

ANALISA PENGGUNAAN TEKNIK SCM PADA SERAT MULTIMODE

Rosza Madina¹, Sugito², Bambang Setia Nugroho³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Sampai sekarang ini, data rate yang digunakan untuk LAN (Local Area Network) naik terus-menerus hingga mencapai angka 1 GHz, dan satu-satunya medium yang dapat menyalurkan data rate yang tinggi dengan redaman yang kecil adalah serat optik. Serat optik yang sering digunakan pada LAN adalah jenis multimode, akan tetapi serat ini mempunyai bandwidth-distance product kurang dari 500 MHz-km. Salah satu cara untuk menaikkan bandwidth-distance product adalah dengan menggunakan teknik SCM (Subcarrier Multiplexing), karena mengganti jenis serat multimode dengan singlemode membutuhkan biaya yang mahal.

SCM adalah sebuah teknik yang dapat memodulasikan sinyal data dengan frekuensi rendah ke frekuensi carrier yang lebih tinggi. Untuk mendapatkan efisien bandwidth, beberapa subcarrier frekuensi tinggi di-multipleks-kan sebelum dimodulasikan ke frekuensi optik. Teknik ini dapat membuat serat multimode mampu menyalurkan data rate yang lebih tinggi dengan kualitas yang baik.

Untuk mengetahui seberapa jauh teknik ini dapat memperbaiki performansi serat multimode, maka dilakukan analisa dan simulasi untuk berbagai jumlah subcarrier dengan parameter yang digunakan, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap BER dan daya terima. Pada simulasi dilakukan beberapa tipe sistem untuk menaikkan performansi pada transmisi dengan bit rate tinggi pada serat multimode. Modifikasi yang digunakan adalah format modulasi, nilai OMI (Optical Modulation Index), penggunaan carrier suppressing, dan perbedaan jarak antar kanal. Simulasi ini dilakukan dengan software Matlab 7.1.3.

Performansi dari sistem SCM pada serat multimode akan turun secara signifikan jika ada beberapa subcarrier yang terletak pada deep nulls dari serat. Terlihat bahwa sinyal dengan bit rate 2.5 Gbps dapat di-transmisikan sampai sejauh 5 km dengan 20 subcarrier.

Kata Kunci : SCM (Subcarrier Multiplexing), serat multimode.

Telkom
University

Abstract

Nowadays, the data rate that required for local area networks has increased dramatically to over 1 Gbps. The only medium which can support such high data rate with small attenuation is the optical fiber. However, optical fibers that are available in most LAN links are multimode fibers, which normally have a base band bandwidth-distance product less than 500 MHz-km. SCM (Subcarrier Multiplexing) is the alternative way to increasing bandwidth distance product in multimode fiber optic, since replacing the multimode fiber with a single mode fiber is generally too expensive.

SCM is a scheme that can modulate signal from low frequency into higher frequency. To get bandwidth efficiency, some high frequency sub-carriers are multiplexed in the RF domain and transmitted by a single wavelength. This technique make multimode fiber can transmit higher data rate with good quality.

For knowing how far this technique can improve the performance of multimode fiber, then on this final assignment is analyzed and simulated some number of sub-carriers with used parameters so it can be known the effect of number of sub-carriers at BER to power receive. This is followed by a discussion of subcarrier multiplexing (SCM) and types of system modifications for improving the performance of high bit-rate transmission on multimode fiber. The modification that is used is the different modulation format, the value optical modulation index, the use of carrier suppression, and the spacing between two adjustment channels. This simulation is made in Matlab 7.1.3.

The performance of the SCM multimode fiber system is presented, and the performance of the SCM system is significantly degraded if there are some sub-carriers located at the deep nulls of the fiber. It is shown that a signal with a bit rate of 2.5 Gbps can be transmitted over a distance up to 5 km with 20 sub-carriers.

Keywords : SCM (Subcarrier Multiplexing), multimode fiber.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sampai sekarang ini, *data rate* yang digunakan untuk LAN (*Local Area Network*) naik terus-menerus hingga mencapai angka 1 GHz, dan satu-satunya medium yang dapat mendukung *data rate* yang tinggi dengan redaman yang kecil adalah serat optik. Serat optik yang sering digunakan pada gedung-gedung atau LAN adalah jenis *multimode*, yang mempunyai *bandwidth-distance product* kurang dari 500 MHz-km. Jika *data rate*-nya 2.5 Gbps, data hanya bisa ditransmisikan kurang dari 200 m, dimana jarak ini terlalu pendek untuk beberapa aplikasi. Salah satu cara untuk menaikkan *bandwidth-distance product* adalah dengan mengganti jenis serat *multimode* dengan *singlemode*, akan tetapi cara ini sangat mahal. Kemudian muncul teknik multipleksing baru, yaitu SCM (*Subcarrier Multiplexing*) yang digunakan pada serat *multimode* ini sehingga dapat menampung *data rate* yang tinggi.

SCM adalah sebuah teknik yang dapat memodulasikan sinyal data dengan frekuensi rendah ke frekuensi *carrier* yang lebih tinggi. Untuk mendapatkan efisien *bandwidth*, beberapa *subcarrier* frekuensi tinggi di-multipleks-kan sebelum dimodulasikan ke frekuensi optik. *Subcarrier multiplexing* pada satu kanal, selanjutnya dapat meningkatkan *bandwidth* sistem. Teknik ini juga dapat meningkatkan performansi dari serat *multimode*, seperti berkurangnya efek dispersi dalam transmisinya, mengingat parameter dispersi tergantung pada kecepatan tiap kanalnya, dengan menggunakan SCM, *data rate* tiap kanal menjadi lebih rendah, dan hal ini akan memperkecil besarnya dispersi.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah mampu menganalisa pengaruh penggunaan teknik SCM pada serat *multimode* dengan melihat hasil simulasi BER terhadap Prx.

BAB I Pendahuluan

1.3 Perumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini akan membahas beberapa permasalahan antara lain:

1. Pemodelan sistem SCM pada serat *multimode*
2. Bagaimana pengaruh SCM terhadap serat *multimode*
 - Pengaruhnya jumlah *subcarrier* terhadap BER dan P_{rx}
 - Pengaruh letak *subcarrier* terhadap BER sistem
 - Pengaruhnya terhadap OMI (*Optical Modulation Index*)
 - Pengaruhnya penggunaan *carrier suppressing* pada sensitivitas penerima
 - Pengaruh terhadap besarnya *bit rate* maksimum pada serat
3. Apa yang dapat disimpulkan dari analisa hasil simulasi yang dilakukan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam implementasi, tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal:

1. Jenis serat yang digunakan adalah *multimode* sesuai dengan standart CCITT G.651, dengan panjang serat adalah 5.2 km.
2. Mode yang digunakan dalam serat hanya 100 mode.
3. Sistem menggunakan penguat raman sebagai penguat tanpa membahas bagaimana cara membuat karakteristik perangkat tersebut secara mendalam.
4. Format modulasi optiknya menggunakan OSSB (*Optikal Single Side Band*).
5. Parameter yang dideteksi adalah BER dan P_{rx} , OMI, sensitivitas penerima, dan *bit rate* total yang bisa dilewatkan dari sistem.
6. *Software* yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah Matlab 7.1.3

1.5 Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah:

1. Studi literatur

Studi literatur ini dimaksudkan untuk mempelajari konsep dan teori-teori yang dapat mendukung proses perancangan system.

BAB I Pendahuluan

2. Perancangan dan realisasi

Meliputi aplikasi dari konsep dan teori yang telah diperoleh. Menentukan permodelan sistem dan parameter-parameter yang digunakan untuk simulasi sehingga menghasilkan data-data pendukung penelitian.

3. Pengujian dan analisis hasil perancangan

Melakukan simulasi sistem yang telah dirancang sebelumnya, sehingga didapatkan grafik-grafik dan data-data yang merepresentasikan kinerja dari sistem tersebut, kemudian menganalisa hasilnya.

4. Diskusi dengan dosen, dan pihak-pihak yang kompeten

Melakukan diskusi dengan dosen pembimbing dan dosen-dosen lain yang berkompoten untuk menguji kebenaran parameter yang ditetapkan maupun pendefinisian masalah.

5. Penyusunan laporan

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan yang akan digunakan dalam Tugas Akhir ini meliputi :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, metodologi penyelesaian masalah dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI (Sistem SCM pada serat *multimode*)

Berisi tentang teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini, yaitu teori tentang sistem SCM, serat *multimode* sebagai media transmisi dengan *bit rate* tinggi, dispersi dan *noise* pada sistem komunikasi serat optik, penguat raman, dan kapasitas sistem SCM pada serat *multimode*.

BAB I Pendahuluan

BAB III PEMODELAN SISTEM DAN SIMULASI

Berisi tentang sistem kerja SCM pada serat *multimode*, pembahasan parameter-parameter yang digunakan, dan mencatat hasil output dari sistem tersebut.

BAB IV ANALISA HASIL SIMULASI

Berisi tentang tingkat akurasi dan analisa terhadap hasil yang diperoleh dari tahap perancangan sistem dan simulasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini diuraikan beberapa kesimpulan yang didapat berdasarkan analisa penggunaan teknik SCM pada serat *multimode* dengan beberapa jumlah *subcarrier*, dan saran mengenai masalah yang dibahas sebagai kelanjutan tugas akhir ini.

5.1 Kesimpulan

Dari simulasi dan analisa yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari ketiga format modulasi yang dilakukan pada sistem, format modulasi yang terbaik adalah BPSK dengan sensitifitas penerima paling tinggi jika dibandingkan dengan format modulasi QPSK dan ASK.
2. Penggunaan carrier suppressing dapat memperbaiki sensitifitas penerima. Dengan menggunakan *ratio power suppress* 0.5, kenaikan sensitifitas penerima yang dihasilkan adalah 3.01 dBm.
3. Untuk mendapatkan BER 10^{-9} atau Q = 6, OMI yang dibutuhkan adalah 0.04 untuk format modulasi BPSK, 0.08 untuk format modulasi QPSK, dan 0.09 untuk modulasi ASK.
4. Bit rate maksimum yang dapat ditransmisikan dalam sistem dengan serat *multimode* adalah 2.5 Gbps, pada panjang 5.2 km.
5. Semakin besar jarak antar kanal, maka BER yang dapat dicapai akan semakin rendah dengan daya terima yang sama. Pada simulasi yang dilakukan, jarak yang terbaik adalah 0.33 GHz.
6. Tidak selamanya dengan semakin banyaknya jumlah *subcarrier* dalam sistem akan membuat BER yang dicapai semakin rendah. Dengan panjang serat 5.2 km, dan *bit rate* total 2.5 Gbps, jumlah *subcarrier* yang terbaik adalah 20 *subcarrier*. Dengan 20 *subcarrier*, untuk mencapai BER 10^{-9} , besarnya daya terima yang dibutuhkan adalah -4.6 dBm.

BAB IV Kesimpulan dan Saran

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Pada tugas akhir ini *bit rate* tiap subcarrier diasumsikan sama, untuk penelitian lebih lanjut disarankan untuk membedakan *bit rate* tiap subcarriernya.
2. Pada tugas akhir ini hanya digunakan 1 kanal optik saja, untuk penelitian lebih lanjut disarankan untuk menggunakan multikanal pada domain optiknya.
3. Pada tugas akhir ini panjang serat yang digunakan hanya 5.2 km, dengan *bit rate* 2.5 Gbps, untuk penelitian lebih lanjut disarankan untuk mencoba dengan panjang serat dan *bit rate* yang berbeda-beda.
4. Disarankan untuk menggunakan mode yang lebih banyak atau lebih sedikit pada serat.



DAFTAR PUSTAKA

1. FIBERFOX Duplex Indoor Cable.
http://www.connexonline.de/produkte/fiberfox_accessories/katalog/Catalogue%20Accessories%20Services.pdf, didownload pada 9 Maret 2007.
2. Hui R, S Zhang, dkk, "Advanced optical Modulation Formats and Their Comparison in Fiber optic Systems", 2004
3. Kahn, J., M., "Handouts: Introduction to Optical Fiber Communication," Stanford University, Stanford, USA, 2006.
4. Kanpracher, Surachet. "Modelling, Analysis, and Design of Subcarrier Multiplexing on Multimode Fiber", Disertasi pada Virginia Polytechnic Instituted and State University, Virginia. 2003.
5. Keiser, Gerd, "Optical Fiber Communication", 2nd edition, Singapore: McGraw Hill, Inc, 1991.
6. Leung Anthony, "Performance Analysis of SCM Optical Transmission Link for Fiber-to-the-Home", Thesis pada University of Kansas, Kansas.
7. Sitepu, Leo Kharismanta, "Analisis Penguat Raman Pada Serat Optik Single-Mode G.652 Dan G.655", Tugas Akhir pada STT TELKOM Bandung: tidak diterbitkan, 2006.
8. Vertical Cavity Surface Emitting Lasers (VCSELs). <http://www.britneyspears.ac/physics/vcsels/vcsels.htm>, didownload pada 28 April 2007.
9. Zeng, J, A.M.J Koonen, and H.P.A.v.d.Boom. "Using Higher-Order Passband of Multimode fibre for Subcarrier Multiplexing". Proceedings Symposium IEEE/LEOS Benelux Chapter. 2005.