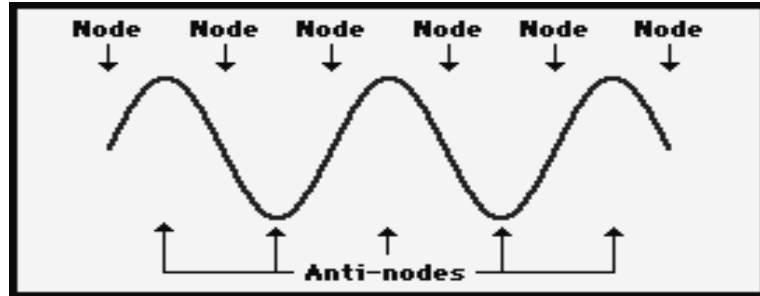


SA

GELOMBANG



Oleh: **Stevanus Arianto**

SA

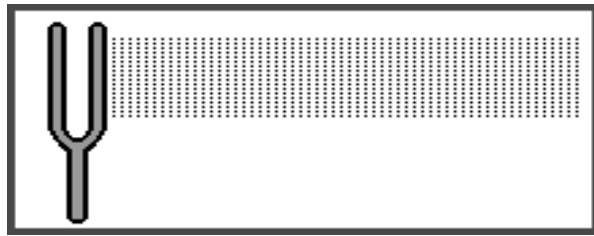
GELOMBANG





DEFINISI

- **Gelombang adalah suatu usikan (gangguan) pada sebuah benda, sehingga benda bergetar dan merambatkan energi.**



MACAM GELOMBANG

Gelombang dibedakan menjadi :

- **Gelombang Mekanis : Gelombang yang memerlukan medium untuk perambatannya.**
Contoh : Gelombang pada tali
- **Gelombang Elektromagnetis : Gelombang yang tidak memerlukan medium untuk perambatannya.**
Contoh : Gelombang pada cahaya

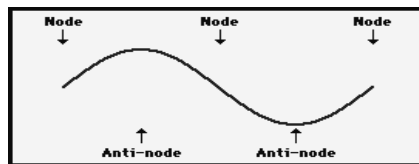




GELOMBANG MEKANIS

GELOMBANG MEKANIS DIBEDAKAN :

* GELOMBANG TRANSVERSAL.



- Arah getar tegak lurus arah rambatannya.
- Berupa gunung dan lembah
- Menentang perubahan bentuk
- Merambat pada zat padat

* GELOMBANG LONGITUDINAL

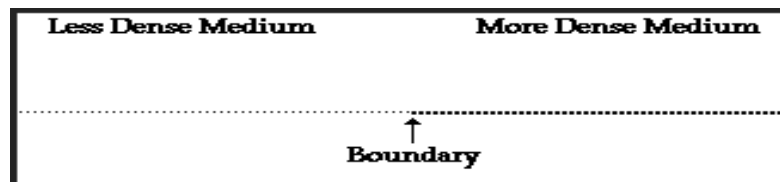


- Arah getar berimpit dengan arah rambatannya.
- Berupa rapatan dan regangan
- Menentang perubahan volume
- Merambat pada zat padat, cair dan gas.



GELOMBANG BERJALAN TRANSVERSAL

Bila sebuah partikel yang bergetar menggetarkan partikel-partikel lain yang berada disekitarnya, berarti getaran itu merambat. Getaran yang merambat disebut *Gelombang Berjalan*.



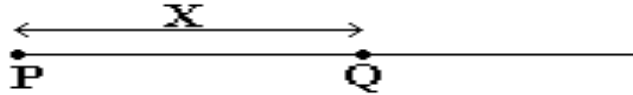
$$\lambda = v.T \text{ atau } \lambda = \frac{v}{f}$$





PERSAMAAN GELOMBANG BERJALAN TRANSVERSAL

Misal pada seutas tali yang panjang :



Dari titik P merambat getaran yang amplitudonya A , periodenya T dan cepat rambat getarannya v . Bila titik P telah bergetar t detik, simpangannya :

$$y_p = A \sin \omega t = A \sin \frac{2\pi t}{T}$$

Dari P ke Q yang jaraknya x getaran memerlukan $\frac{x}{v}$

Jika waktu getar P < dari x/v maka titik Q masih diam

Jika waktu getar P > dari x/v maka titik Q telah bergetar.



LANJUTAN PERSAMAAN GELOMBANG BERJALAN

jadi ketika P telah bergetar t detik, titik Q baru bergetar t detik

titik Q baru bergetar $(t - \frac{x}{v})$ detik. Simpangan Q saat itu :

$$y_Q = A \sin \frac{2\pi}{T} (t - \frac{x}{v})$$

Jadi persamaan gelombang berjalan adalah :

$$y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

Perbedaan phase antara titik P dan Q adalah : $\Delta\phi = \frac{t}{T} - \frac{(t - \frac{x}{v})}{T}$

$$\Delta\phi = \frac{x}{\lambda}$$



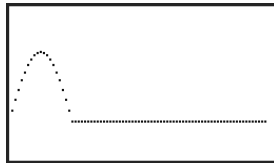


GELOMBANG STASIONER

Gelombang Stasioner (gelombang diam) adalah : Gelombang hasil perpaduan antara gelombang datang dan gelombang pantul.

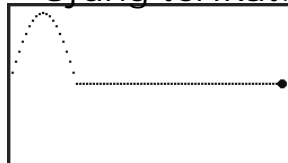
Ada dua macam yaitu :

* Ujung bebas.



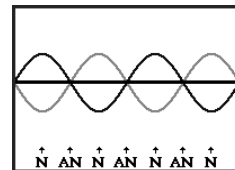
Antara gelombang datang dan gelombang pantul sefase

* Ujung terikat.



Antara gelombang datang dan gelombang pantul berbeda fase 1/2

SUPERPOSISI

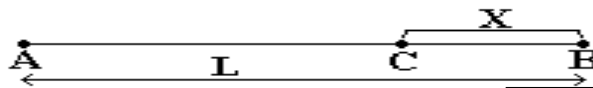


Perpaduan dua Gelombang dapat Dilukiskan di atas



WAKTU GETAR GELOMBANG STASIONER

PADA UJUNG BEBAS.



Pada saat A digetarkan maka simpangannya :

$$y_A = A \sin \frac{2\pi}{T} t_A$$

dan waktu getar A > $\frac{L+x}{v}$

Jika titik C mengalami gelombang datang dan pantul maka :

Titik C menggetar selama : $t_{c1} = t - \frac{L-x}{v}$ Gelombang datang C

Simpangan C pada saat itu :

$$y_C = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{L-x}{v} \right) \rightarrow y_C = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L-x}{vT} \right) \rightarrow y_C = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L-x}{\lambda} \right)$$

Titik C mengalami gelombang pantul selama :

$$t_{c2} = \left(t - \frac{L+x}{v} \right)$$





PERSAMAAN GELOMBANG STASIONER UJUNG BEBAS

Karena $\Delta\phi = 0$ Maka simpangan gelombang pantul titik C adalah :

$$y_{C2} = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{L+x}{v} \right) \rightarrow y_{C2} = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L+x}{vT} \right) \rightarrow y_{C2} = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L+x}{\lambda} \right)$$

Hasil superposisi kedua gelombang adalah : $y_C = y_{C1} + y_{C2}$ jadi :

$$y_C = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{L-x}{v} \right) + A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{L+x}{v} \right)$$

$$y_C = A \left\{ \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{L-x}{v} \right) + \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{L+x}{v} \right) \right\}$$

$$y_C = A \cdot 2 \sin 2\pi \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{2t}{T} - \frac{2L}{\lambda} \right) \cos 2\pi \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{2x}{\lambda} \right)$$

$$y_C = 2A \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} \right) \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L}{\lambda} \right)$$

Jarak simpul ke-ujung pantul :

$$x = (2n + 1) \frac{1}{4} \lambda$$

Jarak perut ke- Ujung pantul :

$$x = 2n \left(\frac{1}{4} \lambda \right)$$



PERSAMAAN GELOMBANG STASIONER UJUNG TETAP

Karena $\Delta\phi = \frac{1}{2}$ Maka simpangan gelombang pantul titik C adalah :

$$y_{C2} = A \sin \left\{ 2\pi \left(t - \frac{L+x}{\lambda} \right) + \pi \right\} \rightarrow y_{C2} = -A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L+x}{\lambda} \right)$$

Hasil superposisi kedua gelombang adalah : $y_C = y_{C1} + y_{C2}$ jadi :

$$y_C = A \sin 2\pi \left(t - \frac{L-x}{\lambda} \right) - A \sin 2\pi \left(t - \frac{L+x}{\lambda} \right)$$

$$y_C = A \left\{ \sin 2\pi \left(t - \frac{L-x}{\lambda} \right) - \sin 2\pi \left(t - \frac{L+x}{\lambda} \right) \right\}$$

$$y_C = A \cdot 2 \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L}{\lambda} \right) \cdot \sin 2\pi \frac{x}{\lambda}$$

$$y_C = 2A \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} \right) \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L}{\lambda} \right)$$

Jarak simpul ke-ujung pantul :

$$x = 2n \cdot \frac{1}{4} \cdot \lambda$$

Jarak perut ke- Ujung pantul :

$$x = (2n + 1) \cdot \frac{1}{4} \lambda$$

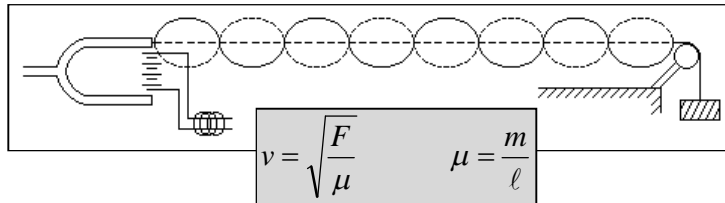


KECEPATAN GELOMBANG TRANSVERSAL

PERCOBAAN MELDE

Percobaan Melde digunakan untuk menyelidiki cepat rambat gelombang transversal dalam dawai.

Perhatikan gambar di bawah ini.



v = cepat rambat gelombang dalam kawat (tali, dawai)

F = gaya tegangan kawat

μ = massa persatuan panjang kawat

k = faktor pembanding, yang dalam SI harga $k = 1$.



KECEPATAN GELOMBANG LONGITUDINAL.

• Pada Zat Padat :

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

E = modulus young

$$E = \frac{\text{stress } P}{\text{strain } \epsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L_0} = \frac{F \cdot L_0}{A \cdot \Delta L}$$

• Pada zat Gas:

$$v_{\text{gas}} = \sqrt{\gamma \frac{P}{\rho}} = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$

P = tekanan ; γ = tetapan Laplace; ρ = massa jenis gas

R = tetapan gas umum, M = massa molekul relatif





BUNYI

Bunyi merupakan salah satu contoh gelombang longitudinal yang merambat dalam medium gas/udara.

Dibedakan dalam 2 macam.

- Desah : Bunyi yang tidak teratur contoh bunyi kain/kertas robek.
- Nada : Bunyi yang teratur contoh bunyi alat musik.

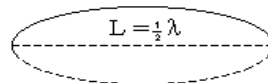
Bunyi yang dapat ditangkap telinga manusia : 20 Hz < frekwensi < 20.000 Hz

Bunyi dengan frekwensi < 20 Hz disebut : Infrasonik
 Bunyi dengan frekwensi > 20.000 Hz disebut : Ultrasonik
 Fenomena yang terjadi setiap benda yang bergerak mendekati kecepatan bunyi di udara terdengar suara ledakan disebut : SONIC BOOM.



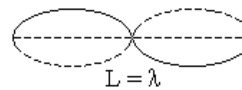
SUMBER NADA DAWAI.

Nada dasar



$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

Nada atas pertama



$$f_1 = \frac{v}{L} = \frac{2v}{2L}$$

dari data di atas dapat disimpulkan :

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$$

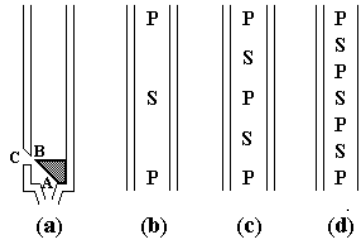
$$f_n = \left(\frac{n+1}{2L} \right) \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}}$$

nada atas ke-n terdapat :
 (n+2) simpul
 (n+1) perut.





SUMBER NADA PIPA ORGANA TERBUKA



b. Nada dasar : $f_0 = \frac{v}{2L}$

c. Nada atas pertama : $f_1 = \frac{v}{L} = \frac{2v}{2L}$

d. Nada atas kedua : $f_2 = \frac{3v}{2L}$

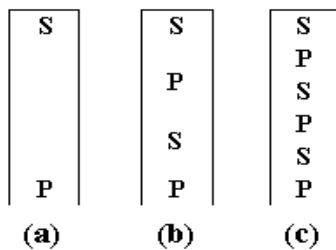
Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa :
 $f_0 : f_1 : f_2 : f_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : 4 : \dots$

$$f_n = \left(\frac{n+1}{2L} \right) v$$

nada atas ke-n
 terdapat :
 (n+2) perut
 (n+1) simpul



SUMBER NADA PIPA ORGANA TERTUTUP



a. Nada dasar : $f_0 = \frac{v}{4L}$

b. Nada atas pertama : $f_1 = \frac{3v}{4L}$

c. Nada atas kedua : $f_2 = \frac{5v}{4L}$

Dari data di atas dapat disimpulkan :
 $f_0 : f_1 : f_2 : f_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : 7 : \dots$

$$f_n = \left(\frac{2n+1}{4L} \right) v$$

nada atas ke-n
 terdapat :
 (n+1) simpul
 (n+1) perut





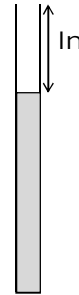
SA

SIFAT-SIFAT BUNYI PEMANTULAN DAN RESONANSI

•PEMANTULAN



•RESONANSI



Yaitu :
ikut bergetarnya
suatu benda.
Syarat :
frekwensinya
sama.

$$l_n = (2n - 1) \frac{1}{4} \lambda$$

n mulai 1, 2, 3
resonansi ke-1 $\rightarrow n = 1$
dan seterusnya



SA

SIFAT BUNYI INTERFERENSI DAN PELAYANGAN

•INTERFERENSI :

Perpaduan dua buah sumber bunyi, hasilnya adalah :
Bunyi yang lebih kuat dan bunyi yang lemah
Beda fase keduanya adalah : $\frac{1}{2}$
Dapat dibuktikan dengan percobaan pipa Quinke

•PELAYANGAN/BEAT :

interferensi dua getaran harmonis yang sama arah
getarnya, tetapi mempunyai perbedaan frekwensi
sedikit sekali.

$$\delta = \frac{1}{f_1 - f_2}$$

δ = jumlah layangan.





EFFEK DOPPLER

Effek Doppler adalah peristiwa berubahnya harga frekwensi bunyi yang diterima oleh pendengar (P) dari frekwensi suatu sumber bunyi (S) apabila terjadi gerakan relatif antara P dan S.

$$f_P = \frac{v \pm v_P}{v \pm v_S} \cdot f_S$$

Tanda + untuk v_P dipakai bila pendengar bergerak mendekati sumber bunyi.
Tanda - untuk v_P dipakai bila pendengar bergerak menjauhi sumber bunyi.
Tanda + untuk v_S dipakai bila sumber bunyi bergerak menjauhi pendengar.
Tanda - untuk v_S dipakai bila sumber bunyi bergerak mendekati pendengar.

Jika terdapat angin dengan kecepatan v_a dan menuju pendengar
maka v menjadi $(v+v_a)$
Jika angin menjauhi pendengar maka v menjadi $(v-v_a)$



ENERGI BUNYI

SETIAP GELOMBANG MERAMBATKAN ENERGI

Rambatan bunyi adalah rambatan gelombang, sedangkan rambatan gelombang adalah salah satu bentuk rambatan energi. Makin besar energi bunyi yang diterima makin nyaring suara yang kita dengar.

INTENSITAS BUNYI.

Yang dimaksud dengan intensitas bunyi ialah :
Besarnya energi bunyi tiap satuan waktu tiap satuan luas yang datang tegak lurus.

$$I = \frac{P}{A}$$



$$I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1^2} : \frac{1}{R_2^2}$$

I = Intensitas bunyi dalam watt/m² atau watt/cm²
 A = Luas bidang bola dalam m² atau cm²
 P = Daya bunyi dalam J/det atau watt.
 R = Jarak titik ke sumber bunyi dalam meter



TARAF INTENSITAS

Logaritma perbandingan intensitas bunyi dengan harga ambang pendengaran

Intensitas bunyi terkecil yang masih merangsang pendengaran disebut harga ambang pendengaran, besarnya 10^{-12} watt/m².

$$T I = \log \frac{I}{I_0}$$

TI DALAM BELL

ATAU

$$T I = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

TI DALAM DESI BELL



CONTOH SOAL 1

$Y = 10 \sin (3t - 0,25 x)$
adalah suatu persamaan gelombang transversal, x dan y dalam cm. Carilah kecepatan gelombang tersebut.



JAWABAN CONTOH SOAL 1

$$Y = 10 \sin(3t - 0,25x)$$

$$y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$y = 10 \sin 2\pi \left(\frac{3t}{2\pi} - \frac{0,25x}{2\pi} \right)$$

$$A = 10 \text{ CM}$$

$$\frac{t}{T} = \frac{3t}{2\pi}$$

$$T = \frac{2\pi}{3} \text{ det} \rightarrow f = \frac{3}{2\pi} \text{ Hz}$$

$$\frac{x}{\lambda} = \frac{0,25x}{2\pi}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{0,25} \text{ cm}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$v = \frac{2\pi}{0,25} \cdot \frac{3}{2\pi} = 12 \text{ cm/det}$$



CONTOH SOAL 2

Suatu gelombang transversal mempunyai persamaan :

$$Y = 10 \cos 0,25\pi x \sin 3t \quad x \text{ dan } y \text{ dalam cm}$$

Hitunglah kecepatan gelombang tersebut.



JAWABAN CONTOH SOAL 2

$$y = 10 \cos 0,25\pi x \sin 3t$$

$$y = 2A \cos 2\pi \frac{x}{\lambda} \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L}{\lambda} \right) \quad \frac{t}{T} = \frac{3t}{2\pi}$$

$$y = 10 \cos 2\pi \frac{0,25}{2} x \sin 2\pi \left(\frac{3t}{2\pi} \right) \quad T = \frac{2\pi}{3} \text{ det} \rightarrow f = \frac{3}{2\pi} \text{ Hz}$$

$$\frac{x}{\lambda} = \frac{0,25}{2} x$$

$$v = \lambda \cdot f = 8 \cdot \frac{3}{2\pi} = \frac{12}{\pi} \text{ cm/s}$$

$$\lambda = \frac{2}{0,25} = 8 \text{ cm}$$



CONTOH SOAL 3

Suatu tali panjangnya 5 m, amplitudo 10 cm, ujung A digetarkan dan ujung B bebas, kecepatan getar A 4 m/s dan periodenya $\frac{1}{2}$ detik. Titik C terletak 3 meter dari ujung A. carilah simpangan A dan simpangan C saat A telah bergetar :

a. $\frac{1}{2}$ detik c. $1 \frac{1}{3}$ det ik

b. $\frac{5}{6}$ det ik d. $1 \frac{5}{6}$ det ik

SA

JAWABAN CONTOH SOAL 3a

Checking waktu getar A terhadap :

$$1. \frac{l + X}{v} = \frac{5 + 2}{4} = 1\frac{3}{4} \text{ det}$$

$$2. \frac{L - x}{v} = \frac{5 - 2}{4} = \frac{3}{4} \text{ det}$$

$$t_A = \frac{1}{2} \text{ det} < \frac{L - x}{v} \text{ maka : } y_A = A \sin 2\pi \left(\frac{t_A}{T} \right)$$

$$y_C = 0$$

$$y_A = 10 \sin 2\pi \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \right) = 0$$



SA

JAWABAN CONTOH SOAL 3b

$$t_A = \frac{5}{6} \text{ det} > \frac{L - x}{v}, t_A < \frac{L + x}{v}$$

$$y_C = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$y_A = A \sin 2\pi \left(\frac{t_A}{T} \right)$$

$$y_C = 10 \sin 2\pi \left(\frac{5}{6} \cdot 2 - \frac{3}{2} \right)$$

$$y_A = 10 \sin 2\pi \left(\frac{5}{6} \cdot 2 \right)$$

$$y_C = 10 \sin 2\pi \left(\frac{5}{3} - \frac{3}{2} \right) = 5\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$y_A = 10 \sin 240^\circ = -5\sqrt{3} \text{ cm}$$



SA

JAWABAN CONTOH SOAL 3c

$$t_A = 1\frac{1}{3} \text{ det } > \frac{L-x}{v}, t_A < \frac{L+x}{v}$$

$$y_C = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad y_A = A \sin 2\pi \left(\frac{t_A}{T} \right)$$

$$y_C = 10 \sin 2\pi \left(\frac{4}{3} \cdot 2 - \frac{3}{2} \right) \quad y_A = 10 \sin 2\pi \left(\frac{4}{3} \cdot 2 \right)$$

$$y_C = 10 \sin 2\pi \left(\frac{8}{3} - \frac{3}{2} \right) = 5\sqrt{3} \text{ cm} \quad y_A = 10 \sin 240^\circ = -5\sqrt{3} \text{ cm}$$



SA

JAWABAN CONTOH SOAL 3d

$$t_A = 1\frac{5}{6} \text{ det } > \frac{L+x}{v}, \text{ maka :}$$

$$y_C = 2A \cos 2\pi \frac{x}{\lambda} \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L}{\lambda} \right) \quad y_C = 20 \cdot 1 \cdot \sin 60^\circ = 10\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$y_C = 2 \cdot 10 \cos 2\pi \frac{2}{2} \sin 2\pi \left(\frac{11}{6} \cdot 2 - \frac{5}{2} \right) \quad y_A = A \sin 2\pi \left(\frac{t_A}{T} \right)$$

$$y_C = 2 \cdot 10 \cos 2\pi \frac{2}{2} \sin 2\pi \left(\frac{11}{3} - \frac{5}{2} \right) \quad y_A = 10 \sin 2\pi \left(\frac{11}{6} \cdot 2 \right)$$

$$y_C = 2 \cdot 10 \cos 2\pi \frac{2}{2} \sin 2\pi \left(1\frac{1}{6} \right) \quad y_A = 10 \sin 240^\circ = -5\sqrt{3} \text{ cm}$$



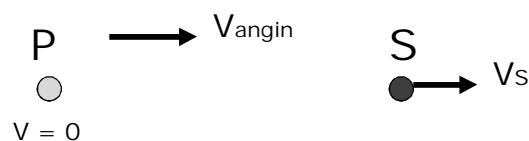


CONTOH SOAL 4

Sebuah sumber bunyi dari 700 Hz bergerak dengan kecepatan 20 m/s menjauhi seorang pengamat yang diam. Berapa frekwensi yang di dengar oleh pengamat jika terdapat angin yang bergerak dengan kecepatan 10 m/s searah sumber bunyi dan kecepatan bunyi 340 m/s.



JAWABAN CONTOH SOAL 4



$$f_P = \frac{V - V_a + 0}{V - V_a + V_s} \cdot f_s$$

$$f_P = \frac{340 - 10}{340 - 10 + 20} 700 = 660 \text{ Hz}$$





CONTOH SOAL 5

Sebuah pipa organa tertutup panjangnya 80 cm, ditiup dan menghasilkan nada atas kedua. Berapakah panjang pipa organa terbuka yang dapat menghasilkan nada atas pertama yang beresonansi dengan nada atas kedua pipa organa tertutup tersebut.



JAWABAN COTOH SOAL 5

Syarat Resonansi : frekuensi sama

$$f_{POtertutup} = f_{POterbuka}$$

$$\frac{2n+1}{4L_1}V = \frac{n+1}{2L_2}V$$

$$\frac{2.2+1}{2.80} = \frac{1+1}{L_2}$$

$$L_2 = 64cm$$





CONTOH SOAL 6

Suatu sumber bunyi memancarkan energi ke segala arah. Jika jarak sumber bunyi terhadap pendengar dibuat lebih jauh empat kali jarak semula. Berapakah berkurangnya taraf intensitasnya ?



JAWABAN CONTOH SOAL 6

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1^2} : \frac{1}{R_2^2} \quad \Delta TI = 10(\log \frac{I_1}{I_o} - \log \frac{I_2}{I_o})$$

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{R_{12}} : \frac{1}{(4R_1)^2} \quad \Delta TI = 10(\log \frac{I_1}{I_o} - \log \frac{I_2}{I_o})$$

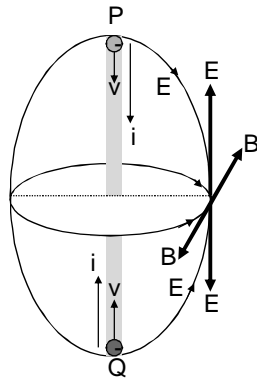
$$I_1 : I_2 = 16 : 1 \quad \Delta TI = 10(\log \frac{16I_2}{I_2})$$

$$I_1 = 16I_2 \quad \Delta TI = (40 \log 2) dB$$



DEFINISI

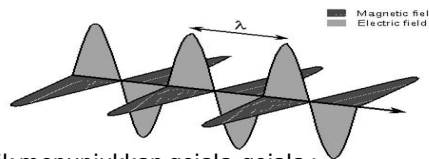
GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK



GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK ADALAH :
Perubahan medan listrik dan medan magnet
Secara periodik yang merambat kesegala jurusan.

SIFAT-SIFATNYA :

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



2. Gelombang elektromagnetik menunjukkan gejala-gejala :
Pemantulan, pembiasan, difraksi, polarisasi seperti halnya pada cahaya
3. Diserap oleh konduktor dan diteruskan oleh isolator



HUKUM-HUKUM KELISTRIKAN DAN KEMAGNETAN

Gelombang elektromagnet berdasarkan hukum-hukum kelistrikan dan kemagnetan.

COULOMB : : Muatan listrik menghasilkan medan listrik yang kuat.

BIOTSAVART : : Aliran muatan (arus) listrik menghasilkan medan magnet disekitarnya.

FARADAY : : Perubahan medan magnet (B) dapat menimbulkan medan listrik (E).

MAXWELL : : Perubahan medan listrik (E) dapat menimbulkan medan magnet (B).





KECEPATAN CAHAYA

Maxwell mendukung teori Huygens bahwa cahaya merupakan gelombang dan melalui perhitungan matematika yang cermat, maka Maxwell sampai pada suatu kesimpulan bahwa kecepatan gelombang cahaya bergantung dari nilai kelistrikan (ϵ_0) dan kemagnetan (μ_0) :

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

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9} \cdot 10^{-9} \frac{C}{Nm^2}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{weber}}{A \cdot m}$$

Didapat :

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

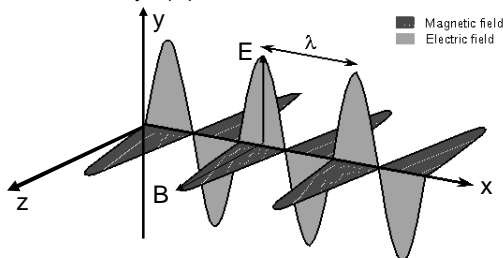
Gejala gelombang elektromagnetik baru dapat ditunjukkan beberapa tahun setelah Maxwell meninggal oleh : H.R. Hertz



INTENSITAS GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

Energi rata-rata per satuan luas yang dirambatkan oleh gelombang elektromagnetik.

Intensitas tersebut sebanding dengan harga maksimum medan magnet (B) dan sebanding pula dengan harga maksimum medan listriknya (E).



$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$B_z = B_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$S = \frac{E_y \cdot B_z}{\mu_0}$$





INTENSITAS RATA-RATA GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

$$s = \frac{E_o \cdot B_o}{\mu_o} \sin^2(kx - \omega.t) \quad \text{karena } E_o = c \cdot B_o \text{ dan } c = \frac{1}{\sqrt{\mu_o \epsilon_o}}$$

$$s_{\max} \text{ jika } \sin^2(kx - \omega.t) = 1$$

$$s_{\min} \text{ jika } \sin^2(kx - \omega.t) = 0$$

$$\bar{s} = \frac{s_{\max} + s_{\min}}{2}$$

$$\bar{s} = \frac{E_o \cdot B_o}{2\mu_o}$$

Maka:

$$\bar{s} = \frac{1}{2} \epsilon_o E_o^2 c$$

$$\bar{s} = \frac{E_o^2}{2c\mu_o}$$

$$E = \bar{s} \cdot A \cdot t \text{ (dalam joule)}$$

Contoh soal



CONTOH SOAL INTENSITAS GEM

Sebuah stasiun radio menerima gelombang elektromagnetik sinusoida dari satelit pemancar dengan kekuatan 50 KW. Berapakah amplitudo maksimum kuat medan listrik yang diterima satelit jika jarak antenna stasiun radio dan satelit 100 Km ?



JAWABAN CONTOH SOAL INTENSITAS G E M

Dengan menganggap gelombang merambat ke segala arah. sehingga titik-titik yang berjarak sama dalam ruang berupa luasan bola : $A = 4\pi R^2$

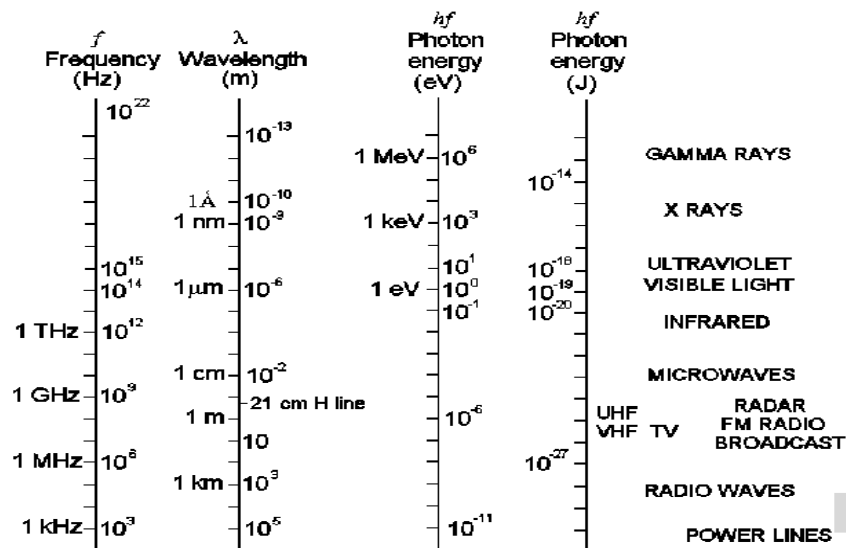
$$A = 4\pi(10^5)^2 = 4\pi \cdot 10^{10} m^2$$

$$s = \frac{P}{A} = \frac{5 \cdot 10^4}{4\pi \cdot 10^{10}} = \frac{5}{4\pi} 10^{-6} \frac{\text{watt}}{m^2}$$

$$E = \sqrt{2.4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{5}{4\pi} \cdot 10^{-6}} = 10^{-2} \sqrt{3} N/C$$



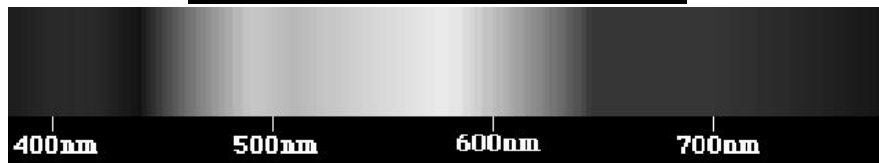
SPEKTRUM GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK



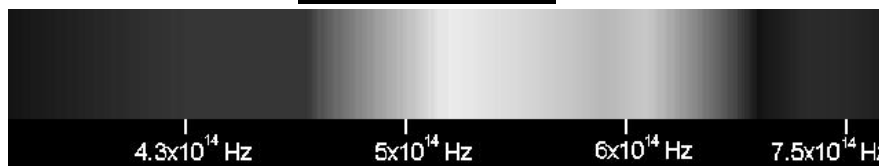


SPEKTRUM CAHAYA TAMPAK

PANJANG GELOMBANG



FREKWENSI



INTERFERENSI CAHAYA

Perpaduan dua atau lebih sumber cahaya sehingga menghasilkan keadaan yang lebih terang (interferensi maksimum) dan keadaan yang gelap (interferensi minimum).

Syarat : Cahaya tersebut harus koheren.

Koheren : Dua sumber cahaya atau lebih yang mempunyai frekwensi, amplitudo dan beda fase yang tetap.

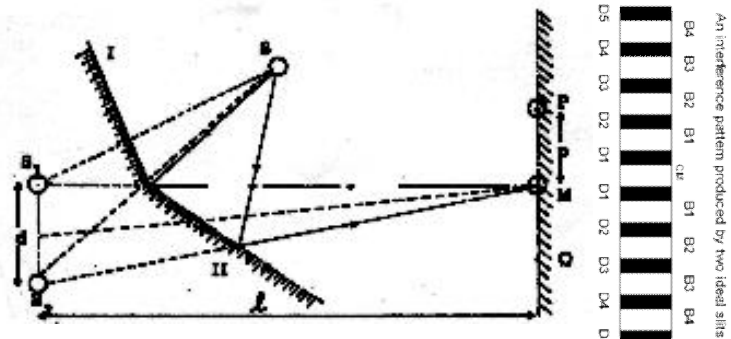
Ada dua macam interferensi cahaya :

Interferensi maksimum : Pada layar didapatkan garis terang

Interferensi minimum : Pada layar didapatkan garis gelap



CERMIN FRESNELL



INTERFERENSI MAKSIMUM/TERANG

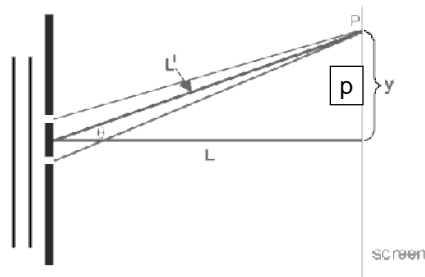
INTERFERENSI MINIMUM/GELAP

$$\frac{d \cdot p}{l} = (2k) \frac{1}{2} \lambda$$

$$\frac{d \cdot p}{l} = (2k - 1) \frac{1}{2} \lambda$$

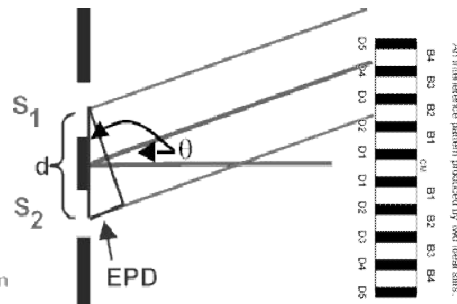


PERCOBAAN YOUNG



INTERFERENSI MAKSIMUM/TERANG

$$\frac{d \cdot p}{l} = (2k) \frac{1}{2} \lambda$$

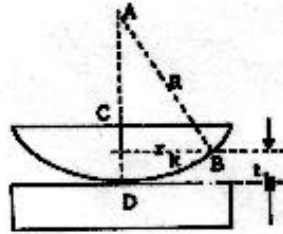


INTERFERENSI MINIMUM/GELAP

$$\frac{d \cdot p}{l} = (2k - 1) \frac{1}{2} \lambda$$

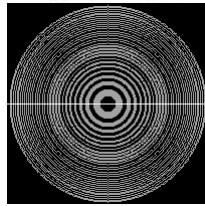
CONTOH SOAL

CINCIN NEWTON



INTERFERENSI MAKSIMUM/TERANG

$$r_k^2 = R(2k - 1) \frac{1}{2} \lambda$$

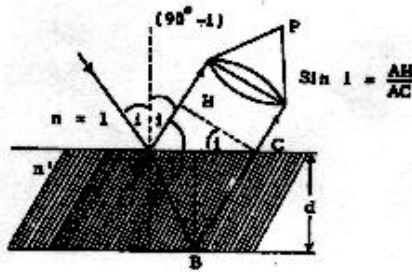


INTERFERENSI MINIMUM/GELAP

$$r_k^2 = R(2k) \frac{1}{2} \lambda$$

CONTOH SOAL

INTERFERENSI PADA LAPISAN TIPIS



INTERFERENSI MAKSIMUM/TERANG

$$2n'd \cos \theta = (2k - 1) \frac{1}{2} \lambda$$

INTERFERENSI MINIMUM/GELAP

$$2n'd \cos \theta = (2k) \frac{1}{2} \lambda$$

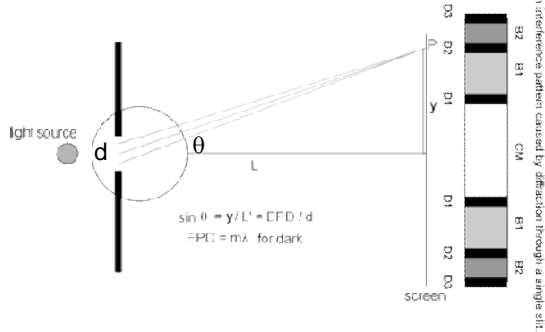
Dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada peristiwa :
 Warna-warna cahaya yang dipantulkan oleh buih sabun.
 Warna-warna cahaya yang dipantulkan oleh lapisan minyak di atas permukaan air.

CONTOH SOAL



DIFRAKSI CAHAYA CELAH TUNGGAL

Peristiwa pembelokan arah sinar jika sinar tersebut mendapat halangan.
Penghalang yang dipergunakan biasanya berupa kisi, yaitu celah sempit.



Interferensi maksimum/terang

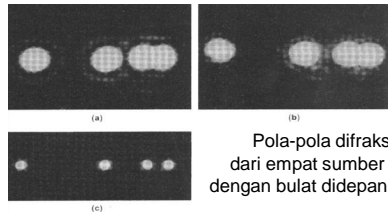
$$d \sin \theta = (2k + 1) \frac{1}{2} \lambda$$

Interferensi minimum/gelap

$$d \sin \theta = (2k) \frac{1}{2} \lambda$$



PERBESARAN SISTEM ALAT OPTIK DIBATASI OLEH DIFRAKSI



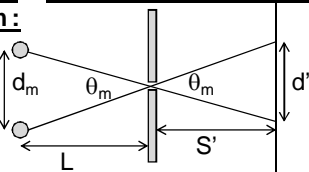
Dengan memperbesar bukaan
Akan mengurangi ukuran pola
DIFRAKSI ini.

Pola-pola difraksi
dari empat sumber titik
dengan bukaan di depan lensa

Menurut Kriteria Rayleigh : Dua benda titik dapat dipisahkan (dibedakan)
Jika pusat dari pola difraksi benda titik pertama berimpit dengan minimum
Pertama daripada difraksi benda titik kedua.

Batas sudut resolusi atau DAYA URAI ALAT OPTIK :
Sudut resolusi minimum :

$\sin \theta_m = 1,22 \frac{\lambda}{D}$ θ_m sangat kecil, maka
 $\sin \theta_m \approx \theta_m \rightarrow \theta_m = 1,22 \frac{\lambda}{D}$



$$\theta_m \approx \text{tg} \theta_m = \frac{d_m}{L}$$

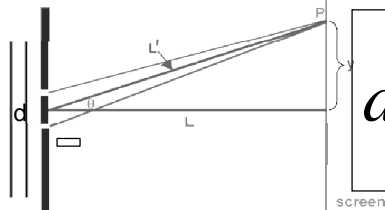
$$\frac{d_m}{L} = 1,22 \frac{\lambda}{D}$$

$$d_m = 1,22 \frac{\lambda L}{D}$$



DIFRAKSI CAHAYA PADA KISI

Kisi adalah kepingan kaca yang digores, menurut garis sejajar sehingga dapat bekerja sebagai celah yang banyak jumlahnya.



$$d = \frac{\ell}{N}$$

d = tetapan Kisi
Banyak garis-garis persatuan Panjang.

Interferensi maksimum/terang

$$d \sin \theta = (2k) \frac{1}{2} \lambda$$

Interferensi minimum/gelap

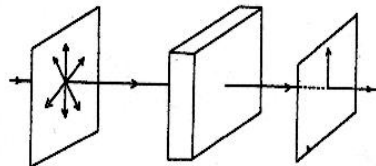
$$d \sin \theta = (2k - 1) \frac{1}{2} \lambda$$

CONTOH SOAL



POLARISASI

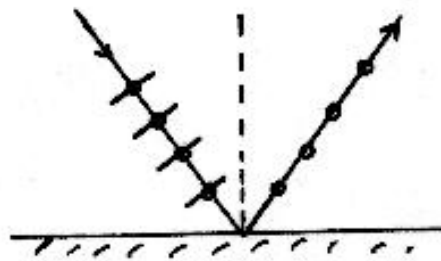
Polarisasi cahaya adalah : Pengkutuban daripada arah getar dari gelombang transversal. (Dengan demikian tidak terjadi polarisasi pada gelombang longitudinal).



Cahaya terpolarisasi dapat terjadi karena :
Peristiwa pemantulan.
Peristiwa pembiasan.
Peristiwa pembiasan ganda.
Peristiwa absorpsi selektif.



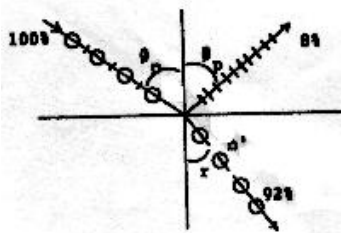
POLARISASI KARENA PEMANTULAN



Polarisasi linier terjadi bila cahaya yang datang pada cermin dengan sudut 57°



POLARISASI KARENA PEMANTULAN DAN PEMBIASAN



Polarisasi linier terjadi bila sinar pantul oleh benda bening dengan sinar bias membentuk sudut 90° .

$$i + r = 90 \quad r = 90 - i$$

$$n \sin i = n' \sin r \quad n \sin i = n' \sin(90 - i)$$

$$n \sin i = n' \cos i$$

$$\boxed{\operatorname{tg} i_p = \frac{n'}{n}}$$

Persamaan ini disebut :
HUKUM BREWSTER.

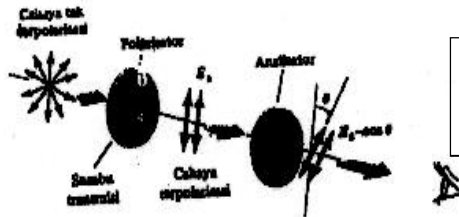
Ditemukan oleh :
David Brewster (1781-1868)



SA

SMPN 1000000

POLARISASI KARENA ABSORPSI SELEKTIF



$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

Persamaan di atas dikenal dengan HUKUM MALUS, ditemukan oleh Etienne Louis Malus pada tahun 1809.

SA

SMPN 1000000

EFFEK DOPPLER GELOMBANG ELEKTROMAGNET

Gelombang elektromagnetik juga mengalami efek Doppler, Tetapi rumusnya berbeda dengan gelombang bunyi, karena:

1. Gelombang bunyi memerlukan medium untuk rambatannya, gelombang elektromagnetik tidak.
2. Kecepatan bunyi berperan penting karena kecepatan ini bergantung medium, pada gelombang elektromagnetik gerak relatif antara sumber gelombang dan pengamatnya berperan penting.

Ketika gelombang elektromagnetik, sumber gelombang dan Pengamat, ketiganya bergerak sepanjang garis lurus yang Sama melalui vakum (atau udara), persamaan efek Dopplernya:

$$f_p = f_s \left(1 \pm \frac{v_{rel}}{c}\right)$$

f_p = frekwensi yang diterima pengamat (Hz)
 f_s = frekwensi yang dipancarkan sumber gelombang (Hz)
 v_{rel} = kecepatan relatif sumber dan pengamat
 C = kecepatan cahaya dalam vakum ($3 \cdot 10^8$ m/s)



CONTOH SOAL

INTERFERENSI PERCOBAAN YOUNG

Dalam percobaan interferensi menurut Young digunakan dua celah yang berjarak 1 mm ditempatkan sejauh 200 cm dari sebuah layar. Apabila jarak garis terang ketiga dan garis gelap kedua adalah 1,68 mm. Hitunglah panjang gelombang yang digunakan.



JAWABAN CONTOH SOAL INTERFERENSI PERCOBAAN YOUNG

$$p_{t3} - p_{g2} = 1,68 \quad \frac{2k(\frac{1}{2}\lambda)\ell}{d} - \frac{(2k-1)(\frac{1}{2}\lambda)\ell}{d} = 1,68$$
$$\frac{2.3(\frac{1}{2}\lambda)2000}{1} - \frac{(2.2-1)(\frac{1}{2}\lambda)2000}{1} = 1,68$$
$$\lambda = \frac{1,68 \cdot 10^{-3}}{3}$$

$$3\lambda = 1,68 \cdot 10^{-3} \quad \lambda = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = 5.600 \text{ \AA}$$



CONTOH SOAL

INTERFERENSI PADA CINCIN NEWTON

Berkas sejajar sinar kuning datang pada permukaan datar dan lensa plankonveks dengan arah tegak lurus ternyata lingkaran gelap cincin newton yang kesepuluh 6 mm jika digunakan panjang gelombang 6000 A, hitunglah jari-jari cincin gelap Newton yang ke-40.



JAWABAN CONTOH SOAL INTERFERENSI PADA CINCIN NEWTON

$$r_n^2 = R (2k) \frac{1}{2} \lambda$$

$$(6.10^{-3})^2 = R(2.10) \frac{1}{2} 6.000.10^{-10}$$

$$R = 6 \text{ meter}$$

$$r_{40} = \sqrt{6.(2.40) \frac{1}{2} .6000.10^{-10}}$$

$$r_{40} = 12.10^{-3} m = 12 \text{ mm}$$

SA

CONTOH SOAL INTERFERENSI PADA SELAPUT TIPIS

Keping gelas dengan ketebalan 0,4 mikrometer disinari cahaya polikromatik dengan arah tegak lurus pada keping. Indeks bias kaca 1,5, jika panjang gelombang cahaya tampak λ dan $400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$, maka hitunglah panjang gelombang cahaya tampak yang dipantulkan terang sekali.

SA

JAWABAN CONTOH SOAL INTERFERENSI PADA SELAPUT TIPIS

$$2n'd \cos r = (2k - 1) \frac{1}{2} \lambda$$

$$2 \cdot 1,5 \cdot 0,4 \cdot 10^{-6} = (2 \cdot 3 - 1) \frac{1}{2} \lambda$$

$$\lambda = 0,48 \cdot 10^{-6} \text{ meter} = 480 \text{ nm}$$



CONTOH SOAL DIFRAKSI PADA KISI

Untuk mengukur panjang gelombang sinar merah dilakukan percobaan sebagai berikut : Sinar kuning panjang gelombang 5800 Å dijatuhkan tegak lurus pada suatu kisi. Pola difraksi diterima di layar yang jaraknya 4 m dari kisi. Garis terang orde pertama berjarak 58 cm dari garis terang pusat. Sesudah itu sinar merah dijatuhkan tegak lurus pada kisi. Ternyata garis terang orde pertama berjarak 65 cm dari garis terang pusat. Hitunglah panjang gelombang sinar merah tersebut.



JAWABAN CONTOH SOAL DIFRAKSI PADA KISI

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{p}{\ell} = \frac{58}{400} = 0,145$$

$$\theta = 8,2504^{\circ}$$

$$d \sin \theta = (2k) \frac{1}{2} \lambda$$

$$d \sin 8,2504^{\circ} = (2.1) \frac{1}{2} 5.800$$

$$0,1435d = 5.800$$

$$d = 40418,1185 \text{ \AA}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{p}{\ell} = \frac{65}{400} = 0,1625$$

$$\theta = 9,2299^{\circ}$$

$$404181185 \sin 9,2299^{\circ} = (2.1) \frac{1}{2} \lambda$$

$$\lambda = 6482,9169 \text{ \AA}$$

SA

STEVANUS ARIANTO

PROFICIAT

**KAMU TELAH MENYELESAIKAN PELAJARAN INI
YAITU TENTANG GELOMBANG DAN PERLU
KAMU MENERJAKAN TUGAS , DAN KAMU AKHIRI
DENGAN MENERJAKAN SOAL-SOAL WEB.**

