

POWER LAUNCHING

Ref : Keiser

POWER LAUNCHING

- **Penyaluran daya optis dr sumber ke fiber :**
 - **Fiber :**
 - NA fiber
 - Ukuran inti
 - Profil indeks bias
 - Beda indeks bias inti-kulit
 - **Sumber :**
 - Ukuran
 - Radiansi/brightness (daya yg diradiasikan pd satu satuan sudut ruang tiap satuan luas permukaan emisi [$W/(Cm^2 \cdot steradial)$])
 - Distribusi daya angular


Penyaluran daya dr sumber ke fiber

- Efisiensi gandengan, ukuran daya emisi sumber yg dpt digandeng ke fiber :

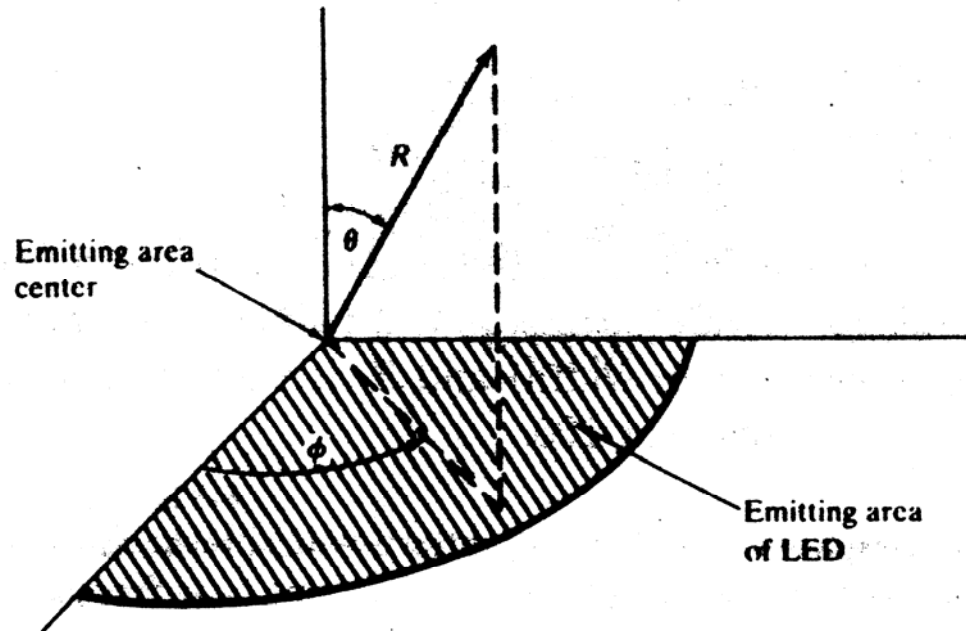
$$\eta = \frac{P_F}{P_S}$$

P_F : daya yg digandeng ke fiber

P_S : daya yg diemisikan oleh sumber

Daya yg digandeng ke fiber  radiansi → Parameter radiansi lebih penting dr daya keluaran total dlm efisiensi gandengan

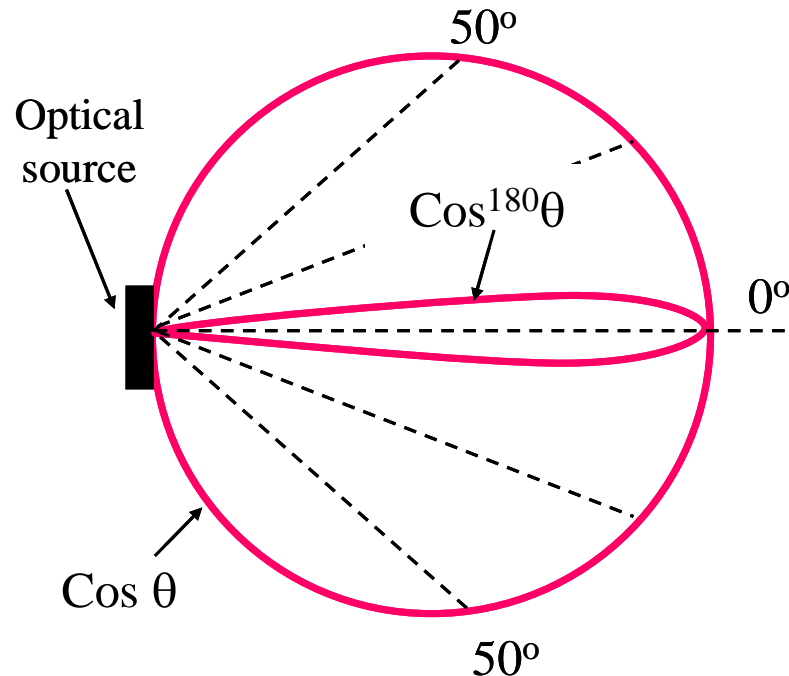
Pola keluaran sumber



Sistem koordinat bola utk pencirian pola emisi sumber cahaya

LED emisi permukaan memiliki pola keluran lambertian yi sumber sama cerah jika dilihat dr setiap arah.

Daerah proyeksi permukaan emisi bervariasi $\cos \theta$ thd arah penglihatan \rightarrow daya dikirim pd sudut θ bervariasi $\cos \theta$ (diukur relatif thd garis tegak lurus permukaan emisi).



Pola radiansi sumber lambertian dan keluaran lateral dioda laser sangat terarah. Keduanya memiliki B_0 normalisasi = 1

Pola emisi sumber lambertian : $B(\theta, \phi) = B_0 \cos \theta$

B_0 : radiansi sepanjang garis tegak lurus thd permukaan emisi.

LED emisi ujung dan laser memiliki pola emisi yg lebih kompleks.

Perangkat tsb memiliki radiansi berbeda pd bidang sejajar $B(\theta, 0)$ dan bidang tegak lurus $B(\theta, 90)$ thd bidang emisi.

Radiansi dpt didekati dng formula umum :

$$\frac{1}{B(\theta, \phi)} = \frac{\sin^2 \phi}{B_0 \cos^T \theta} + \frac{\cos^2 \phi}{B_0 \cos^L \theta}$$

L : koefisien distribusi daya lateral (bil asli)

L = 1 → lambertian

T : koefisien distribusi daya transversal (bil asli)

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

Contoh

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

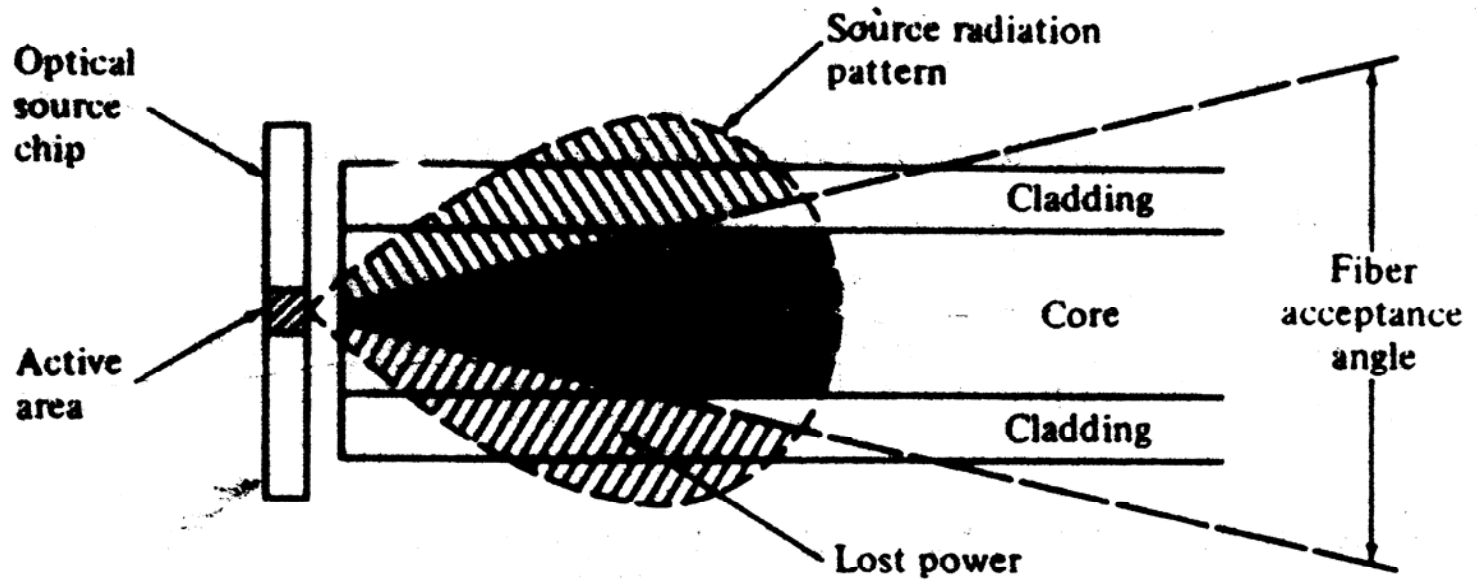
Hitung L .

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

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

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

Perhitungan gandengan daya



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

Serat Step Index

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

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

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

r_s : jari-jari daerah aktif (Cm);

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

NA : numerical aperture serat optik

a : jari-jari inti serat (Cm).

Contoh

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

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

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

Bandingkan daya di gandeng oleh kedua fiber tsb.

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 dgn indeks bias inti n_1 , daya digandeng ke fiber berkurang dgn 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 optk yg digandeng ke fiber tidak tergantung pd panjang gelombang tetapi hanya \downarrow brightness/radiansi.

Pd fiber optik MM, jumlah modus yg menjalar :

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

Daya diradiasikan setiap modus P_s/M , dr sumber pd suatu panjang gelombang tertentu :

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

Dr kedua pers tsb, dua sumber dengan panjang gelombang berbeda tetapi memiliki radiansi yg sama menghasilkan gandengan ke fiber sama besarnya.

Keseimbangan NA

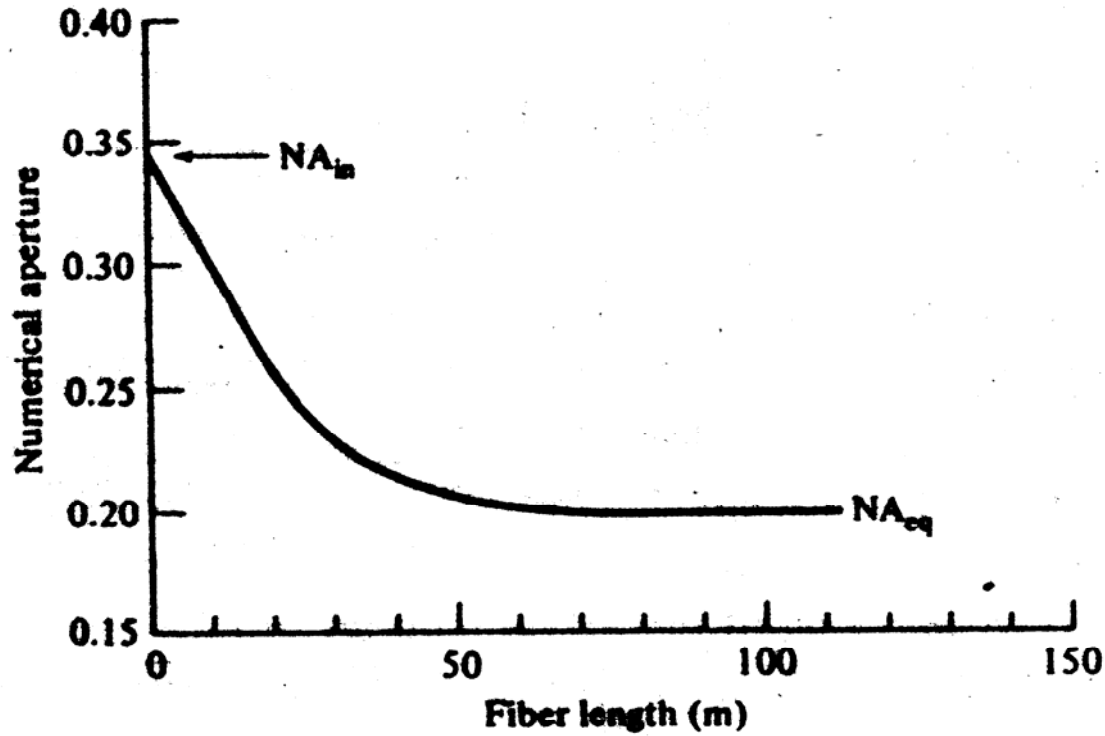
- Suatu sumber sering dilengkapi dgn flylead.
- $NA_{\text{fly}} = NA_f$ dan $a_{\text{fly}} = a_f \rightarrow$ loss gandengan kecil
- Beberapa puluh meter pertama modus tak merambat dlm fiber \rightarrow terjadi excess power loss :
 - LED emisi permukaan terpengaruh efek tsb
 - Laser kurang terpengaruh
- Modus yg menjalar terjadi keseimbangan setelah beberapa puluh meter (sekitar 50 m)

• Daya di ttk keseimbangan :

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

- P_{50} : daya diharapkan pd ttk 50 m berdasar launch NA (NA_{in})

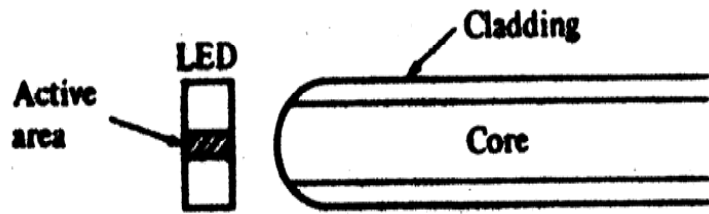
Keseimbangan NA



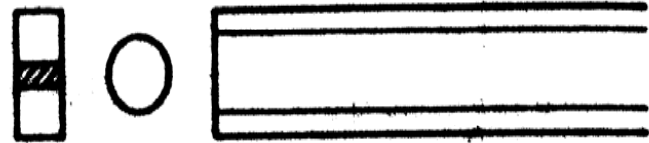
Contoh perubahan NA sbg fungsi panjang fiber

Peningkatan gandengan

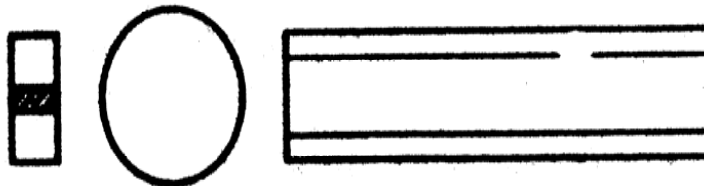
- Jika luas permukaan sumber $>$ luas inti fiber \rightarrow daya dpt dpt digandeng maksimum.
- Jika luas permukaan sumber $<$ luas inti fiber \rightarrow utk meningkatkan efisiensi perlu dipasang lensa mini yg diletakkan diantara sumber dan fiber.
- Fungsi lensa mini utk (seolah-olah) memperbesar daerah emisi sumber shg sepadan dng daerah permukaan inti fiber.
- Jika faktor pembesaran daerah emisi $M \rightarrow$ daya yg digandeng ke fiber akan meningkat dgn faktor yg sama.
- Masalah dlm penggunaan lensa \rightarrow kesulitan pabrikan dan penanganannya (taper ended fiber)



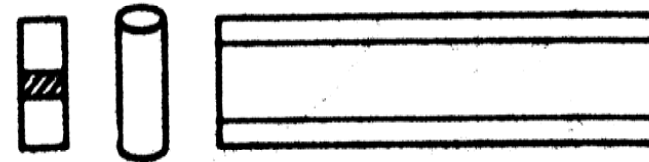
Rounded-end fiber



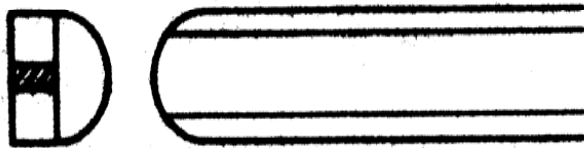
Nonimaging microsphere



Imaging sphere



Cylindrical lens



Spherical-surfaced LED and spherical-ended fiber



Taper-ended fiber

Beberapa skema pemasangan lensa

Microsphere tanpa bayangan

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

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

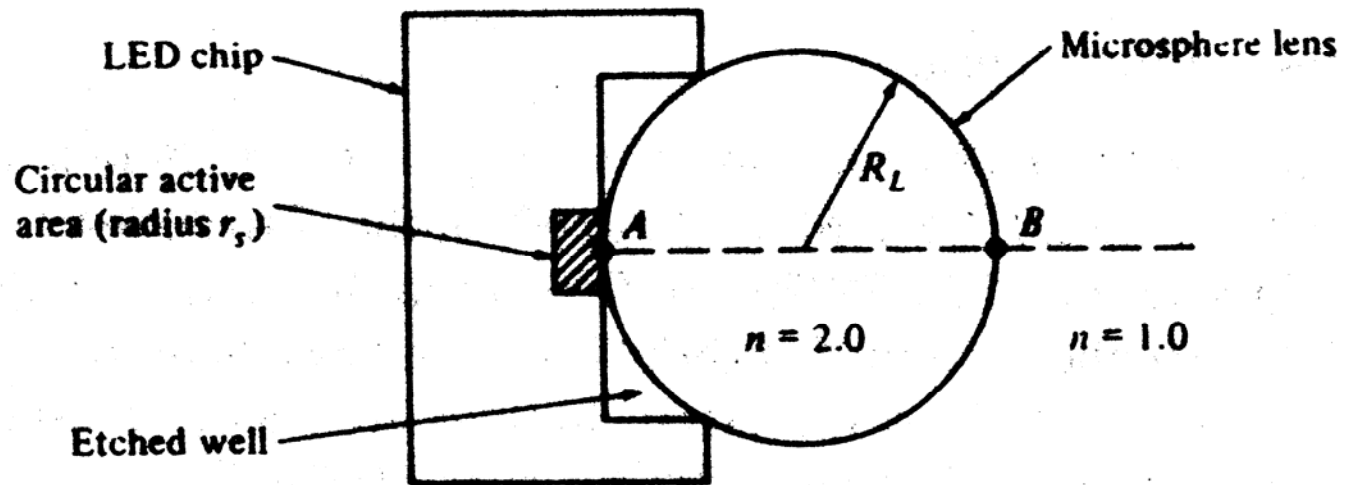
s : jarak sumber dr pusat lensa

q : jarak bayangan dr pusat lensa

n : indeks bias lensa

n' : indeks bias media celah

r : jari-jari kelengkungan lensa



LED dgn lensa microsphere

Konvensi :

- Cahaya menjalar dr kiri ke kanan
- Jarak objek diukur ke kiri → positif, kekanan → negatif
- Jarak bayangan ke kanan → positif, kekiri → negatif
- semua permukaan cembung dilihat dr 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 ttk A.

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

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

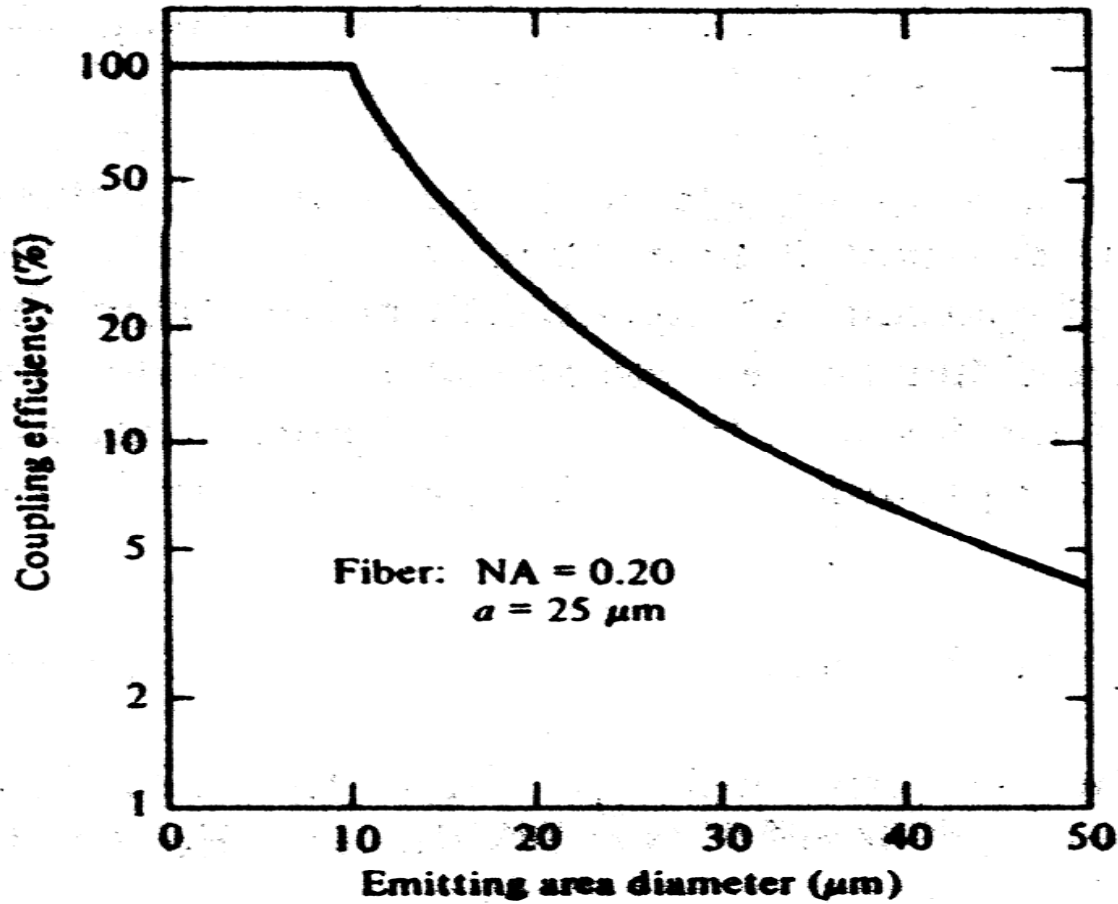
Daya dpt di gandeng ke fiber dgn sudut penerimaan penuh 2θ :

$$P_L = P_S \left(\frac{R_L}{r_S} \right)^2 \sin^2 \theta$$

P_S : daya keluaran total sumber tanpa lensa

Efisiensi gandengan maksimum :

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



Gandengan dioda laser - fiber

- Dari hasil pengukuran Laser memiliki pola emisi dgn 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 inti fiber \rightarrow dpt digunakan lensa bulat, silindris atau fiber taper utk meningkatkan efisiensi.