



Digital Repository Universitas Jember

BUKU MATERI POKOK  
PEFI4102/3SKS/MODUL 1 - 9

# FISIKA DASAR 2

Artoto Arkundato ■  
Sutisna ■  
Supeno ■

PENERBIT UNIVERSITAS TERBUKA



BUKU MATERI POKOK  
PEFI4102/3SKS/MODUL 1 - 9

# FISIKA DASAR 2

Artoto Arkundato ■  
Sutisna ■  
Supeno ■

PENERBIT UNIVERSITAS TERBUKA

## Pembiasan Gelombang

Artoto Arkundato, S.Si., M.Si.



### PENDAHULUAN

---

Pada Modul 3 ini, Anda akan diajak untuk mempelajari fenomena yang berkaitan dengan pembiasan gelombang. Materi pada modul ini akan diuraikan dalam dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1, menguraikan tentang hukum pembiasan gelombang yang meliputi pembiasan gelombang dalam air, hukum pembiasan, kedalaman nyata dan semu, pergeseran lateral, pemantulan internal total, *mirage* (fatamorgana), serta prinsip Huygens.

Kegiatan Belajar 2, merupakan perluasan dari konsep pembiasan secara umum yang diterapkan untuk kasus gelombang optik. Pada kegiatan belajar ini menguraikan tentang pembiasan gelombang optik yang meliputi pembiasan pada permukaan melengkung, pembiasan pada permukaan lengkung dari medium renggang ke rapat, pembiasan pada permukaan ganda, pembiasan pada lensa gabungan, serta pembiasan pada lensa-lensa tipis yang dirapatkan.

Pada kehidupan sehari-hari banyak instrumentasi-instrumentasi optik yang menerapkan konsep pembiasan gelombang dan pemantulan gelombang dan ini akan Anda pelajari pada modul selanjutnya.

Secara umum setelah mempelajari Modul 3, Anda diharapkan dapat menerapkan konsep pembiasan gelombang dalam kehidupan sehari-hari.

Secara terperinci Anda diharapkan dapat:

1. menjelaskan pengertian pembiasan gelombang;
2. merumuskan hukum pembiasan gelombang;
3. menjelaskan Prinsip Huygens dan hukum pembiasan;
4. menjelaskan pengertian pembiasan gelombang optik pada permukaan lengkung tunggal dan ganda;
5. menyelesaikan soal-soal fisika menyangkut pembiasan gelombang optik.

## KEGIATAN BELAJAR 1

## Hukum Pembiasan Gelombang

Dalam medium homogen, sebuah sinar akan berjalan dalam lintasan lurus. Namun, ketika sebuah sinar mengenai medium transparan seperti permukaan gelas maka sebagian sinar akan dipantulkan di dalam medium yang pertama, sedangkan bagian terbesar akan mampu melewati medium kedua. Selanjutnya, dapat diamati bahwa sinar yang berjalan di dalam medium kedua berjalan menyimpang dari lintasan awalnya. Gejala pembelokan cahaya dalam medium transparan kedua ini dikenal sebagai *pembiasan* cahaya dan sinar yang dibelokkan tersebut dikenal dengan *sinar bias*. Contoh gejala pembiasan yang mudah diamati, misalnya jika sebuah pencil dicelupkan ke dalam sebuah gelas berisi air maka suatu saat Anda akan melihat bahwa bentuk pencil tersebut jika dilihat dari samping gelas dan dari atas gelas akan berbeda. Bentuk pencil tidak lurus lagi. Ini adalah salah satu dari akibat adanya pembiasan cahaya. Fenomena ini dapat dijelaskan bahwa jika sinar datang dari satu medium transparan ke medium transparan yang lain yang indeks biasnya berbeda mengakibatkan terjadi pembiasan cahaya. Misalnya, dari udara ke air seperti pada contoh di atas. Secara eksperimental juga diamati bahwa laju rambat cahaya di medium kedua juga mengalami perubahan. Apa itu indeks bias dan bagaimana kita dapat menurunkan hukum-hukum yang berlaku untuk pembiasan akan kita pelajari pada Modul 3 ini.

#### A. PEMBIASAN GELOMBANG DALAM AIR DAN HUKUM PEMBIASAN

Pembiasan dapat terjadi jika sinar datang berjalan dari satu medium transparan ke medium transparan yang lain yang indeks biasnya berbeda, seperti terlihat pada Gambar 3.1. Pada gambar tersebut kita melihat sinar bias adalah sinar hasil proses pembiasan. Sudut  $\theta_2$  adalah sudut bias. Sinar bias akan mendekat (dibelokkan) ke arah garis normal (garis tegak lurus bidang yang memisahkan dua medium) jika sinar datang (berangkat) dari medium renggang (indeks bias kecil) ke medium yang lebih rapat (indeks bias lebih

## E. AKTIVITAS OPTIK

Satu lagi aplikasi pengetahuan mengenai polarisasi cahaya adalah berkaitan dengan aktivitas optik. Jika sebuah berkas cahaya dilewatkan pada kristal atau cairan tertentu maka arah vibrasi cahaya terpolarisasi yang diteruskan ternyata telah diputar (mengalami rotasi). Contoh larutan yang menyebabkan aktivitas optik seperti larutan gula. Fenomena rotasi bidang polarisasi ini disebut aktivitas optik. Besarnya sudut rotasi bergantung pada rapat molekul di dalam larutan. Jadi, fenomena ini dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang alat penentu kadar molekul gula dalam suatu larutan.



## LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Mungkinkah gejala polarisasi terjadi untuk gelombang longitudinal? Jelaskan!
- 2) Apakah sudut polarisasi bergantung pada panjang gelombang untuk medium transparan?
- 3) Sebuah cahaya mengenai permukaan benzene yang mempunyai indeks bias 1,50. Jika cahaya yang terpantul adalah terpolarisasi linear hitunglah sudut bias!

## Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Polarisasi tidak terjadi untuk gelombang longitudinal. Polarisasi adalah membatasi/menyerahkan vibrasi gelombang dalam bidang yang tegak lurus arah rambat gelombang. Gelombang longitudinal mempunyai arah getar yang searah arah rambat jadi tidak akan terjadi polarisasi.
- 2) Bergantung pada panjang gelombang. Ini dapat dilihat dari hukum Brewster bahwa  $n = \tan p$  dengan  $p$  adalah sudut polarisasi. Oleh karena indeks bias bergantung pada panjang gelombang maka sudut polarisasi bergantung pada panjang gelombang.
- 3)  $n = \tan p$  dengan  $n = 1,50$  diperoleh  $p = 56,3^\circ$ . Jadi sudut bias dapat dihitung dengan  $\theta = 90^\circ - p = 90^\circ - 56,3^\circ = 33,7^\circ$ .



## RANGKUMAN

Polarisasi ada karena gelombang-gelombang cahaya mempunyai mode transversal untuk vektor medan listrik magnetnya. Jika semua arah vibrasi medan adalah sama peluangnya maka cahaya dikatakan tidak terpolarisasi. Untuk berkas cahaya terpolarisasi bidang maka medan listrik (magnet) akan vertikal atau horizontal. Berkas cahaya tak terpolarisasi dapat digambarkan sebagai dua berkas cahaya terpolarisasi saling tegak lurus. Menurut hukum Malus, intensitas berkas yang diteruskan adalah  $I = I_0 \cos^2 \theta$ .

Berkas cahaya agar terpolarisasi dapat melalui berbagai macam proses seperti akibat pantulan, hamburan, pembiasan ganda atau juga akibat setapan selektif menggunakan lembaran polaroid.



## TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Sifat transversal gelombang elektromagnetik diperlihatkan dalam fenomena ....
  - A. interferensi
  - B. difraksi
  - C. dispersi
  - D. polarisasi
- 2) Sudut polarisasi bergantung pada ...
  - A. panjang gelombang
  - B. orientasi bidang polarisasi
  - C. orientasi bidang vibrasi
  - D. jawaban A,B dan C
- 3) Lapisan Polaroid digunakan pada kaca mata (sun glasses) agar dapat ....
  - A. mereduksi cahaya
  - B. melihat benda jauh
  - C. melihat benda dekat
  - D. memperbaiki cacat mata

- 4) Dua buah lembar polaroid mempunyai arah polarisasi sejajar sehingga cahaya yang melewatinya mempunyai intensitas maksimum setelah melalui kedua lembar. Sudut antar kedua lembar polaroid agar intensitasnya menjadi setengah dari semula adalah ....
- 30°
  - 60°
  - 135°
  - 150°
- 5) Dua lembar Polaroid saling menyilang satu sama lain. Jika salah satunya diputar 60° maka prosentase intensitas cahaya datang tak terpolarisasi akan diteruskan oleh polaroid adalah ....
- 37,5%
  - 39,9%
  - 45%
  - 46,5%

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

- Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
 80 - 89% = baik  
 70 - 79% = cukup  
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

### Kunci Jawaban Tes Formatif

#### Tes Formatif 1

- D. Dua sumber cahaya yang memancarkan radiasi dengan frekuensi (hampir) sama dan ada kaitan fase tertentu. Radiasi yang dipancarkan oleh karena itu koheren. Dalam percobaan celah ganda Young, dua sumber dihasilkan oleh celah ganda tersebut.
- D. Empat kalinya. Sudah jelas dari rumus.
- A. Mengkerut. Soal latihan.
- D. Menjadi seperempatnya.
- A. 0,0216 mm. Gunakan  $y = \frac{\lambda D}{d} \Rightarrow \Delta y = |y_2 - y_1| = \frac{\lambda}{d} |D_2 - D_1|$ .
- B. 12,6 cm. Gunakan rumus  $y_n = \frac{4\lambda D}{d} \Rightarrow \Delta y = 2y_n$ .
- A. 1,17 mm.  $n = 3$ ,  $D = 120$  cm,  $d = 0,2$  cm dan  $\lambda = 6500 \times 10^{-8}$  cm. Gunakan rumus  $y_n = n \frac{\lambda D}{d}$ .
- A. Frinji berbentuk lingkaran konsentris.

#### Tes Formatif 2

- A. Lebar frinji pusat akan berkurang menjadi setengahnya dan intensitas frinji pusat akan menjadi empat kalinya
- B. Jika difraksi disebabkan oleh interaksi dari gelombang-gelombang oleh muka gelombang maka interferensi adalah superposisi dari dua gelombang oleh sumber yang sama.
- C. Celah tunggal atau ganda yang lebar. Sudah jelas.
- D. Berbanding lurus terhadap perubahan jarak celah ke layar. Kesimpulan dari rumus.
- A. Pita difraksi menjadi lebih sempit.
- D. 2,4 mm. Gunakan rumus difraksi  $d \sin \theta = n\lambda$ . Jika sudut adalah kecil maka dapat didekati bahwa jarak dari frinji pusat ke gelap pertama adalah  $y = \lambda D/d$  dengan  $D$  adalah jarak celah ke layar. Jarak antara gelap ke gelap yang dicari adalah  $Y = 2y$ .
- A. 982,17. Gunakan  $R = \lambda/d\lambda$ ,  $d\lambda = 5896 - 5890 = 6$  angstrom.  $\lambda$  adalah panjang gelombang yang mewakili kedua garis jika tidak

dapat dipisahkan sehingga  $\lambda = \frac{1}{2} (5896 + 5890) = 5893$  angstrom.  
Jadi  $R = 5893/6 = 982,17$ .

8) B.  $492$ .  $R = \frac{\lambda}{d} = Nm$ .  $N = R/m = 982,17/2 = 492$ .

#### Tes Formatif 2

- 1) D. Polarisasi.
- 2) A. Panjang gelombang yang digunakan.
- 3) A. mereduksi cahaya yang menyilaukan mata.
- 4) C. Gunakan hukum Malus.
- 5) A. 37,5%. Gunakan hukum Malus.

## Glosarium

- Interferensi** : superposisi dua gelombang dengan frekuensi yang sama dan amplitudo yang sama merambat dalam arah yang sama menghasilkan fenomena interferensi. Interferensi konstruktif jika gelombang-gelombang sefase, sedangkan interferensi destruktif jika gelombang-gelombang tak sefase.
- Interferensi celah ganda Young** : dalam interferensi ini gelombang-gelombang yang berinterferensi setelah melalui celah ganda dihasilkan dari sumber yang sama, dengan interferensi konstruktif jika  $d \sin \theta = m\lambda$  dengan titik yang mempunyai frinji terang diberikan oleh posisi  $y_m = m\lambda (D/d)$ .
- Difraksi** : difraksi adalah fenomena pembelokan cahaya di sekitar rintangan. Pola difraksi seperti halnya dalam interferensi juga memperlihatkan adanya frinji gelap terang dengan perbedaan dalam difraksi daerah gelap tidak benar-benar gelap sempurna.
- Difraksi Fraunhofer** : difraksi terjadi jika jarak sumber ke celah dan jarak layar ke celah relatif jauh sehingga gelombang yang mengenai celah dapat ditelaah sebagai gelombang bidang.
- Difraksi Fresnel** : difraksi ini terjadi jika jarak sumber cahaya celah dan jarak layar ke celah relatif dekat sehingga muka gelombang yang mengenai celah berbentuk sferis. Telaah matematis difraksi Fresnel lebih sulit daripada difraksi Fraunhofer.
- Daya Pisah** : kemampuan alat optik untuk membedakan bayangan dua objek berdekatan yang terletak jauh.
- Polarisasi** : salah satu fenomena gelombang yang terjadi jika gelombang mempunyai mode transversal untuk gangguannya. Cahaya (gelombang elektromagnetik) biasa jika melewati polarizer maka arah vibrasi medan listriknya dapat terpolarisasi.
- Polaroid** : polaroid adalah bahan yang dapat digunakan sebagai polarizer. Salah satu aplikasi polaroid yang terkenal adalah dalam fotografi.

Aktivitas optik : beberapa bahan seperti larutan gula mempunyai kemampuan memutar bidang polarisasi. Pengetahuan mengenai aktivitas optik polarisasi seperti sudut rotasi dapat memberi informasi mengenai kadar molekuler dalam larutan.

### Daftar Pustaka

Arz, A.P. (1979). *Introductory College Physics*. Macmillan Publishing Co., Inc.

Gupta S.L, Gupta S. (2006). *ITT Physics Vol II*. India: Jai Prakash Publications.

Solpera, A. (1988). *Physics: Schaum's Solved Problems Series*. McGraw-Hill Book Company.

Sears, F.W. (1949). *Optics*. Japan: Addison-Wesley Publishing Company.