

SISTEM KOMUNIKASI OPTIK

BAB 8

TEKNIK KOPLING DAYA

- POWER LAUNCHING-

Tri Nopiani Damayanti

D3 Teknik Telekomunikasi – Fakultas Ilmu Terapan



POWER LAUNCHING

Penyaluran daya optis dari sumber ke fiber, terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi :

1. Serat Optik:

- NA (Numerical Aperture) fiber
- Ukuran inti
- Profil indeks bias
- Beda indeks bias inti-kulit

2. Sumber Optik:

- Ukuran
- Radiansi/brightness (daya yg diradiasikan pd satusatuan sudut ruang tiap satuan luas permukaanemisi [$W/(Cm^2.steradial)$])
- Distribusi daya angular

POWER LAUNCHING

► Efisiensi gandengan: ukuran daya emisi sumber yang dapat digandeng/ dikopling ke fiber, yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_F}{P_S}$$

keterangan:

P_F : Daya yang digandeng ke fiber

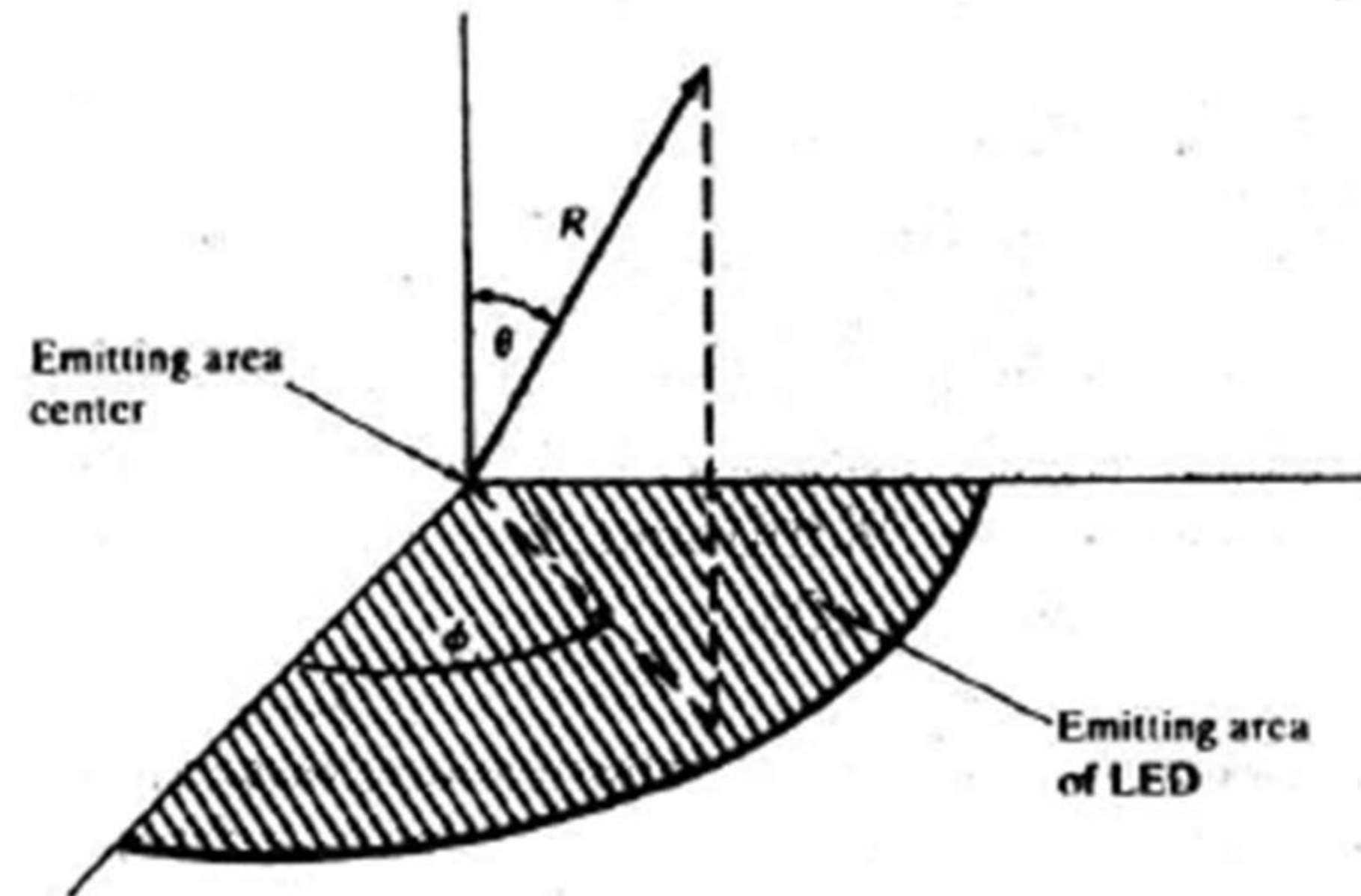
P_S : Daya yang diemisikan oleh sumber

Catatan:

Parameter radiansi (*brightness*) lebih penting dari daya keluaran total dalam efisiensi gandengan

POWER LAUNCHING

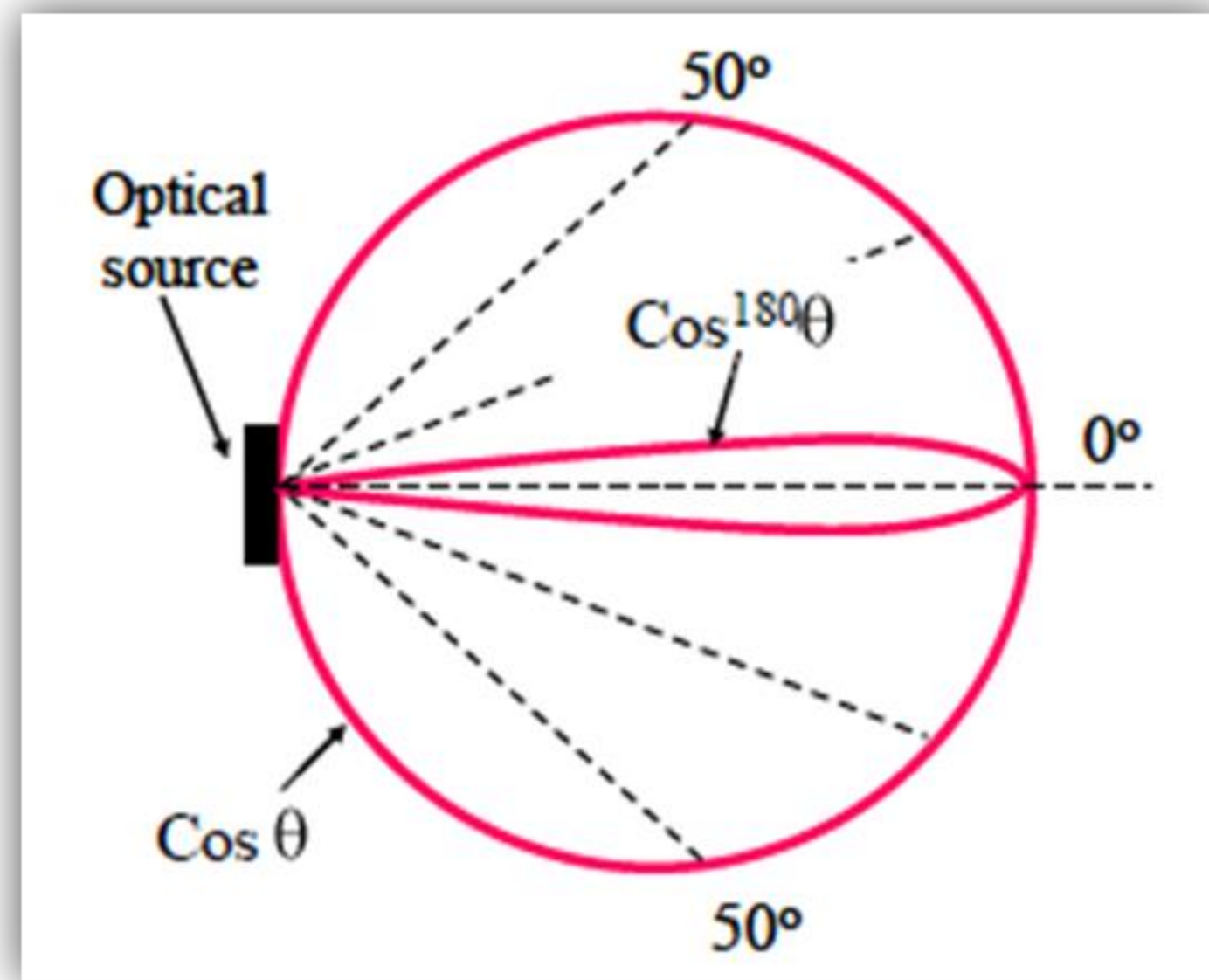
Pola keluaran emisi



Sistem koordinat bola digunakan untuk pengkarakteristikan pola emisi sumber cahaya

POWER LAUNCHING

- ❑ LED emisi permukaan memiliki pola keluaran lambertian yaitu sumber sama cerah jika dilihat dari setiap arah.
- ❑ Daerah proyeksi permukaan emisi bervariasi sebesar $\cos \theta$ thd arah penglihatan -> daya yang dikirim pada sudut θ bervariasi sebesar $\cos \theta$ relatif terhadap garis tegak lurus permukaan emisi).



“Pola radiansi sumber LED yang berpola **lambertian** dan LASER yang berpola sangat terarah. Keduanya memiliki B_0 normalisasi = 1”

POWER LAUNCHING

- ❑ **Pola emisi sumber lambertian:** $B = B_o \cos \theta$

B_o : radiansi sepanjang garis tegak lurus terhadap permukaan emisi

- ❑ LED emisi ujung dan laser memiliki pola emisi yang lebih kompleks.
- ❑ Perangkat tersebut memiliki radiansi berbeda pada bidang sejajar $B(\theta,0)$ dan bidang tegak lurus $B(\theta,90)$ terhadap bidang emisi.
- ❑ **Radiansi** dapat didekati dengan formula umum:

$$\frac{1}{B(\theta, \phi)} = \frac{\sin^2 \phi}{B_o \cos^T \theta} + \frac{\cos^2 \phi}{B_o \cos^L \theta}$$

L : koefisien distribusi daya lateral (bil asli)

$L = 1 \rightarrow$ lambertian

T : koefisien distribusi daya transversal (bil asli)

T : umumnya jauh lebih besar dr L (laser $L > 100$)

POWER LAUNCHING

▶ CONTOH SOAL

SOAL :

Dioda laser memiliki HPBW $2\theta = 10^\circ$ pada arah lateral ($\Phi = 0^\circ$)

Hitung L !

JAWABAN :

Berarti: $\sin \Phi = 0$ dan $\cos \Phi = 1$

Sehingga $\rightarrow B(\theta=5^\circ, \Phi=0^\circ) = B_0(\cos 5^\circ)L = \frac{1}{2} B_0$

Jadi: $L = \log 0,5 / \log(\cos 5^\circ) = \log 0,5 / \log 0,9962 = 182$

POWER LAUNCHING

Serat Step Index

Daya diteruskan ke fiber :

$$P_{\text{LED,step}} = P_s (\text{NA})^2 \quad r_s \leq a$$

$$P_{\text{LED,step}} = (a/r_s)^2 P_s (\text{NA})^2 \quad r_s > a$$

$$P_s = \pi^2 r_s^2 B_0 ;$$

R_s : jari-jari daerah aktif (cm);

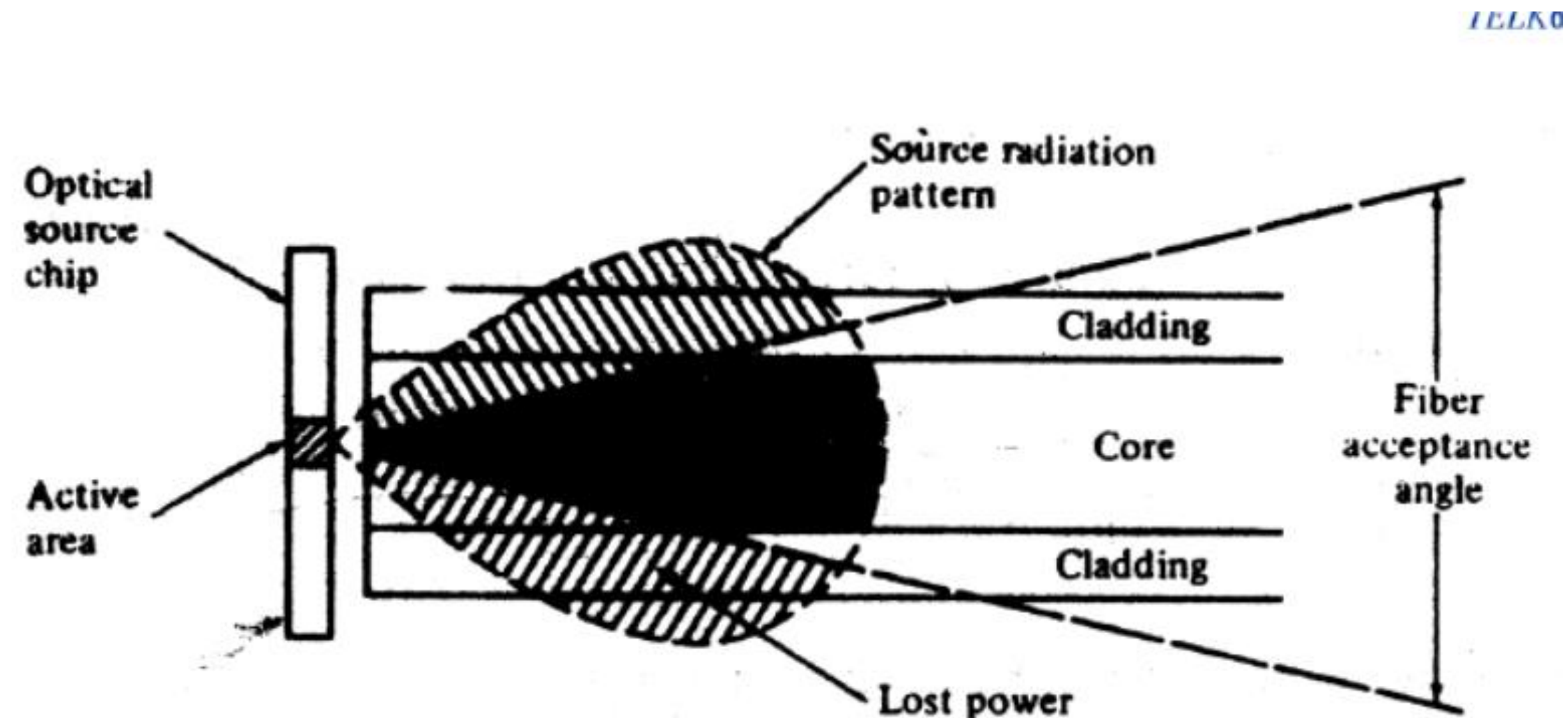
B_0 : daya optik yang diradiasikan tegak lurus terhadap permukaan emisi ($W/(cm^2 \cdot sr)$);

sr : steradian

NA : numerical aperture serat optik

a : jari-jari inti serat (cm).

POWER LAUNCHING



Gambar sumber optik digandeng ke fiber optik daya diluar sudut penerimaan akan loss/hilang

Jika luas permukaan sumber cahaya optik lebih besar dari luas core serat maka daya optik dapat digandeng maksimum

POWER LAUNCHING

▶ CONTOH SOAL

LED, $r_s = 35 \mu\text{m}$, pola emisi lambertian pada arah aksial $150 \text{ W}/(\text{cm}^2.\text{sr})$

1. Fiber step index 1 : $a_1 = 25 \mu\text{m}$, $\text{NA} = 0,20$
2. Fiber step index 2 : $a_2 = 50 \mu\text{m}$, $\text{NA} = 0,20$

Bandingkan daya di gandeng oleh kedua fiber tersebut

POWER LAUNCHING

Serat Graded Index

$$P_{LED,GI} = 2P_s n_1^2 \Delta \left(1 - \frac{2}{\alpha + 2} \left(\frac{r_s}{a} \right)^\alpha \right) \quad r_s \leq a$$

$$P_{LED,GI} = 2\pi^2 a^2 B_0 n_1^2 \Delta \left(1 - \frac{2}{\alpha + 2} \left(\frac{r_s}{a} \right)^\alpha \right) \quad r_s > a$$

Jika indeks bias medium n berbeda dengan indeks bias inti n_1 , daya digandeng ke fiber berkurang dengan faktor:

$$R = \left(\frac{n_1 - n}{n_1 + n} \right)^2$$

$$P_{\text{coupled}} = (1-R) P_{\text{emitted}}$$

R : faktor koefisien refleksi Fresnell di permukaan ujung fiber

GANDENGAN DAYA THD PANJANG GELOMBANG

▶ Daya optik yang digandeng ke fiber tidak tergantung pada panjang gelombang tetapi hanya *brightness/radiansi*.

Pada fiber optik MM (Multi Mode) jumlah modus yang menjalar:

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

Daya diradiasikan setiap modus P_s/M , dari sumber pada suatu panjang gelombang tertentu:

$$\frac{P_s}{M} = B_0 \lambda^2$$

Dari kedua persamaan tersebut, dua sumber dengan panjang gelombang berbeda tetapi memiliki **radiansi** yang sama menghasilkan gandengan ke fiber sama besarnya.

KESEIMBANGAN NA

❑ Suatu sumber sering dilengkapi dengan *flylead*.

▶ ❑ $NA_{fly} = NA_f$ dan $a_{fly} = a_f \rightarrow$ loss gandengan kecil

❑ Beberapa puluh meter pertama modus tak merambat dalam fiber \rightarrow terjadi excess power loss:

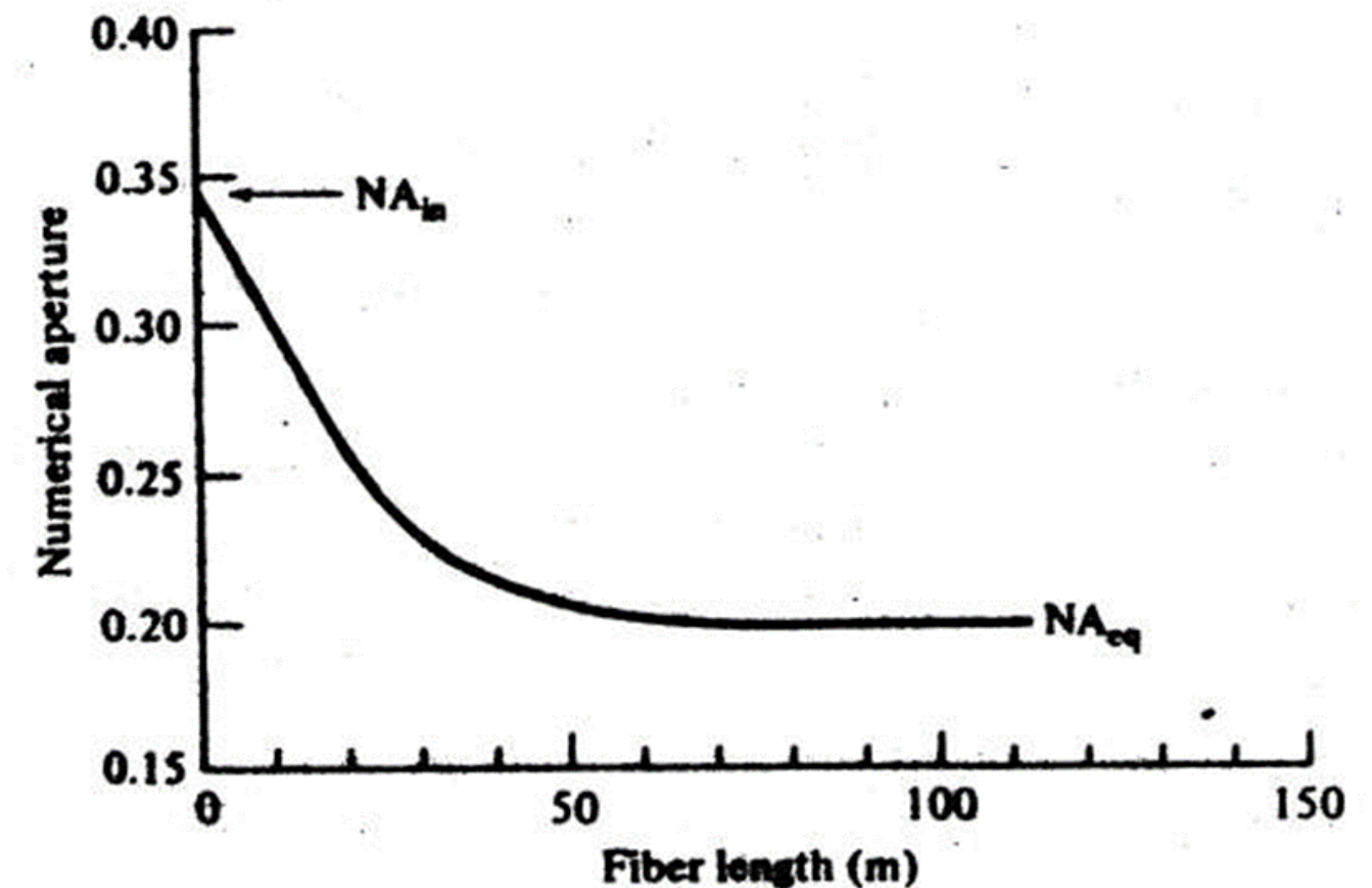
- LED emisi permukaan terpengaruh efek tersebut
- Laser kurang terpengaruh

❑ Modus yang menjalar terjadi keseimbangan setelah beberapa puluh meter (sekitar 50 m)

❑ Daya di titik keseimbangan:

$$P_{eq} = P_{50} \left(\frac{NA_{eq}}{NA_{in}} \right)$$

P_{50} : daya diharapkan pada titik 50 m berdasar launch NA (NA_{in})

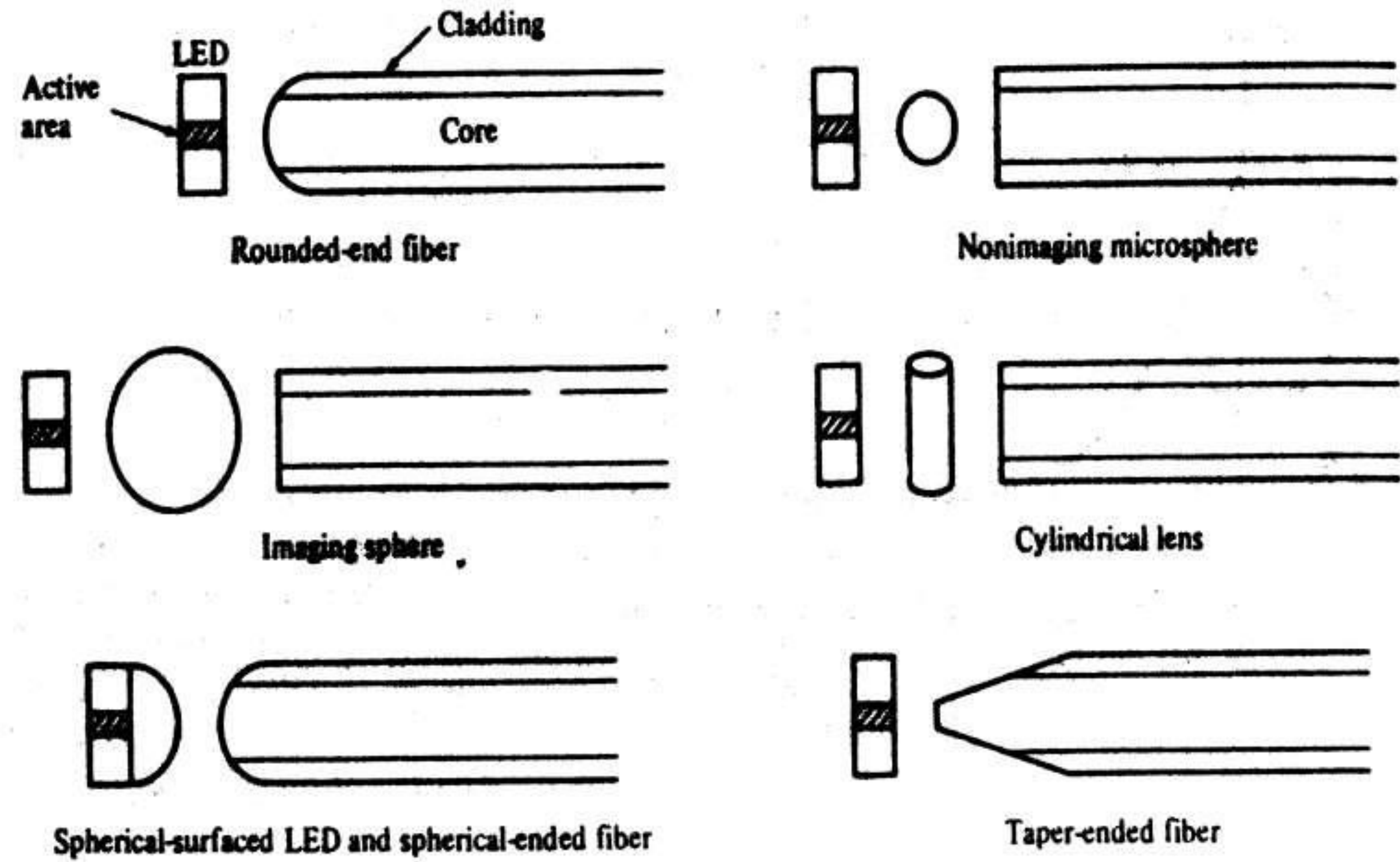


Contoh perubahan NA sebagai fungsi panjang fiber

PENINGKATAN GANDENGAN

- ❑ Jika luas permukaan sumber $>$ luas inti fiber \rightarrow daya dapat digandeng maksimum
- ❑ Jika luas permukaan sumber $<$ luas inti fiber \rightarrow untuk meningkatkan efisiensi perlu dipasang lensa mini yang diletakkan diantara sumber dan fiber
- ❑ Fungsi lensa mini untuk (seolah-olah) memperbesar daerah emisi sumber sehingga sepadan dengan daerah permukaan inti fiber
- ❑ Jika faktor pembesaran daerah emisi $M \rightarrow$ daya yang digandeng ke fiber akan meningkat dengan faktor yang sama
- ❑ Masalah dalam penggunaan lensa \rightarrow kesulitan pabrikasi dan penanganannya (*taper ended fiber*)

PENINGKATAN GANDENGAN



Beberapa skema pelensaian yang mungkin untuk peningkatan efisiensi gandingan sumber ke fiber

MICROSPHERE TANPA BAYANGAN

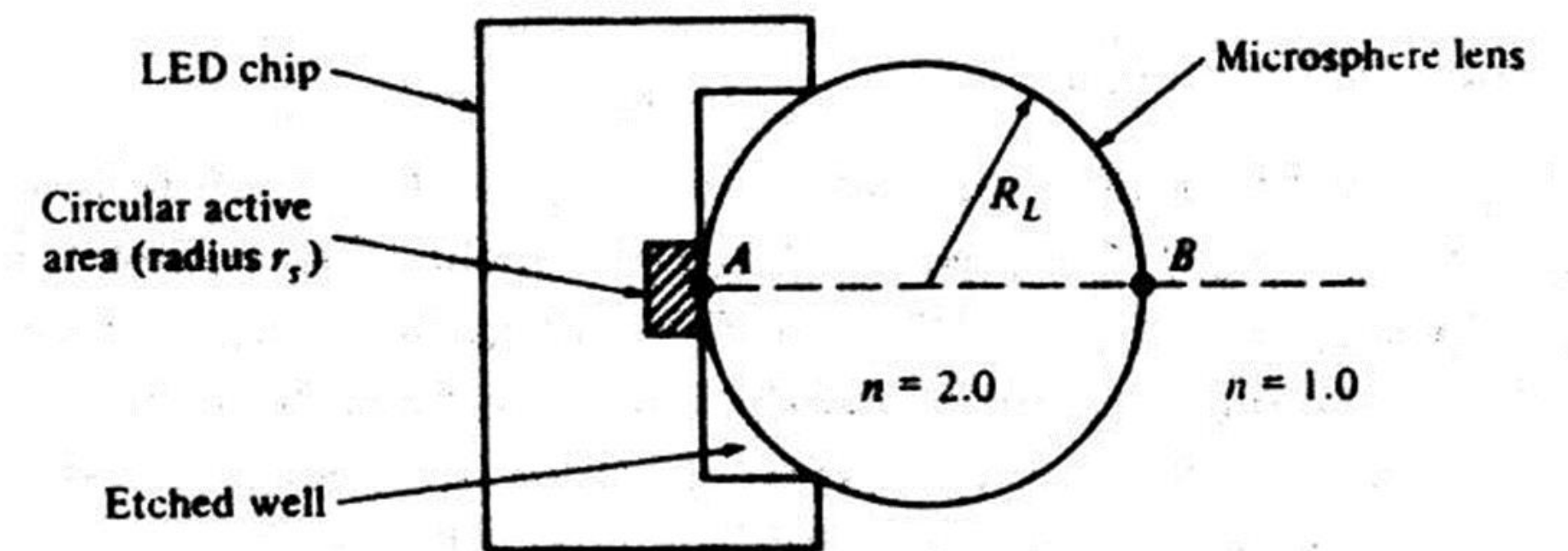
❖ Asumsi:

- ❑ Lensa bulat memiliki indeks bias $n = 2,0$
- ❑ Media celah udara ($n' = 1$)
- ❑ Daerah emisi lingkaran
- ❑ Permukaan pengemisi terletak di fokus lensa

❖ Lensa gaussian:

$$\frac{n}{s} + \frac{n'}{q} = \frac{n' - n}{r}$$

- s : jarak sumber dr pusat lensa
- q : jarak bayangan dr pusat lensa
- n : indeks bias lensa
- n' : indeks bias media celah
- r : jari-jari kelengkungan lensa



“LED dengan lensa microsphere”

MICROSPHERE TANPA BAYANGAN

Konvensi :

- ❑ Cahaya menjalar dari kiri ke kanan
- ❑ Jarak objek diukur ke kiri → positif, kekanan → negatif
- ❑ Jarak bayangan ke kanan → positif, kekiri → negatif
- ❑ semua permukaan cembung dilihat dari sumber memiliki jari-jari kelengkungan positif dan permukaan cekung → jari-jari negatif

Dengan $q = \infty$, $n = 2,0$; $n' = 1$ dan $r = -R_L$, maka diperoleh:

$$S = f = 2 R_L$$

Berarti fokus terletak di titik A.

Menempatkan LED di dekat permukaan lensa, perbesaran daerah emisi M :

$$M = \frac{\pi R_L^2}{\pi r_s^2} = \left(\frac{R_L}{r_s} \right)^2$$

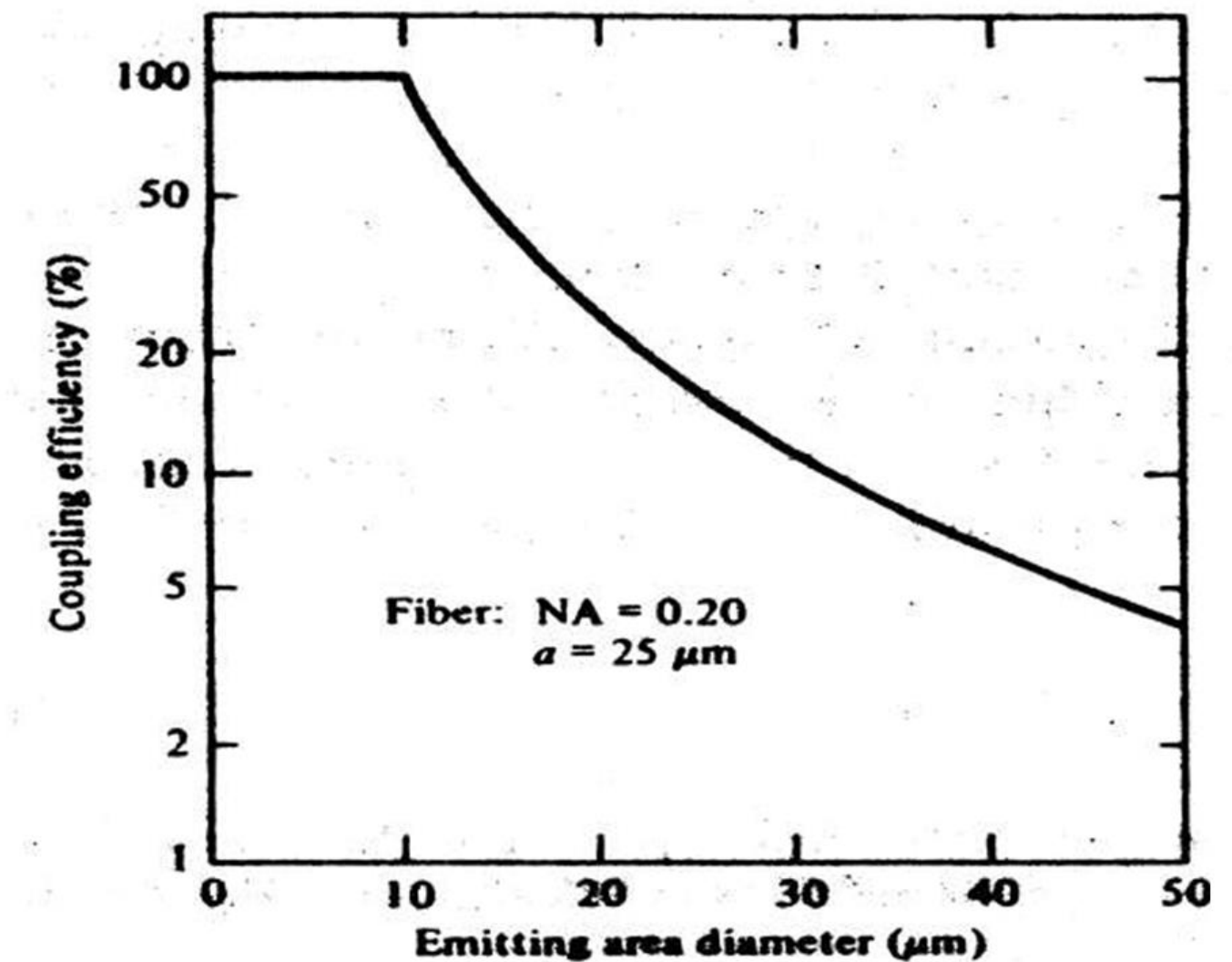
Daya dapat digandeng ke fiber dengan sudut penerimaan penuh 2θ :

$$P_L = P_s \left(\frac{RL}{rs} \right)^2 \sin^2 \theta$$

P_s : daya keluaran total sumber tanpa lensa

Efisiensi gandingan maksimum :

$$\eta_{max} = \begin{cases} \left(\frac{a}{r_s} \right)^2 (NA)^2 & \text{untuk } \frac{r_s}{a} > NA \\ 1 & \text{untuk } \frac{r_s}{a} \leq NA \end{cases}$$



GANDENGAN DIODA LASER - FIBER

Dari hasil pengukuran Laser memiliki pola emisi dengan *Full Width at Half Maximum* (FWHM):

- ❑ Bidang tegak lurus : 30 – 50°
- ❑ Bidang sejajar : 5 – 10°
- ❑ Near field sejajar : 3 – 9 μm

Distribusi keluaran angular $>$ sudut penerimaan fiber dan daerah emisi \ll luas penampang inti fiber \rightarrow dapat digunakan lensa bulat, silindris atau fiber taper untuk meningkatkan efisiensi.





TERIMA KASIH
