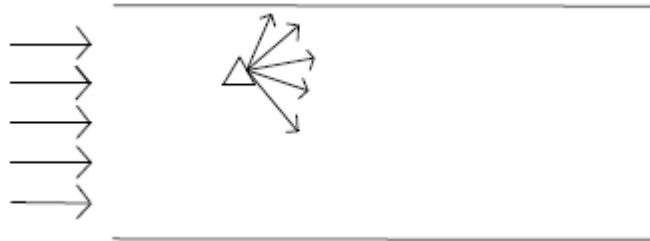


# Rugi-Rugi dan Dispersi di Dalam Fiber

## Rugi-Rugi di Dalam Fiber

### 1. Rugi-Rugi Penyebaran *Rayleigh*

Penyebaran Rayleigh terjadi sebagai akibat tidak homogenya indeks bias pada core serat optik. Bilamana pada core serat optik terjadi perubahan indeks bias yang lebih pendek daripada panjang gelombang sinar yang dirambatkan, maka akan terjadi hamburan.



Gambar 1. Penyebaran Rayleigh

Rumus yang digunakan untuk rugi-rugi penyebaran *rayleigh*, sebagai berikut:

$$\alpha_S = \frac{34.748\pi^3(n^2 - 1)^2 k_B T_f \beta_T}{\lambda^4} \quad \dots (1)$$

dengan:  $\alpha_S$  = Rugi-rugi *Rayleigh* (dB)

$\beta_T$  = Koefisien kemampatan isothermis bahan  
=  $7.10^{-11} \text{m}^2/\text{N}$

$n$  = Indeks bias inti = 1.46

$k_B$  = konstanta Boltzman =  $1.38 \times 10^{-23}$   
Joule/ $^\circ\text{K}$

$T_f$  = suhu dimana fluktuasi kerapatan melebur  
dalam glass = 1400K

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$T_f$  = temperatur ( $^\circ\text{C}/^\circ\text{K}$ )

$\beta_T$  = isothermal compressibility ( $\text{m}^2/\text{N}$ )

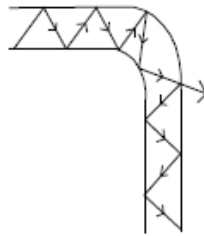
### 2. Rugi-rugi Pembengkokan (*Bending Losses*)

Ada dua jenis pembengkokan yang menyebabkan rugi-rugi dalam fiber, yaitu pembengkokan-mikro (*microbending*) dan pembengkokan-makro (*macro bending*). Keduanya timbul karena alasan yang berbeda, dan menimbulkan rugi-rugi dengan dua macam mekanisme yang berbeda pula.

Pembengkokan mikro adalah suatu pembengkokan mikroskopis dari inti fiber yang disebabkan oleh laju penyusutan (*contraction*) thermal yang sedikit berbeda antara bahan inti dan bahan pelapis. Pembengkokan mikro dapat juga timbul bila fiber berulang kali digulung menjadi suatu kabel fiber majemuk (*multifiber cable*), atau bila digulung pada kelos-kelos untuk memudahkan pengangkutannya. Makin tajam belokan itu dibuat, makin banyak pula ragam-ragam yang terlepas pada belokan. Pembengkokan makro adalah pelengkungan fiber optik.

Rugi-rugi pembengkokan sebagai berikut:

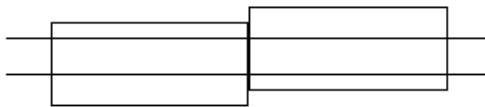
$$\text{Loss Pembengkokan} = \text{Loss pada kabel tidak dibengkokkan} - \text{Loss pada kabel dibengkokkan} \quad \dots(2)$$



Gambar 2. Pembengkokkan (*Bending*)

### 3. Rugi-rugi Penggandengan Ragam (*Mode Coupling Losses*)

Daya yang sudah dilepaskan dengan baik ke dalam suatu ragam yang merambat mungkin kemudian digandengkan ke dalam suatu ragam bocor atau ragam radiasi pada sebuah titik yang agak jauh pada fiber. Efek penggandengan ini dapat terjadi karena rugi-rugi ini timbul pada saat serat optik dikopel/disambungkan dengan sumber cahaya atau photo detector. Rugi-rugi coupling dapat diperkecil dengan penambahan lensa di depan sumber cahaya atau pembentukan permukaan tertentu (misalnya *spherical-surface*) pada sumber cahaya atau ujung fiber.



Gambar 3. Penggandengan ragam (*Mode Coupling*)

Rugi-rugi (*Loss*) penggandengan ragam secara umum sebagai berikut:

$$\mu = P_{in} / P_{out} \quad \dots(3)$$

maka

$$L = -10 \log \mu \quad \dots(4)$$

dengan :  $P_{in}$  = Daya yang dimasukkan ke dalam serat optik (Watt)

$P_{out}$  = Daya yang dipancarkan oleh sumber cahaya (Watt)

$\mu$  = Efisiensi penyambungan

atau

$$L = -10 \log \eta \quad \dots(5)$$

dengan

$$\eta = \frac{2}{\pi} \left[ \cos^{-1} \frac{d}{2a} - \frac{d}{2a} \sqrt{1 - \left( \frac{d}{2a} \right)^2} \right] \quad \dots(6)$$

dengan :  $L$  = Rugi-rugi (dB)

$d$  = lebar antara sambungan ( $\mu\text{m}$ )

$a$  = lebar kabel fiber (cm)

$\eta$  = efisiensi

#### 4. Rugi-rugi Penyambungan

Rugi-rugi penyambungan dengan *fusion splice*. Rugi-rugi ini ditimbulkan sebagai akibat tidak sempurnanya kegiatan penyambungan (*splice*) sehingga sinar dari serat optik yang satu tidak dapat dirambatkan seluruhnya ke dalam serat yang lainnya.

Beberapa kesalahan penyambungan yang menimbulkan rugi-rugi:

- Sambungan kedua serat optik membentuk sudut
- Sumbu kedua serat optik tidak sejajar
- Sumbu kedua serat optik berimpit namun masih ada celah diantaranya
- Ada perbedaan ukuran antara kedua serat optic yang disambung

#### 5. Penyerapan Bahan

Tiga mekanisme yang berbeda memberikan sumbangannya pada rugi-rugi penyerapan (*absorption losses*) dalam fiber gelas. Ini adalah berturut-turut penyerapan ultraviolet, penyerapan infra merah, dan penyerapan resonansi ion.

## Dispersi

Ada tiga macam dispersi pada fiber, yang disebabkan oleh tiga mekanisme, yaitu:

1. Dispersi Antar Ragam

Timbulnya dispersi antar ragam karena alur total yang ditempuh oleh suatu sinar pada setiap ragam adalah zigzag, dan mempunyai panjang total yang berbeda dari setiap sinar-sinar ragam yang lain.

2. Dispersi Bahan

Sebagai akibat dari dispersi bahan, bila pulsa cahaya yang dipancarkan mengandung komponen-komponen dengan beberapa panjang gelombang yang berbeda yang terpusat pada suatu panjang gelombang tengah.

3. Dispersi *Waveguide*

Jika fiber dapat dioperasikan sedemikian sehingga dispersi antar-ragam dan bahan keduanya dihilangkan, maka mekanisme dispersi yang ketiga akan menjadi penting, hal ini mencegah tercapainya keadaan tanpadiispersi total, kecuali untuk kasus cahaya monokromatis yang ideal.