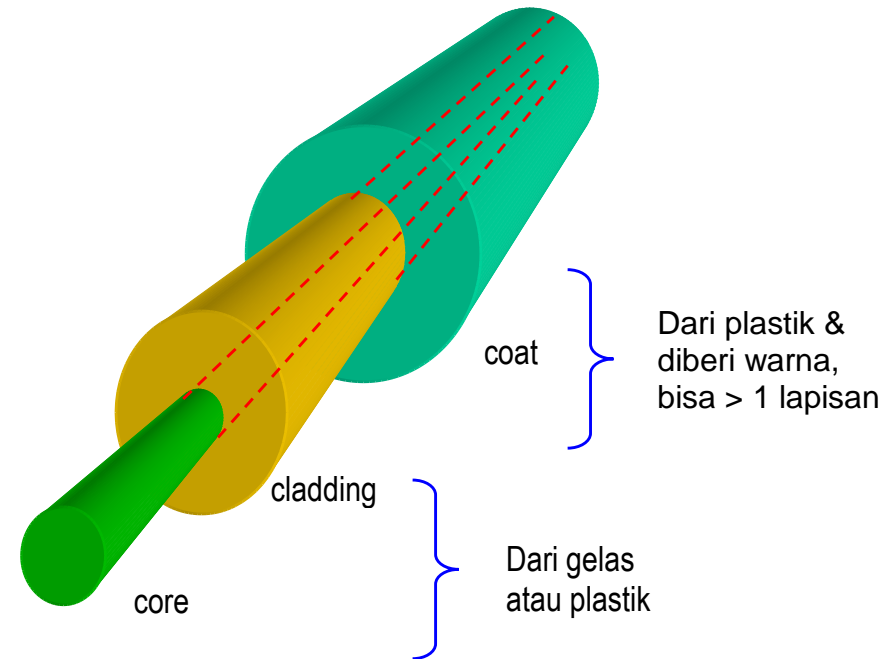


Konfigurasi dan Mode Serat Optik

Gambaran Umum Serat Optik

- ❖ Serat optik adalah suatu bumbung gelombang yang berisi dielektrik dengan indeks bias tertentu yang digunakan untuk merambatkan energi elektro magnetik pada frekuensi antara 300 – 600 Tera Hertz (frekuensi optik). Serat optik terdiri dari core (inti) dan cladding (selubung inti).
- ❖ Fungsi inti adalah sebagai penyalur gelombang cahaya, dan cladding berfungsi untuk memperkecil rugi-rugi permukaan serta mengarahkan gelombang cahaya tersebut.



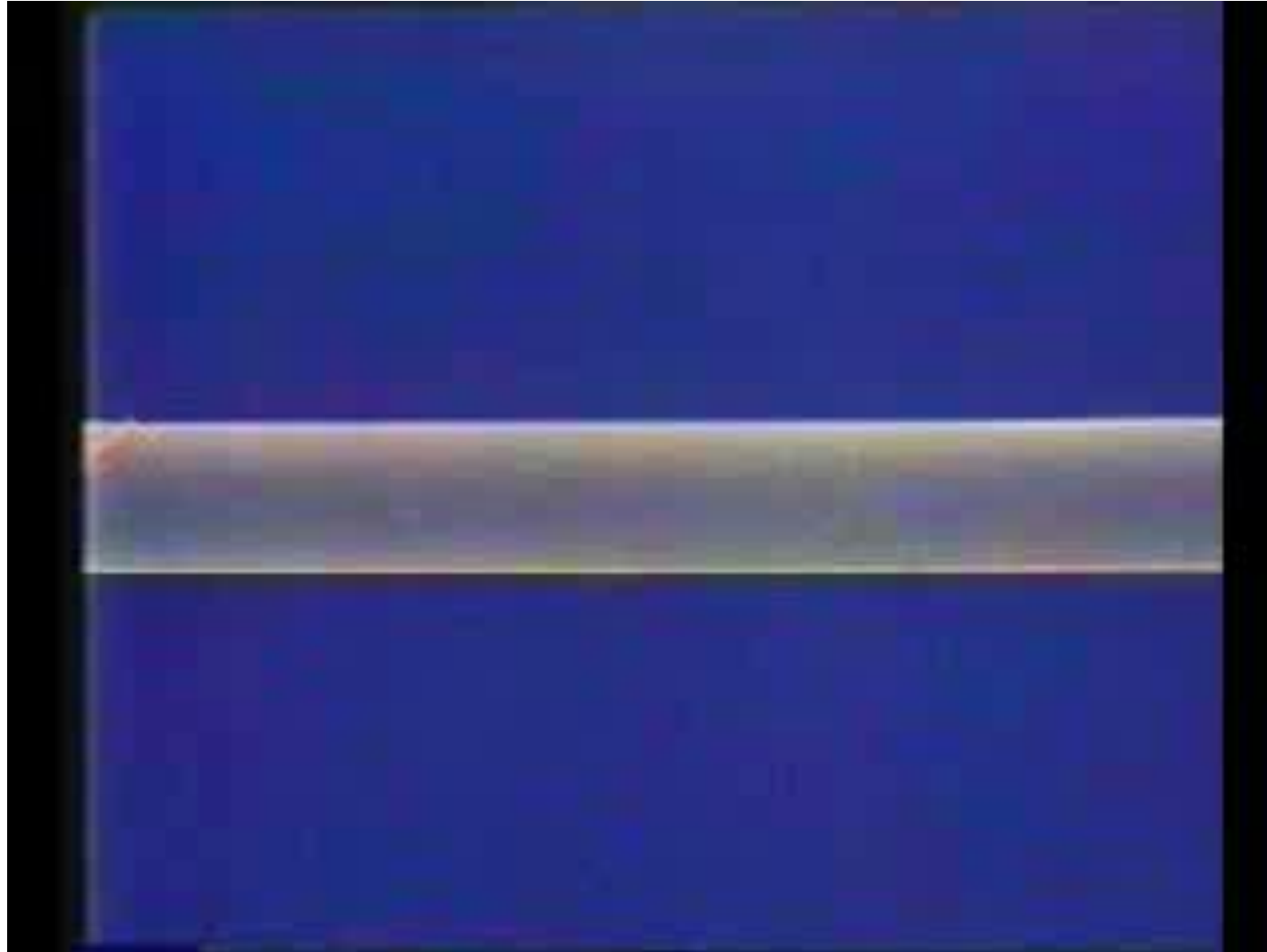
Gambar Struktur Serat Optik





Serat Optik

- Bagaimana cahaya merambat dalam serat optik ?

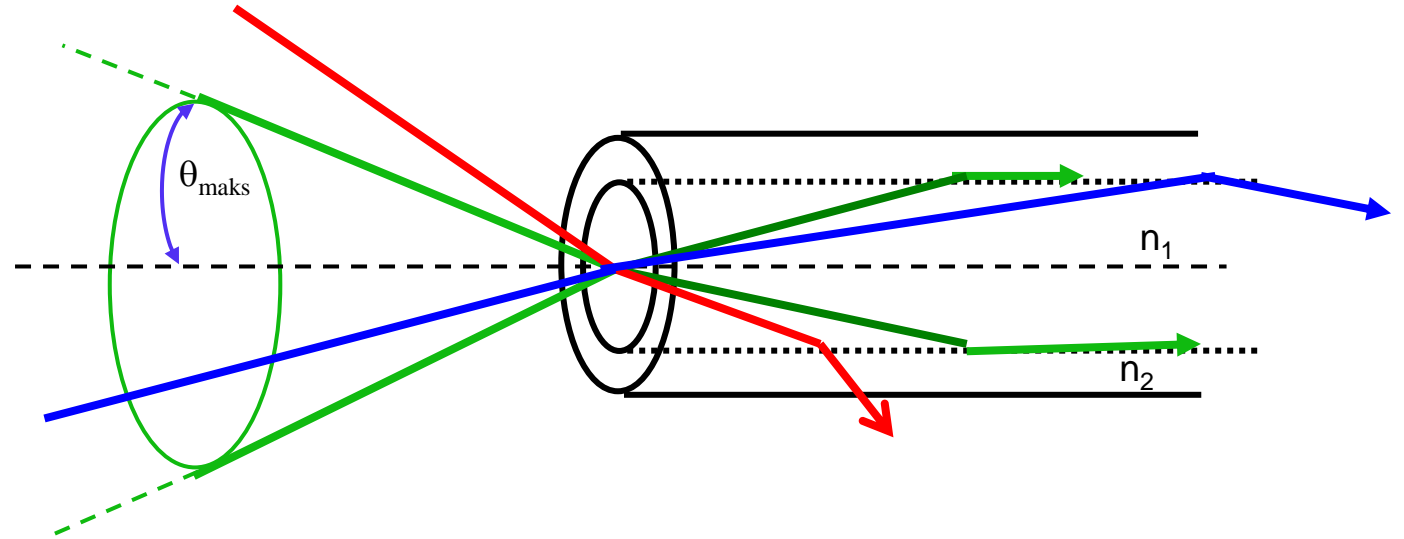
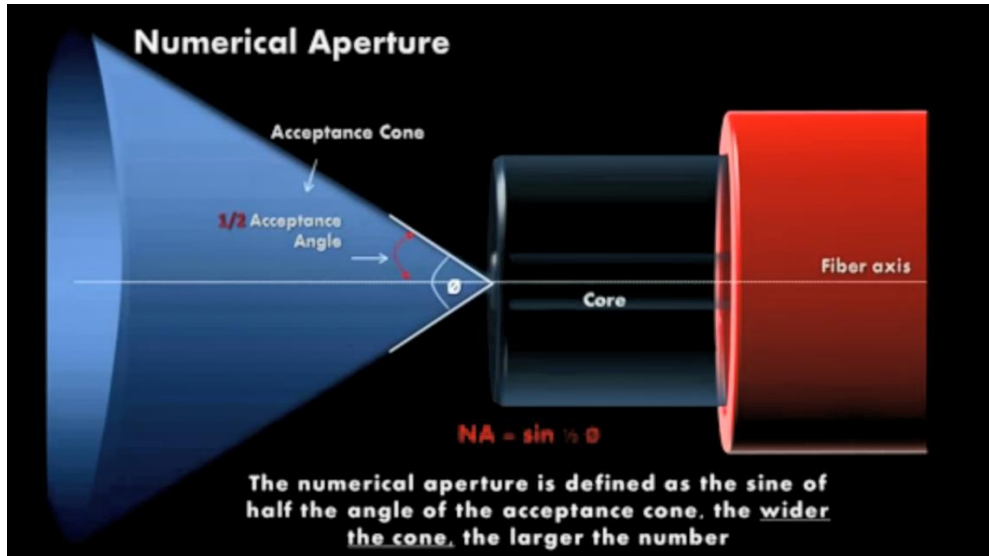


Serat Optik

- Bagaimana cahaya merambat dalam serat optik ?



Step index fiber



$$NA = \sin \theta_{maks} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = n_1 \sqrt{2\Delta}$$

Δ : beda indeks bias relatif

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \cong \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

V-parameter

V-parameter → menentukan jumlah modus yang menjalar dalam SO

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2\pi a}{\lambda} NA$$

Konstanta propagasi normalisasi b :

$$b = \frac{(\beta / k)^2 - n_2^2}{n_1^2 - n_2^2}$$

dengan

β : konstanta propagasi

$$n_2 \leq \beta / k \leq n_1$$

$$k = 2\pi / \lambda$$

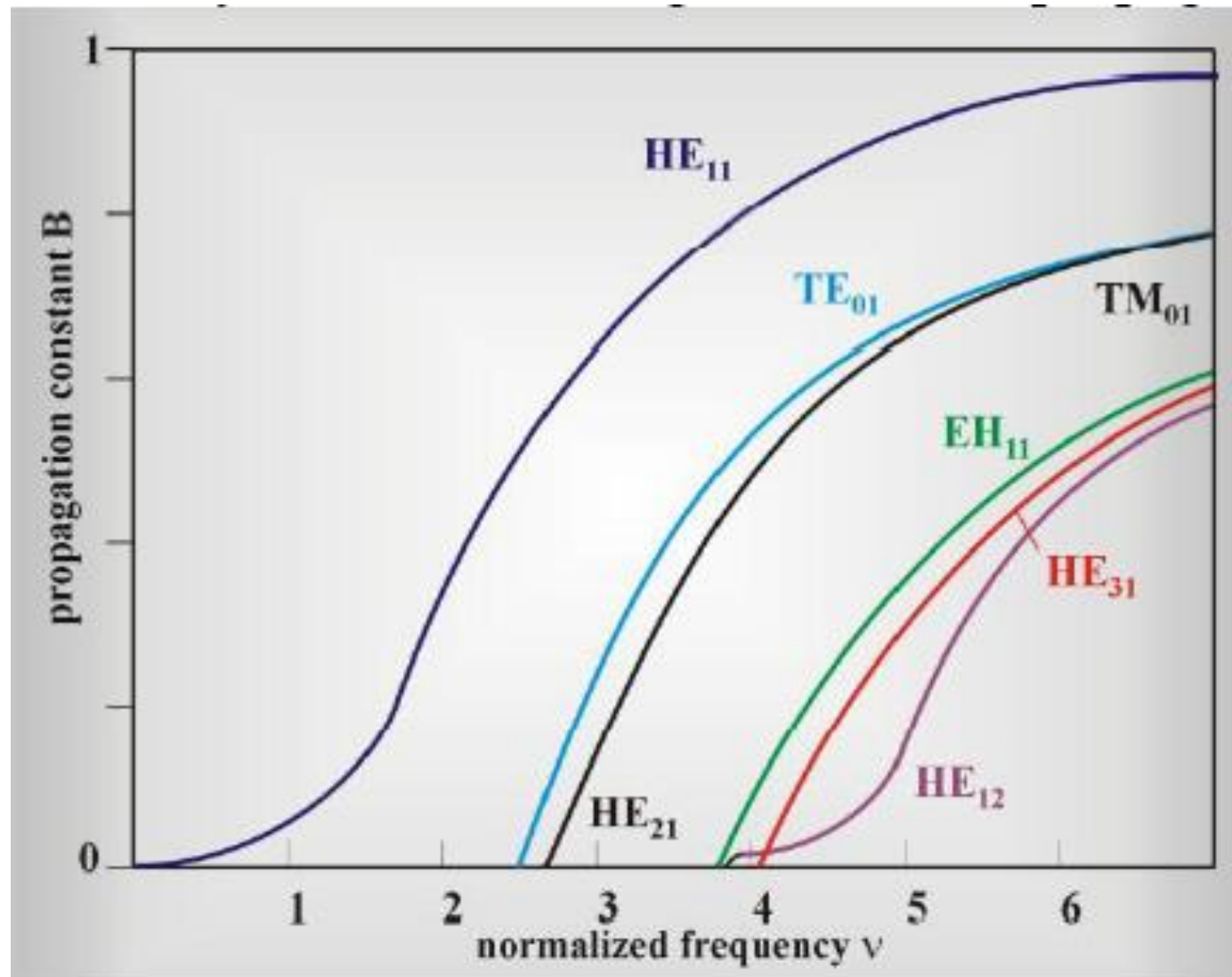
Mode cut off jika $\beta/k = n_2$

Single mode fiber : $V \leq 2,405$

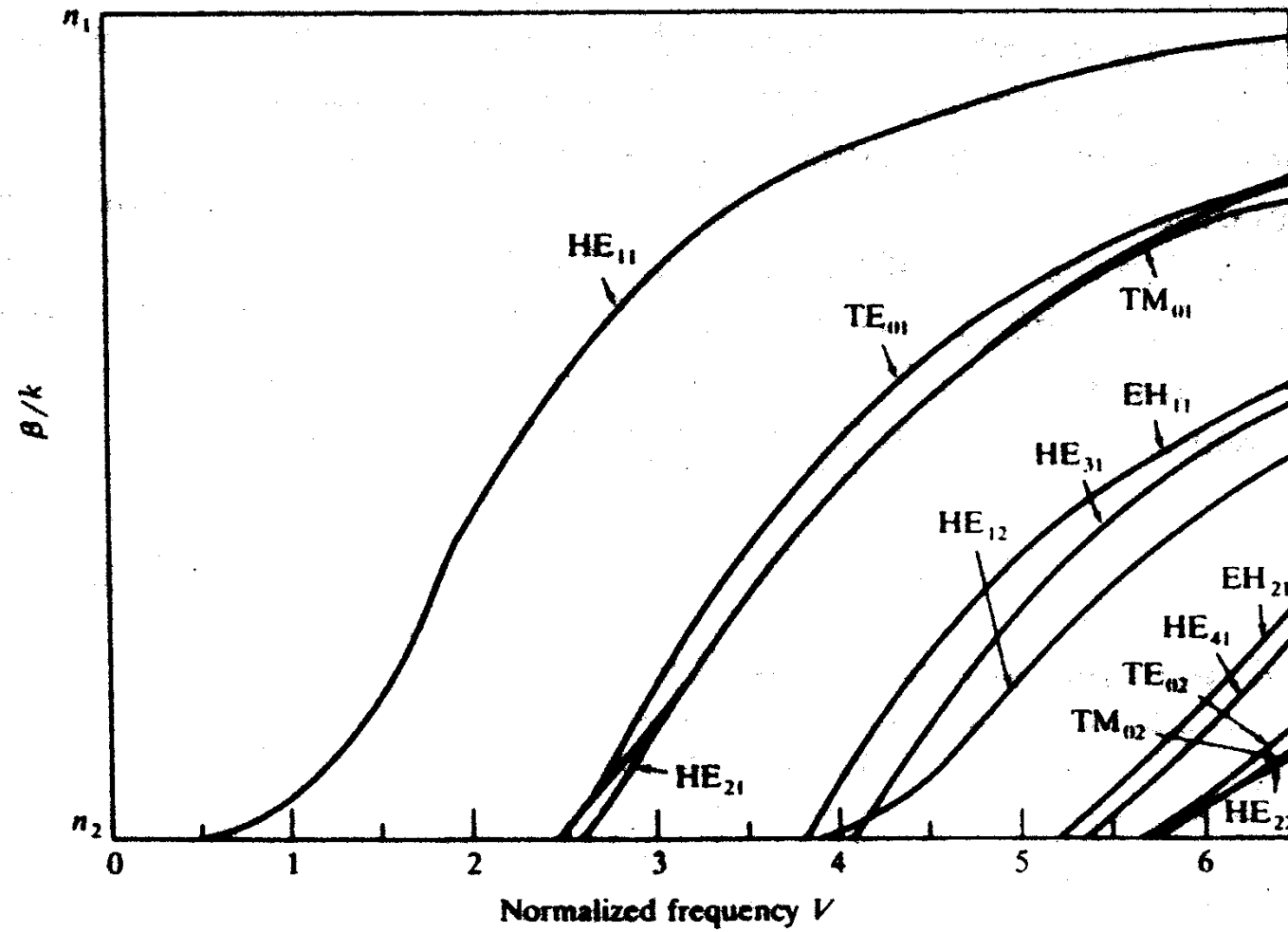
Atau V cut off : $V_C = 2,405$

Panjang gelombang cut off :

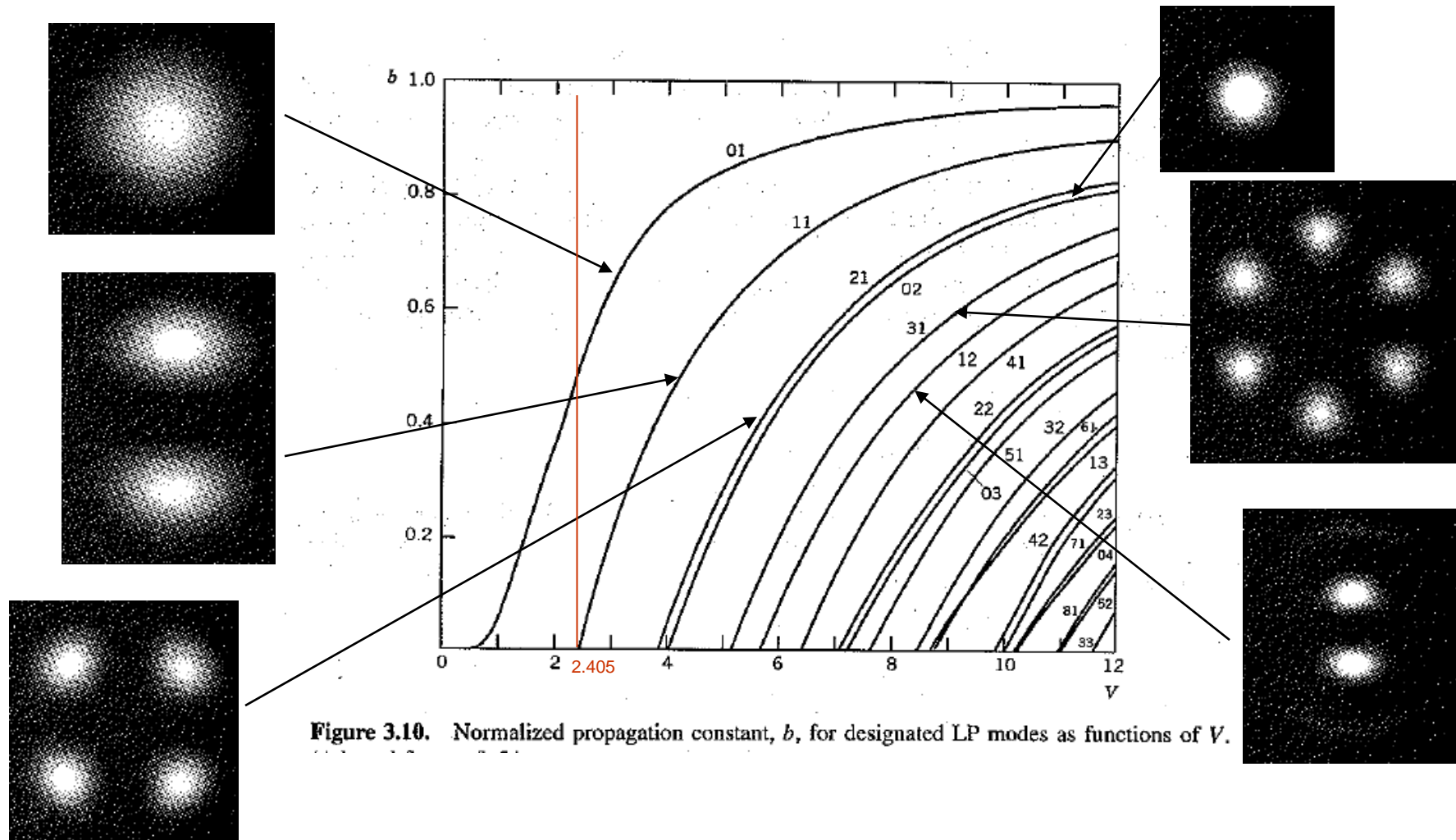
$$\lambda_c = \frac{2\pi a}{V_C} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2\pi a n_1}{V_C} \sqrt{2\Delta}$$



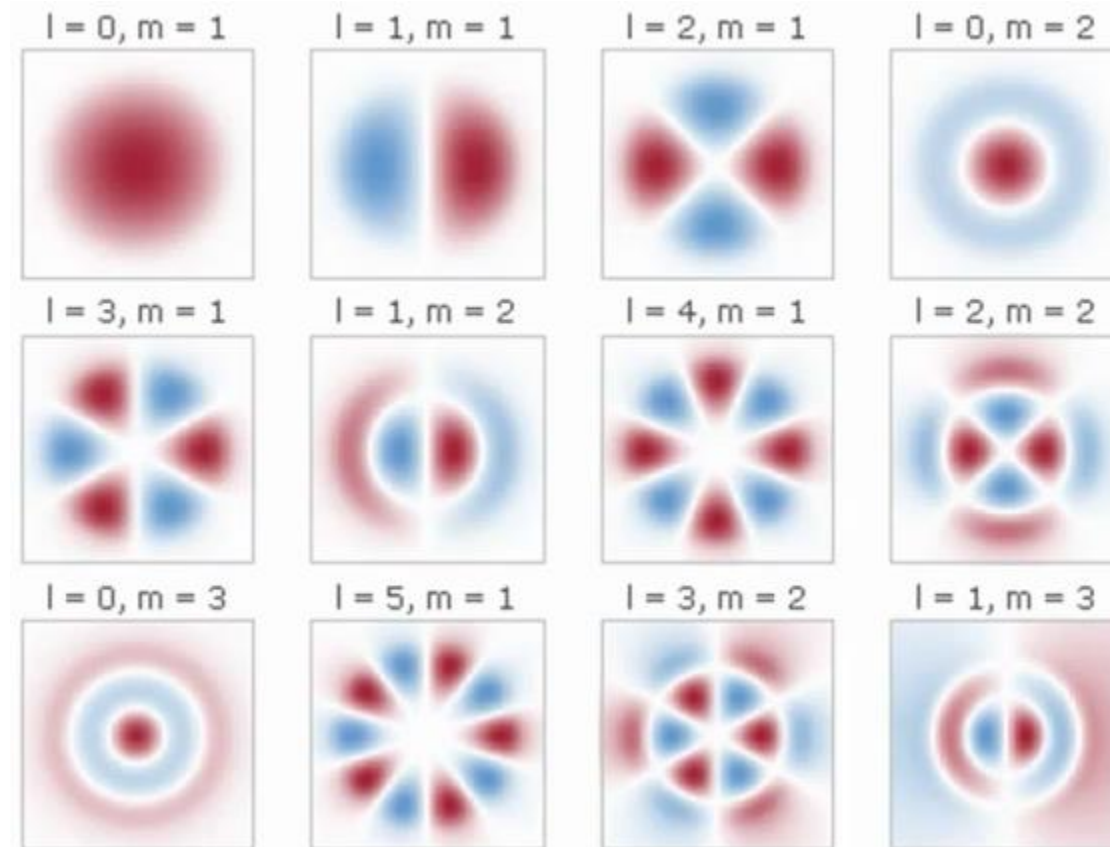
Grafik β/k terhadap V untuk beberapa modus orde terendah



V-Number and Fiber Modes



Fiber Modes



Solid acceptance angle dari fiber :

$$\Omega = \pi\theta^2 \cong \pi(n_1^2 - n_2^2) \quad [\text{Sterad}]$$

Jumlah mode yang masuk ke fiber :

$$M = \frac{2A}{\lambda^2} \Omega = \frac{2\pi^2 a^2}{\lambda^2} (n_1^2 - n_2^2) = \frac{V^2}{2}$$

Daya mengalir pada Step Index

$$\frac{P_{clad}}{P} = 1 - \frac{P_{core}}{P}$$
$$\left(\frac{P_{clad}}{P} \right) = \frac{4}{3} M^{-\frac{1}{2}}$$

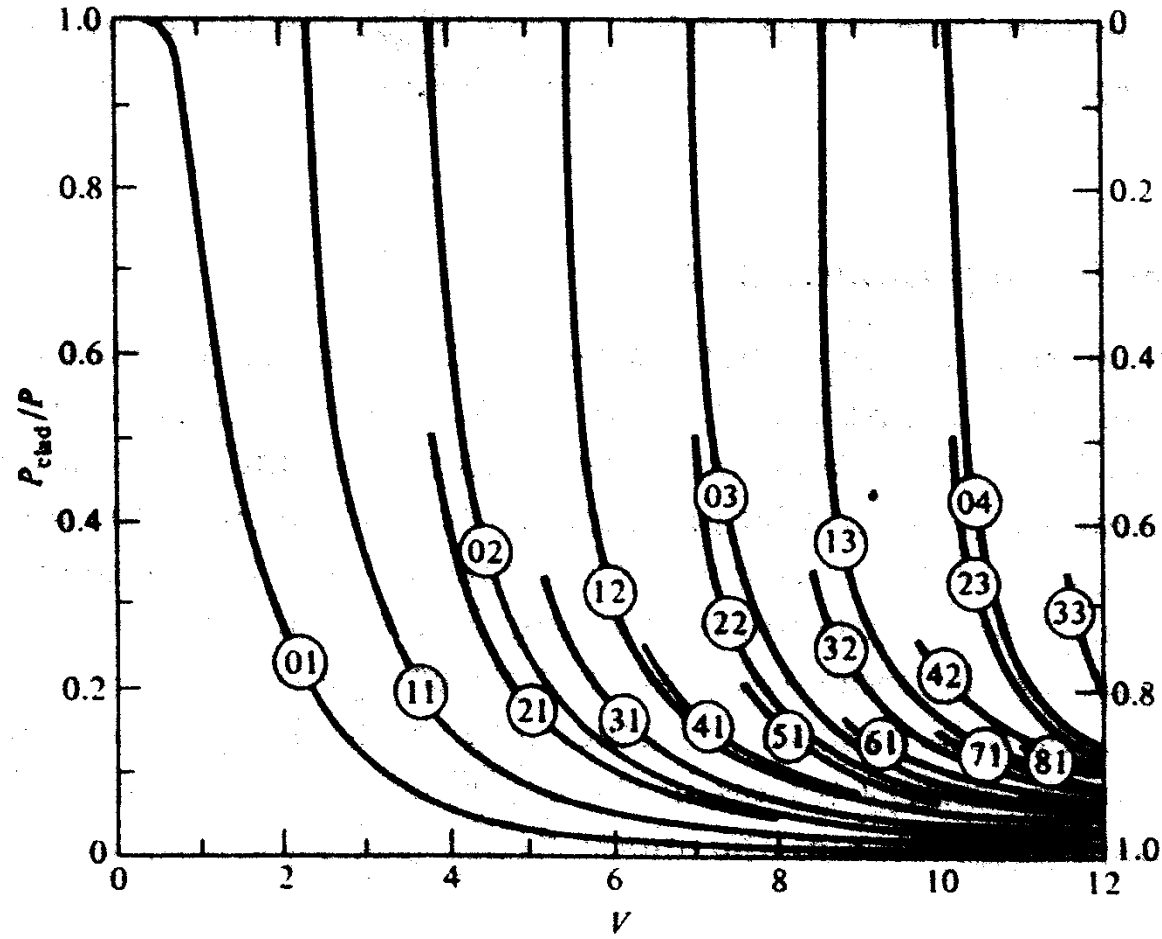
Contoh :

Fiber step index $a = 10 \text{ } \mu\text{m}$, $n_1 = 1,48$; $\Delta = 0,001$; $\lambda = 1,3 \text{ } \mu\text{m}$;

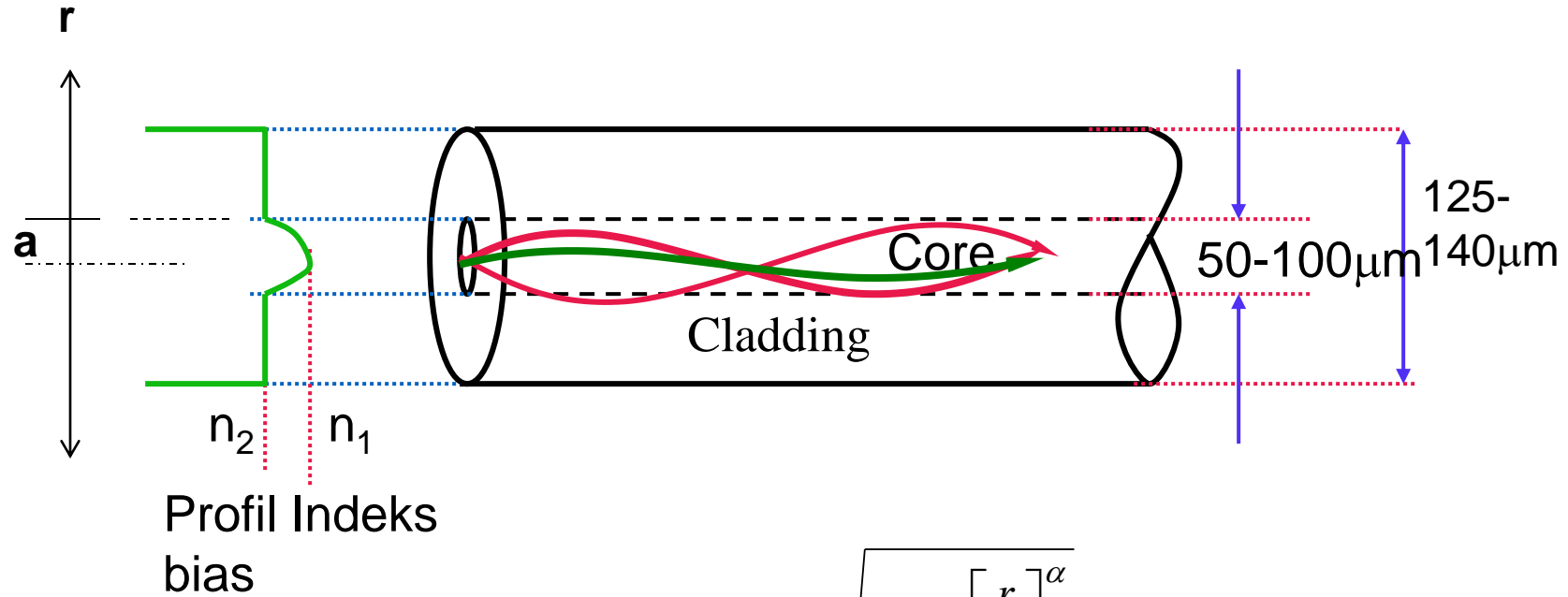
Hitung V ; Ω ; M ; P_{clad}/P ; λc ;

Jika $\Delta = 0,03$, hitung M dan P_{clad}/P ;

Grafik aliran daya pada kulit dari fiber Step Index terhadap V



- Graded Index

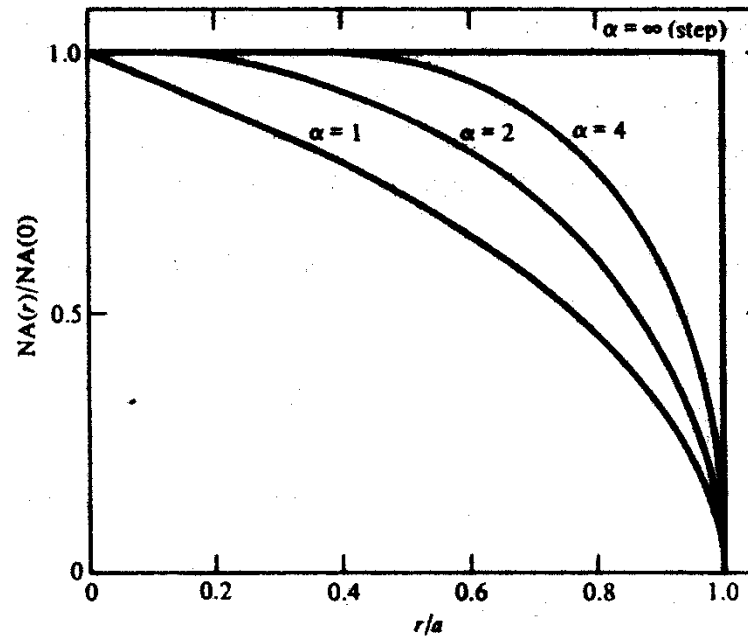


$$n(r) = \begin{cases} n_1 \sqrt{1 - 2\Delta \left[\frac{r}{a} \right]^\alpha} ; \dots\dots\dots 0 \leq r \leq a \\ n_1 \sqrt{1 - 2\Delta} \cong n_1 (1 - \Delta) = n_2 ; \dots\dots r \geq a \end{cases}$$

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \cong \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

GI Fiber (Graded Index)

$$\text{NA}(r) = \begin{cases} \text{NA}(0) \left[1 - (r/a)^\alpha \right] & \text{for } r < a \\ 0 & \text{for } r \geq a \end{cases}$$



Perbandingan NA dari fiber yang memiliki profil α yang berbeda

GI Fiber (Graded Index)

Jumlah modus :

$$M = \frac{\alpha}{\alpha + 2} a^2 k^2 n_1^2 \Delta = \frac{\alpha}{\alpha + 2} \left(\frac{2\pi a n_1}{\lambda} \right)^2 \Delta$$

Untuk V besar → Jumlah modus $M = V^2/4$ atau setengah dari jumlah mode pada SI fiber

$$V \text{ cut off : } V_c = 2,405 \sqrt{1 + \frac{2}{\alpha}}$$

Untuk $\alpha = 2$ pada GI :

→ harga $V_c = 3,401$ atau $\sqrt{2}$ kali lebih besar dari pada SI.

→ Harga λ_c akan $1/(\sqrt{2})$ lebih pendek dari pada SI

Latihan :

Fiber graded index, $\alpha = 2$, $a = 10 \text{ } \mu\text{m}$,
 $n_1 = 1,48$; $\Delta = 0,001$; $\lambda = 1,3 \text{ } \mu\text{m}$;

Hitung $n(r)$; $NA(r)$; V_c ; M ; λ_c ;