

## PERCOBAAN 5

### DIFRAKSI CAHAYA PADA CELAH TUNGGAL

#### I. TUJUAN

Mempelajari difraksi cahaya oleh tepi tajam dan celah tunggal serta pola distribusi intensitasnya.

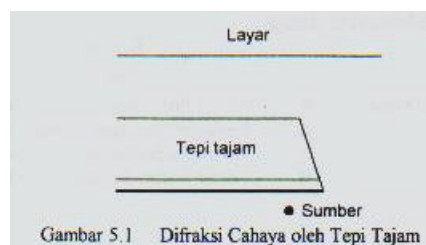
#### II. RUANG LINGKUP

Dengan melewati berkas sinar laser yang koheren dan monokromatik pada sebuah tepi tajam maka akan terbentuk pola difraksi pada layar. Pola difraksi juga dapat terjadi jika sinar laser dilewatkan pada celah tunggal, lebar dari celah tunggal yang digunakan dapat diukur dengan mengamati pola difraksi yang terjadi. Pola distribusi intensitas difraksi baik oleh tepi tajam maupun oleh celah tunggal dapat diketahui dengan menggunakan photocell.

#### A. TEORI SINGKAT

- Difraksi oleh tepi tajam

Difraksi atau pembelokkan (pelenturan) cahaya merupakan salah satu cara untuk menguji apakah cahaya merupakan suatu gelombang. Difraksi cahaya sebenarnya sudah ditemukan sejak pertengahan abad ke-17 oleh Fransesco Grimaldi. Namun baru 10 tahun setelah penemuan Young, orang mengakui bahwa cahaya mempunyai sifat gelombang. Augustin Fresnel dan Francois Argo menunjukkan sederetan percobaan difraksi dan interferensi yang menyimpulkan bahwa cahaya adalah gelombang. Gambar 5.1 merupakan suatu tepi tajam yang menghalangi sumber cahaya dengan layar.

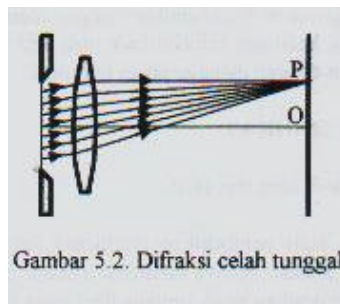


Jika tidak ada difraksi kita mengharapkan pada layar akan gelap. Namun kenyataannya pada layar terdapat pola gelap dan terang, pola-pola tersebut timbul karena adanya peristiwa pelenturan (difraksi) cahaya oleh tepi tajam tersebut.

- Difraksi oleh celah tunggal

Apabila suatu cahaya dengan panjang gelombang  $\lambda$  mengenai suatu celah sempit, maka menurut Christian Huygens setiap titik pada celah dapat dianggap sebagai sumber gelombang cahaya yang memancar ke segala arah dengan sudut fase yang sama dan kecepatan yang sama pula.

Kalau di depan celah pada suatu jarak tertentu ditempatkan suatu layar, maka pada layar akan terbentuk suatu pola difraksi (lenturan cahaya) sebagai akibat yang ditimbulkan oleh interferensi dari sumber-sumber cahaya tersebut yang berasal dari celah itu.



Sinar laser merupakan gelombang elektromagnetik yaitu bentuk gelombang yang berupa rambatan medan listrik dan medan magnet di mana arah dari medan listrik, medan magnet, serta arah rambatannya saling tegak lurus.

Pada gelombang elektromagnetik dikenal istilah *vector Poyenting*, yaitu suatu besaran vector yang menggambarkan besar energi persatuan waktu persatuan luas, didefinisikan sebagai :

$$\mathbf{S} = \frac{\mathbf{E} \times \mathbf{B}}{\mu_0} \quad (5.1)$$

dimana  $\mathbf{S}$  : Vektor Poyenting (Watt/m<sup>2</sup>)

$\mu_0$  : Permeabilitas ruang hampa (Wb/A.m)

$\mathbf{E}$  : Vektor medan listrik (N/C)

$\mathbf{B}$  : Vektor medan magnet (Wb/m<sup>2</sup>)

Persamaan untuk gelombang elektromagnetik jika arah rambatannya dalam arah sumbu x adalah :

$$E = E_m \cdot \sin(kx - \omega t) \mathbf{j} \quad \text{dan} \quad B = B_m \cdot \sin(kx - \omega t) \mathbf{k} \quad (5.2)$$

Maxwell mendapatkan bahwa  $|B| = \frac{|E|}{c}$ ,  $c$  adalah kecepatan cahaya ( $3 \cdot 10^8$  m/det).

Karena  $E$  dan  $B$  harus selalu tegak lurus, maka nilai dari vektor poyenting adalah :

$$S = \frac{E^2 m \cdot \sin(kx - \omega t)}{2 \epsilon_0 c} i \quad (5.3)$$

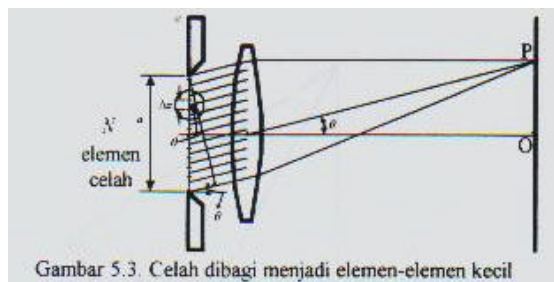
Intensitas dari gelombang elektromagnetik didefinisikan sebagai rata-rata dari vector poyenting maka dari persamaan (5.3) didapatkan:

$$I = \bar{S} = \frac{E^2 m}{2 \epsilon_0 c} \text{ atau } I \approx E^2 m \quad (5.4)$$

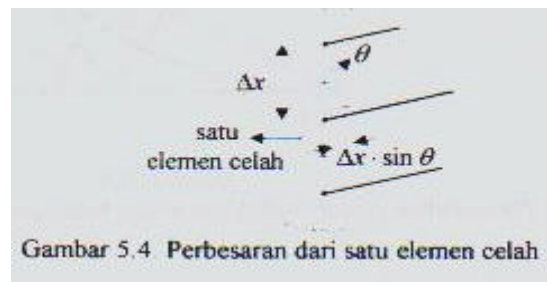
sehingga dapat disimpulkan :

**“Intensitas dari cahaya sebanding dengan kuadrat amplitudo dari medan listrik.”**

Pada Gambar 5.3 celah tunggal kita bagi menjadi elemen-elemen kecil sebanyak  $N$  buah elemen yang masing-masing elemen berjarak  $\Delta x$ . Gambar 5.4 adalah perbesaran dari salah satu elemen dan menggambarkan jalannya sinar.



Gambar 5.3. Celah dibagi menjadi elemen-elemen kecil



Gambar 5.4 Perbesaran dari satu elemen celah

Pada Gambar 5.4 terlihat bahwa beda lintasan optis antara kedua sinar yang terpisah pada jarak  $\Delta x$  adalah  $\Delta x \cdot \sin \theta$ , dari hubungan:

$$\text{beda fase} = \text{beda lintasan optis} \quad (5.5)$$

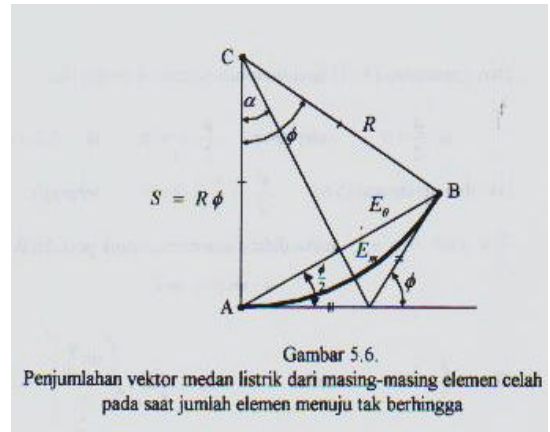
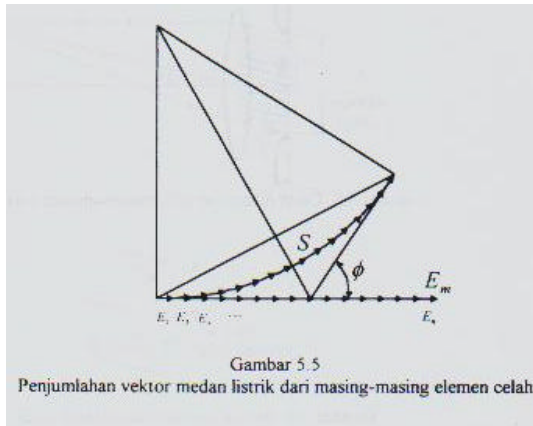
$$2\pi \quad \epsilon$$

sehingga beda fase antara kedua sinar tersebut:

$$\Delta f = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x \cdot \sin \theta \quad (5.6)$$

Karena sinar laser bersifat koheren dan monokromatik maka amplitude dan frekuensi sinar-sinar yang berasal dari celah tersebut sama namun memiliki fase yang berbeda. Sehingga besar total dari amplitude medan listrik yang jatuh pada layer dengan menggunakan prinsip

superposisi merupakan jumlah dari amplitude masing-masing sinar yang berasal dari celah, amplitude medan listrik yang jatuh pada titik P maka akan didapatkan Gambar 5.5. Jika lebar setiap elemen celah kita terus perkecil sampai menuju nol maka akan terdapat jumlah elemen celah mendekati tak terhingga, pada kondisi ini maka penjumlahan vector medan listrik akan menjadi seperti Gambar 5.6.



Perhatikan Gambar 5.6 dari rumus geometris pada lingkaran didapatkan:

$$f = \frac{E_m}{R} \quad \text{atau} \quad R = \frac{E_m}{f} \quad (5.7)$$

$$a = \frac{f}{2} \quad \text{atau} \quad E_0 = 2R \cdot \sin a \quad (5.8)$$

dengan menggabungkan persamaan (5.7) dan persamaan (5.8) didapatkan:

$$E_0 = \frac{2E_m}{f} \cdot \sin \frac{f}{2} = \frac{E_m}{f/2} \cdot \sin \frac{f}{2} = E_m \frac{\sin \frac{f}{2}}{\frac{f}{2}} \quad (5.9)$$

dengan menggunakan persamaan (5.4) diperoleh:

$$\frac{I_q}{I_m} = \left( \frac{E_q}{E_m} \right)^2 = \left( \frac{\sin \frac{f}{2}}{\frac{f}{2}} \right)^2 \quad (5.10)$$

Sehingga didapatkan rumus intensitas pola difraksi oleh celah tunggal :

$$I_q = I_m \left( \frac{\sin \frac{f}{2}}{\frac{f}{2}} \right)^2 \quad (5.11)$$

Dari persamaan (5.11) intensitas minimum akan terjadi jika:

$$\sin \frac{f}{2} = 0 \quad \text{yang berarti} \quad \frac{f}{2} = m \Pi ; \quad m = 1, 2, 3, 4, \dots$$

Dan dari persamaan (5.6),  $\frac{f}{2} = \frac{\Pi}{l} a \cdot \sin q$  sehingga :

$\frac{\Pi}{l} a \cdot \sin q = m \Pi$ , maka didapatkan rumus untuk pola difraksi minimum :

$$a \cdot \sin q = m l \tag{5.12}$$

Jika  $\frac{f}{2} = 0$  maka 
$$I_0 = \lim_{\frac{f}{2} \rightarrow 0} I_m \left( \frac{\sin \frac{f}{2}}{\frac{f}{2}} \right) = I_m = I_m$$

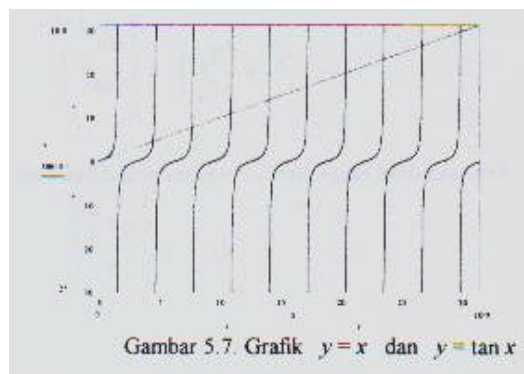
Jadi pada  $\frac{f}{2} = 0$  yang berarti  $q = 0^\circ$ , intensitasnya mencapai maksimum yang disebut dengan terang pusat. Terang yang terjadi selain terang pusat disebut terang sekunder, terjadi jika :

$$\frac{dI_q}{df} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{f}{2} = \tan \frac{f}{2}$$

$$x = \tan x \tag{5.13}$$

di mana 
$$x = \frac{f}{2} = \frac{\Pi}{l} a \cdot \sin q$$

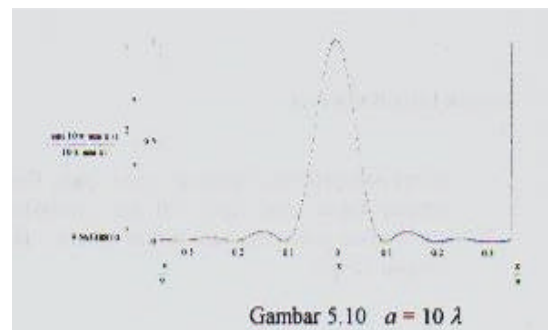
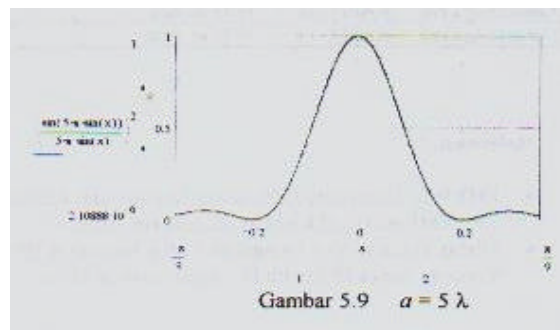
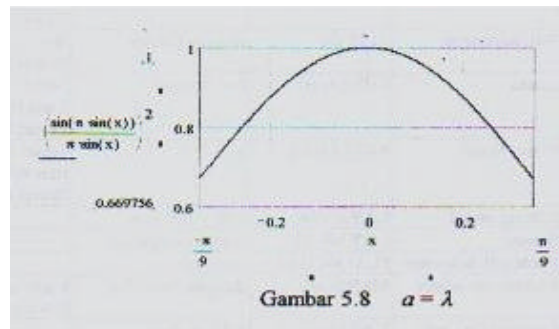
untuk mendapatkan jawaban dari persamaan di atas kita memplot dua buah grafik  $y = x$  dan  $y = \tan x$  dan mencari titik potong keduanya (lihat Gambar 5.7).



Dari Gambar 5.7 di atas didapatkan titik perpotongannya pada :

$$X = 1.43 \text{ \AA}, 2.495 \text{ \AA}, 3.47 \text{ \AA}, 4.479 \text{ \AA}.$$

Gambar 5.8, 5.9, 5.10 merupakan pola distribusi intensitas difraksi oleh celah tunggal dengan perbandingan lebar celah dan panjang gelombang cahaya 1, 5 dan 10.



## B. DAFTAR ALAT

No.	Nama Alat	Kode	Tipe	Konfigurasi
1.	Laser He-Ne	LASER-02	1,0 mW	Laser He-Ne 1 Tripod Base 1
2.	Slit, adjustable	SLIT-01	dengan Holder	Slit 1 Barrel Base 1
3.	Lensa	LENSA-10	f = -50 mm	Lensa 1 Lens Holder 1 Barrel Base 1
4.	Meter Scale	MISTAR-02	1 m	Meter Scale 1 Bench Clamp, small 1 Barrel Base 1
5.	Screen, metal	LAYAR-06	300 x 300 mm	
6.	Screen	LAYAR-07	Dengan single slit	
7.	Photocell Selenium	FOTOSEL-01	On stem	
8.	Multirange Meter	MMFIS-01	dengan Amplifier	Multirange Meter 1 Dry Cell 1,5 V 6
9.	Connecting Cord	KABEL-14	0,75 m, Red	
10.	Connecting Cord	KABEL-15	0,75, Blue	

### III. REFERENSI

- PHYWE, University Laboratory Experiments, Edition 94/95, Volume 1-5, 2.8  
Diffraction of Light at slit and edge
- Diktat Training Tim Olimpiade Fisika Indonesia 1996, Yohanes Surya M.Sc, Ph.D,  
Agus Ananda M.Sc

### IV. DATA HASIL PERCOBAAN

Tabel 5.1 Pola gelap dan terang pada difraksi oleh celah tunggal

Pola Difraksi	$m$	$Y_m$ (cm)	$a$ (mm)
Minimum	1	1	0,200472
	2	2,2	0,182251
	3	3,3	0,182256
	4	4,5	0,178214
Maksimum sekunder	1	1,7	0,168634
	2	2,85	0,172975
	3	4,1	0,169681
	4	5,35	0,16752
Lebar celah rata-rata (mm) :			0,17775

$E = 632,8 \text{ nm}$ ;  $R = 316,8 \text{ cm}$ .

$k_m \rightarrow$  terang sekunder 1 = 1,43; terang sekunder 2 = 2,459; terang sekunder 3 = 3,47; terang sekunder 4 = 4,47

Rata – rata =

$$\frac{0,200472 + 0,182251 + 0,182256 + 0,178214 + 0,168634 + 0,172975 + 0,169681 + 0,16752}{8} = 0,17775$$

Tabel 5.2 Pola distribusi intensitas difraksi oleh celah tunggal

$y$ (mm)	$V$ (mV)
0	133,6
10	71
20	7,8

30	1
40	0,5
50	0,3
60	0,2
70	0,2
80	0,2
90	0,2
100	0,2

$y$  : jarak pola difraksi diukur dari terang pusat

$V$  : Tegangan yang terbaca pada multimeter

Tabel 5.3 Pola distribusi intensitas difraksi oleh tepi tajam

$y$ (mm)	$V$ (mV)
0	96,1
10	30
20	2,1
30	0,8
40	0,5
50	0,5
60	0,6
70	0,5
80	0,5
90	0,2
100	0,2

$y$  : jarak pola difraksi diukur dari terang pusat

$V$  : Tegangan yang terbaca pada multimeter



## V. ANALISIS HASIL PERCOBAAN

### 1. TEORI KLASIK

Pada akhir tahun 1600-an, muncul pertanyaan apakah cahaya itu merupakan suatu gelombang atau partikel. SIR ISAAC NEWTON menyatakan bahwa cahaya adalah partikel. Sedangkan pada saat yang sama HUYGENS berpendapat bahwa cahaya adalah gelombang. Pada saat itu teori gelombang tidak dapat menjelaskan polarisasi karena gelombang yang dikenal oleh para ilmuwan bergerak secara paralel. Sementara itu, Newton kesulitan menjelaskan tentang fenomena interferensi cahaya. Penjelasan Newton menjelaskan adanya sifat gelombang (*wavelike property*) dalam penjelasan partikel. Reputasi Newton dan adanya kesulitan menjelaskan tentang polarisasi, menyebabkan para ilmuwan menganggap teori partikel lah yang paling benar. Padahal pada 1803, THOMAS YOUNG sudah menganalisa jenis baru dari interferensi menggunakan teori gelombang.

Teori gelombang, pada akhirnya diterima setelah seorang ilmuwan Perancis, AUGUSTIN FRESNEL, mendukung ide dari Young. Fresnel mendukung ide Young dengan perhitungan matematik (1815) dan memperkirakan adanya efek baru yang mengejutkan. Ahli matematika Irlandia, SIR WILLIAM HAMILTON, mengklarifikasi hubungan antara gelombang dan partikel dengan mengembangkan teori yang melibatkan optic dan mekanik. Teori Hamilton menjadi penting dalam perkembangan mekanik kuantum.

Selama waktu antara Newton dan Fresnel, ilmuwan-ilmuwan mengembangkan tehnik matematika untuk menjelaskan fenomena gelombang dalam zat cair dan benda padat. Fresnel dan penggantinya berhasil menggunakan tehnik matematika ini untuk membuat sebuah teori tentang gelombang transversal yang akan menjelaskan fenomena polarisasi. Sebagai akibatnya, teori gelombang dapat diterima.

Kemudian JAMES CLERK MAXWELL memulai percobaan elektromagnetik. Percobaan ini meruntuhkan teori gelombang. Maxwell menunjukkan bahwa listrik dan magnet saling mempengaruhi, seperti adanya gelombang yang dapat merambat melalui udara. Kemudian Maxwell berhasil menemukan beberapa persamaan (The Four Maxwell's Equations) untuk menjelaskan electromagnet. Persamaan Maxwell ternyata bersesuaian dengan persamaan-persamaan sebelumnya tentang cahaya. Teori Maxwell juga berhasil mengungkap kecepatan

cahaya. GUSTAV HERTZ, ilmuwan Jerman, mendeteksi electromagnet pada frekuensi yang lebih rendah (dari perkiraan teori Maxwell). Hertz memastikan kebenaran dari teori Maxwell.

Maxwell meninggalkan sebuah persoalan yang tidak terpecahkan tentang teori gelombang. Pada tahun 1900, MAX PLANCK memecahkan masalah tersebut. Dia menyatakan keberadaan dari kuantum cahaya (*light quantum*), sejumlah energi yang kemudian diketahui sebagai photon.

### TEORI MODERN

Teori Planck tetap bertahan demikian sampai EINSTEIN menunjukkan cara menjelaskan efek foto elektrik. Menurut Einstein, kecepatan electron yang dipancarkan tidak tergantung dari intensitas cahaya, namun tergantung dari frekuensi electron-elektron tsb. Einstein akhirnya berpendapat tentang dualisme cahaya, yaitu cahaya dipandang sebagai gelombang maupun sebagai partikel. Teori dari Einstein bersesuaian dengan Planck. Sampai dua decade kemudian, para ilmuwan tetap menganggap semua teori fisika bersesuaian dengan teori Planck.

Semua teori ini adalah benar pada masanya, karena masing-masing teori didukung dengan sejumlah percobaan. Teori-teori yang ada kemudian saling melengkapi satu sama lain. Walaupun demikian, teori-teori terpenting dihasilkan oleh Maxwell dengan 4 persamaannya, Planck, dan Einstein dengan teori kuantumnya.

2.

- Laser He-Ne (LASER-02) dengan konfigurasi :
  - \* 1 buah Laser He-Ne
  - \* 1 buah Tripod BaseBerfungsi sebagai sumber cahaya.
- Slit Adjustable (SLIT-01) dengan konfigurasi :
  - \* 1 buah Slit
  - \* 1 buah Barrel BaseBerfungsi sebagai celah yang bias diatur lebar/sempitnya (adjustable).
- Lensa (LENSA-10) dengan konfigurasi :
  - \* 1 buah Lensa

\* 1 buah Lens Holder

\* 1 buah Barrel Base

Berfungsi untuk menyebarkan cahaya.

- Meter Scale (MISTAR-02) dengan konfigurasi :

\* 1 buah Meter Scale

\* 1 buah Bench Clamp, small

\* 1 buah Barrel Base

Berfungsi untuk mengukur jarak celah – layer.

- 2 buah Screen (metal) (LAYAR-06-07)

Berfungsi untuk menangkap pola difraksi.

- Photocell Selenium (FOTOSEL-01)

Berfungsi untuk menangkap cahaya.

- Multirange Meter (MMFIS-01) dengan konfigurasi :

\* 1 buah Multirange Meter

\* 6 buah Dry Cell 1,5 V

Untuk mengukur intensitas cahaya.

- 2 buah Connecting Cord (KABEL-14-15)

Berhubungan dengan Multirange Motor. Berfungsi sebagai penghubung antara Multirange Meter dengan objek.

3. Pada pola difraksi, jika kita memperbesar lebar celah maka pola difraksi akan mengecil.

Sedangkan jika kita mempersempit lebar celah maka akan terjadi kebalikannya, yaitu pola difraksi akan membesar. Dari rumus kita akan membuktikan hal tersebut.

$$\text{Untuk minimum} \rightarrow a = \frac{m\lambda}{y_m} \sqrt{y_m^2 + R^2}$$

$$\text{Untuk maksimum} \rightarrow a = \frac{k_m\lambda}{y_m} \sqrt{y_m^2 + R^2}$$

Kita melihat bahwa antara  $a$  (lebar celah) dan  $y_m$  (jarak pola minimum/maksimum ke- $m$  dari terang pusat/terang sekunder)) selalu berbanding terbalik. Jadi semakin besar  $a$ , maka akan semakin kecil  $y_m$ . Sebagai buktinya, lihat ilustrasi berikut.

Untuk minimum, misal  $y_m = 3.5 \text{ cm}$ .

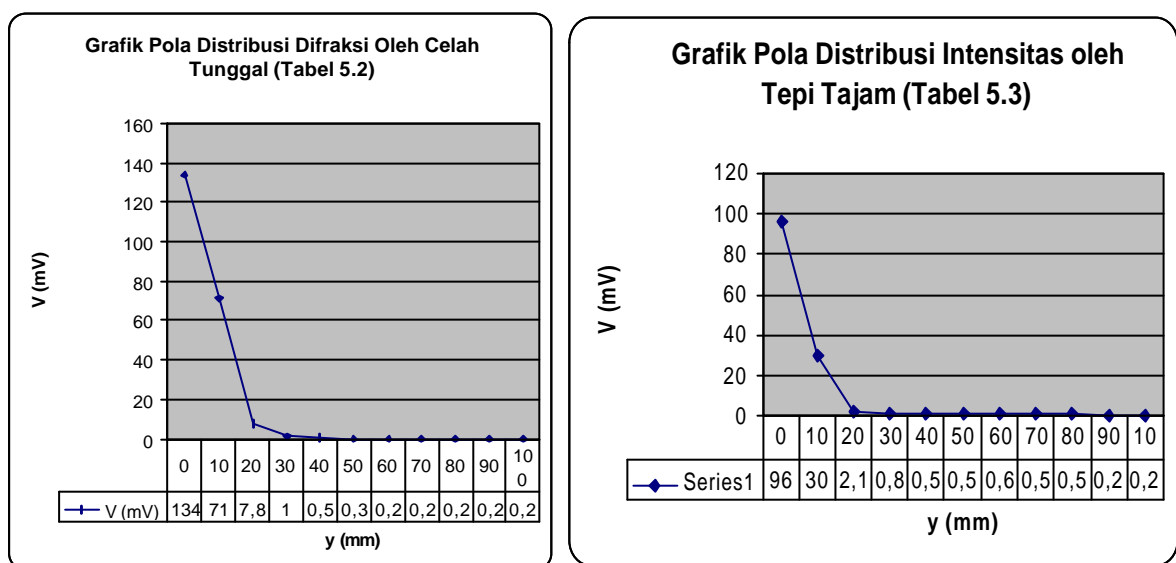
$$a = \frac{5 \times 632.8 \times 10^{-7}}{3.5} \sqrt{3.5^2 + 300^2} = 0.027 \text{ cm}$$

sekarang  $y_m$  kita jadikan 7 cm (2 x lipat yang di atas)

$$a = \frac{5 \times 632.8 \times 10^{-7}}{7} \sqrt{7^2 + 300^2} = 0.0135 \text{ cm} \rightarrow \text{terlihat bahwa } a \text{ akan semakin kecil}$$

(menjadi 0.5 kali yang di atas) jika nilai  $y_m$  kita besarkan.

4.



Untuk grafik dengan skala yang lebih detail, lihat lampiran.

5. Jika pada praktikum tidak digunakan sinar laser, tetapi memakai lilin atau lampu sebagai sumber cahaya maka pola difraksi tidak dapat diamati. Agar pola difraksi dapat diamati, sumber cahaya yang digunakan harus monokromatis dan koheren. Sumber cahaya lilin atau lampu tidak monokromatis, melainkan polikromatis. Sumber cahaya yang polikromatis **tidak akan** menghasilkan panjang gelombang, frekuensi, dan amplitude yang sama, karena itu pola difraksi tidak dapat diamati.

6. Perbedaan-perbedaan pada peristiwa difraksi dan interferensi

Hal	Difraksi	Interferensi
-----	----------	--------------

Intensitas	Terang pusat lebih besar intensitasnya (paling terang), kemudian akan akan berkurang (terang ke 3 akan lebih gelap daripada terang ke 2 dst).	Dari terang pusat ke terang selanjutnya sama besarnya.
Rumus terang	Adanya konstanta $k_m$	Tidak ada konstanta $k_m$
Sumber cahaya	Satu sumber cahaya yang koheren dan monokromatis	Dua sumber cahaya yang saling koheren dan saling monokromatis.
Pola	Tidak sama, semakin ke luar semakin kecil (karena intensitas yang tidak sama)	Sama (karena intensitasnya di mana-mana sama besar)

#### 7. Jenis difraksi yang lain :

- Difraksi Fraunhofer  
Difraksi ini bias diilustrasikan sebagai berikut. Cahaya dapat diibaratkan sebagai gelombang laut (gelombang yang datar / *plane wave*). Gelombang ini dapat menabrak hambatan, seperti batu karang. Setelah menabrak, gelombang akan mempunyai pola yang berbeda dengan pola asalnya. Pada jarak yang cukup besar (dibandingkan dengan ukuran dari hambatan) akan ada pola iluminasi gelap dan terang. Pola inilah yang disebut dengan pola difraksi Fraunhofer.
- Difraksi Fresnel  
Cahaya dapat berupa gelombang yang berpola lingkaran (*spherical wave*). Dapat pula diilustrasikan sebagai gelombang lingkaran yang terbentuk akibat sebuah kerikil yang kita jatuhkan ke dalam air. Sebuah sumber cahaya akan menghasilkan spherical waves. Setelah spherical waves ini melewati sebuah hambatan akan menghasilkan sebuah pola difraksi Fresnel pada layar atau tembok di mana mereka sampai. Difraksi jenis ini bisa terjadi jika jarak antara sumber dan hambatan dekat.
- Difraksi Sinar X (X-Ray)  
Adalah metode untuk menentukan struktur atom dan molekul dengan mengukur pola sinar X yang tersebar setelah sinar X tsb melewati kristal.

#### 8. Untuk grafik pola intensitas untuk $n = 3$ , lihat lampiran.

Jumlah celah = n ; lebar masing-masing celah = a, jarak antar celah = d.

Penurunan rumus intensitasnya :

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + \dots + E_n$$

$$E = E_m (1 + e^{id} + e^{2id} + e^{3id} + \dots + e^{(n-1)id})$$

$$E = E_m (1 + e^{id} + e^{2id} + e^{3id} + \dots + e^{(n-1)id} + e^{nid} + e^{(n+1)id} + \dots) - E_m (e^{ind} + e^{2id} + e^{3id} + \dots)$$

$$E = E_m (1 + e^{id} + e^{2id} + e^{3id} + \dots) - E_m e^{ind} (1 + e^{id} + e^{2id} + e^{3id} + \dots)$$

$$E = E_m (1 - e^{ind})(1 - e^{id})$$

(Hukum binomial Newton)

$$E = \frac{1 - e^{iNd}}{1 - e^{id}} \implies E = \frac{e^{iNd/2} (e^{-iNd/2} - e^{iNd/2})}{e^{id/2} (e^{-id/2} - e^{id/2})} \implies E = e^{i(n-1)d/2} \left( \frac{\sin(Nd/2)}{\sin(d/2)} \right)$$

Jadi intensitas untuk n = 3 :

$$I = I_m \left( \frac{\sin(Nd/2)}{\sin(d/2)} \right)^2$$

9. Dua percobaan yang tidak dapat dijelaskan oleh keempat persamaan Maxwell dan cara ahli fisika menjelaskannya

- Spektrum radiasi benda hitam.

Menurut Maxwell, adanya getaran muatan listrik akan membangkitkan gelombang elektromagnetik. Tetapi Maxwell tidak bisa menjelaskan tentang adanya spektrum radiasi dari benda hitam. Kemudian Max Planck berusaha menyempurnakan hasil penelitian Maxwell tsb. Menurut Planck, cahaya adalah paket-paket energi (yang disebut juga dengan kuantum). Hal ini menjadi dasar lahirnya teori kuantum.

- Efek fotolistrik

Cahaya dianggap sebagai partikel. Menurut Einstein, efek ini adalah gejala lompatan elektron dari permukaan logam. Lompatan elektron ini bisa terjadi jika ada gelombang elektromagnetik berfrekuensi tinggi jatuh di permukaan logam tsb. Lompatan ini akan terjadi jika adanya ambang batas dari cahaya yang menyinari logam tsb. Einstein berpendapat bahwa energi yang keluar dari muka gelombang tidaklah terpisah-pisah. Energi tersebut terkonsentrasi dalam foton.

10. Cara mengukur lebar celah pada praktikum

Untuk pola gelap :

$$a \cdot \sin \theta = m \lambda$$

$$\sin \theta = \frac{y_m}{\sqrt{y_m^2 + R^2}}$$

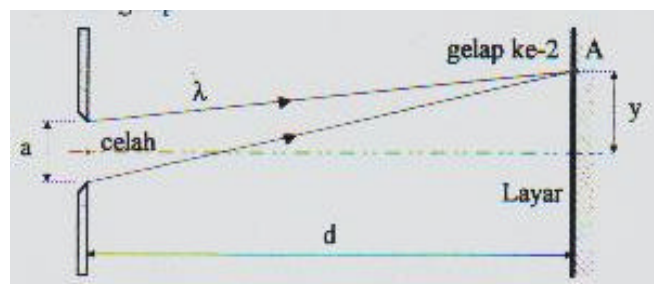
$$a = \frac{m \lambda}{y_m} \cdot \sqrt{y_m^2 + R^2}$$

Untuk pola terang sekunder :

$$a = \frac{k_m \cdot \lambda}{y_m} \cdot \sqrt{y_m^2 + R^2}$$

Sesuai rumus di atas, maka kita harus mengetahui terlebih dahulu nilai-nilai dari variable yang digunakan untuk menghitung lebar celah ( $a$ ). Dari beberapa variable tersebut, sudah ada beberapa yang diketahui, yaitu untuk  $\lambda$  (362,8 nm),  $m$  (1 s/d 5),  $k_m$  (1,43; 2,459; 3,47; 4,47). Jadi yang masih harus dicari adalah  $y_m$  dan  $R$ . Kemudian  $R$  dapat diketahui, dengan mengukur menggunakan meter scale. Langkah berikutnya adalah mencari  $y_m$ . Lampu ruangan dimatikan, lalu percobaan dilakukan. Lebar celah kita atur sedemikian rupa sehingga pola difraksinya menjadi jelas. Kemudian tandai terang 1, 2, 3, dst pada layar (dalam percobaan kita gunakan kertas). Tandai pula gelap 1, 2, 3, dst. Setelah itu lampu dinyalakan, lalu ukurlah jarak dari terang/gelap pusat ke terang/gelap lainnya. Dengan demikian kita telah menemukan  $y_m$ , sehingga lebar celah dapat dihitung.

11.



jarak celah – layar =  $d$ ; panjang gelombang =  $\lambda$ ; A = gelap kedua.

Jika A = terang sekunder ketiga, berapa kali  $\lambda$  harus diperbesar ?

(Anggap letak terang sekunder berada di tengah-tengah antara dua gelap).

Jawab :

$$\text{Untuk minimum} \rightarrow a = \frac{m\lambda}{y_m} \sqrt{y_m^2 + d^2} \dots \rightarrow Y_m = \frac{m\lambda}{a} \sqrt{y_m^2 + d^2}$$

$$\text{Untuk maksimum} \rightarrow a = \frac{k_m \lambda}{y_m} \sqrt{y_m^2 + d^2} \dots \rightarrow Y_m = \frac{k_m \lambda}{a} \sqrt{y_m^2 + d^2}$$

$$Y_m = Y_m$$

$$\frac{2\lambda}{a} \sqrt{y_m^2 + d^2} = \frac{3,47\lambda}{a} \sqrt{y_m^2 + d^2}$$

$$2\ddot{e}_a = 3,47\ddot{e}_b$$

$$I_b = \frac{2}{3,47} I_a = 0,576369 \ddot{e}_a$$

## VI. KESIMPULAN

1. Pada pengukuran lebar celah untuk difraksi, dipengaruhi oleh beberapa factor, yaitu : jarak celah-layar, jarak pola minimum/maksimum dari terang pusat/sekunder, konstanta untuk maksimum sekunder (yang terakhir khusus untuk pola terang sekunder).
2. Dilhat dari tabel (5.1) maka dapat disimpulkan bahwa  $y_m$  berbanding terbalik dengan  $a$ .
3. Pada difraksi, intensitas terang pusat lebih besar daripada terang-terang selanjutnya (terang 1, 2, 3, dst).
4. Difraksi adalah peristiwa pelenturan cahaya dengan sumber cahaya tunggal.
5. Besarnya pola difraksi berlawanan dengan lebar celah.  
Jika celah dilebarkan maka pola difraksi akan mengecil, demikian pula sebaliknya.
6. Pola difraksi dapat diamati bila sumber cahaya monokromatis dan koheren.