

STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL

Leanna Vidya Yovita¹, A Ali Muayyadi², Erna Sri Sugei³

¹Magister Elektro Komunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Perkembangan teknologi telekomunikasi secara pesat, termasuk teknologi akses nirkabel seperti Wimax, Wi-Fi, dan WCDMA memungkinkan tiap area mengakomodasi bermacam-macam jenis teknologi tersebut. Multi teknologi yang ada dapat ditransmisikan secara bersama-sama dalam 1 link fiber optik sehingga fiber optik yang memiliki kapasitas yang besar tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal. Penggabungan multi teknologi tersebut dilakukan dengan teknik multiplexing-demultiplexing menggunakan DWDM-ROF. Teknik ini harus dilakukan dengan tetap memperhatikan spesifikasi sistem masing-masing agar dapat menghasilkan kinerja yang maksimal.

Wimax dan WCDMA dengan teknik DWDM-RoF dengan melibatkan gangguan-gangguan yang terjadi pada proses transmisi, yaitu noise RIN pada laser, loss pada multiplexer dan demultiplexer optik, atenuasi, dispersi, scattering dan four wave mixing pada link fiber optik. Selain itu, juga memperhitungkan noise yang mengganggu pada photodetektor di penerima, yaitu surface dark current, leakage dark current dan multiplication noise.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa panjang fiber optik 40 km - 100 km mempengaruhi E_b/N_0 yang dibutuhkan untuk mencapai BER tertentu. Makin panjang fiber, makin besar E_b/N_0 yang dibutuhkan. Pada jarak 100 km, performansi WiMax menurun secara drastis dibandingkan WCDMA dan Wi-Fi. Performansi sistem secara keseluruhan dibatasi oleh performansi sistem WiMax. Untuk pengujian terhadap teknologi WCDMA, WIFI dan WIMAX dengan DWDM dengan 3 panjang gelombang dan non DWDM memberikan perbedaan E_b/N_0 yang tidak signifikan untuk mencapai BER tertentu. Dari simulasi juga diketahui bahwa gangguan scattering memberikan pengaruh yang paling besar bagi WCDMA, Wi-Fi dan WiMax jika dibandingkan pengaruh lainnya pada fiber optik.

Kata Kunci : DWDM, RoF, WCDMA, Wi-Fi, WiMax, Absorpsi, dispersi, scattering, FWM, akses nirkabel.

Telkom
University

Abstract

Telecommunications technology such as WiMax, WCDMA and Wi-Fi has a rapid development. It is possible that every area accommodates some kind of technology. Technologies be able to transmit together in a single fiber optic, so that fiber optic with the big capacity can be used optimally. Technologies are bundled with multiplexing-demultiplexing technique. Notice that system spesification must be good in order to produce the maximal performance.

In this Thesis, simulation and modelling is done to transmit 3 kind of wireless access technologies, i. e WCDMA, Wi-Fi and WiMax with DWDM technique. The simulation including interference from RIN (on laser), multiplexer and demultiplexer losses, absorption, scattering, and four wave mixing in fiber optik link. Beside that, it is including loss and noise in photodetector, such as surfave dark current, leakage dark current and multiplication noise.

The simulation result show that fiber optic length influencing E_b/N_0 to reach certain value of BER. Longer fiber optic, it mean bigger E_b/N_0 needed. In fiber optic length 100 km, performance of WiMax have a significant decrease compare to WCDMA and Wi-Fi. Overall system performance limited by WiMax performance. Experiment about WCDMA, Wi-Fi and WiMax with DWDM and non DWDM technique show that the both performance are not significantly different. And the other result show that scattering give a biggest influence to WCDMA, Wi-Fi and Wimax systems, compare to other interfere in fiber optic.

Keywords : DWDM, RoF, WCDMA, Wi-Fi, WiMax, Absorption, dispersion, scattering, FWM, wireless access.

**BAB I
PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang

Fiber optik dapat dimanfaatkan sebagai media untuk mentransmisikan frekuensi radio dengan tujuan untuk menghemat daya dalam transmisi maupun pemrosesan sinyal tersebut di ujung node, sebelum ditransmisikan lebih lanjut ke pelanggan. Inilah yang dikenal dengan istilah *Radio over Fiber* (RoF). *Radio over fiber* merupakan metode yang mengintegrasikan jaringan wireless dan fiber optik. Radio over Fiber melewati frekuensi wireless (baik dalam bentuk IF, RF maupun sinyal Baseband) melalui kanal fiber, sehingga pada ujung fiber, frekuensi wireless tersebut dapat langsung didistribusikan sesuai kebutuhan.

Dari segi perkembangan, teknologi telekomunikasi berkembang sangat pesat. Tiap teknologi berkembang sesuai dengan kebutuhan pelanggannya dan geografis daerahnya. Misalkan saja suatu daerah dapat menggunakan teknologi Wimax, WCDMA, Wi-Fi, CDMA 2000 dan lain-lain. Berbagai teknologi tersebut dapat ditransmisikan dalam single fiber saja untuk dapat

**STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI
MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL**

I - 1
Telkom
University

BAB I PENDAHULUAN

memanfaatkan ketersediaan fiber optik secara optimal. Tentu saja harus diperhatikan bahwa tiap teknologi bekerja menggunakan frekuensi yang berbeda. Dan menggabungkan berbagai teknologi dengan frekuensi kerja masing-masing, melalui seutas fiber optik adalah solusi untuk mengoptimalkan sumber daya yang telah tersedia, tanpa menurunkan kualitas informasi yang dapat diterima oleh *user*. Teknologi transmisi ini disebut DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), dimana dalam seutas fiber dapat dilewatkan lebih dari 1 panjang gelombang, untuk mentransmisikan teknologi yang berbeda tersebut.

I.2 . Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perancangan dan simulasi penerapan DWDM pada RoF untuk mentransmisikan 3 panjang gelombang yang merepresentasikan teknologi akses Wi-Fi, Wimax dan WCDMA dengan memperhitungkan pengaruh gangguan-gangguan yang terjadi selama transmisi, yang meliputi noise RIN pada laser, loss pada *multiplexer* dan *demultiplexer* optik, absorpsi, *scattering*, dispersi dan *four wave mixing* pada link fiber optik. Selain itu, juga memperhitungkan noise yang mengganggu pada photodetektor di penerima, yaitu *surface dark current*, *leakage dark current* dan *multiplication noise*.

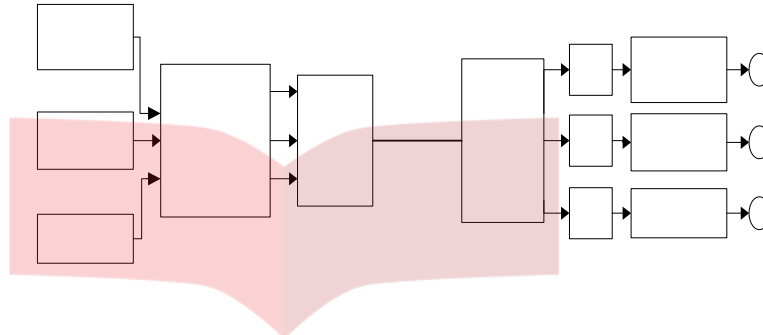
STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL

I - 2
Telkom
University

BAB I PENDAHULUAN

Kemudian menganalisis unjuk kerjanya pada layer fisik, berupa parameter BER dan Eb/N0.

I.3. Perumusan Masalah



Gambar 1.1 Gambaran Umum Sistem DWDM-RoF

Dari uraian di atas, adapun permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan sistem RoF dengan 2 site dimana transmisi dilakukan secara unidirectional (satu arah).
2. Memodelkan modulasi untuk Wimax (802.16), Wi-Fi (802.11) dan WCDMA sesuai spesifikasi, untuk kemudian dilakukan mapper ke panjang gelombang tertentu untuk setiap teknologi dengan tunable laser dan melibatkan noise RIN laser.

STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL

BAB I PENDAHULUAN

3. Melakukan *multiplexing* dan *demultiplexing* pada multi teknologi (Wimax, Wi-Fi dan WCDMA) dan melibatkan loss yang terjadi dalam proses tersebut.
4. Memperhitungkan dan memasukkan pengaruh absorpsi, *scattering*, dispersi dan *four wave mixing* pada transmisi multi teknologi (Wimax, Wi-Fi dan WCDMA).
5. Memodelkan receiver optik dengan APD (Avalanche Photodiode) serta memperhitungkan *surface dark current*, *leakage dark current* dan *multiplication noise*.
6. Memodelkan demodulasi untuk setiap sinyal Wi-Fi, Wimax dan WCDMA sehingga kembali menjadi sinyal elektrik dan kemudian dianalisis BER dan SNRnya. Diharapkan akan dapat dicapai BER yang mendekati BER sistem transmisi radio, yaitu sekitar 10^{-5} .
7. Simulasi sistem dilakukan dengan menggunakan tool Matlab.

I.4. Batasan masalah

Untuk menghindari meluasnya pembahasan, maka permasalahan pada Tesis ini dibatasi. Adapun batasan masalah mencakup hal-hal sebagai berikut:

STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL

BAB I PENDAHULUAN

1. Multiplexing dilakukan terhadap 3 jenis teknologi *wireless access*, yaitu Wimax, Wi-Fi dan WCDMA.
2. Tidak menganalisa MAC pada Wifi dan Wimax.
3. Proses sinkronisasi, modulasi dan demodulasi berlangsung sempurna.
4. Jumlah user untuk tiap teknologi dibatasi 1 user.
5. Perancangan dan simulasi dilakukan pada tingkat baseband.
6. Perancangan dan simulasi tidak melibatkan kanal udara.
7. Fiber optik yang digunakan adalah single mode fiber dengan panjang gelombang pada window ketiga, yaitu di sekitar panjang gelombang 1.5 μm .
8. *Channel spacing* yang digunakan adalah 100GHz .
9. Unjuk kerja sistem yang diamati adalah BER (bit error rate) dan Eb/N0 (Signal to noise ratio).
10. Tidak memperhitungkan selektifitas filter, tetapi memperhitungkan pengurangan daya.
11. Tools simulasi yang digunakan adalah Matlab2009a.

I.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada thesis ini adalah:

1. Tahap inisialisasi

STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL

BAB I PENDAHULUAN

Pada tahap ini dilakukan sejumlah kegiatan pengumpulan bahan literatur yang diperoleh dari buku-buku, jurnal, internet, maupun literatur lainnya.

2. Tahap pendefinisian masalah

Dalam tahap ini dilakukan pendefinisian masalah yang dikaji dalam pelaksanaan penelitian.

3. Tahap pengumpulan data dan simulasi

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan informasi yang berhubungan dengan permasalahan serta pemodelan simulasi.

4. Tahap Analisis simulasi

Pada tahap ini akan dibuat program simulasi dengan menggunakan Matlab, yang akan mengintegrasikan keseluruhan rumusan masalah, serta menganalisa hasil simulasi yang didapat.

5. Tahap evaluasi

Pada tahap ini akan dilakukan analisis yang lebih mendalam dari hasil simulasi yang telah diperoleh sebelumnya. Dari hasil analisis tersebut akan diformulasikan kesimpulan yang relevan.

**STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI
MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL**

I - 6
Telkom
University

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

I. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perubahan panjang fiber optik dari 40 km, 50 km, 60 km, 70 km, 80 km, 90 km dan 100 km mempengaruhi kinerja sistem WCDMA, Wi-Fi dan WiMax. WCDMA dan Wi-Fi memiliki perubahan E_b/N_0 yang kecil, sedangkan WiMax lebih besar. Performansi sistem secara keseluruhan dibatasi oleh performansi WiMax.
2. WCDMA, WiMax dan Wi-Fi dapat ditransmisikan pada fiber optik dengan teknologi DWDM-RoF dan mencapai BER 10^{-5} pada nilai $E_b/N_0 \pm 11-14$ dB untuk WCDMA, 10-13 dB untuk WiMax dan 18-20 dB untuk Wi-Fi.
3. WCDMA membutuhkan E_b/N_0 yang paling rendah, disusul kemudian WiMax dan Wi-Fi

**STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI
MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL**

V - 1

Telkom
University

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

untuk mencapai nilai BER yang sama pada panjang fiber kurang dari 100 km.

4. Sistem Wimax lebih baik daripada WCDMA untuk $E_b/N_0 \pm 10$ dB dan jarak kurang dari 50 km.
5. Sistem WiMax membutuhkan E_b/N_0 yang paling besar dibandingkan WCDMA dan Wi-Fi pada panjang fiber yang lebih besar dari 100 km.
6. Nilai E_b/N_0 yang dibutuhkan pada sistem WCDMA, WiMax dan Wi-Fi dengan DWDM-RoF untuk transmisi 3 panjang gelombang dengan spasi kanal 100 GHz tidak jauh berbeda dengan sistem yang tanpa DWDM.
7. Gangguan akibat scattering paling signifikan dalam mempengaruhi kinerja sistem DWDM-RoF untuk transmisi 3 panjang gelombang.

II. SARAN

Saran-saran untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

**STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI
MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL**

V - 2

Telkom
University

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Penelitian berikutnya dapat menganalisis DWDM-RoF untuk lebih dari 3 panjang gelombang dan menggunakan spasi kanal yang lebih kecil dari 100 GHz.
2. Penelitian berikutnya dapat melibatkan Filter optik secara detail.
3. Penelitian berikutnya dapat menganalisis performansi jika transmisi dilakukan pada fiber optik multimode.
4. Penelitian berikutnya dapat dilakukan untuk jenis teknologi wireless lainnya selain Wi-Fi, WiMax dan WCDMA.

**STUDI PENERAPAN DWDM-ROF UNTUK TRANSMISI
MULTI TEKNOLOGI AKSES NIRKABEL**

V - 3

Telkom
University

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ng'oma, Anthony. **Radio-over-Fibre Technology for Broadband Wireless Communication Systems**. CIP-DATA LIBRARY TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN. Netherland, 2005.
- [2] D. Opatic. **Radio over Fiber Technology for Wireless Access**. Ericsson Nikola Tesla. Zagreb.
- [3] **WDM and DWDM Multiplexing**. Applied Optoelectric Centre. Dublin Institute of Technology.
- [4] Song, Shaowen. **DWDM and The Future Integrated Services Network**. IEEE Canadian review. 2000.
- [5] **Dense Wavelength Division Multiplexing**. Commptel Network.
- [6] **Fundamentals of DWDM Technology**. Cisco
- [7] Harliza, Siti. **SIMULATION OF WCDMA RADIO OVER FIBER TECHNOLOGY**. University Technology Malaysia. 2007.
- [8] Laude, Pierre. **DWDM Fundamentals, Components, and Applications**. Artech House. London. 2002
- [9] Wibowo, Tody Ariefianto. **Evaluasi Kinerja WCDMA Pada Sistem Radio Over Fiber (WCDMA-ROF)**. Institut Teknologi Bandung. 2008.

Telkom
University

- [10] Paschotta, Rüdiger. Encyclopedia of Laser Physics and Technology. http://www.rp-photonics.com/optical_fiber_communications.html. 2010.
- [11] Andrews, Jefri. Arunabha Ghosh. Rias Muhamed. Fundamentals of Wimax. Prentice Hall. America. 2007.
- [12] M. Francisca, C. Jaime, R. Antonio, P. Valentín, M. Alejandro, Z. David, M. Javier. Transmission of IEEE802.16d WiMAX signals over radio-over-fibre IMDD link. Valencia (Spain), 2007.
- [13] Hong Bong Kim. Radio over Fiber Based Network Architectur. von der Fakultät IV - Elektrotechnik und Informatik - der Technischen Universität Berlin
- [14] Keiser, Gerd. Optical Fiber Communication. McGraw Hill. Singapore. 2000
- [15] Ya, Yaremchuk. V.M. Vitio. Ya. V Bobitski. Selective Unequal-Thickness Thin-Film Filters for IR Spectral Region. Semyiconductor Physics, Quantum, Electronic & Optoelectronics, 2008. V. 11, N1, P 23-25.
- [16] Febrizal. Evaluasi Kinerja Sistem OFDM –RoF. Institut Teknologi Bandung. 2009.
- [17] Link Loss Budget Worksheet. Corning Incorporated. 2011. www.corning.com
- [18] Solihah, Nomarhinta. Analisa Perbandingan Kinerja Penggunaan Teknik Subkanalisasi FUSC dan PUSC

Telkom
University

**Pada Mobile WiMax IEEE 802.16E arah Downlink.
ITT:2009.**

[19] Mengenal Fiber Optik. nurwidipriambodo.wordpress

**[20] Alliance Fiber Optic Products, Inc. Datasheet:100GHz
Dense WDM Mux & DeMux (4
channel).www.afop.com.**



Telkom
University