

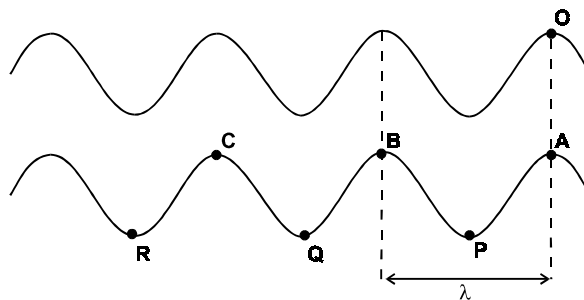
BAB 5

OPTIK FISIS

Prinsip Huygens : Setiap titik pada muka gelombang dapat menjadi sumber gelombang sekunder.

5.1 Interferensi

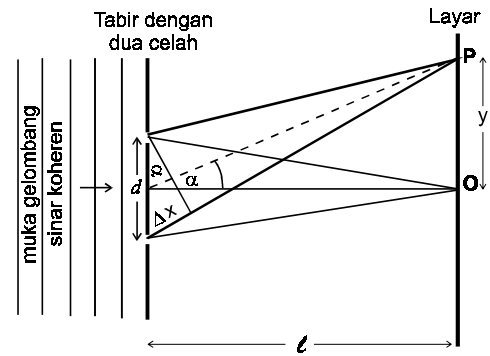
- Interferensi adalah gejala menyatunya dua atau lebih gelombang, membentuk gelombang yang baru.
- Simpangan gelombang yang baru merupakan jumlah dari simpangan masing-masing gelombang (ingat Prinsip Superposisi !).
- Interferensi gelombang-gelombang yang menghasilkan gelombang baru yang lebih besar dari gelombang-gelombang asalnya disebut interferensi *konstruktif*.
- Interferensi gelombang-gelombang yang menghasilkan gelombang baru yang lebih kecil dari gelombang-gelombang asalnya disebut interferensi *destruktif*.



- *Interferensi konstruktif* maksimum (hasilnya disebut *maxima*) terjadi jika titik O bertemu dengan titik A, B, C, ..., yaitu semua titik yang beda fasenya $2n\pi$ terhadap titik O ($n = 0,1,2,3,\dots$). Terhadap titik O, titik tersebut memiliki beda lintasan sebesar $n\lambda$.
- *Interferensi destruktif* minimum (hasilnya disebut *minima*) terjadi jika titik O bertemu dengan titik P, Q, R, ..., yaitu semua titik yang beda fasenya $(2n+1)\pi$ terhadap titik O ($n = 0,1,2,3,\dots$). Terhadap titik O, titik tersebut memiliki beda lintasan sebesar $(n + \frac{1}{2})\lambda$.

5.2 Percobaan Young

- Percobaan ini menggunakan sinar koheren (berpanjang gelombang tunggal dengan beda fasa yang konstan), yang disorotkan kepada dua celah berjarak d satu sama lain. Pada sebuah layar yang diletakkan di belakang celah akan terbentuk pola berupa pita-pita terang gelap silih berganti. Hal ini disebabkan karena titik-titik pada muka gelombang yang mencapai celah akan menjadi sumber gelombang sekunder (prinsip Huygens). Berkas sinar dari kedua celah (kedua sumber baru) akan saling berinterferensi pada layar.



- Pita terang merupakan *maxima* dari interferensi dan pita gelap merupakan *minima* dari interferensi.
- Kondisi maxima dan minima ditentukan oleh beda lintasan yang telah ditempuh oleh kedua berkas sinar, yang dalam gambar ditunjukkan oleh Δx , dimana $\Delta x \cong d \sin \alpha$ dan $\sin \alpha \cong \tan \alpha \cong y/l$ (dengan syarat bahwa jarak celah ke layar jauh lebih besar dari d)

Dengan demikian, untuk $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Maxima : $d \sin \alpha = n \cdot \lambda$

$$d \cdot y / l = n \cdot \lambda$$

Minima : $d \sin \alpha = (n + 1/2) \cdot \lambda$

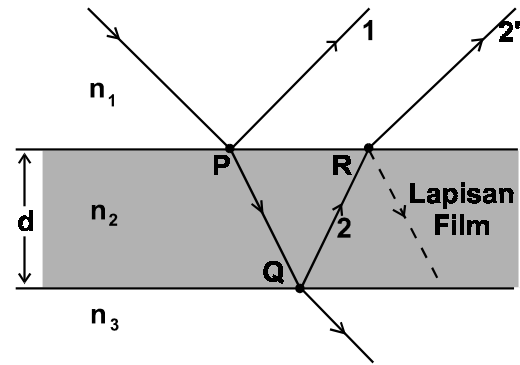
$$d \cdot y / l = (n + 1/2) \cdot \lambda$$

Jarak antar-pita-terang / antar-pita-gelap : $\Delta y = \lambda \cdot l / d$

5.3 Interferensi selaput tipis

- Terjadi pada lapisan-lapisan transparan yang sangat tipis (disebut juga lapisan film), mis. gelembung sabun, filter, dll.

- Sinar-sinar yang berinterferensi adalah sinar-sinar pantul (sinar 1 & 2) yang memantul pada (sedikitnya) dua perbatasan medium.
- Sinar yang memantul pada medium yang lebih rapat (misalnya di titik P, jika $n_1 = n_3 < n_2$) akan mengalami pembalikan fasa sebesar 180° .
- Jika $n_1 < n_2 < n_3$, maka semua sinar yang memantul di titik P & Q mengalami pembalikan fasa.



Catatan : Meskipun sinar datang yang dimaksud tegak lurus terhadap permukaan batas, tapi untuk memperjelas lintasan yang ditempuh sinar, sinar datang pada gambar dibuat miring.

- Beda lintasan yang ditempuh kedua sinar adalah $PQ + QR$, atau sama dengan $2d$ (sudut datang sebenarnya 0°)
- Panjang gelombang di dalam medium (n_2) adalah : $\frac{n_1}{n_2} \lambda$
- Dengan demikian untuk kondisi $n_1 = n_3 < n_2$, berlaku hubungan sbb :

$$\text{Maxima : } \frac{n_2}{n_1} d = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda \quad \mathbf{n = 0,1,2,3,\dots}$$

$$\text{Minima : } \frac{n_2}{n_1} d = n \cdot \lambda \quad \mathbf{n = 0,1,2,3,\dots}$$

- Untuk kondisi $n_1 < n_2 < n_3$, berlaku :

$$\text{Maxima : } \frac{n_2}{n_1} d = n \cdot \lambda \quad \mathbf{n = 0,1,2,3,\dots}$$

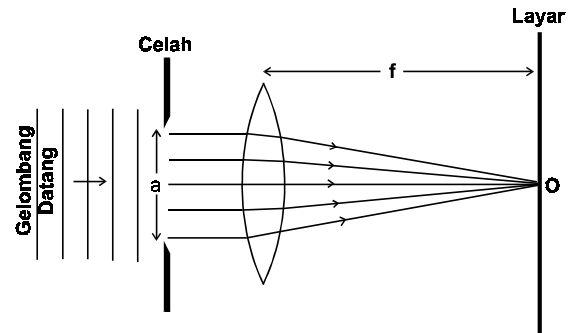
$$\text{Minima : } \frac{n_2}{n_1} d = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda \quad \mathbf{n = 0,1,2,3,\dots}$$

5.4 Difraksi

Difraksi : adalah peristiwa pelenturan / pembelokan gelombang jika dalam perambatannya gelombang melewati penghalang seperti tepian celah sempit

5.4.1 Difraksi celah tunggal

- Berkas-berkas sinar yang mencapai layar di titik O pada gambar di samping ini memiliki panjang lintasan optik yang sama, sehingga di titik O terjadi *maxima* pusat.

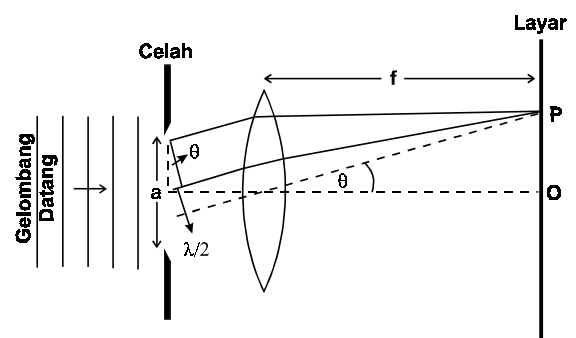


- *Minima* pertama terjadi apabila berkas sinar dari tepi atas celah ditiadakan oleh berkas sinar yang berasal dari pertengahan celah, setibanya mereka pada layar di titik P

- Rumus Umum :

$$\text{Maxima : } a \sin \theta = (n + \frac{1}{2})\lambda$$

$$\text{Minima : } a \sin \theta = n.\lambda$$

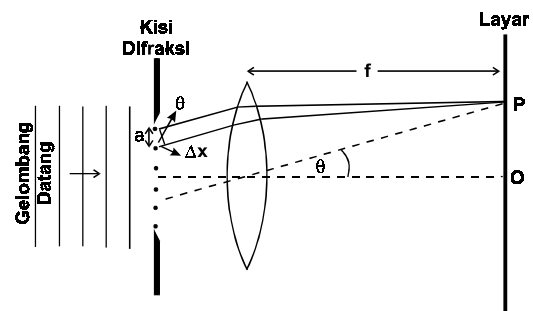


5.4.2 Difraksi kisi (celah majemuk)

- Jarak antar celah biasanya dinyatakan dengan besaran **konstanta kisi**, yang menyatakan banyaknya celah per satuan panjang.

$$\text{Contoh : } \text{konstanta} = 5000 \text{ cm}^{-1}$$

$$a = 1/5000 \text{ cm}$$



- Rumus Umum

$$\text{Maxima : } a \sin \alpha = n . \lambda$$

$$\text{Minima : } a \sin \alpha = (n + \frac{1}{2}) . \lambda$$

$$n = 0,1,2,3,\dots$$

5.5 Polarisasi

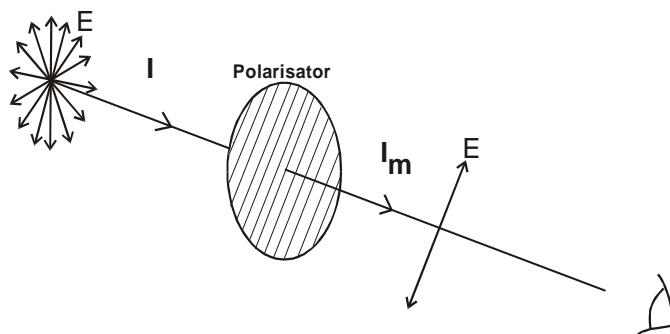
Pada umumnya, gelombang-gelombang elektromagnetik (termasuk cahaya) memiliki arah getar yang acak (random) meskipun seluruh arah getar tetap tegak lurus arah rambatannya dan getaran medan listriknya tetap tegak lurus getaran medan

magnetnya. Dalam keadaan ini, gelombang disebut sebagai gelombang *tak terpolarisasi*.

Melalui suatu proses atau peristiwa tertentu, gelombang tak terpolarisasi ini dapat diubah menjadi getaran yang memiliki arah getar atau perubahan arah getar yang tetap. Perubahan dari arah getar yang acak menjadi arah getar yang teratur / tetap dinamakan *polarisasi*. Gelombang yang telah mengalami polarisasi dinamakan *gelombang terpolarisasi*.

Keping Polarisasi

Salah satu cara untuk membuat gelombang (dalam hal ini sinar tampak) terpolarisasi adalah dengan jalan melewati sinar tersebut melalui sebuah keping polarisasi yang disebut *polarisator*. Keping ini dibuat dengan menggunakan proses khusus, dimana

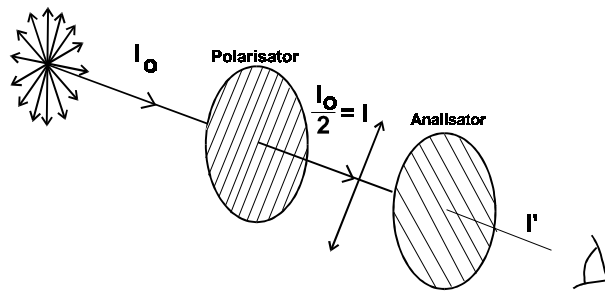


pada selembur plastik disusun molekul-molekul berantai panjang dari jenis tertentu. Selanjutnya plastik tersebut direntangkan sehingga molekul-molekul tersebut tersusun

secara paralel. Dengan menggunakan materi ini, berkas sinar acak dapat dipolarisasi seperti terlihat pada gambar di samping ini.

Gambar tersebut menunjukkan orientasi getaran gelombang listrik (E) yang semula bersifat acak, kemudian oleh polarisator diarahkan untuk bergetar hanya pada satu bidang getar. Oleh karena itu, polarisasi seperti ini dinamakan *polarisasi bidang*

Jika di antara mata dan polarisator diletakkan lagi sebuah alat yang dinamakan analisator (fungsinya sama dengan polarisator), maka sinar yang telah terpolarisasi tadi akan diteruskan oleh analisator sesuai dengan beda sudut orientasi polarisator dan analisator.



Menurut **Hukum Malus**, intensitas cahaya yang terdeteksi pengamat melalui analisator adalah :

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

Dimana θ adalah sudut yang dibentuk oleh orientasi polarisator dan orientasi analisator.

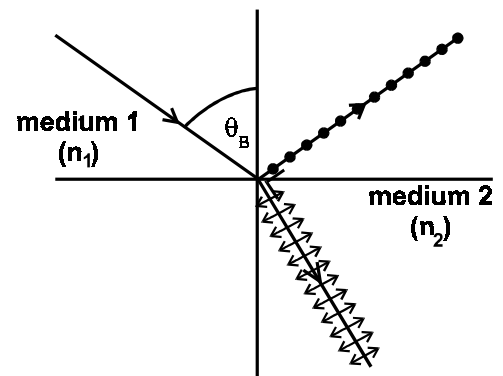
Polarisasi Melalui Pemantulan

Polarisasi gelombang dapat juga terjadi melalui peristiwa pemantulan. Pada tahun 1809, Mallus (Étienne Louis Mallus) menemukan bahwa pemantulan dapat mempolarisasi gelombang cahaya, baik polarisasi sempurna maupun polarisasi sebagian (parsial).

Pada peristiwa polarisasi yang disebabkan oleh **pemantulan dan pembiasan**, berkas sinar akan **terpolarisasi sempurna**, jika sinar pantul dan sinar bias membentuk sudut 90° . Dalam keadaan ini, sudut datangnya dinamakan **sudut Brewster (θ_B)**.

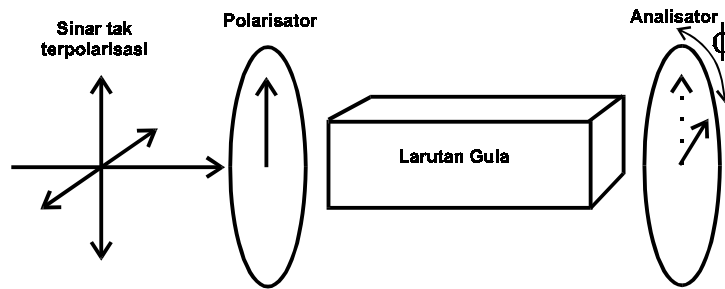
Besarnya sudut Brewster dapat dihitung sbb :

$$\text{tg } \theta_B = n_2 / n_1$$



5.6 Zat Optis Aktif

Zat optis aktif adalah zat yang memiliki kemampuan untuk memutar bidang polarisasi. Contoh : larutan gula



Zat optis aktif yang memutar bidang polarisasi ke kiri disebut **levo**, dan yang memutar ke kanan disebut **dextro**.

Besarnya putaran (ϕ - Radian) bidang polarisasi yang dilakukan oleh zat optis aktif tergantung pada panjang lintasan pada zat tersebut yang dilalui sinar (l : meter), konsentrasi zat tersebut (C : kg/m^3), dan sudut putar jenis zat tersebut (α : $\text{rad.m}^2/\text{kg}$), yang semuanya secara umum dirumuskan dengan :

$$\phi = \alpha l C$$

Besarnya α tergantung pada suhu panjang gelombang cahaya yang digunakan.