

ANALISA KARAKTERISTIK SERAT OPTIK MELALUI POLA MEDAN DEKAT

Nur Hasanah¹, Senti Fresty Siahaan

^{1,2} Dosen Fakultas Teknik Universitas Darma Persada

Abstrak

Untuk menganalisa karakteristik dari serat optik, terlebih dahulu dilakukan beberapa pengukuran dengan metode pola medan dekat. Diameter core pada serat optik moda jamak (MMF) dan Mode Field Diameter (MFD) pada serat optik moda tunggal (SMF) dapat diukur dengan metoda pengukuran pola medan dekat. Distribusi intensitas medan pada ujung keluaran serat optik dicitrakan oleh lensa ke bidang sensor dari kamera dan pola medan dekat tsb. ditangkap oleh komputer melalui kartu penangkap gambar. Dengan bantuan perangkat pengukuran terhadap MMF dan SMF menunjukkan hasil yang bersesuaian.

Kata kunci: Serat optik, pola medan dekat

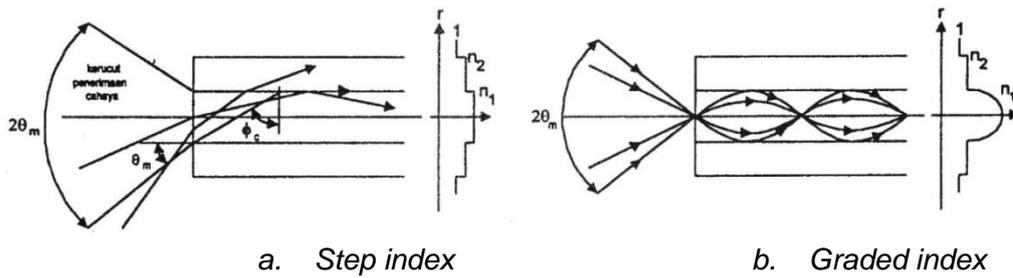
I. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi serat optik membutuhkan rangkaian optik untuk mengkopling cahaya ke dalam serat optik, agar efisiensi kopling nya tinggi. Besaran Apertur Numerik (NA) merupakan parameter yang penting dalam penggandengan antara sumber dengan serat optik, dan serat optik dengan serat optik pada serat optik moda jamak (MMF). NA membatasi besarnya sudut datang dan jumlah moda yang dimasukkan kedalam inti. Sedangkan pada serat optik moda tunggal (SMF), parameter *Mode Field Diameter* (MFD) juga penting untuk penggandengan antara serat optik dengan serat optik. Makalah ini membahas perbandingan antara karakteristik serat optik moda tunggal dan serat optik moda jamak, dengan metode pengukuran pola medan jauh dan pola medan dekat. Data hasil pengukuran digunakan untuk menentukan besarnya NA, MFD dan diameter inti yang merupakan parameter penting dalam komunikasi optik.

II. DASAR TEORI

2.1. Apertur Numerik (NA)

Propagasi cahaya dalam serat optik menggunakan teori pantulan dalam sempurna. Berkas cahaya yang masuk ke serat optik dibatasi oleh kerucut penerimaan dengan sudut puncak θ_m . Cahaya dengan sudut datang lebih kecil dari θ_m , akan terpropagasi dalam inti, sedangkan cahaya dengan sudut datang lebih besar dari θ_m akan dibiaskan kedalam *cladding*.



Gambar 1. Lintasan cahaya yang merambat dalam serat optik [2].

Perbedaan indeks bias relatif didefinisikan sebagai [1] :

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \dots\dots\dots(1)$$

Apertur Numerik untuk serat optik *step* indeks didefinisikan sebagai [1] :

$$NA = n_0 \sin\theta_m = n_1 \sin\theta_c = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = n_1 \sqrt{2\Delta} \dots\dots\dots(2)$$

Apertur Numerik untuk serat optik *graded* indeks didefinisikan sebagai [1] :

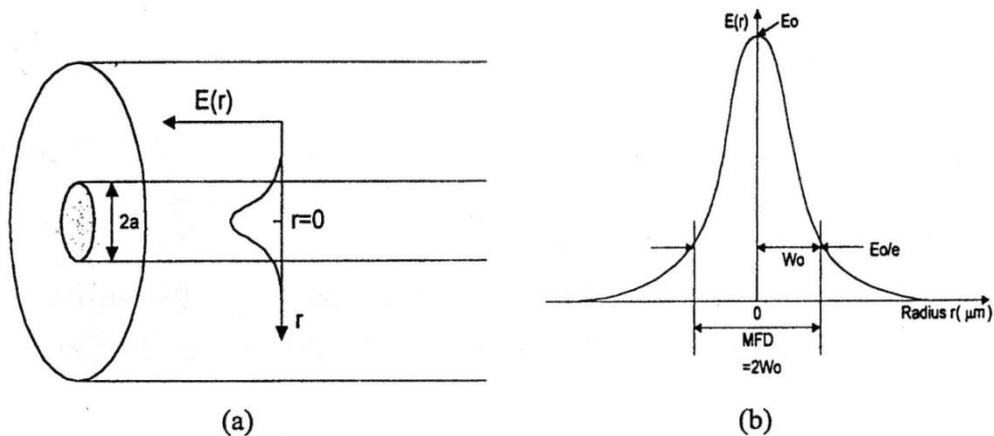
$$NA(r) = NA(0) \sqrt{1 - (r/a)^\alpha} \dots\dots\dots(3)$$

- Dimana :
- r = radius
 - a = jari-jari inti
 - α = parameter profil indeks bias inti.

Bila cahaya konvergen dimasukkan ke serat optik dengan sudut melebihi θ_m , maka pada keluarannya akan terpancar cahaya dengan sudut maksimum θ_m , dengan mengamati pola medan jauhnya, maka nilai θ_m dan NA dapat diperoleh.

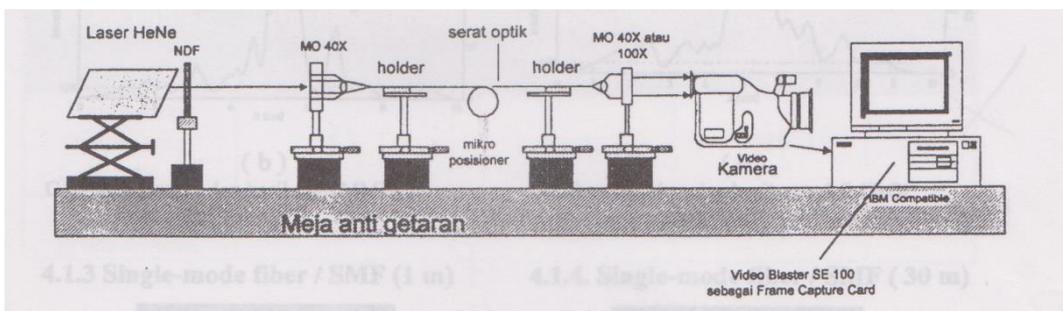
2.2. Mode Field Diameter (MFD)

Pada serat optik moda tunggal, *Mode Field Diameter* (MFD) merupakan parameter penting untuk menggandeng serat optik ke serat optik. Distribusi medan moda dasar HE_{11} pada serat optik moda tunggal berpola *Gaussian* dan dapat dilihat pada gambar 2. *Mode Field Diameter* didefinisikan sebagai diameter inti serat optik pada saat amplitude medan moda tersebut mencapai $1/e$ puncaknya atau intensitasnya mencapai $1/e^2$ nya. *Mode Field Diameter* merupakan analogi terhadap *diameter core* dalam serat optik moda jamak.



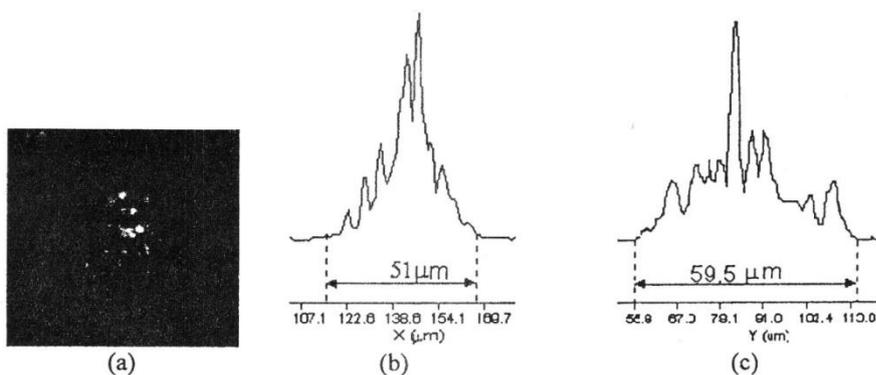
Gambar 2. Distribusi cahaya dalam serat optik moda tunggal di atas panjang gelombang *cut-off* nya [1]

III. Pola Medan Dekat



Untuk mengukur pola medan dekat dilakukan dengan memfokuskan cahaya dari laser HeNe dengan MO yang memiliki NA besar ke masukkan serat optik. Pola medan dekat pada ujung keluaran serat optik dicitrakan ke bidang sensor dari kamera yang lensanya dilepas dan ditangkap oleh kartu penangkapan gambar yang ada didalam computer. Pada komputer dijalankan perangkat lunak observasi dan akuisidatara yang dikembangkan untuk keperluan scan dist.

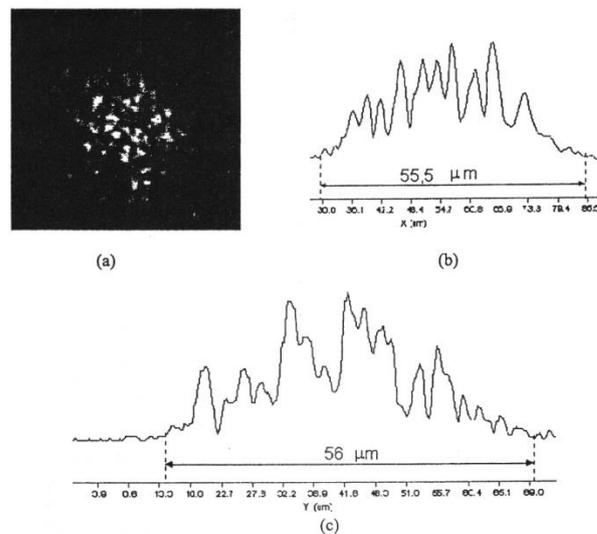
3.1. Serat Optik *multi mode graded-indeks* / MMF-GI (panjang 1m)



- Gambar 3
- Profil pola intensitas medan dekat MMF-GI (1m)
 - Profil moda dalam arah scan horisontal pada daerah puncak
 - Profil moda dalam arah scan vertikal pada daerah puncak

Dari hasil pengukuran pola medan dekat serat optik MMF-GI dengan panjang 1m (gambar 3), dapat di ukur bahwa diameter inti serat optik yang bersangkutan adalah 51 μm (horisontal) dan 59,5 μm (vertical). Terlihat adanya pola spekel, akibat interferensi dari cahaya koheren pada moda-moda yang terpadu.

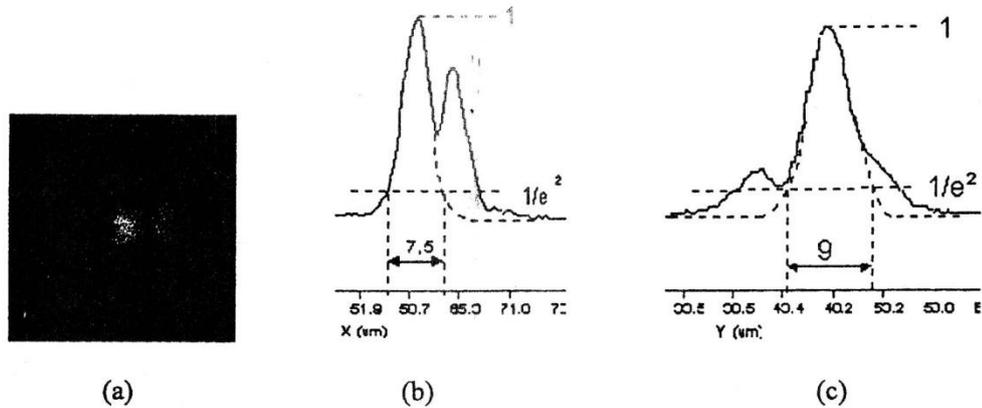
3.2. Serat optik multi-code graded indeks / MMF-GI (panjang 4 m)



- Gambar 4
- Profil pola intensitas medan dekat MMF-GI (40 m)
 - Profil moda dalam arah scan horisontal pada daerah puncak
 - Profil moda dalam arah scan vertikal pada daerah puncak

Diameter inti dari serat optik MMF-GI panjang 40 m (gambar 4), yang diperoleh dari pengukuran pola medan dekat ini adalah 55,5 μm (horisontal) dan 56 μm (vertical). Terlihat bahwa diameter inti hasil pengukuran pada serat optik yang panjang (40m), lebih kecil dari pada serat optik pendek (1 m). Hal ini terjadi karena terjadinya *Mode Filtering* selama cahaya merambat dalam serat optik yang digulung sehingga mengakibatkan terbuangnya moda-moda tinggi.

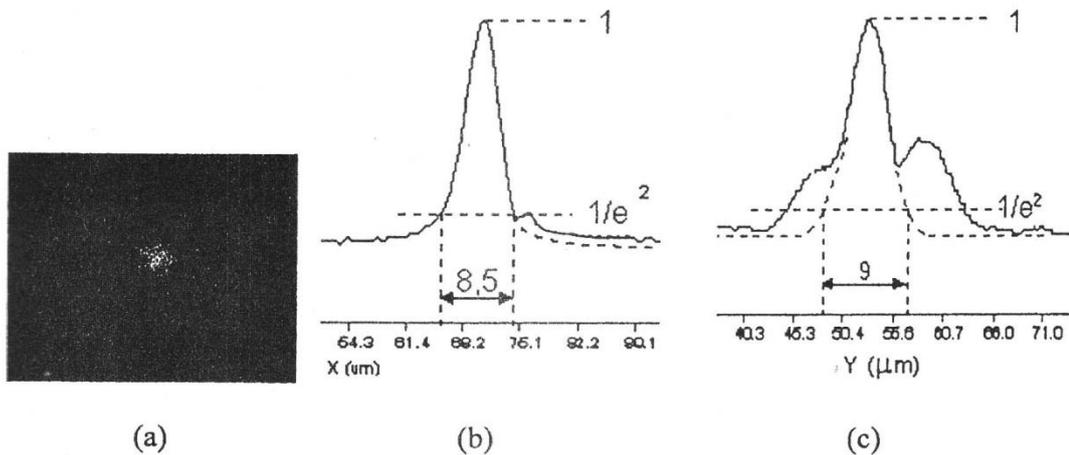
3.3. Serat optik *single mode* / SMF (panjang 1 m)



Gambar 5 a. Profil pola intensitas medan dekat SMF (1 m)
 b. Profil moda dalam arah scan horisontal pada daerah puncak
 c. Profil moda dalam arah scan vertikal pada daerah puncak

Mode Field Diameter (MFD) pada SMF panjang 1m, seperti pada gambar 5 adalah 7,5 μm (horisontal) dan 9 μm (vertikal). Terlihat bahwa serat optik yang bersangkutan tidak benar-benar ber-moda tunggal, karena λ cahaya sumber HeNe (6328 Å) sudah berada di bawah λ *cut-off* dari serat optik yang di uji.

3.4. Serat optik *single mode* / SMF (panjang 30 m)



Gambar 6 a. Profil pola intensitas medan dekat SMF (30 m)
 b. Profil moda dalam arah scan horisontal pada daerah puncak
 c. Profil moda dalam arah scan vertikal pada daerah puncak

MFD pada SMF 30 m (gambar 6) yang di uji terukur sebesar 8,5 μm (horisontal) dan 9 μm (vertikal). Terlihat bahwa serat optik yang panjang, lebih sedikit modanya dan pada serat optik yang pendek, karena terjadinya penapisan terhadap moda-moda tinggi sepanjang perambatan serat optik tersebut pada gulungannya.

Hasil pengukuran pola medan dekat di atas, dirangkum dalam tabel 1.

Tabel 1. hasil pengukuran pola medan dekat.

Jenis serat optik	Parameter	Hasil Pengukuran (scan horisontal)	Hasil Pengukuran (scan vertical)	Data pabrik
MMF-GI (1 m)	Ø inti	51 µm	59,5 µm	55 µm
MMF-GI (40 m)	Ø inti	55.5 µm	56 µm	55 µm
SMF (1m)	MFD	7,5 µm	9 µm	>4,9 µm
SMF (30 m)	MFD	8,5 µm	9 µm	>4,9 µm

Dari hasil pengukuran pola medan dekat yang dirangkum dalam tabel 1, dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Diameter inti serat optik moda jamak yang terukur hampir mendekati sama dengan datanya.
- Nilai *Mode Field Diameter* (MFD) pada SMF yang diperoleh lebih besar dari pada diameter intinya.

IV. PENUTUP

Dari hasil analisa diatas menghasilkan nilai yang bersesuaian dengan hasil data pabrik, dengan kesalahan untuk MMF-GI (1 m dan 40 m) 8 % dan 1,8 %. Sehingga terlihat semakin panjang kesalahan semakin kecil.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Keiser,Gerd, **Optical Fiber Communication**, McGraw-Hill, 2nd Ed, Singapore, 1991, hal 51-52, 54- 55.
2. Suematsu Yasuhara, Ken-Ichi tga, **Introduction to Optical Fiber Communication**, John Wiley & Sons, 2nd Ed, US A, 1982, hal 18-19.
3. Senior John M, **Optical Fiber Communications**, Principle and Practice, Second Edition, University Press, Cambridge, Prentice Hall.U.K, 1992, hal 14-20, 28, 30-34,45-49, 62, 807-810.
4. Allard, Frederick C, **Fiber Optics Hand Book for Engineers and Scientists**, Optical and ElectroOptical Engineering series, McGraw Hill, 1990, hal 4.5-4.7, 4.35-4.36.
5. Uranus, Henri P, Indra jaya P Januar, Arfian Ahmad, "Perangkat Lunak Untuk Akuisasi Data Pola Medan Dekat Optik" , Seminar Fisika Jakarta, PUSP1PTEK, Serpong, 18 September 1996.