medan magnet yang beresilasi dan merambat melewati ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain. Cahaya tampak adalah salah satu bentuk radiasi elektromagnetik.

Beberapa Jenis Radiasi

Radiasi adalah emisi dan perbanyakan energi dalam bentuk gelombang, sinar atau partikel. Ada tiga jenis utama radiasi:

1. Radiasi non-pengion

Ini adalah pelepasan energi dari daerah berenergi rendah dari spektrum elektromagnetik. Ini termasuk cahaya, radio, gelombang mikro, inframerah (panas), dan sinar ultraviolet.

2. Radiasi pengion

Radiasi pengion: Ini adalah radiasi dengan energi yang cukup untuk mengeluarkan elektron dari orbital atom, membentuk ion. Radiasi pengion termasuk x-ray, sinar gamma, partikel alfa, dan partikel beta.

3. Neutron

Neutron adalah partikel yang ditemukan di inti atom. Ketika mereka lepas dari nukleus, mereka memiliki energi dan bertindak sebagai radiasi.

Contoh Radiasi

Radiasi termasuk bagian dari spektrum elektromagnetik, ditambah itu termasuk pelepasan partikel. Contohnya termasuk:

1. Lilin yang menyala memancarkan radiasi dalam bentuk panas dan cahaya.
2. Matahari memancarkan radiasi dalam bentuk cahaya, panas, dan partikel.
3. Uranium-238 meluruh menjadi Thorium-234 memancarkan radiasi dalam bentuk partikel alfa.
4. Elektron jatuh dari satu keadaan energi ke keadaan energi lebih rendah memancarkan radiasi dalam bentuk foton.

B. Sumber Radiasi Gelombang Elektromagnetik

Pada pembahasan sebelumnya telah diperkenalkan berbagai alat atau benda yang berhubungan dengan radiasi gelombang elektromagnetik. Selanjutnya akan dibahas lebih dalam mengenai benda yang dapat menghasilkan radiasi gelombang elektromagnetik.

Pada unit sebelumnya sudah dibahas beberapa contoh sumber gelombang elektromagnetik di bawah ini

1. Osilasi listrik menghasilkan gelombang radio dan televisi

2. Sinar matahari menghasilkan spektrum cahaya dari infra merah, cahaya tampak hingga ultraviolet
3. Lampu infrared menghasilkan infra merah
4. Lampu merkuri menghasilkan ultra violet
5. Penembakan elektron dalam tabung hampa pada keping logam menghasilkan **sinar X**, biasa juga disebut sebagai sinar Rontgen.

Bagaimana benda-benda di atas bisa menghasilkan gelombang elektromagnetik?

Selanjutnya pembahasan lebih mendalam tentang Teori Maxwell yang memberikan kontribusi besar bagi lahirnya konsep dasar gelombang elektromagnetik.

Teori Maxwell

Teori Maxwell berusaha menghubungkan dua gaya yang berbeda secara matematis. Dua gaya tersebut adalah gaya listrik dan gaya magnet. Kedua gaya tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda satu dengan lainnya. Namun pada saat itu sudah ada beberapa hukum fisika yang berhasil mengaitkan antara listrik dengan magnet. Berikut ini dua hukum dasar yang menghubungkan gejala kelistrikan dan kemagnetan.

Pertama, arus listrik dapat menghasilkan medan magnet di sekitarnya. Ini dikenal sebagai gejala **induksi magnetik**. Penemu konsep ini adalah Oersted dan dirumuskan secara lengkap oleh Ampere. Oleh karena itu gejala induksi magnetik dikenal sebagai **Hukum Ampere**.

Michael Faraday, penemu induksi elektromagnetik

Kedua, medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu dapat menghasilkan medan listrik di sekitarnya yang mengalirkan arus listrik. Gejala ini dikenal sebagai gejala **induksi elektromagnetik**. Konsep induksi elektromagnetik ditemukan oleh Michael Faraday dan dirumuskan secara lengkap oleh Joseph Henry. Hukum induksi elektromagnetik sendiri kemudian dikenal sebagai Hukum **Faraday**.

Dari kedua hukum dasar listrik magnet di atas, James Clerk Maxwell mengajukan suatu hipotesis. Hipotesis yang dikemukakan Maxwell, yaitu bahwa jika medan magnet yang berubah terhadap waktu dapat menghasilkan medan listrik maka sebaliknya boleh jadi dapat terjadi. Dengan demikian Maxwell berhipotesis bahwa medan listrik yang berubah terhadap waktu dapat menghasilkan medan magnet juga. Hipotesis Maxwell ini kemudian menjadi hukum ketiga yang menghubungkan antara kelistrikan dan kemagnetan.



sumber: diyhomeschooler.com

Michael Faraday

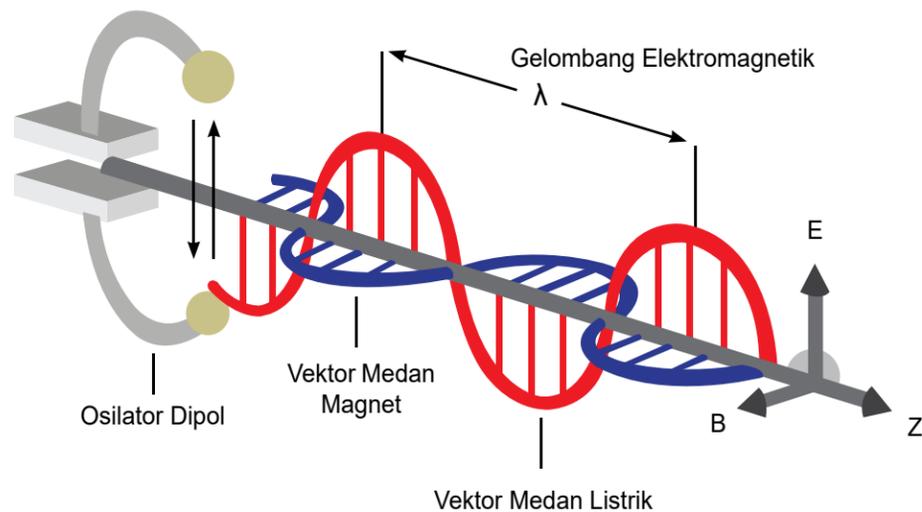
James Clerk Maxwell peletak dasar teori gelombang elektromagnetik

Jadi, prinsip ketiga adalah medan listrik yang berubah-ubah terhadap waktu dapat menghasilkan medan magnet. Prinsip ketiga ini yang dikemukakan oleh Maxwell pada dasarnya merupakan pengembangan dari rumusan hukum Ampere. Oleh karena itu, prinsip ini dikenal dengan nama **Hukum Ampere-Maxwell**.

Dari ketiga prinsip dasar kelistrikan dan kemagnetan di atas, Maxwell melihat adanya suatu pola dasar. Medan magnet yang berubah terhadap waktu dapat membangkitkan medan listrik yang juga berubah-ubah terhadap waktu, dan medan listrik yang berubah terhadap waktu juga dapat menghasilkan medan magnet.

Jika proses ini berlangsung secara kontinu maka akan dihasilkan medan magnet dan medan listrik yang berubah-ubah secara teratur membentuk suatu pola gelombang yang kontinu. Pola gelombang ini akan merambat ke segala arah. Pola gelombang semacam ini disebut **gelombang elektromagnetik** karena terdiri dari medan listrik dan medan magnet yang merambat dalam ruang.

Pada mulanya gelombang elektromagnetik masih berupa ramalan dari Maxwell yang dengan kecermatannya mampu melihat adanya pola dasar dalam kelistrikan dan kemagnetan. Namun kemudian ramalan tersebut terbukti kebenarannya dengan ditemukannya gelombang radio. Kenyataan ini menjadikan J C Maxwell dinyatakan sebagai penemu dan perumus dasar-dasar gelombang elektromagnetik.



sumber: jurnal.untan.ac.id

Gambar 25. Teori Maxwell tentang medan listrik dan medan magnet

Teori Maxwell tentang listrik dan magnet meramalkan adanya gelombang elektromagnetik. Beberapa kaidah hukum tentang kemagnetan dan kelistrikan yang mendukung perkembangan konsep gelombang elektromagnetik antara lain:

1. Hukum Coulomb menyatakan : “Muatan listrik statik dapat menghasilkan medan listrik.”.
2. Hukum Biot-Savart menyatakan : “Aliran muatan listrik (arus listrik) dapat menghasilkan medan magnet”.
3. Hukum Faraday menyatakan : “Perubahan medan magnet dapat menghasilkan medan listrik”.

Berdasarkan Hukum Faraday, Maxwell mengemukakan hipotesa sebagai berikut: “Perubahan medan listrik dapat menimbulkan medan magnet yang nilainya juga berubah-ubah. Sementara perubahan medan magnet juga menimbulkan medan listrik yang nilainya berubah-ubah. Jika perubahan tersebut bersifat naik-turun dan periodik, maka akan menghasilkan pola gelombang yang merambat. Gelombang ini disebut gelombang elektromagnetik”. Hipotesa ini sudah teruji dan disebut dengan Teori Maxwell. Inti Teori Maxwell mengenai gelombang elektromagnetik adalah:

1. Perubahan medan listrik dapat menghasilkan medan magnet. Begitu juga sebaliknya. Perubahan medan listrik dan medan magnet yang naik-turun secara harmonis menghasilkan pola gelombang yang merambat.
2. Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik. Cepat rambat gelombang elektromagnetik (c) tergantung dari permitivitas (ε) dan permeabilitas (μ) zat.

Menurut Maxwell, kecepatan rambat gelombang elektromagnetik dirumuskan sebagai berikut

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \cdot \mu_0}}$$

- dengan: c = laju perambatan gelombang elektromagnetik dalam ruang hampa
ε = permitivitas ruang hampa ($4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2/\text{C}^2$)
μ = permeabilitas medium ($8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$)

Dari rumus di atas ternyata kecepatan perambatan gelombang elektromagnetik bergantung pada permitivitas listrik dan permeabilitas magnetik pada media perantara. Walaupun gelombang elektromagnetik tidak membutuhkan media perantara, namun jenis media perantara dapat mempengaruhi perambatannya. Secara umum persamaan kecepatan perambatan gelombang elektromagnetik untuk berbagai medium adalah:

$$c =$$

- dengan: c = laju perambatan dalam medium
ε = permitivitas medium
μ = permeabilitas medium

Contoh Soal

Gelombang elektromagnetik dalam suatu medium memiliki kelajuan $2,9 \times 10^8$ m/s. Jika permitivitas medium $12,56 \times 10^{-7}$ wb/Am, tentukanlah permeabilitas medium tersebut.

Jawaban:

Diketahui: $c = 2,9 \times 10^8$ m/s,

$\epsilon = 12,56 \times 10^{-7}$ wb/Am.

Dengan menggunakan Persamaan Maxwell, diperoleh:

Penyelesaian:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}}$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{c^2 \epsilon}}$$

$$\mu = \frac{1}{(2,9 \times 10^8)^2 (12,56 \times 10^{-7})}$$

$$\mu = 9,467 \cdot 10^{-12} \text{ Wb/Am}$$

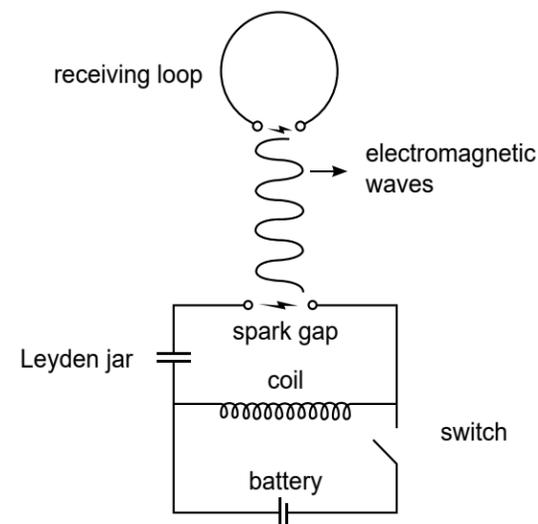
Ternyata perubahan medan listrik menimbulkan medan magnet yang tidak tetap besarnya atau berubah-ubah. Sehingga perubahan medan magnet tersebut akan menghasilkan lagi medan listrik yang berubah-ubah. Perubahan tersebut terjadi secara teratur naik-turun mengikuti pola gelombang dengan periode tertentu

Karena rambatan perubahan medan magnet dan medan listrik secara periodik maka rambatan perubahan medan listrik dan medan magnet lazim disebut gelombang elektromagnetik. (GEM)

Percobaan Hertz Tentang Gelombang Elektromagnetik

Heinrich Hertz adalah orang yang pertama kali menguji hipotesis Maxwell mengenai gelombang elektromagnetik. Eksperimen Hertz telah membuktikan kebenaran hipotesis Maxwell. Maka akhirnya nama beliau ditetapkan sebagai satuan frekuensi dalam SI yaitu hertz (Hz).

Melalui eksperimennya ini Hertz berhasil membangkitkan gelombang elektromagnetik dan terdeteksi oleh bagian penerimanya. Eksperimen ini berhasil membuktikan bahwa gelombang elektromagnetik yang awalnya hanya berupa rumusan teoritis dari Maxwell, benar-benar ada sekaligus mengukuhkan kebenaran Teori Maxwell.



sumber: physics.stackexchange.com

Gambar 26. Skema osilasi listrik pada eksperimen Hertz

Sifat-sifat gelombang elektromagnetik

1. Gelombang elektromagnetik dapat merambat dalam ruang tanpa medium (Ruang Hampa)
2. Merupakan gelombang transversal
3. Dapat mengalami pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi), perpaduan (interferensi), pembelenturan (difraksi), pengutuban (polarisasi)

Setelah kita membahas pengertian, dan sumber radiasi, kita juga perlu melihat dari sisi pemanfaatannya.

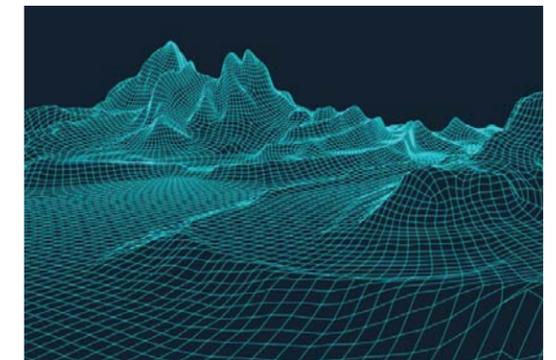


C. Manfaat Radiasi Gelombang Elektromagnetik

Selain memiliki dampak yang buruk radiasi elektromagnetik juga memiliki manfaat yang sangat membantu kehidupan manusia.

1. Gelombang Radio

- Komunikasi radio
- Penelitian luar angkasa
- Radar (*Radio Detection and Ranging*) berguna untuk mempelajari pola cuaca, badai, membuat peta 3D permukaan bumi, mengukur curah hujan, dan memonitor lingkungan.



sumber: modernmilitarytraining.com

Gambar 27. Citra permukaan bumi 3D dengan menggunakan Radar

2. Gelombang Micro

- Pemanas microwave
- Komunikasi radar

3. Gelombang Inframerah

- Remote control
- Alarm pencuri
- Terapi fisik

4. Cahaya Tampak

- Membantu penglihatan mata
- Sumber energi

5. Sinar Ultraviolet

- Keaslian uang dan tanda tangan di bank
- Fotosintesis tumbuhan yang mengubah karbon dioksida dan air menjadi makanan berwujud glukosa dan oksigen
- Pembentukan vitamin D



sumber: pintarpandai.com

Gambar 28. Citra suhu tubuh manusia dengan menggunakan inframerah



sumber: environment-indonesia.com

Gambar 29. Cahaya sebagai sumber energi



sumber: uangindonesia.com

Gambar 30. Ultraviolet mendeteksi keaslian uang

6. Sinar X

- Memeriksa barang di bandara
- Analisis struktur bahan
- Memotret organ tubuh membantu diagnosis kedokteran

7. Sinar Gamma

- Terapi kanker
- Sterilisasi makanan
- Pembuatan varietas tanaman unggul
- Mengurangi populasi hama

Setelah kita membahas tentang manfaat radiasi gelombang elektromagnetik, selanjutnya membahas tentang dampak negatifnya.

D. Bahaya Radiasi Gelombang Elektromagnetik

Sudah banyak hasil penelitian yang membahas tentang bahaya radiasi gelombang elektromagnetik. Berbagai alat elektronik di sekitar kita memancarkan radiasi elektromagnetik. Beberapa bahaya yang ditimbulkan radiasi elektromagnetik antara lain

- Merusak mata
- Kerusakan jaringan tubuh
- Memicu kanker



sumber: www.alamy.com

Gambar 31. Mesin sinar-X mendeteksi bagasi penumpang di bandara



sumber: sehatq.com

Gambar 32. Terapi sinar Y untuk mengobati kanker otak

Mari kita bahas satu persatu bahaya radiasi tersebut yang ada di berbagai alat di lingkungan kehidupan kita:

1. Laptop

Perangkat ini ternyata selain memberi manfaat yang sangat banyak juga berbahaya untuk kesehatan kita. Perangkat laptop masa kini sebagian besar menggunakan layar monitor LED (*light emitting diode*) yang menghasilkan radiasi cahaya secara langsung ke indera penglihatan.

• Merusak mata

Radiasi pada layar laptop mempunyai intensitas yang tinggi sehingga saraf mata terpaksa menerima energi yang berlebihan yang dapat menurunkan kapabilitasnya. Saraf bisa rusak sehingga indera penglihatan menurun kemampuannya

• Gangguan pada otak

Gangguan pada saraf mata terhubung langsung ke otak sehingga menimbulkan penurunan fungsi otak.

• Gangguan pada tulang punggung

Posisi duduk yang tidak sempurna pada saat mengamati laptop dapat menimbulkan ruas-ruas pada tulang punggung bergeser tidak pada posisi yang seharusnya.

2. Handphone (HP)

Berdasarkan beberapa penelitian tentang bahaya radiasi elektromagnetik dari HP atau telepon seluler (ponsel). Ternyata terdapat beberapa akibat yang merugikan bagi manusia.

• Mengganggu ingatan manusia

Pada saat melakukan kontak telpon, maka HP akan bekerja maksimal dalam mencari sinyal yang menyebabkan bagian telinga dan sekitarnya terpapar radiasi terus menerus. Jadi hindari sering menelpon dalam waktu lama. Gunakan *headset* atau *loudspeaker* agar HP tidak begitu dekat dengan telinga.

• Menyebabkan kanker otak

Penggunaan ponsel jangka waktu lama dan kontinu dapat menyebabkan



sumber: jayjun.co.id

Gambar 34. Layar laptop menghasilkan radiasi cahaya langsung ke indera penglihatan



sumber: tribunnews.com

Gambar 35. Radiasi ponsel hampir setara dengan gelombang mikro yang bisa mengubah struktur sel.

kanker otak. Radiasi HP atau ponsel hampir setara dengan gelombang mikro yang bisa mengubah struktur sel. Jadi hindari menggunakan ponsel dalam jangka waktu lama dan terus-menerus.

3. Komputer

Perangkat komputer yang sering kita gunakan bisa menyebabkan berbagai penyakit sebagai berikut. Pada umumnya layar monitor komputer masih menggunakan LCD (*liquid crystal display*) yang lebih aman daripada LED (*light emitting diode*).



sumber: shopify.com

Gambar 36. Pancaran radiasi pada layar pada komputer dapat mempengaruhi saraf mata

- **Rabun mata**

Pancaran radiasi spektrum gelombang elektromagnetik dengan intensitas tinggi dari layar komputer dapat mempengaruhi saraf mata yang berdampak pada penurunan daya lihat.

- **Katarak**

Katarak merupakan penyakit mata akibat adanya sejenis zat sisa protein yang menumpuk pada lapisan lensa mata. Katarak bisa diakibatkan dari gelombang ultraviolet yang terpancar dari layar komputer.

- **Epilepsi**

Epilepsi merupakan sejenis penyakit akibat gangguan sistem saraf pusat pada otak. Penyakit epilepsi bisa dipicu oleh adanya kilatan radiasi cahaya dari layar komputer.

Kita dapat mengurangi atau mencegah dampak tersebut dengan cara, sebagai berikut:

- Istirahat selama 5 menit untuk melihat lingkungan luar seperti pohon hijau atau objek yang jarak pandangnya cukup jauh setelah beraktivitas di depan computer selama 50 menit.
- Hasil penelitian menunjukkan bahwa layar monitor LED lebih merusak mata dibanding LCD, karena LED menghasilkan radiasi gelombang cahaya secara langsung, sementara pada LCD cahaya dipancarkan melalui kristal cair.
- Atur jarak pandang dengan monitor sekurang kurangnya 40-60 cm

4. Televisi

Tanpa kita sadari ternyata televisi juga memiliki dampak yang tidak baik bagi kesehatan. Radiasi gelombang elektromagnetik berupa spektrum cahaya dapat merusak indera penglihatan manusia. Apalagi televisi yang ada sekarang memiliki layar monitor LED (*light emitting diode*) yang menghasilkan radiasi gelombang cahaya dengan intensitas cukup tinggi. Oleh karena itu jaga jarak aman minimal sekitar 2 m dari layar monitor.

PENUGASAN 2

Radiasi Gelombang Elektromagnetik

1. Tujuan

Menentukan sumber radiasi gelombang elektromagnetik, manfaat dan kerugian yang ditimbulkannya.

2. Media

- Berbagai benda di sekitar yang memancarkan gelombang elektromagnetik, seperti matahari.
- Tabel sumber radiasi gelombang elektromagnetik

Tabel Sumber Radiasi

No	Sumber GEM*	Manfaat	Kerugian
1	Matahari	Sumber energi panas dan cahaya	-
2			
3			
4			
5			
6			

*GEM = Gelombang elektromagnetik

3. Langkah-langkah Kegiatan

- Mendata berbagai benda yang menghasilkan GEM, seperti matahari, lampu, televisi, layar laptop, telpon seluler (ponsel), dan lainnya.
- Menentukan manfaat dan kerugiannya.
- Mengumpulkan data/informasi dan memasukkannya ke dalam tabel di atas.
- Membuat kesimpulan secara umum tentang sumber radiasi gelombang elektromagnetik, manfaat dan dampak negatif bagi manusia

LATIHAN

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C atau D.

1. Radiasi cahaya yang menerpa permukaan bumi berasal dari sumber energi yaitu ...
 - A. Api unggun
 - B. Matahari
 - C. Kompor
 - D. Lampu
2. Berdasarkan Teori Maxwell, radiasi gelombang elektromagnetik berasal dari ...
 - A. Osilasi listrik yang menghasilkan medan listrik e dan medan magnet b yang nilainya selalu berubah secara teratur
 - B. Cahaya putih yang merambat melalui prisma sehingga menghasilkan spektrum cahaya warna-warni
 - C. Elektron yang bergerak akibat adanya beda potensial antara katoda dan anoda
 - D. Peluruhan inti atom menghasilkan partikel alfa, beta, dan gamma.
3. Radiasi gelombang elektromagnetik banyak memberikan manfaat bagi manusia, antara lain ...
 - A. Sebagai pesawat sederhana yang memudahkan pekerjaan manusia
 - B. Sebagai alat transportasi yang memudahkan manusia berpergian
 - C. Sebagai alat komunikasi yang memudahkan manusia berinteraksi sosial
 - D. Sebagai alat penerjemah dari beberapa bahasa asing ke dalam bahasa lokal
4. Radiasi gelombang elektromagnetik juga memberikan dampak negatif bagi manusia, antara lain ...
 - A. Menimbulkan pemanasan global yang menyebabkan kenaikan permukaan air laut
 - B. Menimbulkan kerusakan ozon yang menyebabkan lubang pada lapisan atmosfer
 - C. Menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia
 - D. Menimbulkan tsunami pada daerah pantai
5. Secara umum radiasi gelombang elektromagnetik terjadi akibat partikel berikut ini yang selalu mengalami pergerakan atau perubahan dalam struktur atom yaitu ...
 - A. Elektron
 - B. Proton
 - C. Neutron
 - D. Deuteron

RANGKUMAN

1. Spektrum gelombang pertama kali ditemukan sebagai spektrum cahaya pelangi oleh Isaac Newton. Spektrum cahaya terdiri dari warna-warni yang tampak oleh indera penglihatan manusia secara berurutan dari merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu.
2. Disamping cahaya tampak, ada juga cahaya yang tidak tampak oleh indera penglihatan manusia yaitu sinar inframerah dan ultraungu.
3. Berdasarkan Teori Maxwell, terdapat gelombang yang dihasilkan dari perubahan medan listrik E dan medan magnet B di sekitarnya, yang merambat dengan kecepatan $3 \cdot 10^8$ m/det. Gelombang ini disebut sebagai gelombang elektromagnetik. Kecepatan gelombang elektromagnetik ini sama dengan kecepatan cahaya, oleh karena itu cahaya merupakan salah satu gelombang elektromagnetik.
4. Heinrich Hertz berhasil menemukan salah satu gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang radio. Gelombang radio digunakan sebagai alat/media komunikasi, seperti radio dan televisi, termasuk juga ponsel (telpon seluler).
5. Selanjutnya ditemukan juga gelombang elektromagnetik lainnya, seperti sinar-X dan sinar gamma (biasa ditulis sinar γ). Sinar-X ditemukan oleh Wilhelm Rontgen, berada pada daerah panjang gelombang yang sangat pendek dan berfrekuensi sangat tinggi, sehingga mempunyai daya tembus yang luar biasa.
6. Selanjutnya sinar γ dihasilkan dari reaksi nuklir (proses penggabungan atau pembelahan pada inti atom). Sinar γ mempunyai daya tembus yang lebih kuat daripada sinar-X.
7. Radiasi gelombang elektromagnetik, pertama kali diramalkan melalui Teori Maxwell mengenai gelombang yang terdiri dari medan magnet B dan medan listrik E yang keduanya saling tegak lurus dan bergetar, serta merambat dengan kecepatan cahaya $c = 3 \cdot 10^8$ m/det.
8. Radiasi gelombang elektromagnetik terjadi karena adanya osilasi listrik menghasilkan medan listrik E yang mengalami perubahan nilai secara periodik sehingga menghasilkan medan magnet B di sekitarnya yang juga berubah-ubah nilainya.
9. Radiasi gelombang elektromagnetik memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, antara lain sebagai cahaya yang memberikan penerangan, memberikan/menyalurkan panas bagi kehidupan makhluk hidup, membantu proses fotosintesis bagi tumbuhan, sebagai alat komunikasi jarak jauh, sebagai alat sensor/detektor dan lainnya
10. Radiasi gelombang elektromagnetik juga bisa memberikan dampak negatif terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya, seperti kerusakan pada mata, gangguan pada metabolisme tubuh, bahkan merusak struktur sel kehidupan.
11. Radiasi gelombang elektromagnetik terjadi karena partikel bermuatan seperti elektron bergerak atau berpindah posisi antara atom atau di dalam struktur atom. Radiasi gelombang radio terjadi karena elektron yang bergerak di antara beda potensial yang berubah-ubah. Radiasi cahaya terjadi karena elektron yang berpindah posisi pada tingkat energi yang berbeda pada atom. Radiasi sinar-X terjadi karena elektron berkecepatan tinggi mendekati inti atom sehingga mengalami perlambatan. Radiasi sinar γ terjadi karena elektron melebur pada inti atom.



Kunci Jawaban dan Penilaian

Unit 1: Latihan

1. Cahaya merupakan merupakan gelombang elektromagnetik dengan bentuk gelombang transversal

Jawaban: C

2. Spektrum cahaya merupakan warna-warni pelangi secara berurutan merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu.

Jawaban: D

3. Perbedaan antara gelombang mekanik dengan gelombang elektromagnetik adalah gelombang mekanik membutuhkan medium untuk merambat, sementara gelombang elektromagnetik tidak membutuhkan medium atau media perantara.

Jawaban: C

4. Gelombang elektromagnetik mempunyai cepat rambat sebesar $3 \cdot 10^8$ m/det.

Jawaban: D

5. Jika diketahui suatu sinar-X mempunyai panjang gelombang 1 nm, berapa frekwensinya? (1 nm = 10^{-9} m)

Diketahui : Panjang gelombang $\lambda = 10^{-9}$ m
 Cepat rambat $c = 3 \cdot 10^8$ m/det
 Ditanya : frekwensi f?

Jawab : $f = c/\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{10^{-9}} = 3 \cdot 10^{17}$ hertz

Jawaban : A

Unit 2: Latihan

1. Radiasi cahaya yang menerpa permukaan bumi berasal dari sumber energi yaitu matahari sebagai sumber segala sumber energi

Jawaban : B

2. Berdasarkan teori Maxwell, radiasi gelombang elektromagnetik berasal dari osilasi listrik yang menghasilkan medan listrik E dan medan magnet B yang nilainya selalu berubah secara teratur.

Jawaban : A

3. Radiasi gelombang elektromagnetik banyak memberikan manfaat bagi kehidupan antara lain sebagai alat komunikasi yang mampu menghubungkan antara manusia secara jarak jauh bahkan bisa melalui lintas pulau dan benua dalam tempo sangat singkat.

Jawaban : C

4. Radiasi gelombang elektromagnetik memberikan dampak negatif bagi manusia antara lain menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia, seperti gangguan pada indera penglihatan, daya ingat, dan jaringan tubuh lainnya.

Jawaban : C

5. Secara umum radiasi gelombang elektromagnetik terjadi karena pergerakan partikel bermuatan elektron pada struktur atom.

Jawaban : A

Penilaian

Penilaian secara skoring dengan menghitung jumlah jawaban benar dibagi jumlah soal sebagai berikut:

$$\text{nilai} = \frac{\text{JJB}}{\text{JS}} \times 100$$

JJB = jumlah jawaban benar, JS = jumlah soal

KRITERIA PINDAH MODUL

Jika ada soal latihan yang sulit untuk dijawab, atau Anda tidak begitu yakin dengan jawaban Anda, diskusikan dengan teman atau Tutor mengenai rencana selanjutnya

Jika Anda bisa menjawab minimal 70% dari soal di atas, maka Anda telah menyelesaikan pembahasan pada modul ini secara memuaskan. Walaupun begitu tetap disarankan agar membaca ulang modul ini untuk mempertajam kemampuan Anda



Saran Referensi

1. <https://www.amongguru.com/pengertian-gelombang-transversal-rumus-dan-contoh-soalnya/>
2. <https://blog.ruangguru.com/pengertian-dan-rumus-gelombang-elektromagnetik>
3. <https://www.sridianti.com/pengertian-dan-contoh-radiasi.html>
4. Handayani dan A. Damari. 2009. Fisika 3 : Untuk SMA/MA Kelas XII. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
5. <https://iksan35.wordpress.com/fisika-xi2/gelombang-elektromagnetik/>
6. Suharyanto, Karyono dan D. S. Palupi. 2009. Fisika : untuk SMA dan MA Kelas XII. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta..



Daftar Pustaka

- Direktorat Pendidikan Kesetaraan Kementerian Pendidikan dan Ke-budayaan, 2017, "Silabus Mata Pelajaran Fisika Pendidikan Kesetaraan paket C setara SMA", Jakarta.
- Kanginan Marthen, 2017, "Fisika untuk kelas XII", Surabaya, PT Erlangga
- Ketut Kamajaya; Wawan Purnawan, 2016 "Aktif dan Kreatif belajar fisika untuk SMA/MA kelas XII,Bandung, PT Grapindo Media Pratama.
- Nogrohu Arisprasetyo; Indarti;Syifa Naila Helmiyah, 2016, Fisika untuk SMA/MA kelas XII, Surakarta, CV Mediatama.
- Kamajaya, 2017 "Cerdas Belajar Fisika Kelas XII untuk SMA/MA", Bandung, PT Grapindo Media Pratama.
- https://bsd.pendidikan.id/data/SMA_12/Panduan_Pembelajaran_Fisika_Kelas_12_Suparmo_Tri_Widodo_2009.pdf



Profil Penulis