SIMULASI *BIREFRINGENCE* PADA SERAT OPTIK MODE TUNGGAL

Yoli Zairmi, Doni Basdyo, Saktioto*

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

*E-mail korespodensi: saktioto@yahoo.com

ABSTRACT

Simulation of birefringence for single mode fiber has been carried out consisting of SMF 28, SMF 28e, SMF 28e+, SMF 28e+LL and SMF 28 ULL. The parameters varied are the core refractive index and the refractive index of the cladding while the radius of the core and cladding are equal to a wavelength of 1550 nm. Bireferingence Single mode fiber is simulated using the Optifiber application version 2.1.0.133. The quality of a single mode fiber can be determined by knowing the change in the light propagation constant caused by the light undergoing polarization in the fiber. The simulation results show the greatest propagation constant (Birefringence) occurs in 28 ULL SMF fibers so that the power is reduced at the output.

Keywords: Birefringence, Single mode fiber, OptiFiber

ABSTRAK

Telah dilakukan simulasi Birefringence serat optik mode tunggal (single mode fiber) yang terdiri dari SMF 28, SMF 28e, SMF 28e+, SMF 28e+LL dan SMF 28 ULL. Parameter yang divariasikan adalah indeks bias core dan indeks bias cladding sedangkan jari-jari core dan cladding sama dengan panjang gelombang 1550 nm. Bireferingence Serat optik mode tunggal disimulasikan menggunakan aplikasi Optifiber versi 2.1.0.133. Kualitas serat optik mode tunggal dapat ditentukan dengan mengetahui perubahan konstanta propagasi cahaya yang disebabkan cahaya mengalami polarisasi dalam serat tersebut. Hasil simulasi menunjukkan konstanta propagasi (Birefringence) terbesar terjadi pada serat SMF 28 ULL sehingga daya berkurang pada output.

Kata kunci: Birefringence, Serat optik mode tunggal, OptiFiber

PENDAHULUAN

Pemakaian kawat tembaga sebagai media transmisi dalam sistem komunikasi tidak lagi dapat mentransmisi data jarak jauh dengan kapasitas besar dan kecepatan yang tinggi yang disebabkan banyaknya noise dan bandwith yang kecil. Oleh karna itu, pemakaian kawat tembaga sebagai media transmisi digantikan oleh serat optik dengan kemampuan yang lebih tinggi.

Sistem komunikasi optik sudah ada sejak tahun 1700-an yang diawali dengan penemuan telegram optik oleh salah satu insinyur Prancis bernama Claude Chappe. Kemajuan serat optik sampai saat ini telah menemukan Corning Glass Works atau Corning, Inc yang mengembangkan serat optik mode tunggal dengan redaman di bawah 20 dB/km. Serat optik dapat berfungsi sebagai sensor optik untuk mengetahui efisien sistem optik dalam berbagai kriteria seperti jangkauan, fungsionalitas, sensitivitas dan akurasi dari sistem optik [1]. Serat optik mode tunggal bisa digunakan sebagai *coupler* dalam sistem optik yang berfungsi sebagai persimpangan dalam menggabungkan dan memecah sinyal optik sebagai sakelar optik [2]. Perangkat optik biasanya menggunakan film tipis dalam pembuatan komponennya sebab memiliki kepadatan massa yang tinggi dan modulus

elastisitas yang baik sehingga tidak mudah patah [3].

Serat optik yang biasa digunakan dalam komunikasi jarak jauh adalah serat optik mode tunggal. Serat optik jenis ini memiliki bandwidth transmisi yang besar, kemampun tinggi dalam mentrasfer data yang disebabkan tidak adanya modal noise, redaman rendah, kompatibilitas dengan teknologi optik terintegrasi dan tahan lama [4]. Simulasi Birefringence menggunakan aplikasi OptiFiber terhadap beberapa jenis serat optik tunggal perlu dilakukan untuk mode mengatahui pengaruh polarisasi pada serat yang disebabkan inti serat optik tidak sempurna silindris selain itu Birefringence pada serat optik bisa digunakan untuk menentukan kualitas serat optik mode tunggal tersebut.

METODE PENELITIAN

Serat optik mode tunggal yang akan disimulasikan adalah SMF-28, SMF-28e, SMF-28e+, SMF-28e+LL dan SMF-28 ULL. Tahap awal dalam mensimulasikan *Birefringence* menentukan profile serat optik mode tunggal menggunakan parameter *core* dan *cladding* masing masing serat optik dengan diameter inti dan *cladding* sama yaitu 4.1 μ m dan 62.5 μ m yang membedakan setiap serat adalah nilai indeks bias *core* dan *cladding*. Nilai parameter *core* dan *cladding* diberikan oleh Tabel 1.

Proses simulasi *Birefringence* serat optik mode tunggal dimulai dengan Menentukan profil serat optik mode tunggal dengan menggunakan jenis profile *Refractive Index Profil* dengan region 0 dan region 1. Pada ragion 0 masukan parameter *core* sedangkan region 1 masukan parameter *cladding* dengan material penyusun serat optik serat optik mode tunggal yang digunakan adalah silaka murni dan material dopan yang digunakan adalah germanium sebagai *dopant*+ dan florin sebagai *dopant*-.

Mensimulasikan mode serat, mode serat optik yang digunakan adalah *LP Modes (Matrix Method)* untuk menghasilkan modal indeks pada panjang gelombang yang diberikan serta dapat mengetahui modal field serat. Mensimulasikan panjang gelombag cutoff, panjang gelombang *cut-off* diperoleh pada menu navigator cut-off dengan mode LP *Modes (Matrix Method)* yang bertujuan untuk menunjukan parameter panjang gelombang *cut-off* mode serat optik LP_{01} dan LP_{11} . Mensimulasikan properti mode fundamental dengan menentukan nialai parameter default untuk material, pembengkokan dan loss Pada bagian parameter. scan panjang gelombang disesuaikan dengan opsi default sedangkan pada bagian parameter masuakan nilai 1.2 sampai 1.6 dengan 100 iterasi.

Tabel 1. P	Parameter	Serat	optik	mode	tunggal
140011.1	aranneter	Serue	opun	moue	1011 <u>5</u> 541

			00
No	Jenis serat optik	Core	Cladding
	mode tunggal	(µm)	(µm)
1	SMF 28	1.45213	1.44692 [5]
2	SMF 28e	1.4677	1.4624 [2]
3	SMF 28e+	1.45173	1.44602
4	SMF 28e+LL	1.45223	1.44702
5	SMF 28 ULL	1.44525	1.44002

Mensimulasikan Birefringence yang parameter diawali disebabkan gangguan tahap menentukan konstanta dengan fotoelastik 3.44 x 10¹¹ m²/kg.W dari serat optik, nilai Modulus Young $775x10^7$ kg.W/m² dan rasio Poisson. Faktor ekstrinsik. pembengkokan dan tegangan pada serat optik juga mempengaruhi simulasi Birefringence. Nilai yang digunakan dalam pembengkokan serat optik sebesar 0.12 m dengan gaya tegangan serat tergulung pada serat optik sebesar 0.5 N. Pada bagian keluaran gunakan rentang spektral 0.4 µm dengan 51 iterasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serat optik asli tidak memiliki inti silinder sempurna tetapi terdapat variasi diameter yang menyebabkan ketidak seragaman tegangan di sepanjang serat sehingga konstanta propagasi dari dua komponen polarisasi menjadi berbeda dan serat menjadi *Birefringence*. Cahaya terpolarisasi linier dimasukan ke serat mode tunggal asumsikan bahwa dua komponen polarisasi memiliki amplitudo yang sama dan tidak ada perbedaan fasa di ujung keluaran, tetapi ketika cahaya merambat sepanjang serat, satu mode keluar dari fase yang lain karena konstanta propagasi fase yang berbeda. Jadi pada setiap titik sepanjang serat (untuk perbedaan fase acak) kedua komponen akan menghasilkan cahaya terpolarisasi elips. Pada perbedaan fasa $\pi/2$, cahaya terpolarisasi sirkuler akan diproduksi. Dengan cara ini polarisasi berkembang dari linier ke elips ke lingkaran ke elips dan kembali ke linier. Urutan polarisasi bolak-balik ini berlanjut sepanjang serat [4].

Birefringence dapat disebabkan faktor intrinsik dan ekstrinsik, gangguan intrinsik secara tidak sengaja terjadi dalam proses pembuatan dan merupakan fitur permanen dari serat. Ini termasuk inti noncircular dan bidang tegangan tidak simetris pada serat di sekitar wilayah inti. Inti noncircular menimbulkan Birefringence geometris, sedangkan medan nonsimmetrik menciptakan tegangan Birefringence stres. Birefringence juga dapat dibuat dalam serat ketika dikenakan kekuatan eksternal dalam menangani atau pemasangan kabel. Faktor ekstrinsik Birefringence disebabkan oleh tekanan lateral, bending, dan serat terpelintir (twist). Ketiga mekanisme ini biasanya hadir sampai batas tertentu dalam serat telekomunikasi [6].

Birefringence didefinisikan sebagai perbedaan antara konstanta propagasi *eigenmode* polarisasi yang ditunjukan persamaan [7].

$$\Delta\beta = \beta_x - \beta_y \tag{1}$$

Birefringence yang disebabkan oleh lateral stress,

$$\Delta\beta_{Lateral \ stress} = -8 \frac{Cpk_0}{\pi d} \left[1 - \left(\frac{a}{d}\right)^2 H(V) \right]$$
(2)

Birefringence yang disebabkan oleh pembengkokan (*bending*),

$$\Delta\beta_{Bending} = -\frac{1}{8} \left(\frac{d}{R}\right)^2 ECk_0 \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{a}{d}\right)^2 H(V)\right]$$
(3)

Birefringence yang disebabkan oleh tegangan,

$$\Delta\beta_{Tension\ -coiled}\ = -2\frac{2-3v}{1-v}C\frac{f}{\pi dRc}k_0 \tag{4}$$

$$H(V) = 2 + \frac{4(U^2 - W^2)}{U^2 V^2 W^2} + \frac{4}{U} \frac{J_0(U)}{J_1(U)}$$
(5)

$$U = a\sqrt{n_1^2 k_o^2 - \beta^2} \tag{6}$$

$$W = a\sqrt{\beta^2 - n_2^2 k_o^2} \tag{7}$$

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$$
(8)

Simulasi *Birefringence* disebabkan oleh faktor ekstrinsi yaitu bending dan gaya tegangan serat melingkar yang dijaga konstan pada semua jenis serat untuk melihat pengaruh faktor intrinsik pada serat optik tersebut. *Birefringence* yang terjadi pada serat optik SMF 28, SMF 28e, SMF 28e+, SMF 28e+LL dan SMF 28ULL ditunjukan pada grafik dibawah ini





Gambar 2. Birefringence SMF 28e

Pada grafik nilai *Birefringence* bertambah besar terhadap pertambahan panjang gelombang yang disebabkan oleh perbedaan fase kedua gelombang yang terpoarisasi sedangkan perbedaan grup delay (DGD) konstan terhadap pertambahan panjang gelombang. Besar Birefringence pada saat panjang gelombang 1550 nm serat optik SMF 28 adalah -5.1753668 rad/m, SMF 28e dengan nilai -5.17534 rad/m, SMF 28e+ dengan nilai -5.17539 rad/m, SMF 28e+ dengan nilai -5.14879 rad/m, SMF 28e+ dengan nilai -5.175397 rad/m. Pada serat optik SMF 28 ULL nilai Birefringence lebih besar dibandingkan serat lain yang menunjukan bahwa pada serat SMF 28 ULL terjadi penggurangan daya besar pada output serat optik. Pada serat optik mode tunggal cahaya yang terpolarisasi merupakan medan magnet dan medan listrik.





Semakin besar nilai Birefringence atau perbedaan konstanta propagasi gelombang maka polarisasi yang terjadi pada serat optik semakin banyak sehingga perbedaan fase antara medan magnet dan medan listrik cahaya semakin besar dan inti serat tidak sempurna berbentuk lingkaran yang disebabkan oleh bending dan gaya tegangan pada saat serat tergulung. Pada hasil simulasi dengan ekstrinsik Birefringence parameter vang digunakan sama pada setiap serat optik menyebabkan nilai Birefringence berbeda vang disebabkan oleh perbedaan mode pada setiap serat optik dan perbedaan indeks bias core dan cladding yang digunakan.

KESIMPULAN

Birefringence yang terjadi pada serat optik oleh faktor eksternal dipengaruhi disebabkan oleh bending dan gaya tegangan pada serat optik yang membuat core serat optik tidak lagi sirkuler melainkan berubah bentuk menjadi elips sehingga gelombang cahava akan mengalami polarisasi elips atau sirkular menyebabkan kedua gelombang memiliki fase yang berbeda. Pada SMF 28ULL nilai *Birefringence* besar yang menunjukan bahwa dalam serat banyak teriadi polarisasi sedangkan pada serat SMF 28e+LL Birefringence yang terjadi kecil.

REFERENSI

- 1 Tahir, B.A., Saktioto, Fadhali, M., Rahma, R. A. & Ahmed, A. 2008. A Study of FBG Sensor and Electrical Strain Gauge for Strain Measurements. *Optoelectronics and Advanced Material*, 10: 2564-2568.
- Saktioto, Ali, J., Fadhali, M., Rahma, R. A. & Zainal, J. 2008. Modeling of Coupling Coefficient as A Function of Coupling Ratio. Proceedings of SPIE The International Society for Optical Engineering, 7155:71551P-1.
- Chaudhary, K.T., Qindeel, R., Saktioto, Hussain, M. S., Ali, J. & Yupapin, P. P. 2010. Graphite Thin Film Deposition

using Laser Induced Plasma. Elsevier. 8: 423-427.

- 4 Khare, R. P. 2004. *Fiber Optics and Optoelectronics.* New York: Oxford University Press.
- 5 Bhuiyan, S. A. 2016. Performance Analysis of SMOF Using OPTIFIBER by Modifying Layer Width and Δn . Research Gate.
- 6 Poole, C. D & Nagel, J. 1997. *Optical Fiber Telecommunications IIIA*. New York: Academic.
- 7 Sakai, J. & Kimura T. 1981. Birefringence and Polarization Characteristics of Single-Mode Optical Fibers under Elastic Deformations. *IEEE Journal of Quantum Electronics*, 17 (6): 1041-1051.



Artikel ini menggunakan lisensi <u>Creative Commons Attribution</u> 4.0 International License