

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

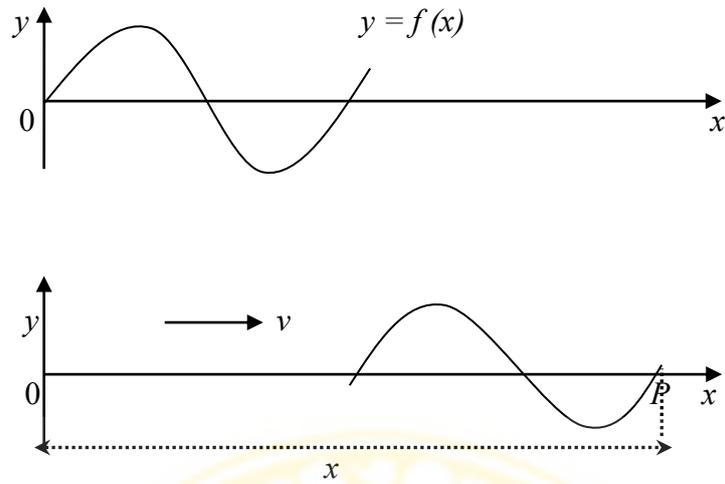
#### 2.1 Gelombang

Gelombang adalah gangguan yang terjadi secara terus menerus pada suatu medium dan merambat dengan kecepatan konstan (Griffiths D.J, 1999). Pada gambar 2.1. adalah salah satu jenis gelombang transversal dengan fungsi  $y = f(x)$  merambat dari titik 0 dengan amplitudo  $A$ , periode  $T$ , dan cepat rambat gelombang  $v$ . Bila gelombang di titik  $P$  telah bergetar selama  $t$  detik, maka simpangannya adalah :

$$y = A \sin \omega t = A \sin \frac{2\pi t}{T} \quad (2.1)$$

dari 0 ke  $P$  yang berjarak  $x$ , getaran memerlukan  $\frac{x}{v}$  detik, jadi ketika gelombang di titik  $P$  telah bergetar selama  $t$  detik, titik 0 baru bergetar selama  $(t - \frac{x}{v})$ . Maka simpangan di titik 0 pada saat itu adalah :

$$y_0 = A \sin \frac{2\pi}{T} (t - \frac{x}{v}) \quad (2.2)$$



Gambar 2.1. Gelombang yang merambat dengan kecepatan konstan

Persamaan gelombang berjalannya adalah :

$$y = A \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{Tv} \right) \quad (2.3)$$

Beda fase antara titik 0 dan  $P$  adalah :

$$\Delta\varphi = \frac{t}{T} - \frac{\left( \frac{t-x}{v} \right)}{T} \quad (2.4)$$

Maka

$$\Delta\varphi = \frac{x}{v} \quad (2.5)$$

Bila getaran itu merambat dari kanan ke kiri dan gelombang di titik  $P$  telah bergetar selama  $t$  detik, maka simpangan di titik 0 adalah :

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

$$y = A \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} + \Delta\varphi \right) \quad (2.6)$$

Secara umum persamaan gelombang dapat dituliskan :

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

$$y(x, t) = A \sin 2\pi f \left( t \pm \frac{x}{v} \right)$$

$$y(x, t) = A \sin \left( 2\pi f t \pm \frac{2\pi x}{\lambda} \right) \quad (2.7)$$

Dengan bilangan gelombang  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ , maka

$$y(x, t) = A \sin(2\pi f t \pm kx) \quad (2.8)$$

(Halliday dan Resnick, 2008).

## 2.2. Superposisi Gelombang

Superposisi gelombang merupakan gabungan beberapa gelombang dengan prinsip menjumlahkan simpangan titik-titik yang bersesuaian. Misalnya ada dua gelombang harmonik yang merambat secara bersamaan ke arah sumbu  $x$ , masing-masing menimbulkan gelombang harmonik sederhana, yaitu :

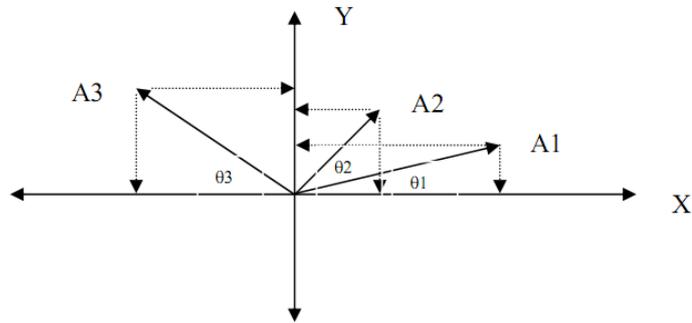
$$y_1(x, t) = A \sin(\omega t - kx - \varphi) \text{ dan } y_2(x, t) = A \sin(\omega t - kx) \quad (2.9)$$

Resultan gangguan di setiap titik yaitu hasil superposisi kedua gelombang tersebut juga merupakan hasil superposisi kedua getaran di setiap titik yang dilalui kedua gelombang pada saat yang bersamaan.

$$\begin{aligned}
y_R(x, t) &= y_1 + y_2 \\
&= [A \sin(\omega t - kx - \varphi) + A \sin(\omega t - kx)] \\
&= A[\sin(\omega t - kx - \varphi) + \sin(\omega t - kx)] \\
&= 2A \sin \frac{1}{2}(\omega t - kx - \varphi + \omega t - kx) \cos(\omega t - kx + \varphi - \omega t + kx) \\
&= 2A \cos \frac{\varphi}{2} \sin(\omega t - kx - \frac{\varphi}{2}) \tag{2.10}
\end{aligned}$$

Besar amplitudo gelombang paduan adalah  $2A \cos(\frac{\varphi}{2})$ , ketika  $\cos(\frac{\varphi}{2}) = \pm 1$ , maka besar amplitudo gelombangnya adalah dua kali amplitudo gelombang asal atau  $\pm 2A$ . Pada keadaan ini kedua gelombang dikatakan berinterferensi saling menguatkan (*interferensi konstruktif*). Jadi akan terjadi interferensi konstruktif jika  $\cos(\frac{\varphi}{2}) = \pm 1$ . Ketika  $\cos(\frac{\varphi}{2}) = 0$ , amplitudo gelombang paduan bernilai 0 di setiap titik. Pada keadaan ini kedua gelombang berinterferensi saling melemahkan (*interferensi destruktif*). Jadi terjadi interferensi destruktif pada saat  $\cos(\frac{\varphi}{2}) = 0$ .

Untuk superposisi dengan cara fasor lebih dari dua buah gelombang, maka harus ditransformasikan ke dalam sumbu-sumbu koordinat yang dibuat, seperti gambar berikut :



Gambar 2.2. Diagram Fasor masing-masing persamaan gelombang (Musahir, 2008)

Misal  $y_1 = A \sin \theta_1$ ,  $y_2 = A \sin \theta_2$  dan  $y_3 = A \sin \theta_3$ , maka  $y_1$ ,  $y_2$ , dan  $y_3$  diproyeksikan ke sumbu  $x$  dan  $y$ , sehingga diperoleh :

$$A_{1x} = A_1 \cos \theta_1 \text{ dan } A_{1y} = A_1 \sin \theta_1$$

$$A_{2x} = A_2 \cos \theta_2 \text{ dan } A_{2y} = A_2 \sin \theta_2$$

$$A_{3x} = A_3 \cos \theta_3 \text{ dan } A_{3y} = A_3 \sin \theta_3$$

Sehingga, untuk sumbu  $x$  dan sumbu  $y$

$$A_x = A_1 \cos \theta_1 + A_2 \cos \theta_2 + A_3 \cos \theta_3$$

$$A_y = A_1 \sin \theta_1 + A_2 \sin \theta_2 + A_3 \sin \theta_3$$

$$\text{Besar } A_R = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \text{ dan } \text{tg } \theta_{AR} = \frac{A_y}{A_x} \quad (2.11)$$

(Musahir, 2008)

## 2.4. Difraksi

Difraksi adalah penyebaran atau pembelokan gelombang saat gelombang tersebut melintasi bukaan atau mengelilingi ujung penghalang. Gejala difraksi terjadi akibat dari gelombang yang terdistorsi oleh suatu penghalang yang mempunyai dimensi sebanding dengan panjang gelombang dari gelombang datang. Pola difraksi akan semakin jelas apabila ukuran dari penghalang itu mendekati panjang gelombang dari gelombang datang. Penghalang tersebut dapat berupa celah persegi maupun celah lingkaran (Alonso & Finn, 1994).

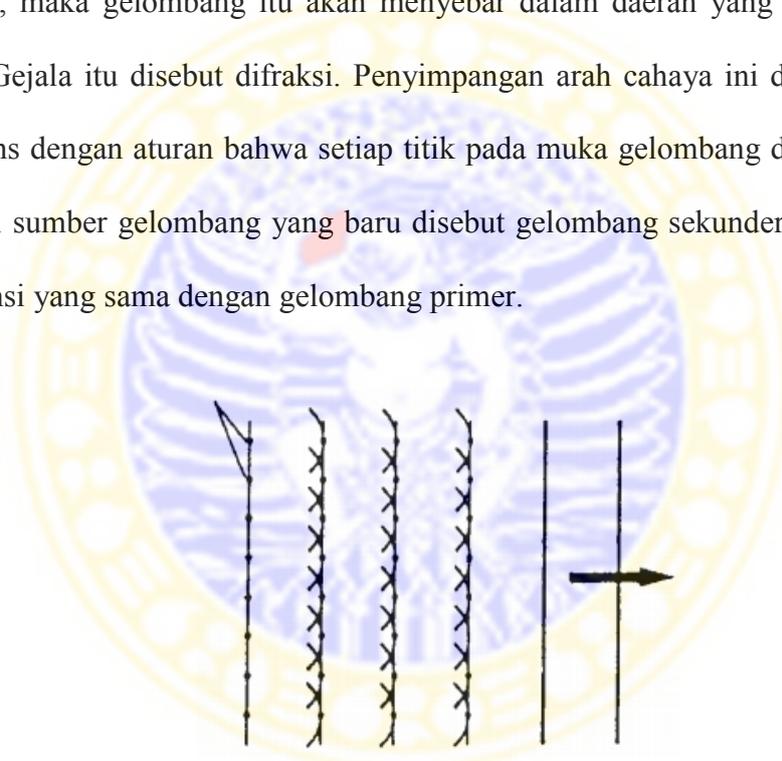
Difraksi merupakan fenomena penting yang membedakan gelombang dari partikel. Difraksi merupakan pembelokan di sekitar sudut yang terjadi apabila sebagian muka gelombang dipotong suatu penghalang. Hasil pola gelombang dapat dihitung dengan memperlakukan setiap titik pada muka gelombang asal sebagai sumber titik. Hal ini sesuai dengan prinsip Huygens-Fresnel (Tipler, 2001).

Gejala difraksi diungkapkan pertama kali oleh Fransesco Grimaldi (1618-1663). Baik Newton maupun Huygens, keduanya sudah mengenal fenomena ini. Newton tidak menerima kebenaran teori gelombang cahaya karena fenomena difraksi. Sedangkan Huygens tidak mempercayai difraksi walaupun ia yakin akan kebenaran teori gelombang cahaya. Menurut pendapatnya, gelombang sekunder hanya efektif pada titik-titik singgung dengan selubungnya saja, sehingga tidak memungkinkan terjadi difraksi. Hal ini bisa dilihat dari ungkapannya :

*“Dan jika kita melihat alasan mengapa cahaya hanya merambat dalam garis lurus sedemikian rupa sehingga ia hanya menerangi benda (obyek) bila lintasan dari sumber cahaya ke benda sepanjang garis itu terbuka”.*

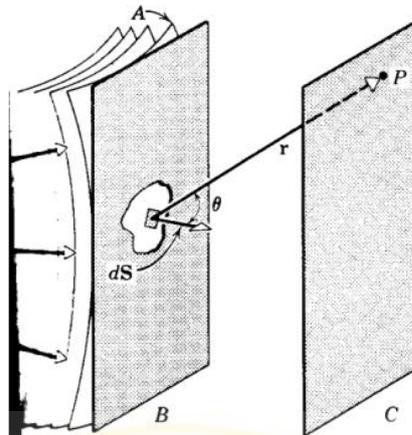
(Halliday & Resnick, 2008)

Jika sebuah gelombang melewati sebuah celah atau sisi dari sebuah bukaan, maka gelombang itu akan menyebar dalam daerah yang terhalang dari sinar. Gejala itu disebut difraksi. Penyimpangan arah cahaya ini dijelaskan oleh Huygens dengan aturan bahwa setiap titik pada muka gelombang dapat dianggap sebagai sumber gelombang yang baru disebut gelombang sekunder sferis dengan frekuensi yang sama dengan gelombang primer.



Gambar 2.3. Prinsip Huygens (muka gelombang datar) (Musahir, 2008).

Difraksi teramati bila sebuah gelombang terhalang oleh suatu penghalang yang mempunyai dimensi sebanding dengan panjang gelombang dari gelombang datang. Gelombang terdifraksi tersebut dapat diamati dengan sebuah layar yang diletakkan pada jarak tertentu dari layar.

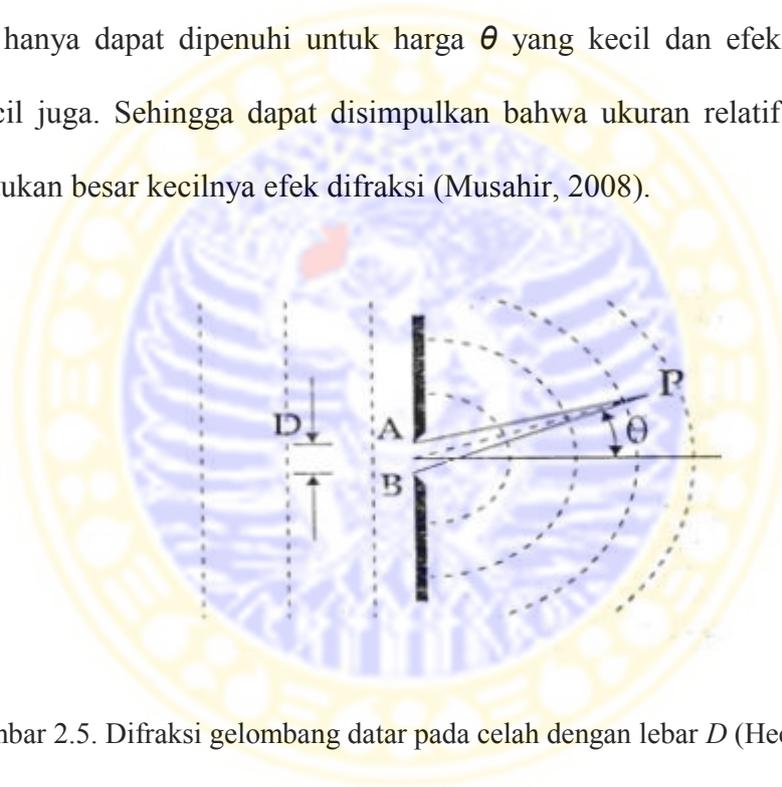


Gambar 2.4. Cahaya didifraksikan pada lubang di layar  $B$  dan ditangkap pada layar  $C$  (Alonso & Finn, 1994).

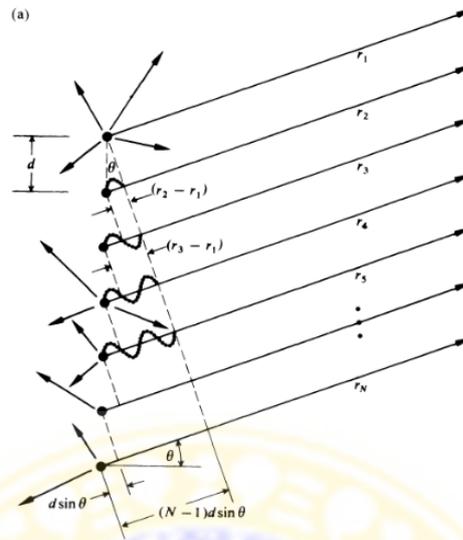
Gambar 2.4. memperlihatkan peristiwa difraksi secara umum. Permukaan  $A$  adalah muka gelombang yang menumbuk  $B$  (layar kedap cahaya yang memiliki lubang berbentuk sembarang).  $C$  adalah layar untuk menangkap cahaya melalui lubang tersebut. Intensitas di titik  $P$  diperoleh dengan membagi muka gelombang pada  $B$  menjadi elemen sumber sekunder  $dS$  dan kemudian menggabungkan semua efeknya yang tiba di  $P$ .

Gambar 2.5. merupakan ilustrasi efek penyebaran arah gelombang datar yang menjalar melalui sebuah celah dengan lebar  $D$ . Muka gelombang yang tiba di celah berhimpit dengan bidang datar celah. Maka titik  $A$  dan  $B$  pada tepi celah mempunyai fase sama dan kedua titik merupakan pusat-pusat anak gelombang yang koheren. Misalnya efek difraksi diamati pada titik  $P$ , maka selisih lintasan *optic* antara dua gelombang adalah  $\Delta r = |AP - BP|$  dan ini merupakan beda lintasan yang terbesar antara semua gelombang sekunder yang berasal dari titik-titik antara  $A$  dan  $B$ . Semua sumber gelombang antara titik  $A$  dan  $B$  berfase sama,

maka setelahnya di titik  $P$  akan berinterferensi secara konstruktif (saling menguatkan). Makin jauh titik  $P$  dari celah atau semakin lebar sudut  $\theta$ , maka makin besar  $\Delta r$  dan pada titik  $P$  terjadi interferensi yang kurang konstruktif. Jika sudut  $\theta$  diperbesar lagi, akhirnya akan tercapai interferensi yang kurang konstruktif atau kedudukan titik  $P$  dengan intensitas yang kurang berarti. Sudut  $\theta$  itu disebut batas arah difraksi. Jika  $\lambda \ll D$ , maka syarat interferensi konstruktif  $\lambda \gg \Delta r$  hanya dapat dipenuhi untuk harga  $\theta$  yang kecil dan efek difraksi akan mengecil juga. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ukuran relatif  $\lambda$  terhadap  $D$  menentukan besar kecilnya efek difraksi (Musahir, 2008).



Gambar 2.5. Difraksi gelombang datar pada celah dengan lebar  $D$  (Hecht E, 2002)



Gambar 2.6. Distribusi berkas cahaya dengan asumsi sudut  $\delta = \pi$ , dan ketika  $\theta = 0$ , maka  $\delta = 0$  (Hecht E, 2002)

Berdasarkan gambar 2.6 diatas terlihat bahwa distribusi cahaya untuk masing-masing titik sumber memenuhi persamaan medan listrik sebagai berikut

$$E = E_0(r)e^{-i\omega t} e^{ikr} x [1 + e^{k(r_2 - r_1)} + e^{k(r_3 - r_1)} + \dots + e^{k(r_{N+1} - r_1)}]$$

Jika  $k(r_2 - r_1) = \delta$  dan  $k(r_3 - r_2) = 2\delta$  maka

$$E = E_0(r)e^{-i\omega t} e^{ikr} x [1 + e^{i\delta} + (e^{i\delta})^2 + (e^{i\delta})^3 + \dots + (e^{i\delta})^{N-1}] \quad (2.12)$$

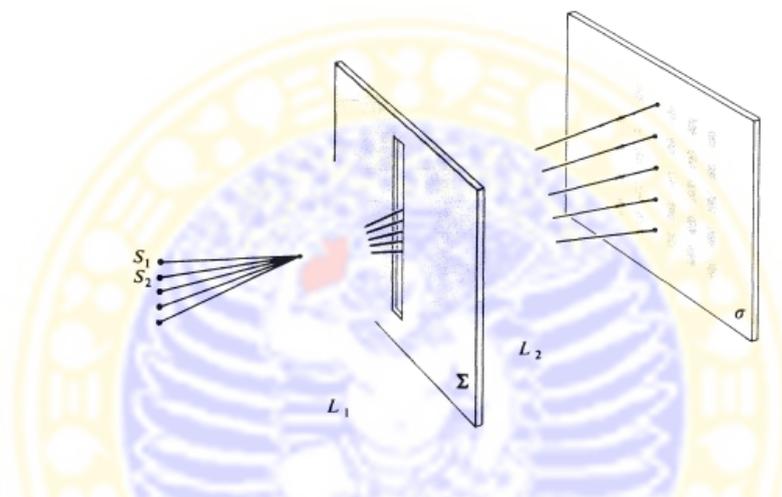
$$E = E_0(r)e^{i(kr - \omega t)} \left[ \frac{\sin N\delta/2}{\sin \delta/2} \right]$$

Jika  $\omega t = \text{konstan}$  maka

$$I = I_0 \left[ \frac{\sin^2(N\delta/2)}{\sin^2(\delta/2)} \right] \quad (2.13)$$

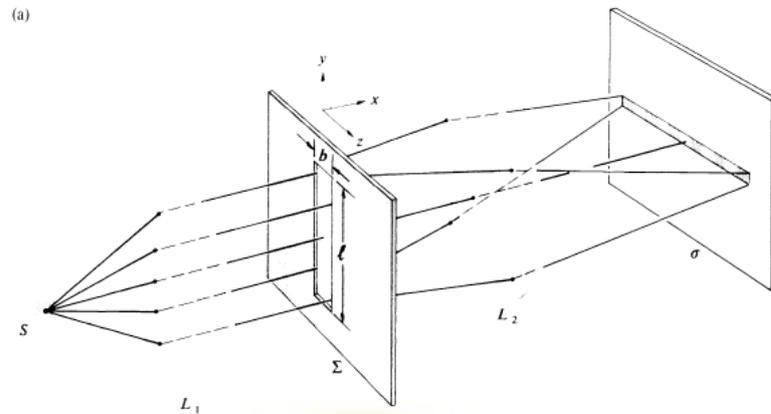
(Hecht E, 2002)

Prinsip Huygens-Fresnel-Kirchoff akan dijadikan dasar penurunan ungkapan aproksimasi bagi gelombang yang mengalami proses difraksi. Terdapat dua macam difraksi yaitu difraksi Fraunhofer dan difraksi Fresnel. Difraksi Fresnel terjadi apabila suatu sumber titik gelombang datang sangat jauh dari celah dan pola difraksi diamati pada jarak yang dekat dengan celah.



Gambar 2.7. Difraksi Fresnel (Hecht E, 2002).

Difraksi Fraunhofer terjadi apabila sinar-sinar terdifraksi dianggap sejajar (*plane wave*), dimana sumber cahaya dan layar berada pada jarak tak hingga dari celah difraksi (*The diffracting aperture*). Difraksi Fraunhofer adalah kasus khusus dari difraksi Fresnel dan jauh lebih mudah dianalisis secara teoritik.

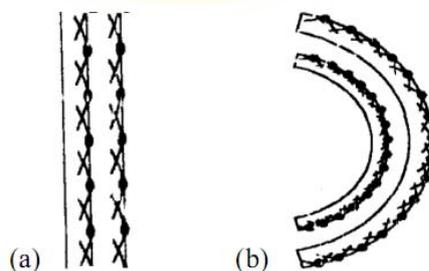


Gambar 2.8. Difraksi Fraunhofer celah tunggal (Hecht E, 2002).

## 2.5 Prinsip Huygens dan Fresnel

Perambatan gelombang apapun melalui ruang dapat digambarkan menggunakan metode geometris yang ditemukan oleh Christian Huygens pada tahun 1678 yang dikenal dengan prinsip Huygens atau konstruksi Huygens, yaitu :

*“ Setiap titik pada bidang gelombang primer (utama) bertindak sebagai sebuah sumber anak gelombang sekunder yang kemudian berkembang dengan laju dan frekuensi sama dengan gelombang primernya ”.*



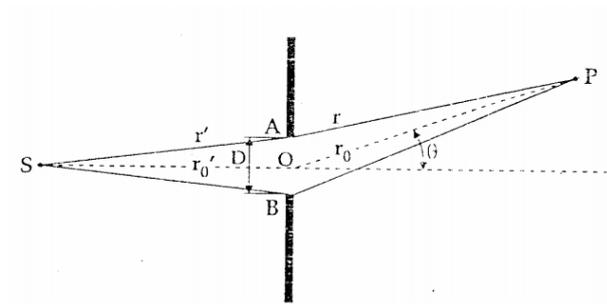
Gambar 2.9. Konstruksi Huygens untuk perambatan ke kanan (a) sebuah gelombang datar dan (b) gelombang keluar melengkung (sferis) atau melingkar (sirkular) (Tipler, 2001).

Gambar 2.9. menunjukkan penerapan prinsip Huygens pada perambatan gelombang datar dan sferis. Jika tiap-tiap titik pada bidang gelombang adalah sumber titik, maka akan ada gelombang-gelombang pada arah yang berlawanan. Huygens mengabaikan gelombang-gelombang balik ini. Prinsip Huygens kemudian dimodifikasi oleh Fresnel sehingga bidang gelombang baru dihitung dari bidang gelombang lama dengan memakai superposisi anak gelombang dengan memperhatikan amplitudo dan fase relatifnya. Kirchoff kemudian menjelaskan bahwa prinsip Huygens-Fresnel adalah merupakan konsekuensi dari persamaan gelombang sehingga menempatkan prinsip tersebut dalam kerangka matematis yang akurat. Kirchoff menunjukkan bahwa intensitas dari anak gelombang tersebut bergantung pada sudutnya dan bernilai nol pada arah yang berlawanan (Tipler, 2001).

## **2.6. Difraksi Fraunhofer**

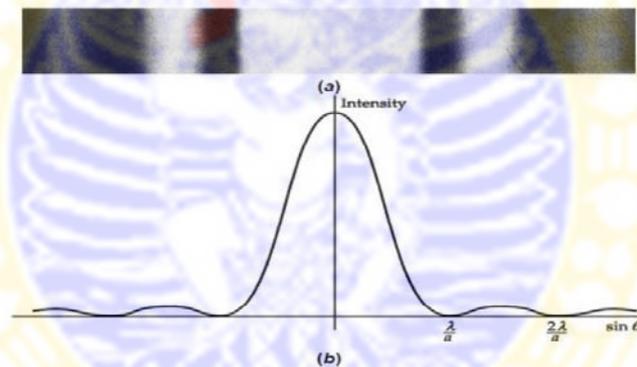
### **2.6.1. Difraksi Celah Tunggal**

Berdasarkan gambar 2.10, syarat difraksi Fraunhofer dapat dinyatakan oleh hubungan asimtotis  $r, r' \gg D$ . Dengan eksperimen, syarat ini dipenuhi dengan menggunakan lensa kolimasi di depan celah dan sebuah lensa pemusat di belakang celah.



Gambar 2.10. Konfigurasi Fraunhofer dengan lebar celah  $D$  (Tjia MO, 1994).

Pola difraksi Fraunhofer untuk celah tunggal dan distribusi intensitasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.11. Pola difraksi Fraunhofer dan kurva intensitas dari celah tunggal (Tipler, 2001).

Sinar yang ditransmisikan seharusnya mempunyai penampang yang sama seperti celah yang dilalui oleh sinar tersebut. Namun yang teramati tidak demikian, sinar itu menyebar keluar secara vertikal atau horizontal setelah melewati celah tersebut. Pola difraksi terdiri dari pita gelap dan terang (*fringe*). Kira-kira 85% dari daya dalam sinar yang ditransmisikan itu berada dalam pita terang yang memiliki lebar berbanding terbalik dengan lebar celah. Umumnya,

semakin kecil lebar celah itu, semakin lebar pula keseluruhan pola difraksi tersebut (Sears & Zemansky, 2004).

Kita menganggap bahwa intensitas ( $I_\theta$ ) akibat satu celah yang bekerja sendiri akan sama pada sembarang titik  $P$  di layar, tak tergantung pada sudut  $\theta$  yang dibuat antara sinar dengan titik  $P$  dan garis normal di antara celah dan layarnya. Apabila celah itu tidak sempit, intensitas pada layar yang jauh akan tergantung pada sudutnya, tetapi akan menurun begitu sudutnya meningkat. Gambar 2.11 menunjukkan pola intensitas pada layar yang jauh dari celah yang lebarnya  $\alpha$  sebagai fungsi  $\sin \theta$ . Dapat dilihat bahwa intensitas maksimum terdapat pada arah  $\sin \theta = 0$  dan menurun mendekati nol pada sudut yang bergantung pada lebar celah  $\alpha$  dan panjang gelombang  $\lambda$ . Sebagian besar intensitas cahaya dikonsentrasikan pada maksimum difraksi tengah yang lebar, walaupun terdapat pita maksimum sekunder kecil pada kedua sisi maksimum tengahnya. Intensitas nol pertama terjadi pada sudut yang diberikan oleh :

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{\alpha} \quad (2.14)$$

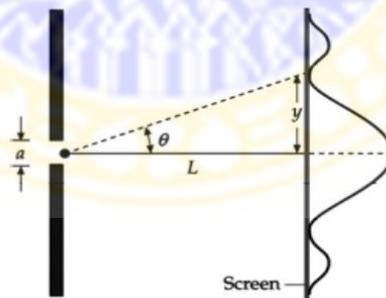
Jika panjang gelombang  $\lambda$  diketahui, maka lebar maksimum tengah berbanding terbalik dengan lebar celah  $\alpha$ . Sudut  $\theta$  akan menurun (intensitas mendekati nol), memberikan maksimum difraksi tengah yang lebih sempit atau kecil. Sebaliknya jika lebar celah  $\alpha$  diperlebar, maka sudut mendekati nol pertama akan meningkat, memberikan maksimum difraksi tengah yang lebih lebar. Apabila  $\alpha$  sangat kecil, maka tidak akan terdapat titik berintensitas nol dalam polanya, dan celah tersebut akan bertindak sebagai sumber garis (sumber titik

dalam dua dimensi), yang meradiasikan energi cahaya yang sama ke seluruh arah (Tipler, 2001).

$$a \sin \theta = \lambda \quad (2.15)$$

Persamaan  $a \sin \theta = \lambda$  menunjukkan perbedaan lintasan antara sinar cahaya yang meninggalkan bagian atas celah dan sinar yang meninggalkan bagian bawah celahnya. Minimum difraksi pertama terjadi apabila kedua sinar ini sefase, dengan kata lain jika perbedaan lintasan keduanya sama dengan satu panjang gelombang. Dengan memahami hasil ini, maka setiap titik pada muka gelombang (*wave front*) berperilaku sebagai sumber titik cahaya sesuai dengan prinsip Huygens. Pernyataan umum untuk titik-titik intensitas nol dalam pola difraksi celah tunggal berlaku persamaan :

$$a \sin \theta = m \lambda \quad \text{dengan } m = 1, 2, 3, \dots \quad (2.16)$$



Gambar 2.12. Jarak  $y$  diukur sepanjang layar dari maksimum tengah ke minimum difraksi pertama (Tipler, 2001).

Pada gambar 2.12 jarak  $y$  dari maksimum tengah ke minimum difraksi pertama dihubungkan dengan sudut  $\theta$  dan jarak  $L$  dari celah ke layar yang diberikan oleh:

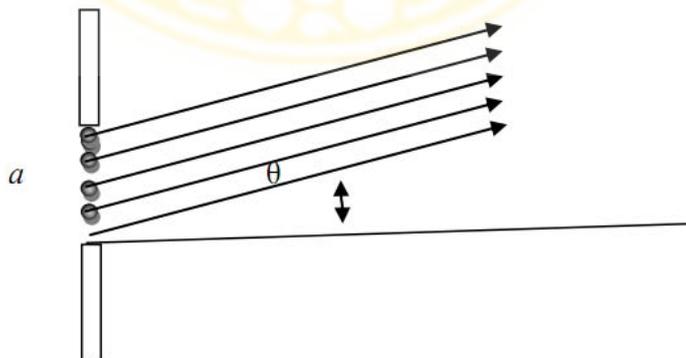
$$\tan \theta = \frac{y}{L} \quad (2.17)$$

Karena sudutnya sangat kecil,  $\tan \theta \approx \sin \theta$ , maka sesuai dengan persamaan 2.14, diperoleh:

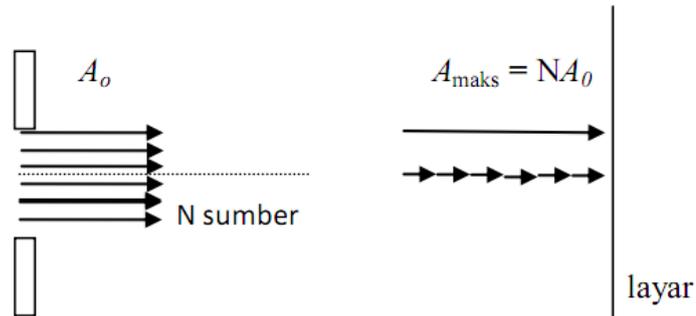
$$\tan \theta = \frac{\lambda}{a} \approx \frac{y}{L} = \frac{L\lambda}{a} \quad (2.18)$$

Dengan metode penjumlahan fasor gelombang harmonik untuk menghitung pola intensitas yang ditunjukkan pada gambar 2.13 dan 2.14. Sebuah celah yang lebarnya  $a$  dibagi menjadi  $N$  selang yang sama dan terdapat sumber titik tenaga setiap selang tersebut. Jika  $d$  merupakan jarak antara kedua sumber yang bersebelahan dan  $a$  merupakan lebar bukaannya, maka diperoleh  $d = a/N$ . Karena layar yang intensitasnya sangat jauh dari sumbernya, sinar dari sumber-sumber ke titik  $P$  di layar hampir sejajar. Perbedaan lintasan antara sembarang sumber yang bersebelahan ialah  $d \sin \theta$  dan beda fasenya adalah:

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \quad (2.19)$$



Gambar 2.13. Diagram untuk menghitung pola difraksi yang jauh dari celah sempit, lebar celah  $a$  dianggap berisi banyak sumber titik sefase yang dipisahkan sejauh  $d$  (Tipler, 2001).



Gambar 2.14. Celah tunggal dengan  $N$  sumber masing-masing beramplitudo  $A_0$ . Pada titik maksimum tengah di  $\theta = 0$ , dan semua gelombang sefase ialah  $A_{maks} = NA_0$  (Tipler, 2001).

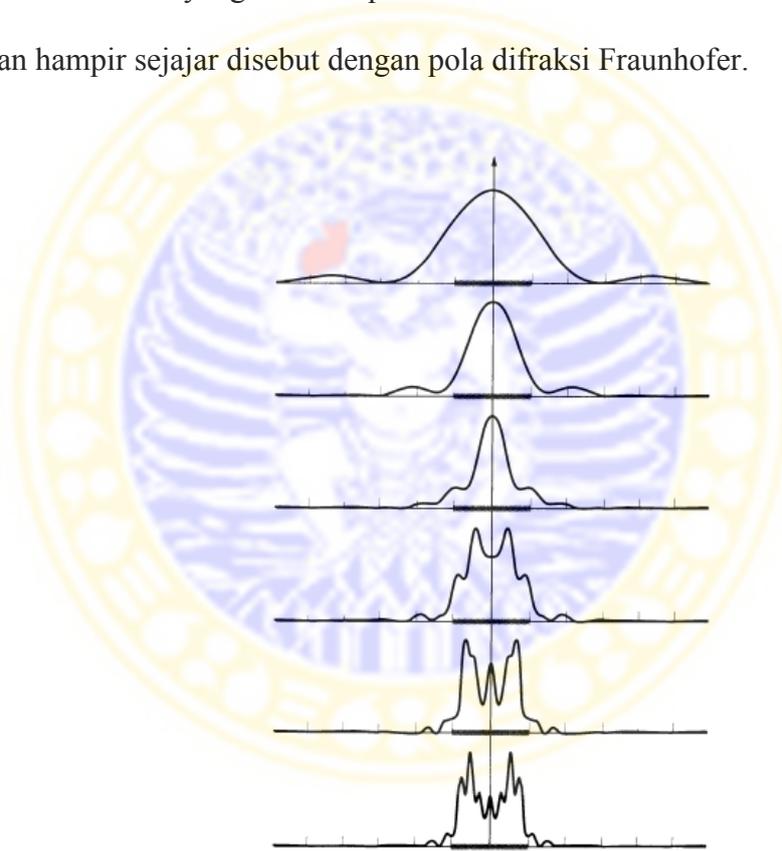
Jika  $A_0$  merupakan amplitudo akibat sumber tunggal, amplitudo di maksimum tengah dimana  $\theta = 0$  dan semua gelombang sefase adalah  $A_{maks} = NA_0$ , maka dapat diperoleh amplitudo pada sejumlah titik lain pada sudut  $\theta$  dengan menggunakan metode fasor untuk gelombang harmonik. Seperti pada penjumlahan dua, tiga atau empat gelombang, intensitas sama dengan nol pada sembarang titik dimana fasor yang menyajikan gelombang membentuk segi banyak tertutup.



Gambar 2.15. Diagram fasor untuk menghitung minimum pertama dalam pola difraksi celah tunggal (Tipler, 2001).

Pada minimum pertama, gelombang dari sumber pertama persis di bawah bagian atas bukaan dan gelombang dari sumber pertama di bawah bagian tengah bukaan akan berlawanan fase  $180^\circ$ . Dalam hal ini perbedaan gelombang dari sumber di dekat atas bukaan dari bagian bawah hampir sebesar  $360^\circ$  (pada kenyataannya beda fase adalah sebesar  $360^\circ - 360^\circ/N$ ) (Tipler, 2001).

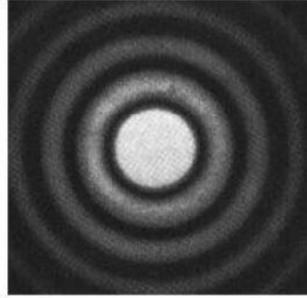
Pola difraksi yang diamati pada titik-titik dimana sinar dari lubang atau rintangan hampir sejajar disebut dengan pola difraksi Fraunhofer.



Gambar 2.16. Pola difraksi celah tunggal pada berbagai jarak layar. Begitu layarnya digeser mendekati celah, pola Fraunhofer yang diamati jauh dari celah berangsur-angsur berubah menjadi pola Fresnel yang diamati di dekat celah (Hecht E, 2002).

### 2.6.2. Difraksi Celah Lingkaran

Pola difraksi Fraunhofer untuk celah lingkaran dapat dilihat pada:



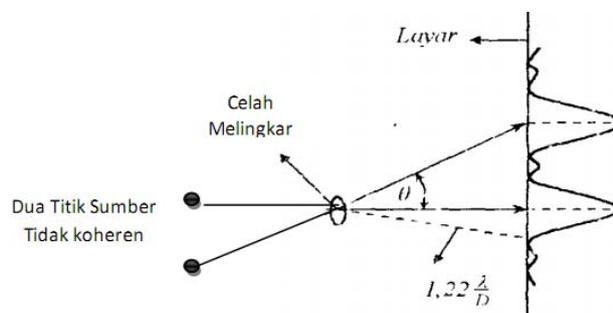
Gambar 2.17. Difraksi Fraunhofer celah lingkaran (Hecht E, 2002).

Gambar 2.17 menunjukkan pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran. Pola ini memiliki peran sangat penting pada refraksi banyak alat optik, sudut yang dicakup oleh difraksi minimum pertama dihubungkan dengan panjang gelombang serta diameter celah  $D$  oleh persamaan:

$$\sin \theta = 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad (2.20)$$

Pada banyak penggunaan, sudut  $\theta$  kecil, sehingga  $\sin \theta$  dapat digantikan oleh  $\theta$ . Sehingga difraksi minimum pertama pada sudut  $\theta$  diberikan oleh persamaan:

$$\theta \approx 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad (2.21)$$



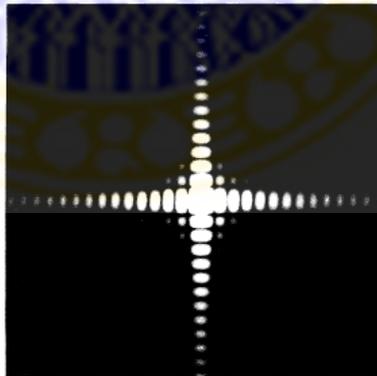
Gambar 2.18. Dua sumber cahaya jauh dengan sudut  $\alpha$  (Tipler, 2001).

Gambar 2.18 memperlihatkan dua sumber titik yang mencakup sudut  $\alpha$  pada celah bukaan melingkar yang jauh dari sumbernya. Jika  $\alpha$  jauh lebih besar dari  $1,22 \lambda/D$ , maka sumber itu akan terlihat sebagai dua sumber. Akan tetapi, begitu  $\alpha$  mengecil, tumpang tindih pola difraksi akan meningkat dan menjadi sulit untuk membedakan dua dari satu sumber. Pada pemisahan sudut kritis  $\alpha_c$  diberikan oleh:

$$\alpha_c = 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad (2.22)$$

### 2.6.3. Difraksi Celah Persegi

Jika celah persegi dengan sisi  $a$  dan  $b$  yang berukuran sembarang, maka pola difraksinya merupakan kombinasi dua pola yang disebabkan oleh tiap pasang sisi. Pola gelap terang (*fringe*) yang diperoleh berupa sederet persegi panjang gelap terang yang tersusun dengan bentuk menyilang seperti gambar berikut:



Gambar 2.19. Pola difraksi Fraunhofer celah persegi (Hecht E, 2002).

## 2.7. Artificial Life dan Artificial Intelligence

Perdebatan mengenai batasan antara manusia dan mesin masih saja terus berlangsung sampai saat ini. Pada awal kemunculannya manusia menganggap mesin sebagai sesuatu yang 'hidup' karena kemampuannya untuk bergerak layaknya manusia. Padahal konsep 'hidup' antara manusia dan mesin memiliki perbedaan. Alasan lain yang turut menjadi landasan anggapan tadi antara lain adalah bahwa mesin (dalam hal ini adalah komputer) memiliki „kepandaian’ yang membuatnya mampu melakukan hal – hal yang dilakukan oleh manusia seperti bermain, bersuara, berhitung, dsb.

Banyak orang beranggapan bahwa mesin hanyalah sekedar seperangkat benda mati yang tak memiliki daya maupun kepandaian. Mesin seperti komputer memiliki kepandaian dari input berupa aturan, data, ataupun informasi yang disuplai dan diatur oleh manusia. Mereka belum mampu menentukan apakah komputer itu sekedar mesin atau sama seperti manusia.

Perkembangan teknologi yang ada memunculkan berbagai konsep yang kian mengaburkan batasan antara manusia dan mesin. Salah satunya adalah *Artificial Intelligence*. Teknologi ini sendiri merupakan salah satu dari perkembangan tingkat lanjut dari teknologi pemrosesan informasi. Bagaimana *Artificial Intelligence* cenderung membahas perbedaan yang unik yang dimiliki oleh manusia dan mesin, tidak lagi hanya merupakan perbandingan antara sesuatu yang hidup dan mati. Di mana manusia spesial karena 'hidup' sedangkan komputer memiliki kepandaian layaknya manusia.

Pada sejarah perkembangannya, *Artificial Intelligence* berkaitan dengan psikoanalisis. Hubungan keduanya adalah bahwa keduanya sama – sama bergerak dari sebuah model yang, dalam beberapa struktur tertentu, hanya bekerja pada substansi yang pasif. Pada hubungannya dengan psikoanalisis model mengacu pada dorongan, sedangkan pada *Artificial Intelligence* model ini mengacu pada logika.

Keberadaan *Artificial Intelligence* kian mengaburkan konsep proses kehidupan. Meskipun virus dikatakan berkembang dan bermutasi dalam sistem komputer, tentu ia tak dapat dikatakan sebagai sesuatu yang 'hidup'. Meski memiliki kesadaran dan intensionalitas, konsep hidup yang dimiliki oleh mesin jelas berbeda dengan konsep hidup milik manusia. Kata yang digunakan mungkin sama yaitu "hidup" tapi memiliki perbedaan arti dan konteks.

Hal ini kemudian membawa kita untuk mendefinisi ulang arti hidup, serta kriteria yang harus dimiliki agar tergolong menjadi hidup itu sendiri. Meskipun mesin memiliki dan mampu melakukan berbagai hal yang dilakukan oleh manusia, mesin tidak kemudian menjadi 'hidup'. Mereka tidak dilahirkan, dibesarkan dalam keluarga, tak memiliki perasaan ataupun emosi, dan serangkaian hal lain yang menjadi keunikan manusia.

*Artificial Life* atau biasa disebut dengan *A-Life* kemudian bisa dikatakan merupakan lanjutan dan pendalaman dari teknologi *Artificial Intelligence*. Di mana program yang ada di komputer bisa disebut 'hidup' jika dianalogikan dengan apa yang ada di alam. Kita kemudian akan menemukan bahwa apa yang

disebut organisme dalam program komputer bukan organisme layaknya makhluk hidup di alam nyata, tapi mengacu pada *computational object* yang ada di pada komputer.

Dalam ilmu geometrika optik, *Artificial Life* memiliki peranan sangat penting dimana seorang ilmuwan ataupun peneliti tidak hanya menganggap komputer sebagai alat bantu hitung, akan tetapi sebagai rekan kerja untuk memproses berbagai formulasi yang ada dalam dunia fisika. Banyak sekali fenomena alam yang telah berhasil dirumuskan oleh para ilmuwan fisika dimasa kejayaan Einstein, namun masih sedikit ilmuwan yang bisa memvisualisasikan atau bahkan menyimulasikan perumusan mereka, di sinilah *Artificial Intelligence* mengambil peranan dalam ilmu fisika sejalan dengan perkembangan teknologi dunia dengan tidak melupakan konsep-konsep dasar ilmu fisika.

Prinsip dari *Artificial Life* dan *Artificial Intelligence* adalah komputer dibiarkan memproses formula fisika yang di input-kan ke dalamnya dengan berbagai variable yang terdefinisi. Berangkat dari formulasi umum yang belum mengalami proses penurunan ataupun pengintegralan. Akan tetapi keduanya memiliki perbedaan dalam segi proses, jika *Artificial Intelligence* lebih berorientasi pada bagaimana sebuah sistem mengambil keputusan, maka *Artificial Life* mencakup semua proses yang diformulasikan dalam sistem sesuai dengan kejadian di alam.