ISBN: 978-979-792-691-5

SIMULASI SERAT MODA TUNGGAL DENGAN DISPERSI FIBER TERGESER

Doni Basdyo, Yoli Zairmi, Saktioto*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

*E-mail korespondensi: saktioto@yahoo.com

ABSTRACT

Application transmission of wave in telecommunication still has an obstacle such as a dispersion. The design and operation of shifted fiber is simulated as prior to the design, which is easier, low cost and high accuracy. The purpose of this study is to analyze the design and operation of the shifted fiber dispersion and to investigate the wavelength value at the minimum dispersion using OptiFiber software. Parameters set to the simulation were four domain, radial fiber width, profile linear and constant, refractive indices range 1.4615 to 1.44692, simulation step 1000, wavelength 1.3µm, and wavelength range from 1.4µm to 1.5µm. The results of simulation obtain a minimum dispersion value of the wavelength at 1.5506µm. This value obeys the theoretical calculation which is 1.5500µm due to attenuation and dispersion at one-point wavelength. The results of this study can be validated in experiments.

Keywords: Fiber optic, Dispersion, Dispersion shifted fiber, OptiFiber

ABSTRAK

Peristiwa penjalaran gelombang dalam aplikasi telekomunikasi masih menjadi kendala salah satunya terjadi dispersi. Untuk itu perlu dilakukan perancangan dan pengoperasian dispersi fiber tergeser dengan simulasi sebagai langkah awal perancangan yang lebih mudah, biaya yang tidak mahal dan tingkat akurasi yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perancangan dan pengoperasian dispersi fiber tergeser dan mengetahui nilai panjang gelombang pada nilai dispersi minimum menggunakan perangkat lunak OptiFiber. Parameter masukan ditetapkan antara lain empat wilayah, lebar radial serat, profil linier dan konstan, rentang indek bias 1,4615 sampai 1,44692, langkah simulasi 1000, panjang gelombang 1,3 µm dan rentang panjang gelombang dari 1,4µm sampai 1,5 µm. Hasil simulasi didapatkan nilai minimum dispersi panjang gelombang sebesar 1,5506 µm. Hasil ini mendekati nilai teori sebesar 1,5500 µm dengan atenuasi dan dispersi berada pada satu titik panjang gelombang. Hasil kajian ini dapat digunakan untuk validasi pada eksperimen.

Kata kunci: Serat optik, Dispersi, Dispersi fiber tergeser, OptiFiber

PENDAHULUAN

Serat optik merupakan bahan yang digunakan saat ini karena penerapan serat optik membawa suatu manfaat yang begitu besar serta memiliki banyak keunggulan bila dibandingkan kabel logam yang saat ini masih banyak digunakan. Bahan bersifat isolator dari serat optik sangat aman dan tidak menutup kemungkinan produk ini menjadi produk masa depan dari sistem komunikasi. Sistem yang mentransmisikan informasi dengan mengirim pulsa cahaya melalui serat optik membentuk sistem komunikasi serat optik [1]. Pelebaran pulsa-pulsa cahaya yang merambat dalam serat optic adanya perbedaan kecepatan dikenal dengan dispersi serat optik [2]. Salah satu upaya dalam mengurangi terjadinya dispersi ialah dengan membuat simulasi perancangan dan pengoperasian dispersi fiber tergeser.

Serat Optik adalah sebuah bahan transparan yang sangat jernih berfungsi untuk mentransmisikan gelombang cahaya [2] dan memiliki rentang frekuensi mendekati

spektrum inframerah sebesar 10^{13} Hz sampai 10^{16} Hz [3]. Transmisi serat optik dibangkitkan melalui sumber menuju detektor optik dengan suatu proses pemantulan cahaya yang terjadi di dalam serat optik. Berdasarkan perbedaan diameter inti serat optik terdiri dari dua jenis serat optik yaitu serat moda tunggal memiliki diameter inti sebesar 7 µm sampai 10 µm dan serat moda jamak memiliki diameter inti sebesar 50 µm, ukuran diameter mantel serat optik sebesar 125 µm [4].

Cahaya masuk melewati serat optik akan dipantulkan oleh lapisan mantel dengan perubahan indek bias lapisan dari arah cahaya yang masuk kedalam inti serat [5]. Kilatan-kilatan cahaya merambat dalam serat optik dan di ujung penerima dikonversikan kembali menjadi sinyal listrik dengan menggunakan sel foto-elektris [2].

Dispersi menyebabkan pulsa-pulsa cahaya menjadi memuai menjadi lebih lebar, pulsa-pulsa tersebut saling bertumpang-tindih dengan satu sama lainnya, informasi yang dibawa oleh pulsa-pulsa cahaya ini semakin rusak [2]. Kecepatan dan waktu memiliki pengaruh perbedaan transmisi sinyal. Dispersi serat optik dibentuk dari dispersi modal dan dispersi kromatik [6].

Dispersi fiber tergeser merupakan serat memiliki nilai pergeseran dispersi nol sebesar 1550 nm dari atenuasi minimun panjang gelombang [7]. Serat indek berjenjang menggunakan profil inti berbentuk segitiga dengan penurunan daerah matel, kurva dispersi terhadap panjang gelombang yang lebih panjang dengan dispersi panjang gelombang nol dapat berpindah sampai 1500 nm [4]. Sistem komunikasi optik beroperasi pada panjang gelombang 1,55 µm memiliki kerugian daya hilang yang rendah dan mengalami dispersi kromatik yang normal [8]. Kerugian minimum terjadi pada panjang gelombang 1,55 µm dengan banyak sistem komunikasi serat yang beroperasi, berberapa sistem menggunakan serat khusus yang memiliki pergeseran dispersi nol pada 1,55 µm untuk operasi transmisi data sinyal yang optimal [9]. Masalah dispersi dapat diminimalkan menggunakan dispersi fiber tergeser [10] dengan mengatur penjalaran pulsa cahaya yang disebabkan oleh dispersi material dan dispersi pemandu gelombang, pengimbangan serat digunakan untuk mengatur dispersi sistem serat yang ada, pemandu gelombang dispersi diseimbangi oleh dispersi material pada 1,31 µm dalam indek berjenjang serat moda tunggal [11].

Dispersi total dari dispersi material dan dispersi bahan:

$$D_{total} = -\frac{z}{c}\lambda\frac{d^2N_{eff}}{d\lambda^2} \qquad (1)$$

METODE PENELITIAN

Metedologi simulasi serat optik berbentuk segitiga dengan bentuk cincin mikro gelang dua dimensi dengan parameter-parameter ditetapkan menggunakan *software* OptiFiber. Gambaran serat yang disismulasikan mengatur tombol perintah Perancangan Serat dengan menentukan empat daerah untuk menggambaran bentuk indek bias pada kotak Fiber Dialog dimulai dari daerah 0 sampai daerah 4 dengan parameter masukan yang telah ditetapkan dengan lebar wilayah sebesar 3,1 µm, dapat diselesaikan dengan rumus:

Profil linier:

$$n(x) = n(0) + x\,.\,\frac{n(w) - n(0)}{w} \qquad (2)$$

Profil konstan:

$$n(x) = \text{konstan} \qquad (3)$$

Penetapan daerah 0 bertujuan untuk membentuk lapisan inti dalam berbentuk fungsi liner. Rentang indek bias yang digunakan sebesar 1,4615 sampai 1,44692 dalam 1000 langkah. Penetapan daerah 1 bertujuan untuk mendapatkan lapisan mantel dalam yang bersifat konstan dengan lebar gambaran sebesar 0,6 µm dengan indek bias sebesar 1,44692. Daerah 2 ditentukan dengan lebar profil sebesar 1,5 µm dengan indek bias sebesar 1,45 dengan penetapan gambaran indek bias konstan, untuk mendapatkan lapisan inti luar. Daerah 3 dimasukan lebar profil yang digunakan sebesar 57 µm dengan gambaran konstan dengan indeks bias yang ditetapkan sebesar 1,44692, untuk

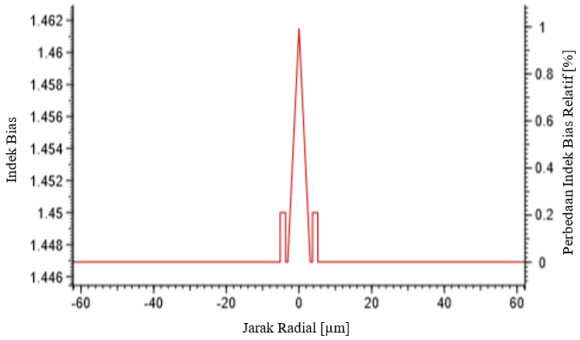
mendapatkan lapisan mantel luar. Panjang gelombang yang disimulasikan sebesar 1,3 µm.

Penentuan Panjang gelombang dispersi nol dapat diatur dengan mengatur Moda pada jendela *Navigator Pane* dengan memilih Polarisasi Linier Moda untuk menghitung kembali data masukan. Pengaturan Pengamatan Moda Dasar bertujuan untuk memasukan nilai parameter pada rentang 1,4 µm sampai 1,6 µm pada 50 langkah untuk mengamati panjang gelombang dispersi fiber tergeser. Hasil pengimputan dapat dilihat pada tampilan tab dispersi. Pengoptimalan gambaran Panjang gelombang dispersi nol dengan mengatur Sifat Moda Dasar dengan memilih Pengamatan Moda Dasar. Region 1 dimasukan nilai parameter dari 0,1 µm sampai 3,1 µm dengan 30 langkah dan mengkalkulasikan nilai tersebut pada tombol perintah untuk melihat grafik yang dihasilkan pada tampilan tab dispersi. Pengubahan nilai parameter panjang gelombang serat daerah pertama dengan mengatur kembali Perancangan Serat pada Wilayah 1. Nilai lebar dispersi diubah menjadi 1,32 µm dan mengatur kembali Sifat Moda Dasar . Nilai parameter diubah dari 1,4 µm sampai 1,6 µm dengan 50 langkah untuk medapatkan grafik pada tampilan tab dispersi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

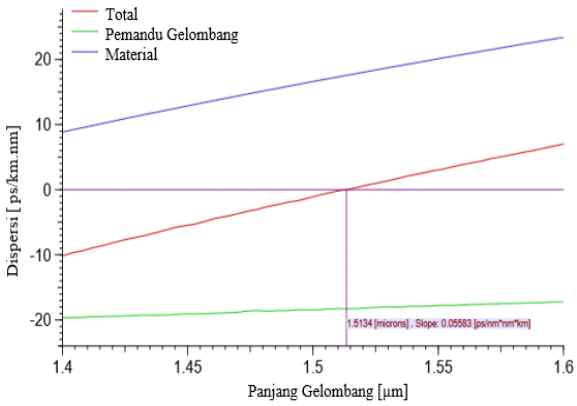
Jumlah iterasi sangat mempengaruhi pembentukan indek bias lapisan dalam karena jumlah iterasi indek bias lapisan dalam dapat memperhalus bentuk grafik cincin segitiga yang dihasilkan pada lapisan inti dalam. Terjadinya penurunan dan kenaikan waktu tunda terhadap pertambahan panjang gelombang yang disimulasikan.

Kenaikan linier dispersi total pada posisi nol berada pada pita panjang gelombang 1,5134 µm dengan titik potong 0,05583 ps/nm^{2}km. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menentukan panjang gelombang dispersi nol. Berdasarkan penelitian sebelumnya dilakukan oleh [12,13] diperoleh nilai panjang gelombang 1,5130 µm. Hasil ini menunjukan selisih panjang gelombang nilai yang diperoleh tidak jauh berbeda dari hasil simulasi yang diperoleh sebesar 0,0004 µm.



Gambar 1. Gambaran profil indek bias serat optik dispersi serat tergeser.

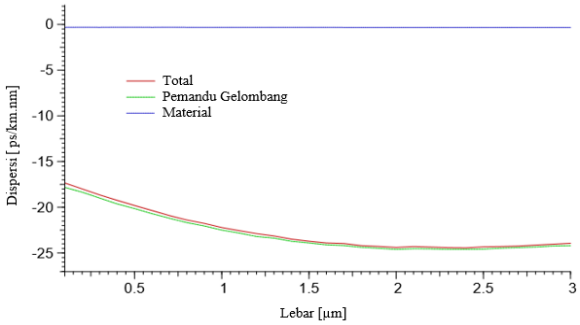
Kenaikan linier dispersi total pada posisi nol berada pada pita panjang gelombang 1,5134 µm dengan titik potong 0,05583 ps/nm^{2}km. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menentukan panjang gelombang dispersi nol. Berdasarkan penelitian sebelumnya dilakukan oleh [12][13] diperoleh nilai panjang gelombang 1,5130 µm. Hasil ini menunjukan selisih panjang gelombang nilai yang diperoleh tidak jauh berbeda dari hasil simulasi yang diperoleh sebesar 0,0004 µm.



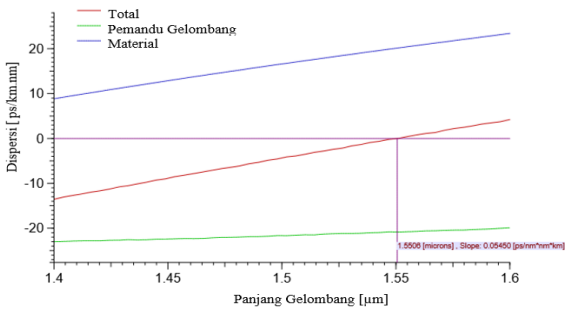
Gambar 2. Grafik panjang gelombang dispersi nol.

Grafik yang dihasilkan berasal dari penurunan eksponensial dispersi total dan dispersi pemandu gelombang, proses ini bertujuan untuk mengoptimalkan dispersi panjang gelombang nol. Perbandingan antara lebar dengan dispersi fiber menghasilkan

grafik penurunan eksponensial dari rentang parameter lebar 0,1 µm sampai 3,1 µm. Nilai dispersi akan semakin kecil nilainya terhadap pertambahan nilai lebar material dan pemandu gelombang



Gambar 3. Grafik pengoptimalan gambaran panjang gelombang dispersi nol.



Gambar 4. Grafik penentuan dispersi fiber tergeser pada Panjang gelombang 1,55 µm.

Hasil simulasi perancangan dispersi fiber tergeser menunjukan nilai dispersi pada nilai minimum menunjukan panjang gelombang yang dihasilkan berada pada 1,5506 µm dengan titik potong 0,05450 ps/nm^{2}km. Nilai panjang gelombang tidak mencapai nilai 1,55 µm dikarenakan penambahan iterasi yang besar dapat menaikan selisih panjang gelombang sebesar 0,0006 µm. Hasil simulasi menunjukan kecepatan grup dispersi kromatik dari pulsa-pulsa cahaya yang merambat bernilai 0 karna panjang gelombang yang dihasilkan berada pada dispersi 0. Kenaikan dispersi pemandu gelombang digunakan untuk mengimbangi dispersi material dan pergeseran panjang gelombang dispersi kromatik nol menjadi 1550 nanometer [14].

KESIMPULAN

Jumlah iterasi sangat mempengaruhi pembentukan indek bias lapisan dalam karena jumlah iterasi indek bias lapisan dalam dapat memperhalus bentuk grafik cincin segitiga yang dihasilkan pada lapisan inti dalam. Kenaikan linier dispersi total pada posisi nol berada pada pita panjang gelombang 1,5134 µm dengan titik potong 0,05583 ps/nm^{2}km. Perbandingan antara lebar dengan dispersi fiber menghasilkan grafik penurunan eksponensial dari rentang parameter lebar 0,1 µm sampai 3,1 µm. Hasil simulasi perancangan dispersi fiber tergeser menunjukan nilai dispersi pada nilai minimum 0 menunjukan panjang gelombang yang dihasilkan berada pada 1,5506 µm dengan titik potong 0,05450 ps/nm^{2}km.

REFERENSI

1. Karim, M. F., Islam, M. F., Barua, T., Alim, S. M. A. 2016. Analysis on Dispersion .& Propagation Optical Fiber of Different Materials at Different Temperatures. *American Journal of Engineering Research* (AJER) 5(10): 30-36.
2. Crisp, J. dan Elliott, B. 2009. *Serat Optik Sebuah Pengantar*. Terjemahan Soni Astranto. Jakarta: Penerbit Erlangga. 70-78.
3. Miah, M. S. dan Rahman, M. M. 2012. The Performance Analysis Fiber Optic Dispersion on OFDN-QAM System. *International Journal of Advanced Computing, Engineering and Application* (IJACEA) 1(1): 29.
4. Mitschke, F. 2009. *Fiber Optics Physics and Technology*. New York: Springer. 8, 23, 62.
5. Amanu, A. A. 2016. Effects of Macro Bending Losses in Single Mode Step Index Fiber. *International Journal of Advanced Engineering Research and Application* (IJA-ERA) 2(6): 348-356.
6. Jue, J. P. dan Vokkarane, V. M. 2005. *Optical Burst Switced Networks*. New York: Springer.18-19.
7. Hecht, J. 2015. *Understanding Fiber Optics*. Fifth Edition, revised. Auburnable: Lase Light Press. 80-81.

8. Ramaswani, R., Sivarajan, K.N., Sasaki, G.H. 2010. *Optical Networks A practical Perspective Third Edition*. Burlington: Morgan Kaufmann. 76-77.
9. Lin, C. F. 2004. Optical *Components for Communications: Principles and Application*. Norwell: Kluwer Academic Publishers. 38.
10. Bagad, V. S. 2008. *Optical Fiber Comunication*. Pune: Technical Publications Pune. 23.
11. Downing, J. N. 2005. *Fiber-Optic Communications*. New York: Thomson Delmar Learning. 90.
12. Bhuiyan, M.S.A dan Mondal, H. M. M. R. 2013. Profile Optimization of Dispersion Shifted Fiber Based on Optifiber Design, Simulation and Performance Analysis. *International Conference on Informatics, Electronics and Vision*. ISBN: 978-1-4799-0400-6.
13. Agarkar, A. M, dan Dhabale, D. R. 2011. Design and Profile Optimization for Dispersion Shifted Fiber (DSF). *International Journal Soft Computing and Engineering (IJSCE)*. 1(2); 53-56.
14. Sairam, K. V. S. S. S. S. 2007. *Optical Communications*. New Delhi: Laxmi Publications. 35.

Artikel ini menggunakan lisensi Creative Commons Attribution 4.0 International License