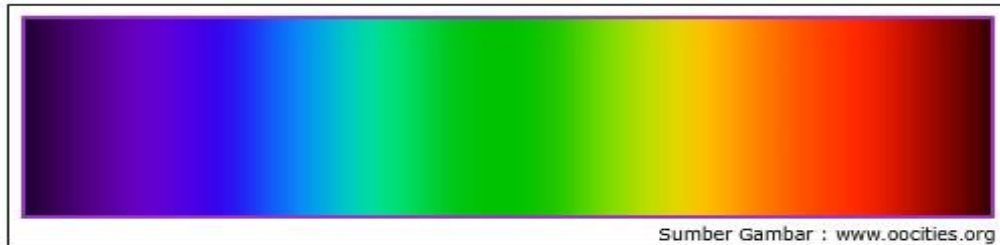


## Gelombang Cahaya

### A. Spektrum Cahaya

Cahaya (Spektrum optic, atau spektrum terlihat atau spektrum tampak) adalah bagian dari spektrum elektromagnet yang tampak oleh mata manusia. Radiasi elektromagnetik dalam rentang panjang gelombang ini disebut sebagai cahaya tampak atau cahaya saja. Tidak ada batasan yang tepat dari spektrum optik; mata normal manusia akan dapat menerima panjang gelombang dari 400 sampai 700 nm.



Gambar Spektrum Cahaya Tampak

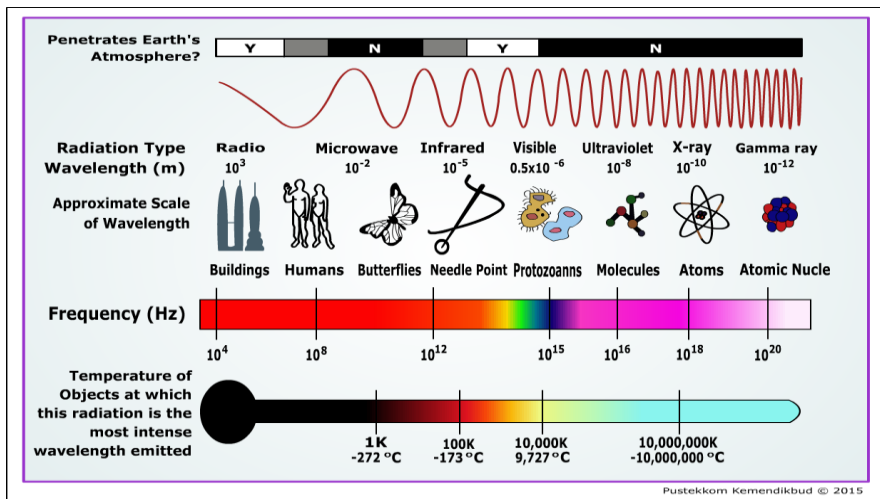
Panjang gelombang yang kasat mata didefinisikan oleh jangkauan spektral jendela optik, wilayah spektrum elektromagnetik yang melewati atmosfer Bumi sebagian besar tanpa dikurangi (meskipun cahaya biru dipencarkan lebih banyak dari cahaya merah, salah satu alasan mengapa langit berwarna biru). Radiasi elektromagnetik di luar jangkauan panjang gelombang optik, atau jendela transmisi lainnya, hampir seluruhnya diserap oleh atmosfer.

Panjang gelombang cahaya berbanding terbalik dengan frekuensi. Artinya, semakin besar panjang gelombang maka semakin rendah frekuensi cahaya, maka warna merah memiliki energi lebih rendah daripada warna ungu.,

**Tabel spectrum Gelombang elektromagnetik**

Panjang gelombang	Frekuensi dalam Cycle/Det	Jenis Gelombang			
$10^{-15} \text{ m}$	$10^{23}$	Sinar Y	Sinar X	Sinar Kosmik	
$10^{-14} \text{ m}$	$10^{22}$			perubahan-perubahan radioaktif	
$10^{-13} \text{ m}$	$10^{21}$			Tumbukan elektron-elektron pada logam-logam bermassa tinggi	
$10^{-12} \text{ m}$	$10^{20}$			Lampu busur, bunga api listrik, tabung lucutan, lampu, air raksa, dan sinar matahari	
$10^{-11} \text{ m}$	$10^{19}$			Atom-atom yang bergetar	
$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$	$10^{18}$	Sinar Y			
$10^{-9} \text{ m}$	$10^{17}$	Sinar ultraviolet			
$10^{-8} \text{ m}$	$10^{16}$				
$10^{-7} \text{ m}$	$10^{15}$	Cahaya yang tampak			
$10^{-6} \text{ m}$	$10^{14}$	Sinar inframerah	Frekuensi sangat tinggi	Radar gelombang radio dan rangkaian elektronik	
$10^{-5} \text{ m}$	$10^{13}$				
$10^{-4} \text{ m}$	$10^{12}$	sinar-sinar panas		Televisi	
$10^{-3} \text{ m}$	$10^{11}$			Radio	Gelombang pendek
$10^{-2} \text{ m}$	$10^{10}$				
$10^{-1} \text{ m}$	$10^9$				
$1 \text{ meter} = 1 \text{ m}$	$10^8$				
$10^1 \text{ m}$	$10^7$		Frekuensi tinggi		
$10^2 \text{ m}$	$10^6$		Frekuensi menengah		
$10^3 \text{ m}$	$10^5$		Gelombang listrik yang sangat panjang	Kumparan yang berputar dalam medan magnet	
$10^4 \text{ m}$	$10^4$				
$10^5 \text{ m}$	$10^3$				
$10^6 \text{ m}$	$10^2$				
$10^7 \text{ m}$	$10^1$				
$10^8 \text{ m}$	1				

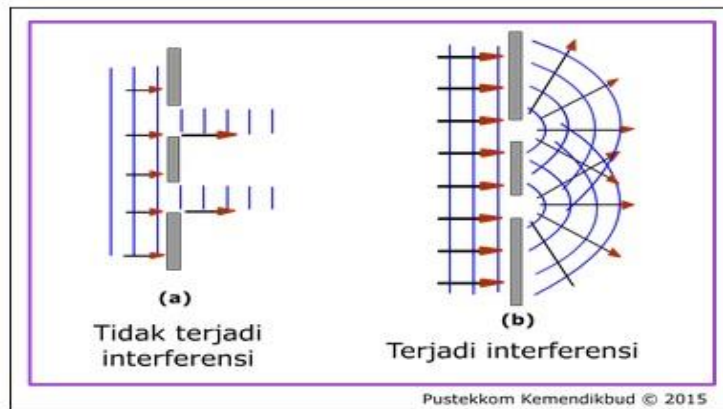
Pustekkom Kemendikbud © 2015



Gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang frekuensi

## B. Dapat dijumlahkan (interferensi)

Interferensi cahaya merupakan perpaduan dua atau lebih gelombang cahaya yang bertemu pada suatu titik. Hasil interferensi gelombang cahaya dapat saling menguatkan (konstruktif) dengan ditandai garis terang ( untuk cahaya monokromatik) dan saling melemahkan ( destruktif ) yang ditandai dengan garis gelap.

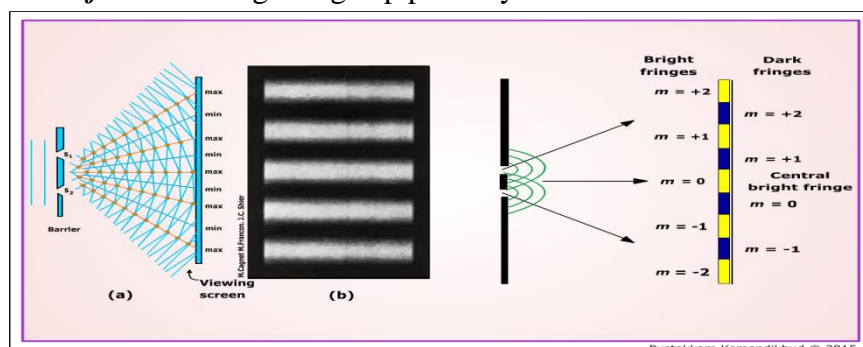


Gambar Terjadi/tidaknya interferensi

Agar dua cahaya dapat berinterferensi maka kedua cahaya tersebut harus **koheren** artinya kedua cahaya memiliki frekuensi yang sama serta beda fase yang tetap. Interferensi cahaya dapat terjadi pada:

- **Celah Ganda**

Pertama kali ditunjukkan oleh **Thomas Young** pada tahun 1801, ketika dua gelombang yang koheren menyinari/melalui dua celah sempit, maka akan teramati **pola interferensi** terang dan gelap pada layar.



Gambar Pola garis gelap terang dan pola Interferensi

- Interferensi maksimum terjadi jika kedua gelombang memiliki fase yang sama (sefase), yaitu jika selisih lintasannya sama dengan nol atau bilangan bulat kali panjang gelombang  $\lambda$  :

$$d \sin \theta = m \lambda ; \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Karena jarak celah ke layar  $l$  jauh lebih besar jarak dari kedua celah  $d$  ( $l \gg d$ ), maka sudut  $\theta$  sangat kecil, sehingga  $\sin \theta = \tan \theta = p/l$ , dengan demikian :

$$\frac{pd}{L} = m \lambda$$

- Interferensi minimum terjadi jika beda fase kedua gelombang 180°, yaitu jika selisih lintasannya sama dengan bilangan bulat kali setengah panjang gelombang  $\lambda$  :

$$d \sin \theta = (m - 1/2) \lambda ; \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

Bilangan  $m$  disebut orde gelap. Tidak ada gelap ke 0. Untuk  $m = 1$  disebut gelap ke-1 dst. Mangungat  $\sin \theta = \tan \theta = p/l$ , maka :

$$\frac{pd}{L} = (m - 1/2) \lambda$$

Jarak antara dua garis terang yang berurutan sama dengan jarak dua garis gelap berurutan. Jika jarak itu disebut  $\Delta p$ , maka :

$$\Delta p d = \lambda l$$

Dengan

$m$  : orde terang ( $m = 0$  terang pusat,  $m = 1$  terang ke-1/gelap ke-1, dst.)

$p$  : jarak terang ke- $m$  ke pusat terang. (m)

$d$  : jarak antara 2 celah (m)

$l$  : jarak antara celah ke layar (m)

$\lambda$  : panjang gelombang (m)

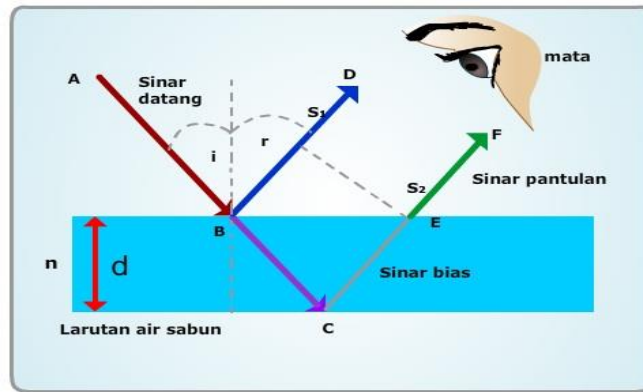
- **Interferensi pada Selaput Tipis**

Dalam kehidupan sehari-hari, kita melihat gelembung air sabun akan terlihat berwarna, warni. Begitu juga genangan minyak tanah diatas permukaan air, akan terlihat sama berwarna warni.



Sumber Gambar : [www.kfk.kompas.com](http://www.kfk.kompas.com)

Gambar Gelembung sabun



Animasi

Jika cahaya yang dijatuhkan pada selaput tipis cahaya monokromatik, maka pada gelembung sabun tidak akan terlihat warna pelangi, melainkan warna terang dan gelap.

Rumus untuk menghasilkan pola terang/interferensi maksimum sebagai berikut:

$$2nd \cos r = (2m - 1) \frac{1}{2} \lambda$$

$$2nd \cos r = m \cdot \lambda$$

Keterangan :

$n$  = Indeks bias lapisan tipis

$d$  = tebal lapisan

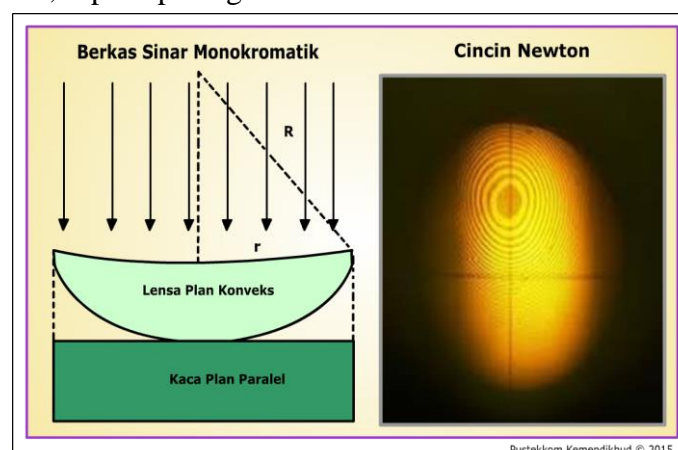
$r$  = sudut bias

$m$  = orde terang ke 1, 2, 3, ....

- **Interferensi Cincin Newton**

Fenomena **Cincin Newton**, dinamai dari Isaac Newton, adalah interferensi warna yang diakibatkan oleh refleksi cahaya antara dua permukaan. Permukaan bulat yaitu permukaan bulat Lensa Plan Konveks dan Permukaan bulat Kaca Plan Paralel.

Interferensi terjadi pada selaput tipis udara, disekitar lensa plan konveks (cembung) dan kaca plan-paralel. Berkas sinar monokromatis jatuh pada lensa plan konveks yang diteruskan dan melewati selaput udara tipis di bawah lensa diatasnya kaca plan paralel, setelah itu berkas sinar diteruskan ke kaca plan paralel. Dan terbentuklah pola lingkaran-lingkaran gelap dan terang hasil interferensi berupa pola lingkaran / Cincin Newton, seperti pada gambar di bawah ini:



Pola interferensi yang terjadi pada lapisan selaput tipis udara yang ada dibawah lensa, diatas kaca secara matematika dirumuskan sebagai berikut:

- Interferensi Maksimum/lingkaran terang:

$$n r_t^2 = (2m - 1) \frac{1}{2} \lambda \quad ; m = 1, 2, 3, \dots$$

- Interferensi minimum/lingkaran gelap:

$$n r_g^2 = (2m) \frac{1}{2} \lambda \quad ; m = 0, 1, 2, \dots$$

Keterangan :

$n$  = indeks bias udara = 1

$r_t$  = jari-jari lingkaran terang/gelap ke  $m$ .

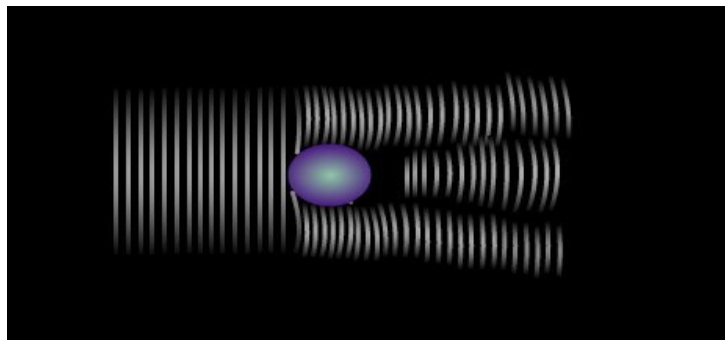
$m$  = orde interferensi (1,2,3,dst)

$\lambda$  = panjang gelombang cahaya (meter)

$r$  = jari-jari lengkungan Lensa Plan Konveks

### C. Dapat Mengalami Pelenturan (Difraksi)

Jika sebuah gelombang permukaan air tiba pada suatu celah sempit, maka gelombang ini akan mengalami lenturan/pembelokan sehingga terjadi gelombang-gelombang setengah lingkaran yang melebar di daerah belakang celah tersebut. Gejala ini disebut difraksi



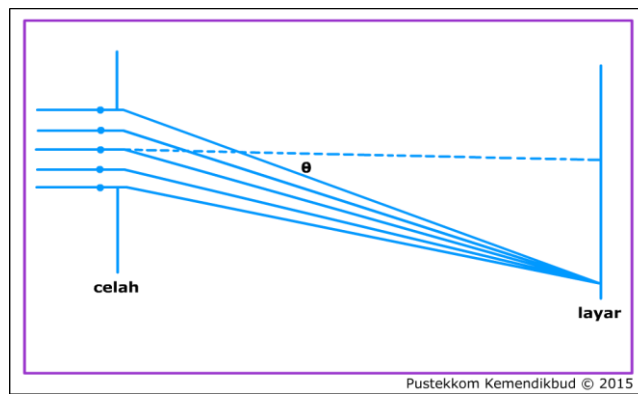
Animasi

Beberapa Peristiwa Difraksi :

#### 1. Difraksi Cahaya pada Celah Tunggal

Bila cahaya monokromatik (satu warna) dijatuhkan pada celah sempit, maka cahaya akan di belokan /dilenturkan seperti gambar 1, bila cahaya yang dijatuhkan polikromatik (cahaya putih/banyak warna), selain akan mengalami peristiwa difraksi, juga akan terjadi peristiwa interferensi, hasil interferensi menghasilkan pola warna pelangi.

Berkas cahaya jatuh pada celah tunggal, akan dibelokkan dengan sudut belok  $\theta$ . Pada layar akan terlihat pola gelap dan terang. Pola gelap dan terang akan terjadi bila mengalami peristiwa difraksi.



Gambar pembentukan cahaya pada difraksi celah tunggal

Rumus hasil interferensi pada celah tunggal :

- Interferensi maksimum (terjadinya pola terang)

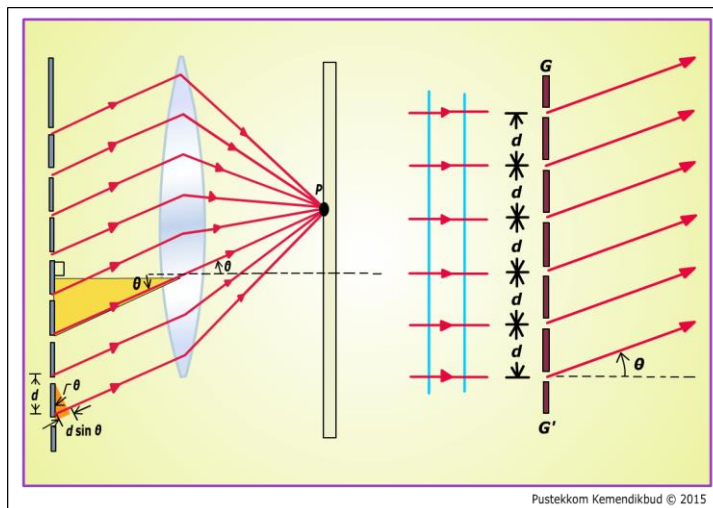
$$d \sin \theta = (m - 1/2) \lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dp}{L} = (m - 1/2) \lambda \quad ; m = 1, 2, 3, \dots \text{ dst}$$

- Interferensi minimum (terjadi pola gelap)

$$d \sin \theta = m \lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dp}{L} = m \lambda \quad ; m = 1, 2, 3, \dots \text{ dst}$$

## 2. Difraksi Cahaya pada Celah Banyak (kisi Difraksi)

Jika seberkas sinar monokromatik jatuh pada kisi difraksi, akan terjadi peristiwa difraksi dan interferensi seperti pada gambar berikut:



Gambar terbentuknya sinar pada difraksi kisi

Rumus Interferensi pada Celah banyak/kisi difraksi kebalikan dari rumus interferensi pada celah tunggal :

- Kisi difraksi maksimum (terjadi pola terang)

$$d \sin \theta = m \lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dp}{L} = m \lambda \quad ; m = 1, 2, 3, \dots \text{ dst}$$

- Kisi difraksi minimum (terjadi pola gelap)

$$d \sin \theta = (m - 1/2) \lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dp}{L} = (m - 1/2) \lambda \quad ; m = 1, 2, 3, \dots \text{ dst}$$