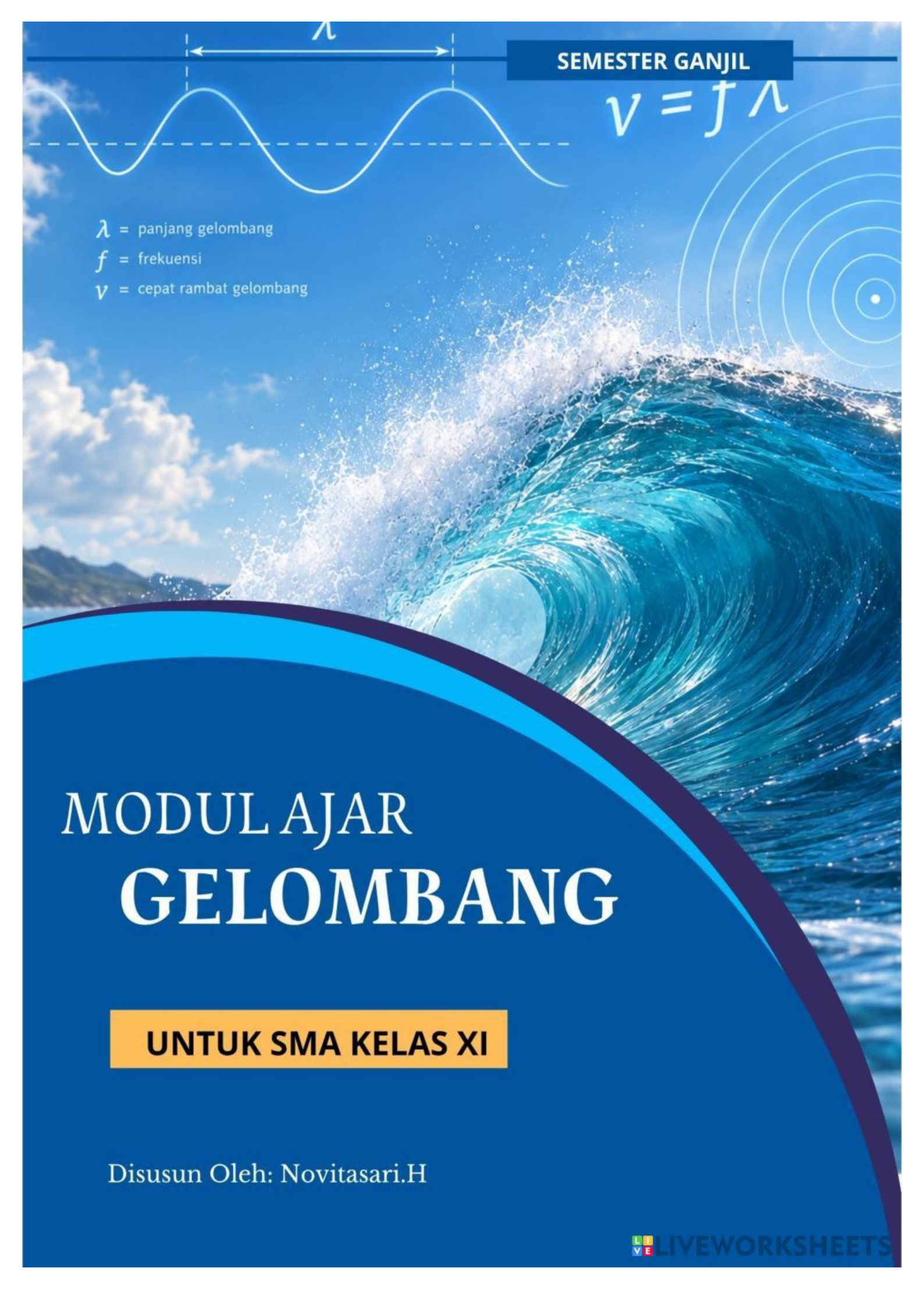




SEMESTER GANJIL

$$v = f \lambda$$

λ = panjang gelombang

f = frekuensi

v = cepat rambat gelombang

MODUL AJAR GELOMBANG

UNTUK SMA KELAS XI

Disusun Oleh: Novitasari.H

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN MENDALAM (RPPM)

Mata Pelajaran Fisika-Gelombang

Identitas Umum	Satuan Pendidikan : SMA/MA Mata Pelajaran : Fisika Kelas : XI Materi Pokok : Gelombang Submateri : Pengertian dan karakteristik gelombang, jenis-jenis gelombang, besaran gelombang, gejala gelombang, gelombang bunyi, dan gelombang elektromagnetik Alokasi Waktu : 6×45 Menit Metode : Pengamatan, diskusi, eksperimen atau simulasi, tanya jawab, pengolahan data, presentasi, dan refleksi
Capaian Pembelajaran	Peserta didik mampu memahami gejala gelombang dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
Tujuan Pembelajaran	Setelah mempelajari materi Gelombang, peserta didik mampu: • Menjelaskan pengertian, karakteristik, dan jenis-jenis gelombang berdasarkan medium dan arah getarnya. • Menentukan besaran-besaran gelombang serta hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, periode, dan cepat rambat gelombang. • Menganalisis berbagai gejala gelombang, meliputi pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi, polarisasi, dan dispersi. • Menjelaskan karakteristik dan penerapan gelombang bunyi serta gelombang elektromagnetik. • Menganalisis penerapan gejala gelombang dalam teknologi dan kehidupan sehari-hari.

A. Gelombang

1. Pengertian Gelombang



Pernahkah kamu melihat ombak bergerak menuju pantai?, mendengar suara teman dari kejauhan?, atau melihat riak air ketika sebuah batu diatuhkan ke dalam kolam?

Peristiwa tersebut merupakan contoh gelombang yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.

Gelombang adalah getaran yang merambat dari satu tempat ke tempat lain dengan membawa energi. Dalam proses perambatannya, gelombang tidak selalu memindahkan materi secara keseluruhan, melainkan memindahkan energi melalui medium atau ruang.

Sebagai contoh, ketika tali digetarkan, bentuk gelombang merambat sepanjang tali. Namun, bagian-bagian tali hanya bergerak naik dan turun di sekitar posisi keseimbangannya.



Gambar 1. Gelombang pada tali yang menunjukkan arah rambat energi dan gerakan naik-turun tali

2. Karakteristik Gelombang

Gelombang memiliki beberapa karakteristik utama, yaitu:

- 1) Berasal dari suatu sumber getaran.
- 2) Merambat dari satu tempat ke tempat lain.
- 3) Membawa energi.
- 4) Memiliki arah rambat.
- 5) Memiliki besaran seperti amplitudo, panjang gelombang, frekuensi, dan periode.
- 6) Dapat mengalami pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi, dan gejala gelombang lainnya.

3. Jenis Gelombang Berdasarkan Medium Perambatan

a. Gelombang Mekanik

Gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan medium untuk merambat.

Contoh:

- Gelombang bunyi
- Gelombang air
- Gelombang pada tali
- Gelombang pada pegas

Gelombang mekanik tidak dapat merambat di ruang hampa karena tidak terdapat medium yang dapat bergetar.

b. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat tanpa memerlukan medium.

Contoh:

- Cahaya tampak
- Sinar ultraviolet
- Gelombang radio
- Sinar-X
- Gelombang mikro
- Sinar gamma
- Gelombang inframerah

Gelombang elektromagnetik dapat merambat di ruang hampa, misalnya cahaya Matahari yang sampai ke Bumi.

Perbandingan gelombang mekanik dan elektromagnetik

Gelombang Mekanik			Gelombang Elektromagnetik		
Gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan medium untuk merambat.			Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat.		
Contoh gelombang mekanik			Contoh gelombang elektromagnetik		
					
Aspek	Gelombang Mekanik	Gelombang Elektromagnetik			
Medium	Memerlukan medium (padat, cair, atau gas).	Tidak memerlukan medium (dapat merambat di ruang hampa).			
Jenis getaran	Getaran partikel medium.	Getaran medan listrik dan medan magnet.			
Kecepatan rambat	Bervariasi, tergantung medium (contoh: suara di udara ≈ 340 m/s).	Sangat cepat, sekitar 3×10^8 m/s (di ruang hampa).			
Contoh	Gelombang air, gelombang tali, gelombang bunyi.	Gelombang radio, mikro, inframerah, cahaya, ultraviolet, sinar-X, sinar gamma.			
Energi	Membawa energi melalui getaran partikel medium.	Membawa energi melalui medan listrik dan medan magnet.			

Gambar 2. Perbandingan gelombang mekanik dan elektromagnetik

Gelombang Mekanik	Gelombang Elektromagnetik
Memerlukan medium	Tidak memerlukan medium
Tidak dapat merambat di ruang hampa	Dapat merambat di ruang hampa
Contoh: bunyi dan gelombang air	Contoh: cahaya dan gelombang radio

4. Jenis Gelombang Berdasarkan Arah Getar

a. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah rambatnya.

Contoh: Gelombang Cahaya



Gambar 3. Gelombang transversal pada cahaya dengan label arah getar, arah rambat, puncak, dan lembah

Pada gelombang transversal terdapat bagian:

- Puncak yaitu titik tertinggi gelombang
- Lembah yaitu titik terendah gelombang

b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambatnya.

Contoh: Gelombang pada pegas atau slinky



Gambar 4. Pegas atau slinky yang menunjukkan rapatan, renggangan, arah getar, dan arah rambat

Pada gelombang longitudinal terdapat:

- Rapatan yaitu bagian medium yang partikelnya lebih berdekatan
- Renggangan yaitu bagian medium yang partikelnya lebih berjauhan

5. Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner

a. Gelombang Berjalan

Gelombang berjalan adalah gelombang yang merambat dari satu tempat ke tempat lain dan membawa energi sepanjang arah rambatnya.

Pada gelombang berjalan, setiap titik pada medium bergetar secara bergantian ketika gelombang melewatinya. Energi berpindah mengikuti arah rambat gelombang, sedangkan medium hanya bergetar di sekitar posisi keseimbangannya.

Contoh gelombang berjalan dalam kehidupan sehari-hari:

- Gelombang pada tali yang digetarkan
- Gelombang pada permukaan laut
- Gelombang bunyi yang merambat melalui udara
- Gelombang air yang merambat menuju tepi kolam

b. Gelombang Stasioner

Gelombang stasioner adalah gelombang yang terbentuk akibat perpaduan dua gelombang yang memiliki frekuensi dan amplitudo sama, tetapi merambat berlawanan arah.

Gelombang stasioner memiliki:

- Simpul
Simpul adalah titik pada gelombang stasioner yang memiliki amplitudo nol sehingga tampak selalu diam.
- Perut
Perut adalah titik pada gelombang stasioner yang memiliki amplitudo maksimum sehingga bergetar paling besar.

Contoh Gelombang Stasioner:

- Senar gitar yang dipetik
- Tali yang kedua ujungnya terikat dan digetarkan
- Dawai biola yang digetarkan



Gambar 5. Perbandingan gelombang berjalan dan gelombang stasioner

Aspek	Gelombang Berjalan	Gelombang Stasioner
Pengertian	Gelombang yang merambat dari satu tempat ke tempat lain sambil membawa energi	Gelombang yang terbentuk dari perpaduan dua gelombang yang merambat berlawanan arah
Pola gelombang	Berpindah sepanjang medium	Tampak tetap pada posisi tertentu
Arah rambat	Memiliki arah rambat	Terbentuk dari dua arah rambat yang berlawanan
Simpul dan perut	Tidak menjadi ciri khusus	Memiliki simpul dan perut
Perpindahan energi	Energi merambat sepanjang medium	Tidak terjadi perpindahan energi bersih dalam pola ideal
Contoh	Gelombang pada tali dan permukaan air	Senar gitar dan tali dengan ujung terikat



Aktivitas Sederhana:

Mengamati Gelombang pada Tali

Alat dan Bahan

- Seutas tali
- Dua orang peserta didik
- Ruang yang cukup luas

Langkah Kerja

1. Pegang salah satu ujung tali
2. Mintalah teman memegang ujung tali yang lain
3. Gerakkan salah satu ujung tali ke atas dan ke bawah
4. Amati bentuk gelombang yang merambat sepanjang tali
5. Diskusikan arah getar tali dan arah rambat gelombang

Pertanyaan

1. Ke arah mana tali bergetar?
2. Ke arah mana gelombang merambat?
3. Apakah tali berpindah seluruhnya mengikuti gelombang?
4. Energi apa yang berpindah dalam percobaan tersebut?

B. Besaran-Besaran Gelombang

Untuk mempelajari gelombang secara kuantitatif, kita perlu memahami beberapa besaran yang berkaitan dengan gelombang.

1. Amplitudo

Amplitudo adalah simpangan maksimum suatu titik yang bergetar dari posisi keseimbangannya. Amplitudo dilambangkan dengan A dan memiliki satuan meter (m).

Semakin besar amplitudo, semakin besar energi yang dapat dibawa oleh gelombang dalam kondisi tertentu.

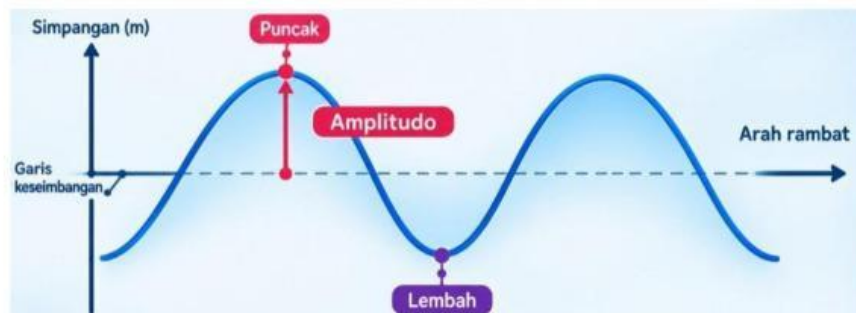
2. Panjang Gelombang

Panjang gelombang adalah jarak antara dua titik berurutan yang memiliki fase sama.

Pada gelombang transversal, panjang gelombang dapat diukur dari:

- Puncak ke puncak berikutnya
- Lembah ke lembah berikutnya

Panjang gelombang dilambangkan dengan λ dan memiliki satuan meter (m).



Gambar 6. Gelombang sinus dengan penanda amplitudo dan panjang gelombang

3. Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya getaran yang terjadi setiap detik.

Frekuensi dilambangkan dengan f dan memiliki satuan hertz (Hz)

$$f = \frac{n}{t}$$

Keterangan:

- f = frekuensi (Hz)
- n = jumlah getaran
- t = waktu (s)

4. Periode

Periode adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran lengkap.

Periode dilambangkan dengan T dan memiliki satuan sekon.

Hubungan antara periode dan frekuensi adalah:

$$T = \frac{1}{f} \text{ atau } f = \frac{1}{T}$$

5. Cepat Rambat Gelombang

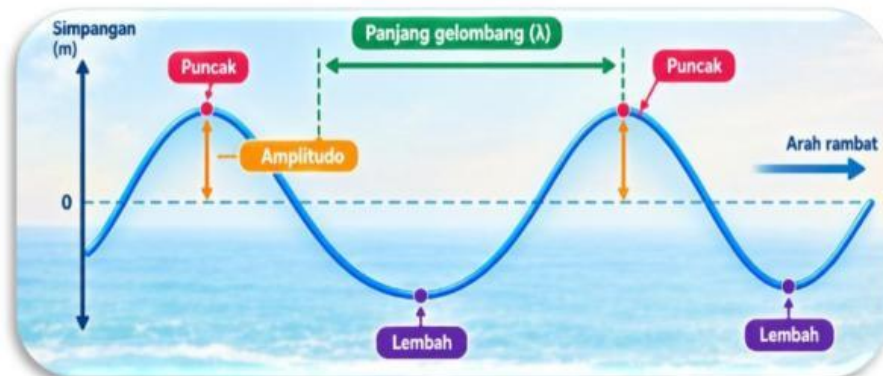
Cepat rambat gelombang adalah jarak yang ditempuh gelombang setiap satuan waktu.

Hubungan antara cepat rambat, panjang gelombang, dan frekuensi dirumuskan sebagai:

$$v = \lambda f$$

Keterangan:

- v = cepat rambat gelombang (m/s)
- λ = panjang gelombang (m)
- f = frekuensi (Hz)



Gambar 7. Grafik gelombang yang menunjukkan panjang gelombang, amplitudo, puncak, dan lembah

C. Gejala-Gejala Gelombang

Gelombang dapat mengalami berbagai gejala ketika bertemu dengan penghalang, melewati medium berbeda, atau bertemu dengan gelombang lain.

1. Pemantulan

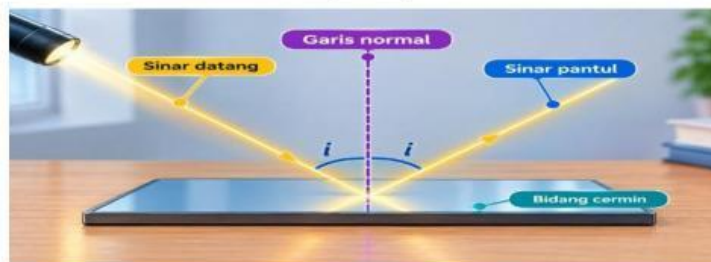
Pemantulan adalah peristiwa kembalinya gelombang setelah mengenai suatu penghalang.

Contoh pemantulan:

- Gema dan gaung.
- Cahaya pada cermin.
- Gelombang air yang memantul di dinding kolam.

Pada pemantulan, sudut datang sama dengan sudut pantul.

$$\theta_i = \theta_r$$



Gambar 8. Sinar datang, garis normal, dan sinar pantul pada bidang cermin

2. Pembiasan

Pembiasan adalah perubahan arah rambat gelombang ketika gelombang berpindah dari satu medium ke medium lain yang memiliki sifat berbeda.

Contoh:

Pensil tampak bengkok di dalam gelas berisi air

Dasar kolam terlihat lebih dangkal

Pembelokan cahaya ketika melewati kaca

Pada pembiasan, cepat rambat dan panjang gelombang dapat berubah, sedangkan frekuensi tetap.



Gambar 9. Pensil yang tampak bengkok dalam gelas berisi air atau diagram pembiasan cahaya

3. Interferensi

Interferensi adalah peristiwa perpaduan dua gelombang atau lebih yang bertemu pada suatu tempat.

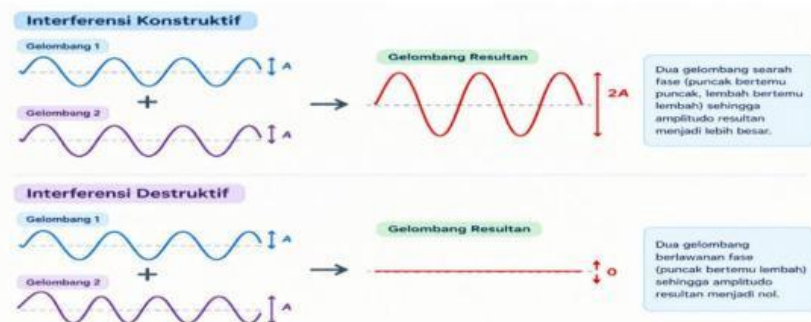
Interferensi dapat menghasilkan:

a. Interferensi Konstruktif

Interferensi konstruktif terjadi ketika dua gelombang bertemu dan saling memperkuat. Akibatnya, amplitudo resultan menjadi lebih besar.

b. Interferensi Destruktif

Interferensi destruktif terjadi ketika dua gelombang bertemu dan saling melemahkan. Jika amplitudonya sama dan fasenya berlawanan, kedua gelombang dapat saling meniadakan.



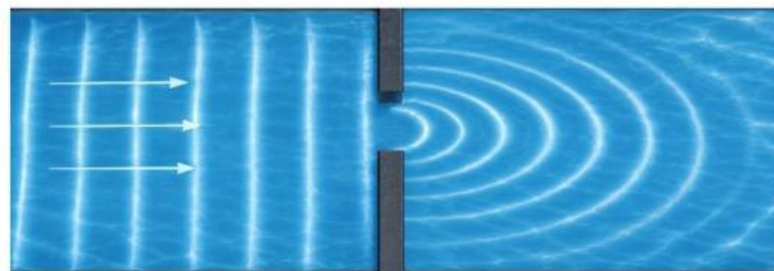
Gambar 10. Dua gelombang yang menghasilkan interferensi konstruktif dan destruktif

4. Difraksi

Difraksi adalah peristiwa pembelokan atau penyebaran gelombang ketika melewati celah sempit atau tepi penghalang.

Contohnya:

- Gelombang air yang menyebar setelah melewati celah
- Suara yang masih dapat terdengar meskipun sumbernya berada di balik penghalang
- Penyebaran cahaya melalui celah sempit



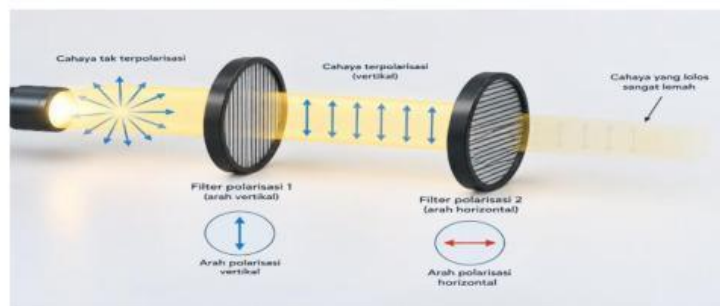
Gambar 11. Gelombang air melewati celah sempit dan menyebar membentuk muka gelombang melingkar

5. Polarisasi

Polarisasi adalah peristiwa pembatasan arah getar gelombang transversal pada arah tertentu. Polarisasi dapat terjadi pada gelombang transversal, seperti cahaya, tetapi tidak terjadi pada gelombang longitudinal.

Contoh penerapan polarisasi:

- Kacamata antik silau
- Filter kamera
- Layar LCD
- Alat optik tertentu



Gambar 12. Cahaya melewati dua filter polarisasi dengan arah polarisasi berbeda

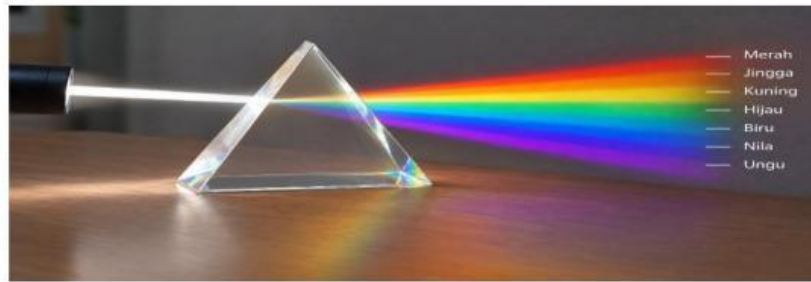
6. Dispersi

Dispersi adalah peristiwa penguraian gelombang berdasarkan panjang gelombang atau frekuensinya ketika melewati medium tertentu. Salah satu contoh dispersi yang paling dikenal adalah penguraian cahaya putih menjadi berbagai warna.

Cahaya putih terdiri atas berbagai warna yang memiliki panjang gelombang berbeda. Ketika melewati prisma, setiap warna mengalami pembiasan dengan besar yang berbeda sehingga cahaya putih terurai menjadi spektrum warna.

Contoh dispersi:

- Pembentukan pelangi
- Cahaya putih yang melewati prisma
- Warna-warni pada beberapa permukaan tertentu



Gambar 13. Cahaya putih melewati prisma dan terurai menjadi warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu

D. Gelombang Bunyi dan Gelombang Elektromagnetik

1. Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi adalah gelombang mekanik yang dihasilkan oleh benda bergetar dan memerlukan medium untuk merambat.

Bunyi dapat merambat melalui: Zat padat, Zat cair, dan Gas

Bunyi tidak dapat merambat di ruang hampa.

Karakteristik Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi memiliki beberapa karakteristik:

1. Termasuk gelombang mekanik.
2. Umumnya berupa gelombang longitudinal di udara.
3. Memerlukan medium.
4. Dapat dipantulkan.
5. Dapat mengalami pembiasan, interferensi, dan difraksi.

Berdasarkan Frekuensinya:

Jenis Bunyi	Rentang Frekuensi
Infrasonik	Di bawah 20 Hz
Audiosonik	Sekitar 20 Hz–20.000 Hz
Ultrasonik	Di atas 20.000 Hz

Manusia normal umumnya dapat mendengar bunyi dengan frekuensi sekitar 20 Hz hingga 20.000 Hz.



Gambar 14. Diagram rentang frekuensi infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik

2. Pemanfaatan Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti:

- Sonar untuk mengukur kedalaman laut
- USG untuk pemeriksaan medis
- Pendeteksi kerusakan bahan
- Komunikasi dan sistem pengeras suara

3. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tersusun atas medan listrik dan medan magnet yang berosilasi serta dapat merambat tanpa medium.

Persamaan:

$$c = \lambda f$$

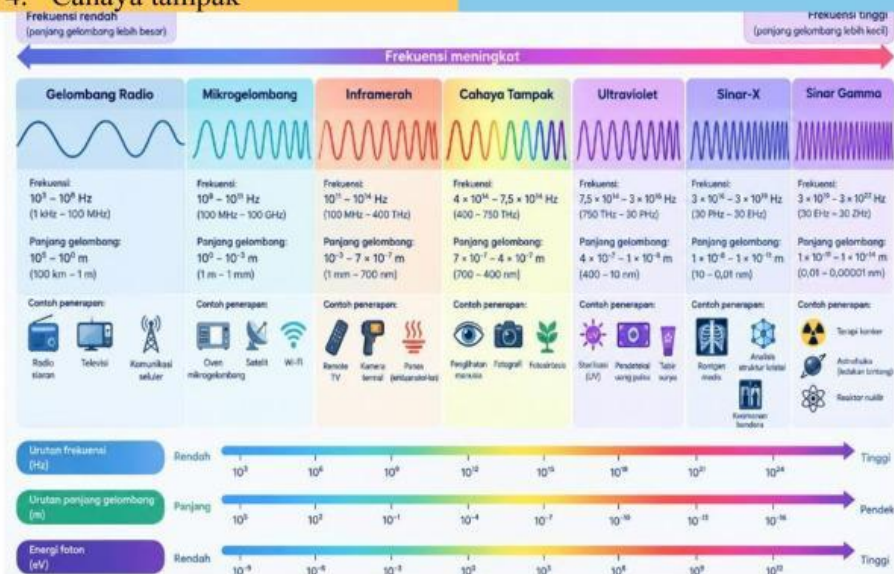
Sifat-sifat gelombang elektromagnetik antara lain:

- Tidak memerlukan medium
- Dapat merambat di ruang hampa
- Membawa energi
- Memiliki kecepatan sekitar $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ di ruang hampa
- Dapat mengalami pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi, dan polarisasi

4. Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Urutan spektrum gelombang elektromagnetik berdasarkan peningkatan frekuensi adalah:

1. Gelombang radio
2. Gelombang mikro
3. Inframerah
4. Cahaya tampak
5. Ultraviolet
6. Sinar-X
7. Sinar gamma



Gambar 15. Spektrum gelombang elektromagnetik lengkap dengan urutan frekuensi, panjang gelombang, dan contoh penerapannya

Jenis Gelombang	Contoh Pemanfaatan
Gelombang radio	Radio dan komunikasi
Gelombang mikro	Radar dan komunikasi satelit
Inframerah	Remote control dan kamera termal
Cahaya tampak	Penglihatan dan penerangan
Ultraviolet	Sterilisasi dan deteksi tertentu
Sinar-X	Rontgen
Sinar gamma	Terapi kanker dan sterilisasi alat

E. Penerapan Gelombang dalam Kehidupan Sehari-hari

Gelombang memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia, baik dalam bidang komunikasi, kesehatan, transportasi, maupun lingkungan.

1. Komunikasi Radio dan Telepon Seluler

Gelombang elektromagnetik digunakan untuk mengirimkan informasi tanpa kabel.

Contohnya:

Siaran radio

Wi-Fi

Televisi

Komunikasi satelit

Telepon seluler



Gambar 16. Menara pemancar yang mengirimkan gelombang ke telepon seluler

2. Sonar

Sonar menggunakan gelombang bunyi untuk mendeteksi objek atau mengukur kedalaman laut. Alat ini bekerja dengan mengirimkan gelombang bunyi ke dalam air dan menerima gelombang pantulannya.

Sonar digunakan oleh:

- Kapal
- Nelayan
- Peneliti kelautan
- Sistem pemetaan dasar laut