

ANALISIS KARAKTERISTIK ETALON FILTER FABRY-PEROT

Hardian Wisnu Wibowo¹, Akhmad Hambali², Suwandi³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Penggunaan media transmisi fiber optik dewasa ini semakin meluas seiring tuntutan kebutuhan sistem komunikasi berkecepatan tinggi dan berkapasitas besar. Fiber optik dikenal sebagai media transmisi yang memiliki reliability yang tinggi jika dibandingkan media transmisi yang lainnya. Kinerja fiber optik yang optimal tidak terlepas dari peran komponen-komponen optik lainnya, salah satunya adalah filter optik. Filter optik banyak jenisnya, diantaranya yang sering digunakan adalah filter Fabry-Perot. Filter ini memanfaatkan prinsip resonansi yang terjadi pada celah antara dua cermin untuk meloloskan panjang gelombang tertentu. Kinerja filter Fabry-Perot dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya yaitu indek bias bahan (n), jarak antar cermin (d), jumlah pasangan layer (N), dan reflektansi cermin (R).

Pada tugas akhir ini dilakukan simulasi untuk melihat sejauh mana parameterparameter yang mempengaruhi kinerja filter Fabry-Perot berpengaruh terhadap transmisi sinyal yang diteruskan. Untuk mendukung kelancaran simulasi ini, maka digunakan software Matlab 7.0 dengan interface GUI.

Perubahan terhadap jumlah pasangan layer (N) berpengaruh terhadap besarnya reflektansi cermin (R) yang dihasilkan. Semakin tinggi reflektansi cermin maka jumlah panjang gelombang yang diloloskan semakin sedikit. Perubahan indek bias (n) menyebabkan perubahan nilai FSR, FWHM dan Finesse. Sedangkan untuk perubahan parameter jarak antar cermin (d) menyebabkan perubahan jumlah panjang gelombang yang ditransmisikan. Dengan mengamati perubahan-perubahan ini maka kita dapat melakukan penyetingan untuk memperoleh keluaran transmisi pada panjang gelombang tertentu.

Kata Kunci : indek bias, jarak antar cermin, jumlah layer, reflektansi cermin

Abstract

The utilizing of fiber optic transmission medium recently is wider along with the demand of high speed communication system and big capacity. Fiber optic is well known as transmission medium that has good reliability than others. Optimum fiber optic work is not relieved from function of other optic components, one of them is optic filter. Optic filter has various kinds, one usually used is Fabry-Perot. This filter uses the resonance that is happened in cavity between two mirrors to escape certain wave length. Fabry- Perot work is influenced by several parameters i.e. index of refraction (n), distance between two mirrors (d), number of layers (N), and mirror reflectance (R). In this final project simulation has been done to show the parameters influence toward signal transmission. To support the simulation, was used Matlab 7.0 software with interface GUI. Changing of number of layers (N) influences mirror reflectance (R) as a result. Higher mirror reflectance causes number of wave lengths, which is passed, becomes less. Changing of refractive indices (n) had caused changing of FSR, FWHM, and Finesse values. Changing of distance between two mirrors parameter (d) had caused changing of number of wave lengths which were transmitted. By observing these changing, we can make setting to get transmission output at certain wave lengths.

Keywords : refractive indices, distance between two mirrors, number of layers, mirror

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan jaringan telekomunikasi saat ini semakin kompleks dan terintegrasi, serta mengarah kepada kebutuhan sistem komunikasi yang berkecepatan tinggi dan berkapasitas besar. Pemilihan media transmisi menjadi salah satu faktor pertimbangan yang penting dalam pembangunan suatu jaringan komunikasi. Maka dari itu, jenis media transmisi yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan sistem jaringan komunikasi yang akan dibangun agar tercapai efisiensi kerja sistem.

Media transmisi yang dikenal saat ini ada banyak macamnya, salah satunya adalah dengan media optik atau yang lebih dikenal dengan Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO). Media transmisi serat optik dikenal sebagai media transmisi yang memiliki *reliability* yang tinggi disebabkan karena ketahanannya terhadap *noise* lebih baik dibandingkan dengan media transmisi yang lain. Disamping itu serat optik juga mampu membawa informasi yang akan dikirimkan dalam jumlah yang banyak, sehingga serat optik menjadi salah satu media transmisi yang banyak digunakan saat ini.

Kinerja sistem optik yang optimal tidak terlepas dari kemampuan komponen-komponen penyusunnya. Salah satu komponen serat optik yang penting adalah filter optik yang berfungsi untuk melewatkan gelombang cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Ada banyak filter optik yang digunakan dalam SKSO satu diantaranya adalah filter *Fabry-Perot*. *Fabry-Perot* tersusun atas dua buah cermin yang saling berhadapan yang dipisahkan dengan jarak (d) tertentu. Pada prinsipnya filter ini memanfaatkan resonansi yang terjadi pada celah yang berada di antara dua cermin yang saling berhadapan dan mempunyai indeks bias tertentu untuk meloloskan cahaya dengan panjang gelombang tertentu.

Kinerja filter *Fabry-Perot* dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jarak antara dua cermin (d), indeks bias (n), dan besarnya nilai reflektansi cermin (R) yang dipengaruhi oleh jumlah pasangan *layer* penyusunnya (N). Perubahan dari keempat jenis parameter tersebut akan berpengaruh pada hasil *output* dari filter. Untuk itu, perlu dilakukan kajian untuk mengetahui karakteristik filter *Fabry-Perot* lebih jauh lagi.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan utama dalam tugas akhir ini adalah mempelajari pengaruh dari parameter-parameter dominan terhadap hasil keluaran dari filter Fabry-Perot untuk mengetahui karakteristiknya. Beberapa hal yang dianalisis dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh jumlah pasangan *layer* (N) terhadap besarnya nilai reflektansi cermin (R_1 dan R_2) dan perubahan FSR, FWHM, FR, serta grafik intensitas transmisi (T_{FPI}).
2. Menganalisis pengaruh perubahan indek bias (n) bahan yang mengisi rongga antara dua cermin terhadap besarnya nilai reflektansi cermin (R_1 dan R_2), FSR, FWHM, dan FR, serta terhadap perubahan grafik intensitas transmisi (T_{FPI}).
3. Menganalisis pengaruh jarak antara dua cermin (d) terhadap besarnya nilai reflektansi cermin (R_1 dan R_2), FSR, FWHM, dan FR, serta terhadap perubahan grafik intensitas transmisi (T_{FPI}).

1.3 Pembatasan Masalah

Agar dalam pengerjaan tugas akhir ini didapatkan hasil yang optimal, maka permasalahan yang akan dianalisis dibatasi sebagai berikut:

1. Analisis hanya melibatkan parameter indek bias (n), jarak antara cermin (d), nilai reflektansi (R), dan jumlah pasangan *layer* (N).
2. Tidak membahas faktor redaman, kecuraman, impedansi, dan ordo filter.
3. Tidak membahas proses fabrikasi filter.
4. Analisis menggunakan *software* Matlab 7.0 dengan desain GUI

1.4 Tujuan Penelitian

Penyusunan tugas akhir ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari lebih jauh karakteristik dari filter Fabry-Perot.
2. Menganalisis *output* baik sebagai hasil perhitungan maupun grafik.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir ini meliputi:

1. Bentuk penelitian
Penelitian dilakukan secara teori dan simulasi komputer..
2. Teknik pengumpulan data
Data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas akhir ini diperoleh dari studi literatur terhadap jurnal-jurnal dan teori yang mendukung.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah, tujuan penulisan, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penyelesaian masalah yang digunakan, serta sistematika penulisan yang memuat susunan penulisan tugas akhir.

BAB II Landasan Teori

Dalam bab ini dibahas tentang teori indek bias, cermin dielektrik (*multilayer thin film*), struktur periodik, filter Fabry-Perot secara umum, seta emisi spontan dan stimulan.

BAB III Filter Fabry-Perot

Bab ini membahas tentang teori filter Fabry-Perot lebih detail, gambaran konfigurasi filter untuk *single layer* dan *multilayer*, dan parameter-parameter yang mempengaruhi kinerja filter.

BAB IV Simulasi dan Analisis

Berisi tentang hasil simulasi yang dilakukan dengan komputer serta analisis terhadap hasil tersebut.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Berisi tentang kesimpulan dari hasil simulasi yang dilakukan dan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbandingan antara indeks bias bahan cermin, n_1 dan n_2 , berpengaruh pada kebutuhan akan banyaknya jumlah pasangan layer (N) yang diperlukan untuk mencapai nilai maksimum R_1 dan R_2 sebesar 0,999999. Semakin besar perbandingan antar n_1 dan n_2 maka banyaknya jumlah pasangan layer (N) yang dibutuhkan semakin sedikit.
2. Pada pasangan TiO_2 dan MgF_2 dengan menambah jumlah N dari $N=6$ menjadi $N=13$ mengakibatkan kenaikan reflektansi cermin R_1 dan R_2 dari sebesar 0,996893 menjadi 0,999999. Kenaikan nilai reflektansi menyebabkan jumlah panjang gelombang yang diloloskan menjadi sedikit dan pada kondisi R maksimum, panjang gelombang yang diloloskan hanya 1562,5 nm. Nilai FR berbanding lurus terhadap peningkatan nilai reflektansi cermin, sebaliknya nilai $FWHM$ berbanding terbalik. Nilai FSR konstan, karena FSR tidak dipengaruhi oleh perubahan N .
3. Perubahan indeks bias bahan pengisi rongga (n) dari indeks bias terkecil, bahan udara, menjadi *fused quartz* dengan indeks bias terbesar menyebabkan penurunan nilai reflektansi cermin sebesar 0,14%, serta mempengaruhi penurunan FSR dan FR sebesar 31,5%.
4. Perubahan jarak antar cermin (d) dari 150 μm menjadi 300 μm , berpengaruh pada banyaknya panjang gelombang yang ditransmisikan yaitu dari 6 menjadi 12 panjang gelombang. Disamping itu juga menyebabkan penurunan FSR sebesar 50%, sedangkan nilai FR tidak dipengaruhi oleh d .

5.2 Saran

1. Dalam pengerjaan tugas akhir ini tidak menyertakan parameter *absorption* dan suhu. Untuk selanjutnya sebaiknya kedua parameter ini disertakan dalam perhitungan.
2. Indek bias yang digunakan dalam percobaan ini masih sedikit, sehingga perlu dipertimbangkan untuk selanjutnya penggunaan indek bias yang bervariasi agar diperoleh keluaran transmisi yang lebih baik.
3. Jarak yang dipergunakan dalam percobaan ini hanya sebatas besaran mikrometer, sehingga untuk kedepannya perlu dilakukan percobaan untuk jarak yang lebih besar.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yeh, Pochi, "*Optical Waves in Layered Media*", John Wiley & Sons, Inc, United States of America, 1988.
- [2] Hecht, Eugene, "*Optics*", Addison-Wesley Publishing Company, Inc, United States of America, 1987.
- [3] Sugiharto, Aris, "*Pemrograman GUI dengan Matlab*", Andi Offset, Yogyakarta, 2006.
- [4] Abdia Away, Gunaidi, "*Matlab Programming*", Informatika, Bandung, Juni 2006.
- [5] Firmansyah, Roni, "*Analisa dan Simulasi Performansi Flattening Filter Fabry Perot*", STT Telkom, Bandung, 2006.
- [6] Duyar, Ozlem dan Durusoy, Zafer, "*Design and Preparation of Antireflection and Reflection Optical Coatings*", Turk J Phys. 28, 139-144 (2004).
- [7] Booth, Roger A dan Reinhard, Donnie K, "*Diamond Thin-Film Fabry-Perot Optical resonators*", Michigan State University, 2001.
- [8] Wyant, James C, "*Multiple Beam Interference*".
- [9] Cao, W., dkk, "*Characteristic evaluation of a near-infrared Fabry-Perot filter for the InfraRed Imaging Magnetograph (IRIM)*", New Jersey Institute and Yunnan Observatory.
- [10] Department of Physics, "*Optics (Junior Honours)*", The University of Edinburgh.
- [11] Zhang, Linda, "*Fabry Perot Etalon Fabrication Interim Project Report*", 6 Januari 2003.
- [12] Clift, D.J. dan Mallinson, S.R., "*A Miniature Fabry-Perot Interferometer with a Corrugated Silicon Diaphragm Support*", IC Sensors.
- [13] Materi Kuliah Peogram Sarjana Teknik, "*Sistem Komunikasi Serat Optik*", Universitas Jendral Soedirman.
- [14] TecOptics, "*Planar Etalon Theory*". <http://www.tecoptics.com/etalons/type.htm>.
- [15] Wikipedia, 28 Agustus 2006, "*Fabry-Perot Interferometer*". <http://en.wikipedia.org>.
- [16] Wikipedia, 1 September 2006, "*Refractive index*". <http://en.wikipedia.org>.

- [17] Prabudi, Mersagita, Oktober 1999, “*Menghubungkan Dunia: Kisah Mengenai EDFA dan WDM*”. No. 28, Tahun VI. <http://www.elektroindonesia.com>.
- [18] Materi Kuliah Instrumentasi Optik, “*Perspektif Historis, Perkembangan SKSO, dan Propagasi Cahaya*”, STT Telkom.
- [19] EE231 Lasers I, “*Optical Filters*”.

