

PENGANTAR

Alhamdulillah, segenap puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Performansi *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) pada Teknologi *Radio over Fiber*” yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik. Tidak lupa pula shalawat serta salam selalu penulis sampaikan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita menuju ke jalan yang terang.

Skripsi ini menganalisis performansi OFDMA pada teknologi RoF dengan parameter performansi yang diamati adalah *signal to noise ratio*, kapasitas kanal, *bit rate*, serta *bit error rate* sistem.

Skripsi ini disajikan dalam 5 bab. Bab I, Pendahuluan, memuat tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, dan sistematika penulisan. Bab II, Tinjauan Teori, membahas teori mengenai OFDMA dan RoF yang menjadi dasar dilakukannya analisis. Pembahasan mengenai metode yang digunakan dalam penulisan skripsi terdapat pada Bab III, Metodologi. Bab IV, Hasil Simulasi dan Pembahasan merupakan analisis hasil perhitungan serta simulasi mengenai penerapan OFDMA pada teknologi RoF. Kesimpulan dan saran yang diperoleh dari analisis perhitungan dan simulasi dibahas pada Bab V, Penutup.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu :

1. Keluarga tercinta, Ibunda Umi Anis, Ayahanda Abdul Kholiq, adikku Annisa Wahyu, serta keluarga besar atas dukungan, kasih sayang dan do’a yang tidak pernah terputus.
2. Bapak Dr. Ir.Sholeh Hadi P., M.S dan Bapak Dwi Fadila K., S.T., M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang banyak memberikan saran, konsultasi, kesabaran, dan waktu.
4. Bapak Ali Mustofa S.T., M.T, selaku KKDK konsentrasi telekomunikasi dan dosen penasehat akademik yang banyak memberikan pengarahan serta bimbingan akademik.

5. Ibu Ir. Endah Budi Purnomowati, MT. selaku mantan Kepala Laboratorium Telekomunikasi dan Bapak M. Fauzan Edy P. S.T., M.T selaku Kepala Laboratorium Telekomunikasi dan Mas Iswanto, ST. selaku laboran.
6. Bapak dan Ibu dosen serta segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro.
7. Sahabat, teman, orang terdekatku, keluarga besar Angkatan 2008 (Concordes) terutama Paket C 2008, serta rekan-rekan asisten Laboratorium Telekomunikasi 2008, 2007, dan 2009 atas persahabatan, saran, kebersamaan, serta kerjasamanya selama ini.
8. Dan untuk semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kelengkapan dan kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa.

Malang, April 2012

Penulis



DAFTAR ISI

	halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Radio over Fiber (RoF)</i>	5
2.2 <i>Arsitektur Radio over Fiber</i>	7
2.3 <i>Aplikasi Radio over Fiber</i>	12
2.4 <i>Kelebihan dan Kekurangan Radio over Fiber</i>	13
2.4.1 <i>Kelebihan Radio over Fiber</i>	13
2.4.2 <i>Kekurangan Radio over Fiber</i>	14
2.5 <i>Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)</i>	14
2.5.1 <i>Definisi Orthogonal</i>	17
2.5.2 <i>Pembagian Aliran Data pada OFDMA</i>	18
2.5.3 <i>Blok Diagram OFDMA</i>	19
2.5.4 <i>Keunggulan dan Kelemahan OFDMA</i>	26
2.5.5 <i>Performansi Sistem OFDMA pada Teknologi Radio over Fiber</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Jenis dan Cara Perolehan Data	32
3.2 Variabel dan Cara Analisis Data.....	32

3.3	Pemodelan Sistem.....	32
3.4	Kerangka Solusi Masalah.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Analisis <i>Signal-to-Noise Ratio</i> Teknologi <i>Radio over Fiber</i> dengan Penerapan OFDMA.....	39
4.2	Analisis Kapasitas Kanal Teknologi <i>Radio over Fiber</i> dengan Penerapan OFDMA.....	47
4.3	Analisis <i>Bit Rate</i> Teknologi <i>Radio over Fiber</i> dengan Penerapan OFDMA.....	51
4.4	Analisis BER Teknologi <i>Radio over Fiber</i> dengan Penerapan OFDMA.....	53
BAB V PENUTUP		58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN.....		62

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Konsep <i>Radio over Fiber</i>	5
Gambar 2.2 Bagan Jalur Optik <i>Bidirectional</i> Menggunakan Modulasi Langsung Dari Laser Diode.....	6
Gambar 2.3 Arsitektur <i>Radio over Fiber</i>	7
Gambar 2.4 Perbandingan Sinyal OFDM dengan Sinyal OFDMA Dilihat dari <i>Domain</i> Frekuensi dan Waktu.....	15
Gambar 2.5 <i>Inter Carrier Interference</i> (ICI)	16
Gambar 2.6 Efisiensi Penggunaan <i>Bandwidth</i> pada OFDMA.....	16
Gambar 2.7 Representasi Orthogonalitas Antar <i>Subcarrier</i>	17
Gambar 2.8 Pembagian Aliran Data.....	18
Gambar 2.9a Blok Diagram Pemancar Sistem OFDMA	19
Gambar 2.9b Blok Diagram Penerima Sistem OFDMA	19
Gambar 2.10 Sinyal pada <i>Quadrature Phase Shift Keying</i> (QPSK).	20
Gambar 2.11 <i>Quadrature Phase Shift Keying</i> (QPSK) <i>Constellation</i>	20
Gambar 2.12a QPSK Modulator.....	21
Gambar 2.12b QPSK Demodulator.....	21
Gambar 2.13 64-QAM <i>Constellation</i>	22
Gambar 2.14a QAM Modulator.....	22
Gambar 2.14b QAM Demodulator	23
Gambar 2.15 Penyisipan <i>Cyclic Prefix</i> pada Simbol OFDMA.....	24
Gambar 2.16 Representasi Waktu dari OFDMA	25
Gambar 2.17 Blok Diagram <i>Losses</i> , Penguatan, serta <i>Noise</i> pada RoF	27
Gambar 3.1 Pemodelan Sistem <i>Radio over Fiber</i> (<i>Downlink</i>)	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Perhitungan <i>Signal To Noise Ratio</i> (SNR) Sistem	34
Gambar 3.3 Diagram Alir Perhitungan Kapasitas Kanal (C) Sistem.....	35
Gambar 3.4 Diagram Alir Perhitungan <i>Bit Rate</i> Sistem.....	36
Gambar 3.5 Diagram Alir Perhitungan <i>Bit Error Rate</i> (BER) Sistem.....	37
Gambar 4.1 Model Sistem (<i>Downlink</i>).....	39
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Panjang Serat Optik Dengan SNR _{sistem}	46

Gambar 4.3a	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap <i>Bandwidth</i> Sistem untuk $L = 1-5$ km	48
Gambar 4.3b	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap <i>Bandwidth</i> Sistem untuk $L = 5-30$ km	48
Gambar 4.4a	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap Kapasitas Kanal Sistem untuk $L = 1-5$ km	50
Gambar 4.4b	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap Kapasitas Kanal Sistem untuk $L = 5-30$ km	50
Gambar 4.5	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap <i>Bit Rate</i> Sistem	52
Gambar 4.6a	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap BER Sistem untuk $L = 1-5$ km	54
Gambar 4.6b	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap BER Sistem untuk $L = 5-30$ km	55
Gambar 4.7a	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap BER Sistem untuk $L = 1-10$ km dengan $\lambda = 1310$ nm	55
Gambar 4.7b	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap BER Sistem untuk $L = 1-10$ km dengan $\lambda = 1550$ nm	55
Gambar 4.8a	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap BER Sistem untuk $L = 10-20$ km dengan $\lambda = 1310$ nm	56
Gambar 4.8b	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap BER Sistem untuk $L = 10-20$ km dengan $\lambda = 1550$ nm	56
Gambar 4.9a	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap BER Sistem untuk $L = 20-30$ km dengan $\lambda = 1310$ nm	56
Gambar 4.9b	Grafik Pengaruh Panjang Serat Optik Terhadap BER Sistem untuk $L = 20-30$ km dengan $\lambda = 1550$ nm	56

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Parameter untuk Tipe Terrain yang Berbeda.....	28
Tabel 4.1 Spesifikasi Mobile WiMax 802.16e.....	41
Tabel 4.2 Spesifikasi Teknologi <i>Radio over Fiber</i>	41
Tabel 4.3 Hasil Analisis SNR.....	45
Tabel 4.4 Hasil Analisis <i>Bandwidth</i> Kanal Optik	47
Tabel 4.5 Hasil Analisis Kapasitas Kanal.....	49
Tabel 4.6 Hasil Analisis <i>Bit Rate</i>	52
Tabel 4.7 Hasil Analisis BER Sistem	54



DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1 <i>Listing Program Matlab Menghitung SNR_{sistem}</i>	62
Lampiran 2 <i>Listing Program Matlab Menghitung Kapasitas Kanal Sistem..</i>	64
Lampiran 3 <i>Listing Program Matlab Menghitung Bit Rate Sistem.....</i>	67
Lampiran 4 <i>Listing Program Matlab Menghitung BER Sistem.....</i>	68
Lampiran 5 <i>Daftar Permintaan Revisi Skripsi Dosen Penguji I.....</i>	70
Lampiran 6 <i>Daftar Permintaan Revisi Skripsi Dosen Penguji II.....</i>	71
Lampiran 7 <i>Daftar Permintaan Revisi Skripsi Dosen Penguji III</i>	72



ABSTRAK

AMALIA EKA RAKHMANIA, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Maret 2012, *Performansi Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) pada Teknologi Radio over Fiber (RoF)*, Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Sholeh Hadi P, M.S. dan Dwi Fadila K., ST., MT.

Radio over Fiber (RoF) merupakan teknologi integrasi antara sistem transmisi *wireless* dan *wireline* untuk mentransmisikan sinyal radio melalui serat optik. Kajian performansi OFDMA yang diaplikasikan pada RoF untuk jaringan *mobile WiMAX* ini merupakan bentuk awal sebelum dilakukan implementasi. Model kanal *radio over fiber* yang digunakan pada simulasi ini terdiri dari kanal optik seperti *Relative Intensity Noise*, *shot noise*, *thermal noise*, dan dispersi kromatis serat optik maupun kanal *wireless* yang terdiri dari *Additive White Gaussian Noise (AWGN)*. Performansi yang diamati adalah *signal to noise ratio*, kapasitas kanal, *bit rate*, dan *bit error rate* dengan variabel bebas berupa panjang gelombang dan panjang serat optik yang digunakan. Panjang gelombang yang digunakan adalah 1310 nm dan 1550 nm. Panjang serat optik yang digunakan bervariasi antara 1 km hingga 30 km. Hasil simulasi dan analisis menyatakan bahwa panjang serat optik yang digunakan berbanding terbalik dengan SNR sistem, kapasitas kanal, serta *bit rate* sistem tetapi berbanding lurus dengan BER sistem. Panjang gelombang yang digunakan berbanding lurus dengan SNR sistem dan kapasitas kanal tetapi berbanding terbalik dengan *bit rate* sistem serta BER. Faktor *cyclic prefix* yang digunakan adalah 0.125 dengan teknik modulasi 64-QAM. Secara umum performansi OFDMA pada *radio over fiber* sangat baik karena nilai SNR yang tinggi dan BER yang rendah.

Kata Kunci : OFDMA, performansi, radio over fiber.

ABSTRACT

AMALIA EKA RAKHMANIA, Electrical Engineering Department, Engineering Faculty, Brawijaya University, March 2012, *Performance of Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) in Radio over Fiber (RoF) Technology*, Advisor : Dr. Ir. Sholeh Hadi P, M.S. and Dwi Fadila K., ST., MT.

Radio over Fiber (RoF) is an integrated technology between wireless and wireline transmission system to transmit radio signal over optical fiber in wireless network. This performance assessment of OFDMA applied in radio over fiber system for mobile WiMAX network is an early form before implementation. Channel model of radio over fiber which is used in this simulation consists of optical channel such as Relative Intensity Noise, shot noise, thermal noise, and fiber optic chromatic dispersion and wireless channel such as *Additive White Gaussian Noise* (AWGN). The observed performance in this research are signal to noise ratio, channel capacity, bit rate, and bit error rate with influence of different wavelength and length of fiber optic cable. Wavelength used is 1310 nm and 1550 nm. Length of fiber optic cable used varied between 1 to 30 km. Simulation result and analysis state that length of fiber optic proportional to the value of system SNR, channel capacity, and bit rate, but inversely proportional to the value of BER. 1550 nm wavelength has better channel capacity, but lower bit rate than 1310 wavelength. Cyclic prefix factor used is 0.125 with 64-QAM modulation technique. Generally, OFDMA performance in RoF is good because it has high SNR and low BER.

Keywords : *OFDMA, performance, radio over fiber*

