

ANALISIS KINERJA SISTEM FORMAT MODULASI OPTIK PADA SISTEM LIGHTWAVE BERKECEPATAN TINGGI ANALYSIS PERFORMANCE SYSTEM OPTICAL MODULATION FORMAT IN HIGH SPEED LIGHTWAVE SYSTEM

Susetyo Alim Fauzi^{1, -2}

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Peningkatan kualitas kehidupan sebagai efek dari pertumbuhan teknologi yang demikian pesatnya memicu permintaan akan layanan informasi dengan tingkat dan ragam layanan yang semakin canggih dan kompleks. Untuk memenuhi tuntutan tersebut, dibutuhkan sistem transmisi yang memiliki kapasitas dan tingkat kehandalan yang tinggi. Untuk keperluan itu, fiber optik menjadi salah satu pilihan karena memiliki sejumlah keunggulan. Namun di dalam penerapannya, fiber optik banyak mengalami pelemahan-pelemahan sehingga dibutuhkan suatu metode transmisi yang handal dan optimal, yang mampu mengirimkan informasi dengan kecepatan tinggi, kapasitas tinggi, aman, dan mampu memberikan pelayanan yang lebih baik. Untuk menghasilkan suatu sistem yang optimal diperlukan suatu format modulasi yang toleran terhadap efek linier maupun nonlinier sehingga menghasilkan nilai BER yang rendah. Format modulasi yang sekarang sering digunakan dalam sistem optik yaitu NRZ (Non-Return-to-Zero), dianggap kurang toleran terhadap efek-efek yang ada dalam fiber optik, sehingga dibutuhkan suatu format modulasi baru yang mampu menanggulangi masalah ini.

Pada Tugas Akhir ini dibahas kinerja suatu format modulasi yaitu Non-Return-to-Zero(NRZ), Return-to-Zero (RZ), dan Carrier-Suppressed Return-to-Zero (CS-RZ) di dalam sistem komunikasi optik. Selanjutnya, masing-masing format modulasi dianalisis dan dibandingkan kinerjanya (dalam hal nilai BER). Dari analisis tersebut diharapkan, dihasilkan suatu format modulasi yang mampu menghasilkan kinerja yang lebih handal untuk mengantisipasi lonjakan kebutuhan akan kualitas suatu sistem telekomunikasi.

Kata Kunci : Format modulasi, Bit Error Rate

Abstract

Nowadays, increment of life quality, as an effect of massive technology growth, has triggered demand of information service with more complex and sophisticated kind and level of service. In order to fulfill those demands, high reliability and high capacity transmission system is needed. Referring those needs, optical fiber became a selection because it has some excesses. But, in the implementation, optical fiber run through attenuations until some optimum and robust transmission method, which could send information with high speed, high capacity, secure and could give better services is needed.

Aim to produce some optimum system, some linier or non-linier effect tolerant modulation format is necessary with the result of low BER value. NRZ (Non-Return-to-Zero), the nowadays often used modulation format is considered less tolerance to effects inside of optical fiber, so the need of some new modulation format that could overcome this problem is urgent.

Together with this Final Task, some modulation formats performances inside of optical communication system will be discussed, those are Non-Return-to-Zero(NRZ), Return-to-Zero (RZ) and Carrier-Suppressed Return-to-Zero (CS-RZ). After that, each modulation format performance (in this case it's BER value) will be analyzed and compared. Some modulation format which can show better performance for anticipating the necessity leap of some telecommunication system quality is expected to be seen from the result of that analysis.

Keywords : Modulation format, Bit Error Rate

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem *Lightwave* atau sering disebut sistem optik merupakan suatu sistem yang menggunakan gelombang cahaya sebagai metode komunikasi untuk menyalurkan suatu informasi dari sumber informasi melalui media transmisi ke suatu tujuan tertentu. Fiber optik merupakan salah satu jenis media transmisi yang pada dewasa ini telah menjadi alternatif utama dalam sistem komunikasi karena kemampuannya untuk menyalurkan informasi dengan kapasitas besar dan dengan kecepatan yang sangat tinggi. Dengan *bandwidth* transmisi yang besar, fiber optik sangat tepat digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan akan berbagai layanan informasi yang kian beragam dan kompleks.

Kebutuhan teknologi akan kapasitas yang besar dapat dikatakan sedikit dapat teratasi dengan penerapan fiber optik dalam sistem komunikasi. Tetapi perlu diketahui bahwa sensitivitas yang tinggi suatu fiber optik merupakan kendala utama dalam menghasilkan suatu sistem optik yang optimal. Untuk menghasilkan suatu sistem yang optimal diperlukan suatu format modulasi yang toleran terhadap efek *linier* maupun *nonlinier*. Format modulasi yang sekarang sering digunakan dalam sistem optik yaitu NRZ (*Non Return to Zero*), dianggap kurang toleran terhadap efek-efek yang ada dalam fiber optik, sehingga dibutuhkan suatu format modulasi baru yang mampu menanggulangi masalah ini.

Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini dibahas mengenai analisis kinerja dari suatu format modulasi pada sistem *Lightwave*, dalam hal nilai BER (*bit error rate*). Format modulasi yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah RZ (*Return to Zero*) dan CS-RZ (*Carrier Suppressed-Return to Zero*) yang nantinya akan dibandingkan dengan format modulasi yang sering digunakan yaitu NRZ. Dari perbandingan itu diharapkan akan dihasilkan suatu format yang lebih toleran terhadap efek-efek yang ada sehingga optimalisasi sistem akan terwujud.

1.2 Rumusan Masalah

Efek-efek pelemahan yang timbul pada suatu sistem optik menjadi suatu hambatan yang tidak dapat dihilangkan. Efek ini mengakibatkan penurunan kualitas sinyal yang diterima oleh *receiver*. Untuk mengatasi masalah ini dibutuhkan suatu format modulasi yang lebih toleran terhadap segala bentuk pelemahan. Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini dibahas beberapa hal sebagai berikut :

1. Analisis modulator Mach Zehnder di mana akan diketahui bagaimana keluaran dari modulator ini yang menghasilkan suatu format modulasi baru yaitu CS-RZ, RZ, dan NRZ yang berasal dari suatu masukan sinyal elektrik dan sinyal kontinu yang merupakan keluaran dari laser dioda.
2. Analisis transmisi meliputi :
 - a. Analisis *link power budget*, untuk mengetahui jumlah *repeater* yang diperlukan di dalam transmisi optik, dan besar *loss* yang timbul di dalam fiber optik.
 - b. Analisis *repeater*
Dalam hal ini dianalisis daya sinyal keluaran *repeater* setelah mengalami penguatan dan juga *noise* yang ada di dalam *repeater* tersebut.
3. Analisis *receiver*
Analisis ini meliputi analisis terhadap daya sinyal keluaran dari *receiver* setelah mengalami redaman yang diakibatkan oleh fiber optik dan juga *repeater*, analisis terhadap nilai BER (*bit error rate*).
4. Perbandingan antara format modulasi RZ dan CS-RZ dengan format lama yaitu NRZ dalam hal nilai BER (*bit error rate*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan dari Tugas Akhir ini adalah menganalisis kinerja suatu format modulasi di dalam sistem optik yaitu nilai BER (*bit error rate*). Analisis ini diharapkan menghasilkan suatu format modulasi yang memiliki nilai BER rendah sehingga dapat mengatasi lonjakan kualitas suatu sistem.

1.4 Batasan Masalah

Agar dalam pengerjaan ini didapatkan hasil yang optimal, maka masalah dibatasi sebagai berikut :

- Fiber optik yang digunakan adalah fiber optik *single mode* jenis NZDSF (*Non-Zero-Dispersion Shifted Fiber*) dengan redaman fiber sebesar 0,23 dB/km.
- Efek linier yang dibahas adalah dispersi kromatik dan redaman optik.
- Format modulasi yang digunakan adalah NRZ (*Non Return to Zero*), RZ (*Return to Zero*), dan CS-RZ (*Carrier Suppressed-RZ*).
- Modulasi yang digunakan adalah modulasi BPSK (*Binary Phase Shift Keying*).
- *Bit rate* yang digunakan sebesar 2,5 Gbps.
- Panjang transmisi 400 km.
- Panjang gelombang yang digunakan adalah 1550 nm.
- Sistem menggunakan penguat optik EDFA sebagai *repeater* tanpa membahas bagaimana cara membuat karakteristik perangkat tersebut secara mendalam.
- Modulator *opto-electro* yang digunakan adalah modulator Mach Zehnder.
- Model sistem disimulasikan dengan Matlab 7 yang berbasis pemrograman *m-file*.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang dipakai dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Melakukan studi kepustakaan dengan mengacu kepada teori-teori yang ada.
2. Mempelajari struktur sistem optik.
3. Mempelajari tentang modulator Mach Zehnder.
4. Melakukan percobaan dengan simulasi software Matlab.
5. Mengolah dan menganalisis data.
6. Penggunaan Matlab untuk menampilkan grafik analisis.
7. Konsultasi dan diskusi dengan dosen, pembimbing akademis, dan pihak-pihak yang berkompeten.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab bahasan, ditambah dengan lampiran dan daftar isi yang diperlukan. Penjelasan masing-masing bab adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan,

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang teori dasar dari sistem optik, teori tentang fiber optik jenis *single mode*, teori tentang efek linier, teori modulasi cahaya, teori interferometer, dan juga teori fotodetektor.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi tentang skema perancangan sistem untuk mengukur kinerja format modulasi pada sistem optik.. .

BAB IV HASIL PERANCANGAN

Bab ini berisi tentang analisis terhadap hasil simulasi dan analisis terhadap kinerja sistem yang meliputi analisis nilai BER(*bit error rate*) dan juga analisis *link power budget* dan *rise time budget*

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari Tugas Akhir dan saran untuk pengembangan berikutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Format NRZ memiliki level daya yang paling rendah dibandingkan dua format lainnya yaitu RZ dan CS-RZ.
2. Nilai tegangan bias modulator Mach Zehnder berpengaruh sangat besar terhadap level daya yang dihasilkan di mana semakin besar tegangan biasnya, semakin besar pula level daya yang dihasilkan.
3. Untuk mencapai BER yang sama, format NRZ membutuhkan perangkat fotodetektor yang lebih sensitif dibandingkan dengan format RZ.
4. Semakin tinggi sensitivitas suatu perangkat fotodetektor maka semakin kecil nilai *probability error*-nya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi sensitivitas maka tentunya akan semakin besar jumlah pasangan elektron-hole yang masuk ke fotodetektor.
5. Dari ketiga format modulasi yang digunakan, format modulasi CS-RZ menghasilkan *photocurrent* yang paling besar. Hal ini karena level daya format CS-RZ lebih tinggi dibandingkan format NRZ maupun RZ.
6. Format CS-RZ memiliki nilai BER yang paling rendah dibandingkan format NRZ maupun RZ karena nilai *noise* untuk format CS-RZ jauh lebih rendah dibandingkan nilai *photocurrent* yang dihasilkan.
7. Format CS-RZ memiliki kinerja yang lebih baik (dalam hal nilai BER) dibandingkan format NRZ dan RZ.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Untuk mendapatkan kinerja yang lebih baik, dapat digunakan teknik modulasi lainnya, misal dengan menggunakan teknik modulasi *Differential Phase Shift Keying* (DPSK) atau *Polarization Shift Keying* (PLSK).

2. Peng-aplikasi-an modulator Mach Zehnder untuk sistem DWDM.
3. Penggunaan format modulasi CS-RZ untuk sistem DWDM dan *bit rate* yang lebih tinggi, misal 40 Gbps.



DAFTAR PUSTAKA

[1].	Agrawal, G., P., "Optical Communication Systems," Institute of Optics University of Rochester, New York, United States, 2003.
[2].	Gde Agung, I., G., N., "Perencanaan SKKL Serat Optik Link Jawa-Bali-Mataram dengan Teknologi DWDM Untuk Mengakomodasi Kebutuhan Kanal Sampai Tahun 20011. TA STTTELKOM. Bandung, 2005.
[3].	Hecht, E., "Optics," Addison-Wesley Publishing Inc., Second Edition, New York, USA, 1987.
[4].	Ho, K., P., "Spectrum of Externally Modulated Optical Signals," Institute of Communication Engineering National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 2004.
[5].	Huang, R., "Simulation and Experimental Study of SCM/WDM Optical Systems," Beijing University, 2001.
[6].	Kahn, J., M., dan Ip., Ezra, "Power Spectra of Return-to-Zero Optical Signals," Department of Electrical Engineering, Stanford University, Stanford, USA, 2004.
[7].	Kahn, J., M., "Modulation and Detection Techniques for Optical Communication Systems," Department of Electrical Engineering, Stanford University, Stanford, USA, 2005.
[8].	Kahn, J., M., "Handouts: Introduction to Optical Fiber Communication," Stanford University, Stanford, USA, 2006.
[9].	Karasek, M., "Optimization of NRZ data transmission at 10 Gb/s over G.652 without In-Line EDFA's," Institute of Radio Engineering and Electronics, Czech Technical University, Prague, Rep. Czech, 2004.
[10].	Kashima, N., "Optical Transmission for the Subscriber Loop," Artech House Inc., Norwood, MA, 1993.
[11].	Lenge, J., "Photoss Component Manual," Version 3.2, 2005.
[12].	MATLAB: "Signal Processing Toolbox User's Guide," The Math Works Inc., 1996.

[13].	Nguyen Binh, Le and C. Zsiofia," <i>Double Sideband Carrier Suppressed RZ and NRZ Modulation Formats for Ultra-High Capacity 40 Gb/s Optical Communications Systems</i> ," Department of Electrical and Computer Systems Engineering, Monash University, Australia, 2003.
[14].	Nguyen Binh, Le., P. Bunty, dan Shih Lan, L.," <i>Vestigial Sideband (VSB) Modulation Formats for Ultra-High Capacity 40 Gb/s Optical Communications Systems</i> ," Department of Electrical and Computer Systems Engineering, Monash University, Australia, 2003.
[15].	Palais, J., C.," <i>Fiber Optic Communications</i> ," Prentice Hall International Inc., Second Edition, New Jersey, USA, 1988.
[16].	Peucheret, C.," <i>Exploring Mach Zehnder Modulator</i> ," <i>Three Week Course Proposal</i> ,2003.
[17].	Power, J.," <i>An Introduction to:Fiber Optic Systems</i> ," Mc.Graw-Hill Inc., Second Edition, USA, 1999.
[18].	Staggs, E., Rousselle, S., dan Wu, D.," <i>Delivering 40 Gb/s Optical Communication System</i> ,"2000.
[19].	Selvarajan, K., Kar, S., dan Srinivas, T.," <i>Optical Fiber Communication:Principles and Systems</i> ," Mc.Graw-Hill Inc., International Edition, USA, 2002.
[20].	Zhang, S.," <i>Advanced Optical Modulation Formats in High Speed Lightwave System</i> ," The University of Kansas, 2005.