
DISPERSI *MULTI-LAYER* PADA INTI SERAT OPTIK MODA TUNGGAL

Khaikal Ramadhan, Saktioto*, Romi Fadli Syahputra, Yan Soerbakti, Muhammad Fauzan
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

*E-mail korespondensi: saktioto@yahoo.com

ABSTRACT

One of the telecommunication technologies that are widely used and experiencing rapid development is optical fiber with a single mode that only passes one signal mode. Optical fiber is not susceptible to electromagnetic wave interference making it a medium that can transmit data over long and fast ranges. Although the signal in optical fiber can experience pulse widening due to differences in the refractive index of the core and the constituent material, this pulse expansion will affect the quality of the received signal. One way to reduce the pulse widening in a single mode optical fiber is to design the fiber core into several layer. This article provides information on the effect of the core layer on the dispersion, mode diameter and delay group for fibers 2 to 7 layers. After the optical fiber core structure is designed, it is found that zero dispersion is not found in the 6 and 7 layers while the fibers with layers 2,3,4 and 5 have different wavelengths for zero dispersion. Furthermore, the greatest effective area and mode diameter of the fiber were obtained in 3-layer fibers with values of 17.1144 and 230.0454 respectively, this means that layer 3 of the signal passes through the fiber more than others, other parameters for layers 2, 5, 6 and 7 have decreased. group delay for each wavelength while fibers with layers 3 and 4 experienced an increase in group delay.

Keywords: Single Mode Fiber (SMF), Multilayer, Communication.

ABSTRAK

Salah satu teknologi telekomunikasi yang banyak digunakan dan mengalami perkembangan yang pesat adalah serat optik dengan moda tunggal yang hanya melewati satu modus sinyal. Serat optik yang tidak rentan terhadap gangguan gelombang elektromagnetik menjadikannya sebagai media yang dapat mentransmisi data dengan jangkauan yang jauh dan cepat. Walaupun demikian sinyal dalam serat optik dapat mengalami pelebaran pulsa akibat dari perbedaan indeks bias inti dan material penyusun, pelebaran pulsa ini akan memengaruhi kualitas sinyal yang diterima. Salah satu cara untuk mengurangi adanya pelebaran pulsa dalam serat optik moda tunggal adalah dengan merancang inti serat menjadi beberapa lapisan. Artikel ini memberikan informasi pengaruh lapisan inti terhadap dispersi, diameter moda dan grup delay untuk serat 2 hingga 7 lapisan setelah dirancang struktur inti serat optik diperoleh bahwa dispersi nol tidak ditemukan pada 6 dan 7 lapisan sementara serat dengan lapisan 2,3,4 dan 5 memiliki panjang gelombang yang berbeda untuk dispersi nol. Selanjutnya area efektif dan diameter moda serat yang paling besar diperoleh pada serat 3 lapisan dengan nilai masing-masing $230.0454 \mu\text{m}^2$ $17.1144 \mu\text{m}$ hal ini berarti bahwa lapisan 3 sinyal lebih banyak melewati serat dibandingkan yang lain, parameter lain lapisan 2, 5, 6 dan 7 mengalami penurunan grup delay tiap panjang gelombang sementara serat dengan lapisan 3 dan 4 mengalami kenaikan grup delay.

Kata kunci: Fiber moda tunggal, Inti berlapis, Komunikasi.

PENDAHULUAN

Telekomunikasi serat optik sebagai media transmisi data menjadi teknologi yang penting untuk komunikasi sekarang ini [1] yang mampu mentransmisikan data dalam bentuk gelombang

elektromagnetik baik lintas Samudra, lintas benua, lintas negara, antara kota hingga akses untuk kampus [2]. salah satu jenis serat optik yang digunakan dalam mentransmisikan data adalah single mode fiber (SMF) yang memiliki kemampuan transmisi tinggi disebabkan tidak

adanya modal noise, redaman rendah, tahan lama dan sesuai dengan teknologi optik yang terintegrasi [5]. SMF menjadi fokus peneliti untuk mewujudkan transmisi data mencapai 100-200 Tbit/s [3].

Dispersi merupakan peristiwa penguraian cahaya akibat adanya perbedaan deviasi pada setiap panjang gelombang dan juga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi kualitas sinyal pada serat optic. Ideal nya dalam menghasilkan komunikasi yang lancar cahaya didalam serat tidak mengalami dispersi atau nol dispersi. Oleh karena itu dispersi nol sangat penting didalam menghasilkan sinyal tanpa gangguan [6]. Selain mengalami penguraian cahaya didalam serat optik juga akan mengalami pelemahan (attenuasi) atau redamana akibat medium dan perbedaan indeks bias serat optik .

Keterbatasan didalam eksperimen menjadi kan simulasi optifiber salah satu alternatif didalam menentukan karakteristik fiber yang mampu menghasilkan sinyal yang sempurna tanpa gangguan. Beberapa simulasi telah dilakukan untuk menghasilkan dispersi nol didalam single mode fiber. diantaranya dengan mendesign 4 lapisan fiber optik *core* dan *cladding* pada Panjang gelombang 1.55 μm [4] dan design fiber optik pada Panjang gelombang 1.3 μm [5]

Secara umum dispersi pada fiber optik dibagi atas dispersi material, dispersi pepadu gelombang (waveguide), dan dispersi modal. Dispersi material adalah dispersi yang muncul langsung dari Panjang gelombang akibat respon dari material terhadap gelombang elektromagnetik [5] secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$D_m = -\frac{\lambda}{c} \frac{d^2 n}{d\lambda^2} \quad (1)$$

Dispersi pepadu gelombang dipengaruhi oleh geometri fiber optik tertentu yang merupakan modifikasi pada diferensial waktu propagasi. Indeks bias *core* dan *cladding* berbeda untuk panjang gelombang tertentu dispersi ini

bergantung kepada kecepatan grup sinyal seperti yang dituliskan dengan persamaan berikut ini [5].

$$D_w = -\left[\frac{n_1 - n_2}{\lambda c}\right] \frac{v d^2(vb)}{dV^2} \quad (2)$$

Dispersi modal hanya terjadi pada fiber optik moda jamak (Multi Mode) hal ini muncul karna sinar yang masuk ke dalam inti mengikuti jalur yang berbeda sehingga sampai ke ujung serat pada waktu yang berbeda. Mode merupakan penggambaran konsep fisika dan matematika untuk perambatan gelombang elektromagnetik melalui media dan menjadi media untuk sinar menjalar pada serat [5].

Penelitian ini dilakukan untuk meminimalisir dispersi terhadap pelebaran pulsa dengan memodifikasi jumlah lapisan pada fiber optic dari 2 hingga 7 lapisan termasuk selubung. Rancangan serat optic disimulasikan dengan bantuan software OptiFiber dengan *center wavelength* 1.55 μm .

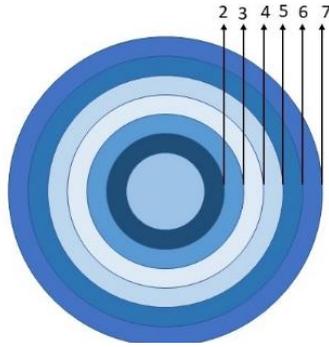
METODE PENELITIAN

Simulasi dan rancangan menggunakan OptiFiber dengan variasi lapisan pada fiber optic mode tunggal dari 2, 3, 4, 5, 6 dan 7. Berikut table lapisan pada fiber.

Tabel 1. Lapisan fiber optik.

Lapisan	<i>Core</i>	<i>cladding</i>
2	1	1
3	2	1
4	3	1
5	4	1
6	5	1
7	6	1

Ukuran *core* untuk semua lapisan sama yaitu 3 μm sedangkan *cladding* memiliki ukuran 20 μm sedangkan variasi ukuran lapisan untuk $n=3$ memiliki ukuran 7 μm , $n=4$ memiliki ukuran 3.5 μm , $n=5$ memiliki ukuran 2.333 μm , $n=6$ memiliki ukuran 1.75 μm , $n=7$ memiliki ukuran 1.4 μm dengan indeks bias masing-masing lapisan seperti Tabel 2.



Gambar 1. Layer serat optik.

Tabel 2. indeks bias tiap lapisan.

n	core	lapisan	Cladding
2	1.5-1.44	-	1.44
3	1.5-1.44	1.48	1.44
4	1.5-1.44	1.44 1.48	1.44
5	1.5-1.44	1.44 1.48 1.46	1.44
6	1.5-1.44	1.44 1.48 1.44 1.46	1.44
7	1.5-1.44	1.44 1.48 1.44 1.48 1.46	1.44

Setelah didefinisikan lebar lapisan dan indeks bias masing-masing *core* dan *cladding* dengan menggunakan OptiFiber untuk mendesign dan simulasikan untuk setiap n layer. Data yang diperoleh dari OptiFiber akan di olah menggunakan excel untuk menentukan grafik keluaran hubungan antara disperse nol setia lapisan, grup delay dan area efektif.

Pada OptiFiber diberikan range Panjang gelombang $1.2\mu m$ dan $1.6\mu m$ untuk menemukan pajang gelombang dengan dispersi nol pada $1.55\mu m$.

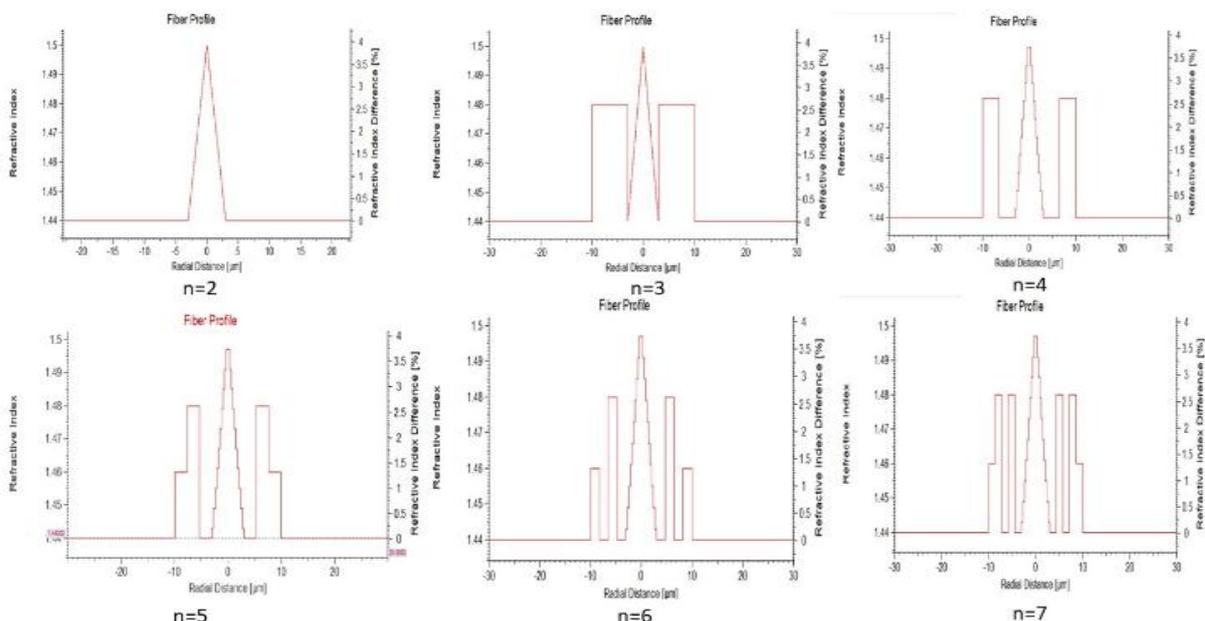
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Profil Serat Optik

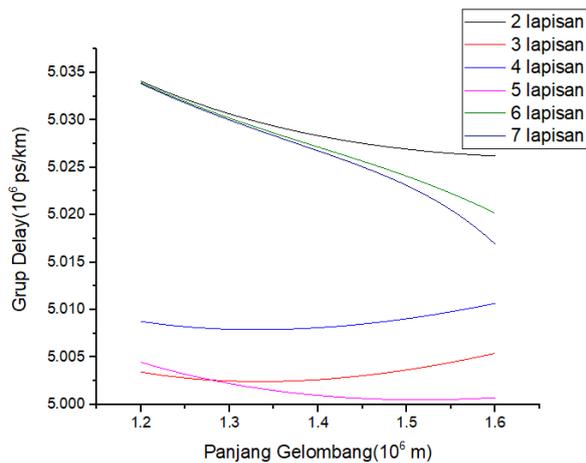
Terlihat profil masing-masing lapisan seperti Gambar 2 dengan lebar *core* $10\mu m$ yang dibagi n lapisan, *cladding* masing-masing $20\mu m$. Profil indeks bias menyatakan distribusi indeks bias didalam *core* dan *cladding*, ineks bias *cladding* konstan untuk semua lapisan yaitu 1.44.

Profile Grup Delay

Profile grup delay menjadi parameter yang penting didalam fiber optic terutama untuk sinyal modulasi [8]. Kurva grup delay utuk setiap n lapisan dapat dilihat pada Gambar 3.

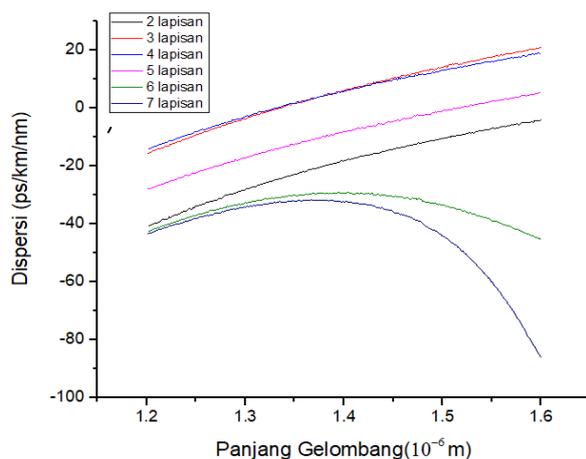


Gambar 3. Profil indeks bias n lapisan.



Gambar 3. Kurva pengaruh grup delay terhadap Panjang gelombang n lapisan serat optik.

Pada Gambar 3 masing-masing grup delay n lapisan memiliki karakteristik berbeda, n = 2 mengalami penurunan grup delay tiap satuan Panjang gelombang, n = 3 mengalami kenaikan grup delay, n = 4 mengalami kenaikan grup delay, n = 5 penurunan grup delay, n = 6 penurunan grup delay dan n = 7 mengalami penurunan grup delay. Masing-masing penurunan dan kenaikan grup delay bervariasi namun yang mengalami penurunan paling tinggi adalah n = 7 sedangkan kenaikan grup delay n = 3 dan n = 4 hampir sama.



Gambar 4. Kurva dispersi n lapisan untuk setiap Panjang gelombang.

Setiap n lapisan Dalam simulasi memiliki karakteristik tersendiri, dilihat dari grafik diatas bahwa hanya fiber optik 2, 3, 4, dan 5 lapis yang melalui dispersi nol sementara fiber optic 6 dan 7 lapis tidak melalui disperse nol. Walaupun demikian fiber optic yang mengalami dispersi nol

pada Panjang gelombang 1.55 hanya lah. Dispersi nol dikaitkan dengan Panjang gelombang 1.55 nm karena Panjang gelombang inilah yang cocok untuk SMF dengan attenuasi yang rendah.

n	Panjang Gelombang (nm)	Effectif MFD μm	Effectif area (μm^2)
2	1550	3.7812	11.2292
3	1550	17.1144	230.0454
4	1550	15.1914	181.252
5	1550	13.3936	140.8922
6	1550	3.8	11.3414
7	1550	3.875	11.7925

Diperoleh bahwa effectif area dan effectif MFD linear dengan lapisan n = 3 memiliki nilai tertinggi yaitu masing-masing 17.1144 dan 230.0454 sedangkan nilai terendah pada lapisan n = 6 dengan masing-masing 3.8 dan 11.3414. MFD menyatakan daerah yang dilalui oleh cahaya, tidak hanya melewati inti (*core*) namun cahaya mengalami pelebaran hingga Sebagian selubung (*cladding*) daerah yang dilalui cahaya inilah yang disebut dengan diameter bidang mode (MFD).

KESIMPULAN

Telah berhasil di buat rancangan fiber mode tunggal dengan variasi 2 hingga 7 lapisan *core* sedangkan selubung memiliki ukuran yang sama diperoleh untuk lapisan yang memenuhi dispersi nol pada Panjang gelombang 1.55 adalah sementara effectif area atau diameter sinyal yang melalui inti dan selubung yang tertinggi adalah pada lapisan rancangan 3 lapisan dengan nilai masing-masing 17.1144 dan 230.0454 yang dapat memberikan kinerja yang baik didalam (SMF) sementara nilai terendah pada rancangan enam lapisan dengan nilai masing-masing 3.8 dan 11.3414 selain itu besar effectif area berbanding lurus dengan diameter mode fiber (MFD)

REFERENSI

1. Ottawa. (2006). *OptiFiber 2.0*. Computer Aided Design (CAD), Canada.

2. Pal, B. P. (2006). *Optical fibers for broadband lightwave communication: evolutionary trends in designs in Guided Wave Optical Components and Devices*. Elsevier Academic Press, Burlington and Applications, San Diego, California, USA.
3. Sano, T., Kobayashi, A., & Miyamoto. (2011). Ultra- high capacity optical transmission technologies for 100 Tbit/s optical transport networks. *IECE T.Commun.*, E94-B, 400–408.
4. Saktioto, T., Basdyo, D., Zairmi, Y., Syahputra, R. F., Okfalisa., Anggraini, W., & Syamsudhuha. (2019). Optimizing design of core-clad width for single mode fiber with zero dispersion shift. *2019 6th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 3 Februari 2020, Bandung, Jawa Barat.
5. Khare, R. P. (2004). *Fiber Optics And Optoelectronics*. Oxford University.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)