

SISTEM KOMUNIKASI OPTIK

BAB 5 DISPERSI

Tri Nopiani Damayanti

D3 Teknologi Telekomunikasi – Fakultas Ilmu Terapan



DISPERSI

- ❑ Dispersi pada serat optik terjadi **akibat adanya** keterbatasan material dan efek linear seperti polarisasi sehingga akan terjadi peristiwa pelebaran pulsa
- ❑ Mempengaruhi ***bandwidth*** dan **laju bit (*bit rate*)** maksimum sehingga mempengaruhi kualitas sinyal yang ditransmisikan



Contoh Dispersi Pada Gelombang

Dispersi ada tiga macam :

- ▶ 1. Dispersi antar *mode* (*intermodal dispersion*)
2. *Dispersi kromatis*
3. *Dispersi mode polarisasi*

Total pelebaran pulsa Δt dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\Delta t = \text{dispersi} \left(\frac{ns}{km} \right) \times \text{jarak (km)}$$

Total pelebaran pulsa Δt_{total} akibat pengaruh tiga jenis dispersi dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\Delta t_{total} = \sqrt{(\Delta t_{modal})^2 + (\Delta t_{kromatis})^2 + (\Delta t_{mode-polarisasi})^2}$$



Serat optik ***multimode***, pengaruh dispersi akibat ***mode*** polarisasi sangat kecil

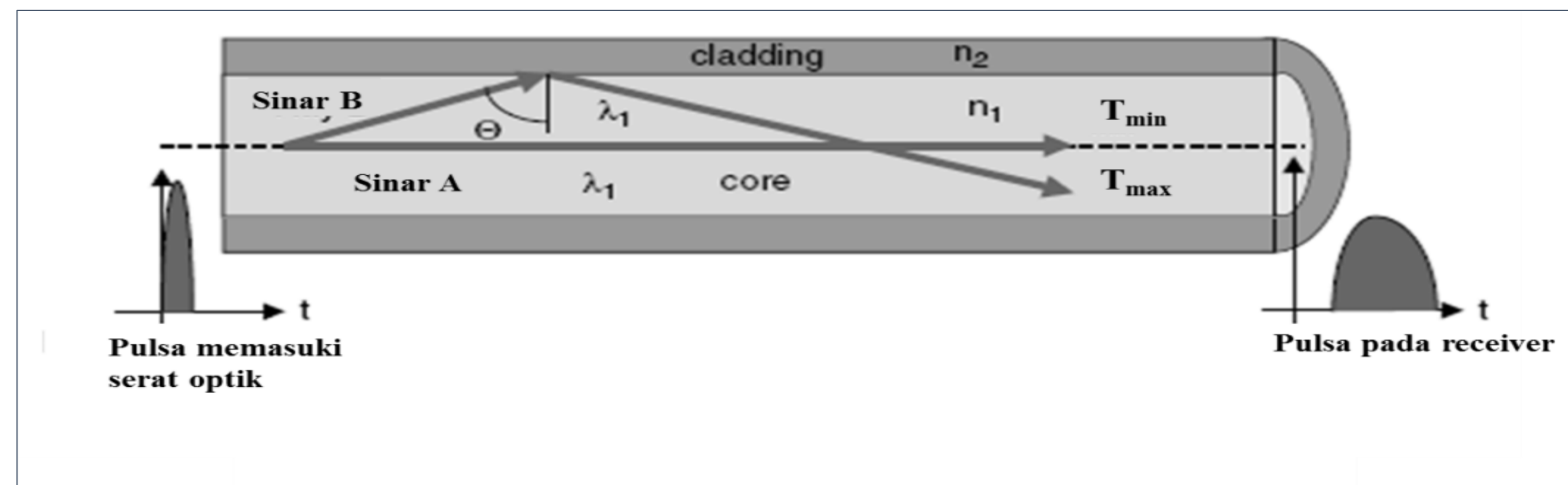
$$\Delta t_{total} = \sqrt{(\Delta t_{modal})^2 + (\Delta t_{kromatis})^2}$$


Serat optik ***singlemode***, tidak ada pengaruh dispersi akibat modal dispersi

$$\Delta t_{total} = \sqrt{(\Delta t_{kromatis})^2 + (\Delta t_{mode-polarisasi})^2}$$

Modal Dispersi (Intermodal Dispersion)

- ❑ Dihasilkan dari gelombang yang merambat pada mode-mode pada serat optik
- ❑ Lintasan yang ditempuh mempunyai jarak yang berlainan maka berkas-berkas cahaya yang merambat akan mencapai tujuan dalam **waktu yang berbeda** sehingga pulsa pada sisi output mengalami **pelebaran pulsa (dispersi intermodal)**
- ❑ Terjadi hanya pada **multimode** akibat adanya perbedaan kecepatan *group mode* (*group velocity* pada mode-mode)



- 
- Dispersi *intermodal* sangat **bergantung pada panjang gelombang** sehingga efeknya pada distorsi sinyal semakin meningkat sebanding dengan lebar spektrum dari sumber optik

Maksimum pelebaran pulsa dihasilkan dari perbedaan waktu (T_{max}) antara perambatan sinar cahaya yang terpanjang (*higher order mode*) dengan waktu (T_{min}) dinyatakan dengan persamaan

$$\Delta T = T_{max} - T_{min} = \frac{n_1}{c} \left(\frac{L}{\sin \varphi_c} - L \right) = \frac{Ln_1^2}{cn_2} \Delta$$

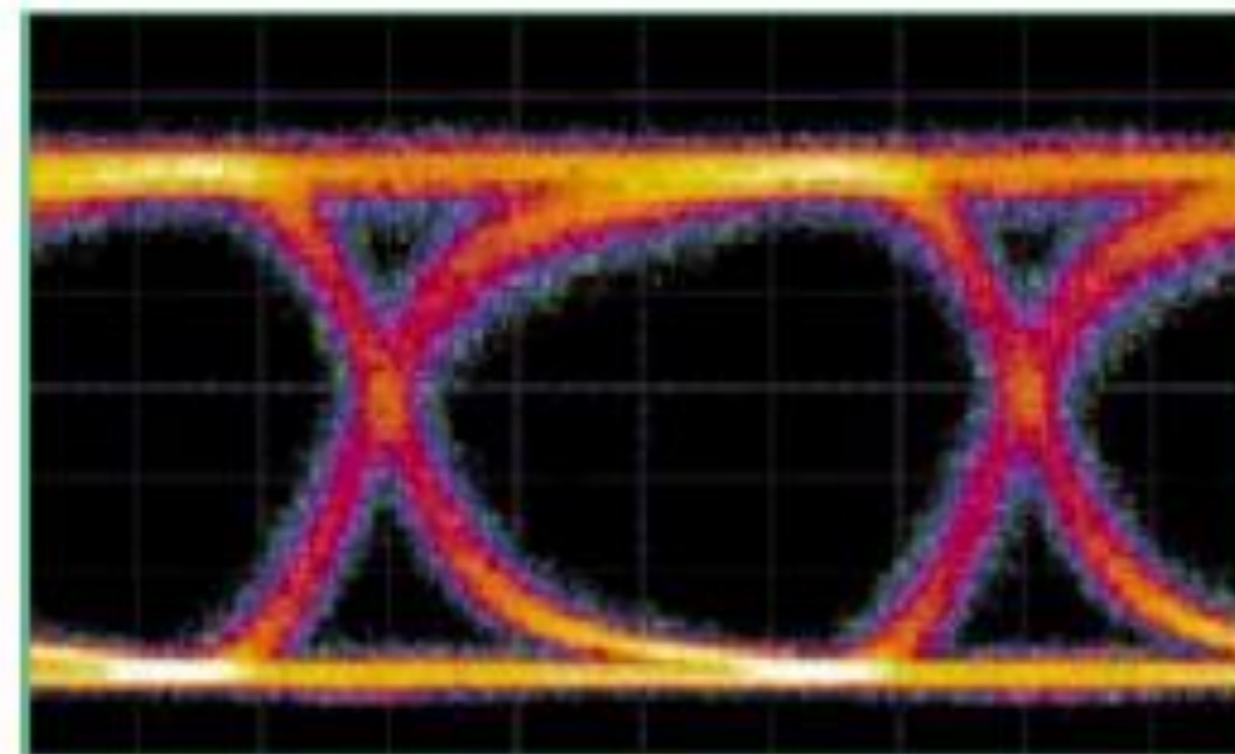
Dimana $\sin \varphi_c = n_2/n_1$, Δ merupakan perbedaan indeks bias.

Besarnya bit rate –distance product :

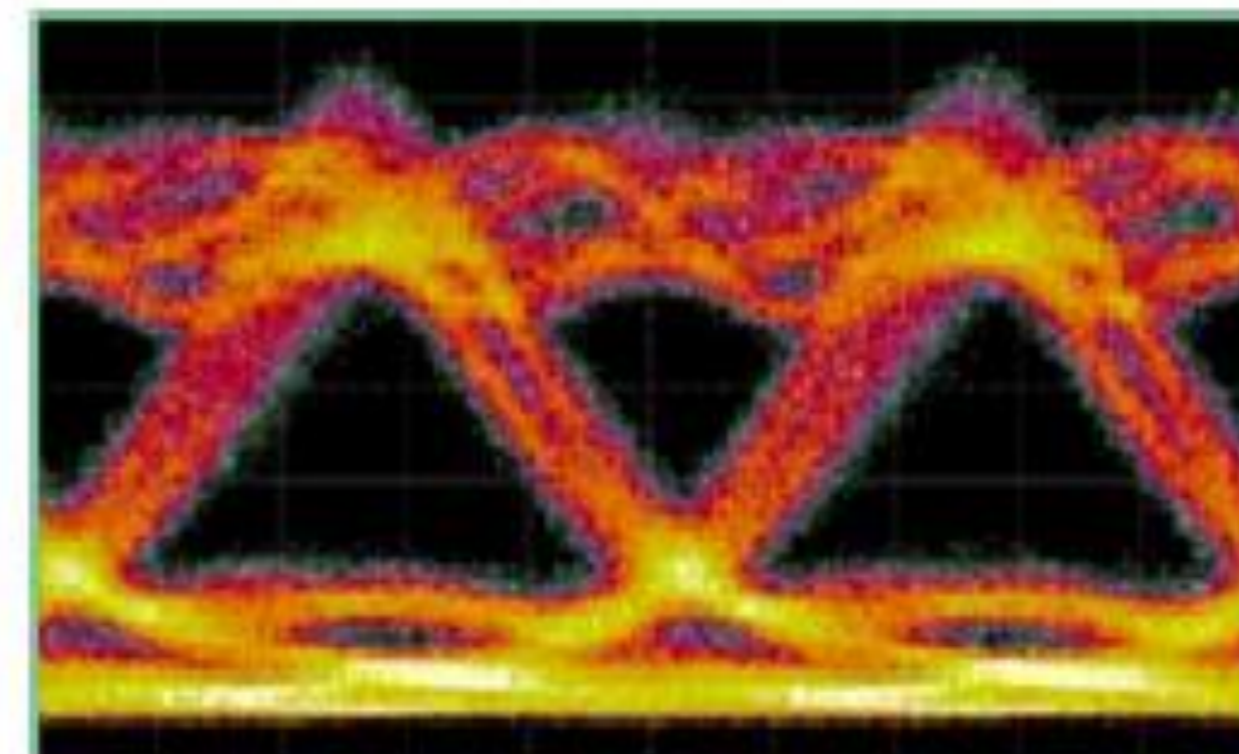
$$BL < \frac{n_2 c}{n_1^2 \Delta}$$

Dispersi Intramodal atau Dispersi Kromatis

- ❑ Merupakan pelebaran pulsa yang terjadi pada **serat optik *single mode***
- ❑ Dispersi kromatis **disebabkan karena adanya *delay*** antara kecepatan group pada panjang gelombang yang berbeda dari spektrum sumber optik sehingga terjadi pelebaran pulsa yang ditransmisikan
- ❑ Berikut merupakan bentuk *eye diagram* dari pulsa akibat dispersi kromatis



(a)
Tanpa dispersi

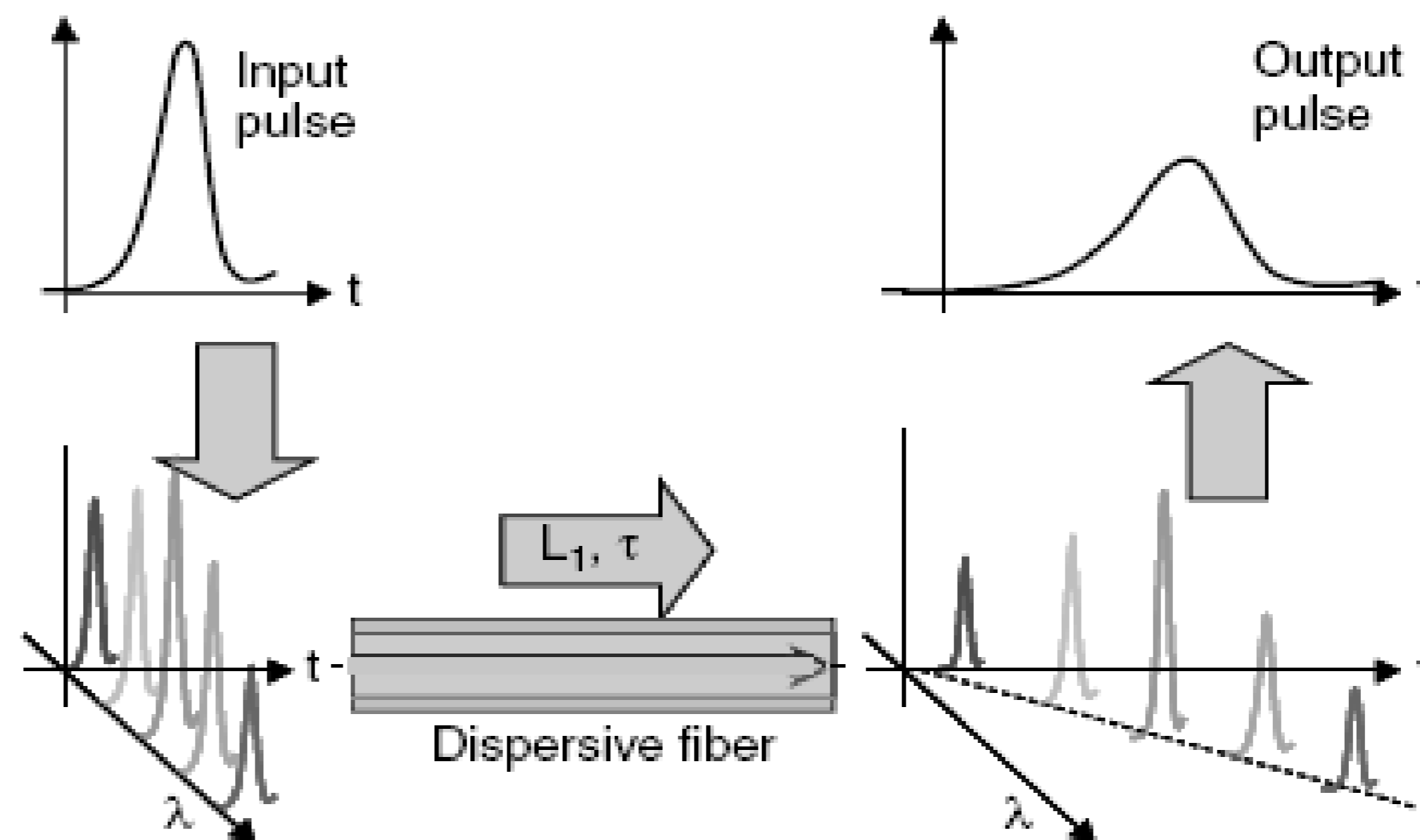


(b)
Dengan dispersi

□ Peristiwa pelebaran pulsa ini disebabkan karena dua faktor utama penyebab dispersi kromatis yaitu :

1. Dispersi material

2. Dispersi pandu gelombang



Dispersi *kromatis*

- ❖ **Dispersi material** terjadi akibat adanya variasi indeks bias sebagai fungsi yang tidak linier dari panjang gelombang serat optik

Pelebaran pulsa yang terjadi akibat dispersi material dapat dinyatakan dengan *group delay*

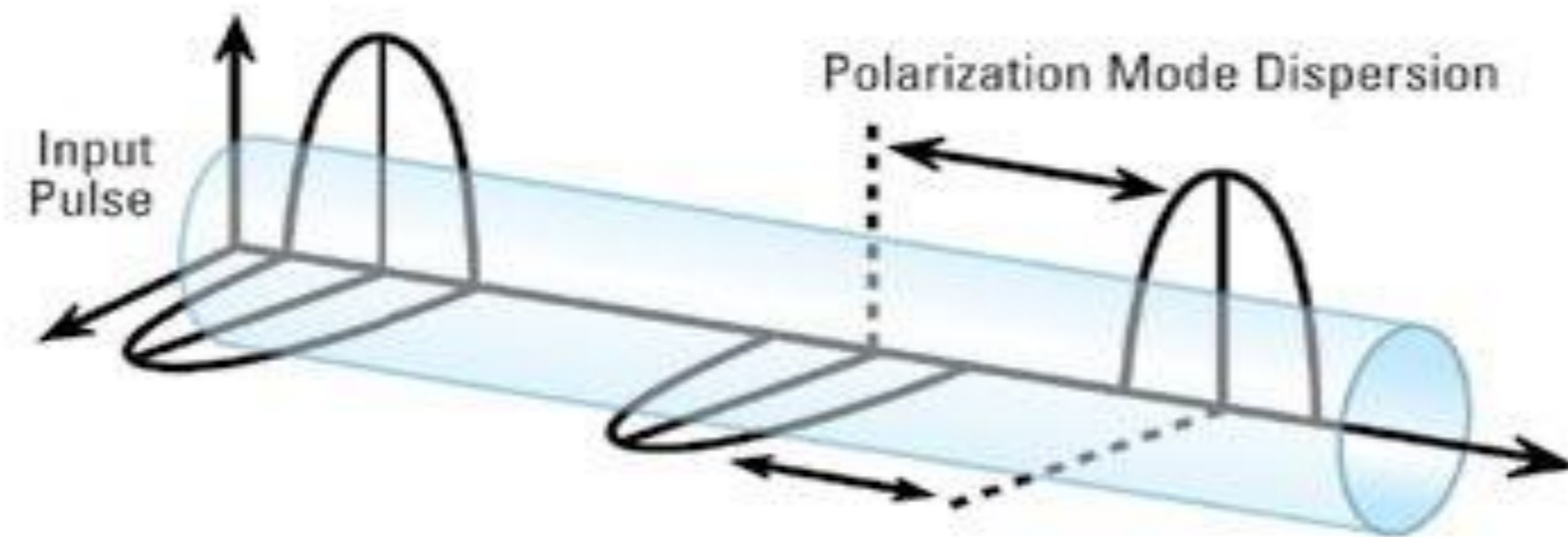
$$\tau_{mat} = \frac{L}{c} \left(n - \lambda \frac{dn}{d\lambda} \right)$$

Dimana n adalah indeks bias *core*. Jika suatu sumber memiliki lebar spektral σ_λ , maka pelebaran pulsa dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\sigma_{mat} = \left| \frac{d\tau_{mat}}{d\lambda} \right| \sigma_\lambda = \frac{\sigma_\lambda L}{c} \left| \lambda \frac{d^2n}{d\lambda^2} \right| = \sigma_\lambda L |D_{mat}(\lambda)|$$

Dispersi Mode Polarisasi

- ❑ Peristiwa pelebaran pulsa akibat tidak simetrisnya bentuk *core* dari serat optik
- ❑ Asimetrik serat optik disebabkan oleh dua hal yaitu:
 1. Saat proses fabrikasi atau pembuatan serat yang kurang sempurna
 2. *Mechanical stress* yaitu pada proses penggunaan serat optik terjadi banyak distorsi seperti *crush, bending, torsion, dan impact*













TERIMA KASIH
