ANALISIS FORMAT MODULASI NRZ DAN RZ DQPSK PADA SISTEM KOMUNIKASI OPTIK 40 G DWDM MULTIKANAL

Condro Aji Prakoso[1], Akhmad Hambali[2], Dharu Arseno[3]

[1]Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Sistem komunikasi optik 40Gbit merupakan kelanjutan dari teknologi sebelumnya yakni 2Gbit dan 10Gbit,tetapi dengan perkembangan jaringan yang semakin cepat tentu dibutuhkan kemampuan teknologi transmisi yang mendukung hal tersebut.Menciptakan sistem dengan data rate yang bertambah tetapi dengan tetap mempertahankan konsistensi kualitas yang kita sebut disini BER dan sensitivitas SNR yang juga akan semakin besar merupakan tantangan teknologi yang akan dihadapi.Hal tersebut akan mempengaruhi beberapa karakteristik alami sistem optik seperti efek ketidak-linier an ssstem yang meliputi dispersi kromatik (Chromatic Dispertion) dan mode dispersi polarisasi (Polarization Dispertion Mode).Kedua hal tersebut merupakan aspek yang harus diperhatikan dalam menjaga konsistensi kualitas sistem komunikasi optik sendiri.Dari sinilah timbul beberapa format modulasi pada transmiter optik yang dapat mendukung keterbatasan dan perbaikan dalam hal peningkatan efisiensi bandwith,kualitas sinyal optik serta kapasitas jaringan optik

Format modulasi optik yang mendukung 40G DWDM sendiri bermacam-macam seperti RZ dan NRZ menggunakan DPSK ,DQPSK, dan kombinasi keduanya yakni DP-QPSK.Format modulasi tersebut tentu mempunyai karakterisik masing-masing.Dalam penelitian ini akan digunakan format modulasi yang juga dapat bekerja dan kompatibel dengan teknologi DWDM 10G dan 2G,sehingga jaringan akan dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas masing-masing pada titik-titik distribusi node tertentu.

Hasil keluaran dari penelitian ini adalah melihat bagaimana suatu format modulasi yang digunakan yakni RZ dan NRZ-DQPSK mempengaruhi kinerja sistem,mempengaruhi kualitas sinyal optik yang terdiri dari beberapa parameter seperti besar-kecilnya sensitivitas OSNR (Optical Signal to Noise Ratio) ,toleransi Dispersi kromatik instrinstik sistem,toleransi mode dispersi polarisasi dan penghematan spektral sinyal optik yang dapat ditekan sehingga keseluruhan parameter tersebut mendukung sistem transmisi optik yang optimal.

Kata Kunci : 40G-DWDM,Dispersi Kromatik,Mode Dispersi Polarisasi,Format NRZ-RZ ,DQPSK

Abstract

Optical communication system 40Gbit is a continuation of previous technology i.e. 2Gbit and 10Gbit, but with the increasingly rapid development of technological capabilities required to support the transmission.Creating a system with data rate increases but still maintaining the consistency of the quality we call here BER with sensitivity and SNR who will also be the bigger challenge is the technology that will be faced.That things will affect some of the natural characteristics of the optical system, such as the effect of an system which includes linear dispersion of chromatic (Chromatic Dispertion) and polarization mode dispersion (Dispertion Polarization Mode). Second it is an aspect that must be considered in maintaining the consistency of the quality of the optical communication system.From this arose a few optical modulation formats on a transmitter that can support limitations and improvements in terms of increased bandwidth efficiency, quality of the optical signal and optical network capacity.

Optical modulation formats that supports 40 Gb DWDM own assortment like RZ and NRZ, DPSK using DQPSK, and combination of both the DP-QPSK modulation.The modulation format certainly has characteristic.In this study will use a modulation format that can also works and compatible with 2 G and 10 G DWDM technology, so the network will be able to work according to the needs and capacity of each on the distribution points node.

The output of this research is looking at how a modulation format used the RZ and NRZ-DQPSK affects system performance, affect the quality of the optical signal is composed of several parameters such as sensitivity OSNR (Optical Signal to Noise Ratio), Chromatic Dispersion tolerance of instrinstik systems, polarization mode dispersion tolerance and spectral optical signal that savings can be suppressed so that overall the parameter supports optimal optical transmission system.

Keywords : DWDM, Dispersion-Chromatic, Polarization Mode Dispersion, NRZ-RZ Format, DQPSK

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini perkembangan teknologi transmisi komunikasi dengan media serat optik cukup maju baik sebagai *backbone* (inti) jaringan maupun pada jaringan akses.Informasi yang melalui serat optik dinilai lebih cepat daripada menggunakan kabel tembaga ataupun menggunakan media udara (*wireless*).Faktor kecepatan inilah yang mendorong berkembangnya teknologi optik sehingga teknologi ini dapat terus mengalami inovasi-inovasi yang semakin canggih dalam hal kecepatan,kualitas,dan kapasitas akan suatu informasi yang trafik penggunanya semakin padat.

Salah satu solusi dari permasalahan menghadapi kebutuhan akan kecepatan tersebut adalah dengan menggunakan teknologi 40G-DWDM yakni menggunakan data rate 40Gbps dalam jaringan inti (*core network*) dan dapat kompatibel dengan rate di bawahnya yakni 10Gbps dan 2Gbps dalam lingkup distribusi saluran yang sesuai.40G dinilai sangat mendukung untuk aplikasi teknologi komunikasi saat ini seperti layanan *video-call*,IPTv,*Video-Live streaming,Live stream Conference* dan lain-lain yang membutuhkan realibilitas kecepatan data yang tinggi.Untuk masalah penghematan kapasitas terkait keterbatasan dan efisiensi saluran transmisi kabel optik digunakan teknologi DWDM yang merupakan varian dari keluarga WDM (*Wavelength Division Multiplexing*). WDM disempurnakan menjadi DWDM (*Dense WavelengthDivision Multiplexing)*, dimana lebih banyak lebih dari 40 kanal panjang gelombang tertentu yang dapat ditransmisikan dengan lebar kanal dan jarak antar kanal yang lebih kecil. Teknik ini memungkinkan penyediaan layanan berbagai bentuk informasi seperti misalnya e-mail, video, multimedia, data dan suara yang dapat dilakukan dalam satu jaringan optik, sehingga format yang digunakan untuk membawa berbagai bentuk informasi ini dapat dibawa melalui *optical layer*. (Trischitta P,R., 1998: 63) Teknik DWDM juga digunakan pada jaringan komunikasi jarak jauh yang memiliki karakteristik *ultra high bandwidth* (sampai dengan THz) dan *ultra high speed*. Dengan adanya komunikasi teknologi dibidang laser dan perangkat optoelektronik telah didisain sebuah perangkat DWDM.

Dengan kecepatan transmisi dan penghematan jarak kanal (*Channel Spacing*) yang bertambah, maka peluang kemungkinan suatu informasi mengalami penurunan kualitas (*Signal Degradation*) juga akan semakin bertambah.Parameter penurunan kualitas yang dimaksud disini adalah *Interchannel*

Interference sebagai akibat dari penyempitan kanal,dispersi kromatik instrinsik fiber optik, pengaruh oleh mode dispersi polarisasi dan lain-lain.Salah satu solusi untuk menekan masalah penurunan kualitas sinyal optik tersebut ialah kita harus menggunakam format modulasi yang sesuai dengan kebutuhan.Ada beberapa karakteristik format modulasi optik yang sesuai dengan teknologi 40G ini seperti NRZ (*Non Return Zero*),CS-RZ (*Carrier Supressed Return Zero*), dengan line coding seperti DPSK (*Differential Phase Shift Keying*),DQPSK (*Differential Quaternary Phase Shift Keying*),PSBT (Phase Shaped Binary Transmission),*coherent Polarization-Multiplexed Quaternary Phase-Shift Keying* (PM-QPSK).

Dalam penelitian ini akan digunakan format modulasi DQPSK karena sesuai dengan karakteristik yang diperlukan untuk menunjang teknologi 40G-DWDM.Adapun sifat modulasi DQPSK adalah dapat bekerja pada spasi kanal 50 GHZ yang mana merupakan standart *channel spacing* pada DWDM yang direkomendasikan oleh ITU.Sifat modulasi DQPSK mempunyai toleransi *Polarization Mode Dispertion* yang tinggi sehingga dapt digunakan pada fiber optik eksisting yang telah tua sehingga menurut hemat saya tidak perlu mengganti fiber baru untik teknologi ini.DQPSK juga dapat kompatibel dengan jaringan optik 10G dan 2G yang merupakan jaringan eksisting yang telah banyak digelar khususnya di kota-kota besar Indonesia.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1.Melihat pengaruh dari pembentukan format modulasi DQPSK terhadap adanya multikanal pada DWDM.

2. Melihat bentuk keluaran optoelektro Mach Zender modulator untuk setiap *line coding*

3.Melihat daya keluaran dari Mach Zender

4.Melihat dan menganalisa pengaruh *line coding* RZ danNRZ-DQPSK dibandingkan dengan format modulasi DPSK dengan BER sebagai acuan.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui perbedaan penggunaan *Line coding* RZ dan NRZ dengan menggunakan format modulasi DQPSK pada sistem optik DWDM yang dilihat dari tingkat nilai BER.
2. Mengetahui kebutuhan daya untuk sistem DWDM
3. Mengetahui jarak maksimal yang dapat ditransmisikan untuk setiap *line coding* RZ dan NRZ

1.4 BATASAN MASALAH

1. Sistem optik yang digunakan adalah DWDM.
2. Keluaran sistem yang dibahas adalah keluaran dari Mach-Zender modulator .
3. Analisa yang diamati adalah analisa nilai BER sinyal keluaran dari receiver.
4. Panjang gelombang yang digunakan adalah berkisar (1546-1559) nm.
5. *Bitrate* yang diuji adalah 40Gbps,10Gbps,5Gbps,dan 2.5Gbps
6. Fiber optik yang digunakan adalah *single mode*.

1.5 METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH

Metode yang dilakukan pada penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

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

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, maksud dan tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan, dan hipotesis pada Tugas Akhir ini.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini dijelaskan teori-teori dasar dari sistem komunikasi optik, karakteristik fiber optik *single mode*,*Line coding* serta format modulasi yang digunakan

BAB III PEMODELAN SISTEM

Bab ini berisi tentang skema analisa sistem, untuk mengukur kinerja format modulasi pada sistem optik DWDM

BAB IV ANALISIS

Bab ini berisi tentang analisis terhadap hasil kinerja sistem yang meliputi analisis keluaran dari modulator *Mach-Zender*,power link budget, risetime budget,serta nilai BER (*bit error rate*).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1.Dengan melihat gambar keluaran Mach-Zender,dari perbandingan level daya dapat diambil point bahwa dengan menggunakan *line code Return Zero* (RZ) didapatkan daya yang lebih besar daripada *Non-Return Zero* (NRZ).

2.Dengan analisa *rise time budget* didapatkan *point* bahwa *line code* RZ tidak dapat berjalan dengan baik jika menggunakan *bit rate* 40Gbps.RZ baru dapat berjalan baik jika menggunakan *bit rate* 25 Gbps dengan panjang *link* maksimal 91 km.

3.Dengan perhitungan *power link budget* didapatkan daya yang keluar dari Mach-Zender sebesar 1.1299645 dBm mengakibatkan keterbatasan jarak transmisi maksimal 25 km.

4.Dengan menggunakan *line code* NRZ pada *bit rate* 40Gbps diperlukan *power* mencapai 8.5 dBm untuk memenuhi syarat kelayakan komunikasi serat optik (yaitu jika BER sistem dibawah 10^{-9}).

5.Penggunaan sistem DWDM mempengaruhi nilai daya keluaran dari Mach-Zender karena terdapat rugi-rugi pada sisi coupler dan splitter.

6.Bit rate sebesar 40Gbps dapat dijalankan dengan menggunakan format modulasi NRZ DQPSK dengan *Noise Figure* 3 dB dan *gain* APD 2 dB.Menghasilkan BER 3.41 x 10^{-9} yang mana telah mencukupi batas toleransi sistem komunikasi optik.

5.2 SARAN

Penulis merekomendasikan saran untuk penelitian selanjutnya meliputi:

1.Menampilkan pengaruh dari spasi kanal DWDM yang nantinya akan mempengaruhi BER sistem.

2.Sistem yang sudah diuji ini agar dapat diterapkan dengan teknologi yang membutuhkan bit rate tinggi seperti *Video Call,Live-stream Conference*,IPTv,dll.

3.Sistem dengan *bit rate* 40G ini agar dapat di integrasikan dengan variasi *bit rate* dibawahnya yakni 2Gbps dan 10Gbps dengan menggunakan sistem SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*).

4.Menggunakan sistem *error corection* pada bagian *receiver* untuk perbaikan BER sistem.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Muhammad Haris.August 2008.*Advance Modulation Format for High-Bit-Rate Optical Network*.(Doctoral Disertation).Georgia Institute of Technology.

[2] Lian Zhao,Hari Shankar,Ariel Nachum.*40G QPSK and DQPSK Modulation.*Inphi Corporation.

[3] Sen Zhang.*Advanced Optical Modulation Format in High Speed Light-Wave System.*(PhD Thesis).University of Kansas.

[4] Govind Agrawal.(2007).*Fiber Optic Communication System.*John Willey & Son.Inc.

[5] Optical Society of America.(2002).Fiber Optic Handbook:*Fiber,Device,and System for Optical Communication*.McGraw-Hill TELECOM.

[6] Gerd Keiser (2010). *Optical Fiber Communications:Third Edition*. McGraw-Hill Higher Education.

[8] Zaenol Rachman,A "Analisa Perbandingan Sistem Format Modulasi Optik NRZ-DPSK & RZ-DPSK Terhadap NRZ-OOK Pada Sistem Ligthwave Berkecepatan Tinggi" TA. IT Telkom. Bandung, 2009

[9] Agus Salim, D , " Perencanaan Jaringan Serat Optik DWDM PT Bakrie Tbk,*link* Bogor-Bandung", TA FT.UI. Depok, 2008

[10] Selvarajan, A., "Optical Fiber Communication Principles and Systems", Mc.Graw - Hill, Comp., International edition, Singapore, 2002