

SIMULASI MODULATOR DAN DEMODULATOR 16-QAM - OFDM PADA IEEE 802.11G MENGGUNAKAN C++ (SIMULATION OF 16-QAM - OFDM MODULATOR & DEMODULATOR ON IEEE 802.11G USING C++)

Hariani Sinulingga¹, Erna Sri Sugesti², Rita Magdalena³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Radio Over Fiber (RoF) merupakan teknologi dimana sinyal microwave didistribusikan menggunakan media dan komponen optik. Pengimplementasiannya dapat digabungkan dengan berbagai jaringan radio, salah satunya adalah pada jaringan Wireless Local Access Network (WLAN). Pada jaringan WLAN over fiber, RoF diintegrasikan dengan Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) yang digabungkan dengan teknik modulasi lain. Tugas Akhir ini membahas mengenai modulasi dan demodulasi OFDM yang digabungkan dengan QAM-16 pada jaringan WLAN standar IEEE 802.11g.

Simulasi OFDM - QAM-16 dilakukan menggunakan bahasa pemrograman C++, mulai dari bagian transmitter, model kanal AWGN, hingga receiver. Dalam pembuatan simulasi ini dilakukan penskalaan pada beberapa parameter yang ada dalam standar IEEE 802.11g. Untuk pengujian simulasi, dilakukan perbandingan antara hasil luaran simulasi dengan perhitungan secara teoritis yang dibantu dengan menggunakan software Matlab. Setelah itu kinerja sistem OFDM - QAM-16 diukur dengan menghitung Bit Error Rate (BER) untuk setiap nilai Eb/N0 yang digunakan.

Hasil yang didapat dari simulasi ini adalah visualisasi sinyal pada sistem OFDM - QAM-16 pada standar WLAN IEEE 802.11g mulai dari transmitter hingga receiver. Selain itu juga diketahui bahwa pengimplementasian teknik multi-modulasi OFDM - QAM-16 terbukti memiliki kinerja yang lebih baik dari pada ketika hanya mengimplementasikan QAM-16 saja.

Kata Kunci : WLAN, OFDM, QAM-16, C++

Abstract

Radio over Fiber (RoF) technology is a technology by which microwave signals are distributed by means of optical components and techniques. It can be implemented together with many kinds of radio network, one of them is Wireless Local Access Network (WLAN). On WLAN over fiber, RoF is integrated with Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) which combined with other modulation technic. This Final Project is discussing about modulation and demodulation of OFDM that combined with QAM-16 on WLAN IEEE 802.11g standard.

The simulation of OFDM - QAM-16 was done using C++ programming language, starting from the transmitter, AWGN channel model through to receiver. Some scallings on IEEE 802.11g standard are used in this simulation. In order to verified the calculation of the simulation, a comparison between the output of the simulation and theoretical calculation using Matlab software was done. After that, OFDM - QAM-16 system performance was measured by calculating Bit Error Rate (BER) for every Eb/N0 that used.

The result of this simulation was a visualization of waveforms from OFDM - QAM-16 system on WLAN IEEE 802.11g standard, from transmitter through the receiver. It was also known that multi-modulation technic such as OFDM - QAM-16 implementation had a better performance than compare to the one that only implemented QAM-16.

Keywords : WLAN, OFDM, QAM-16, C++

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Radio Over Fiber (RoF) merupakan teknologi dimana sinyal *microwave* (listrik) didistribusikan menggunakan media dan komponen optik. Sinyal listrik digunakan untuk memodulasikan sumber optik. Keuntungan utama dari RoF adalah kemampuannya untuk mengkonsentrasikan perangkat frekuensi tinggi yang mahal pada suatu lokasi sentral sehingga memungkinkan penggunaan *remote site* yang lebih sederhana^[1].

Salah satu implementasi RoF adalah pada jaringan *wireless LAN*. *Wireless LAN* berkembang sangat cepat karena banyaknya produksi *gadget* dan perangkat telekomunikasi yang *portable* dewasa ini. Pengguna jaringan *wireless LAN* pun semakin bertambah. Namun bertambahnya pelanggan yang menggunakan teknologi *wireless*, memunculkan masalah keterbatasan *bandwidth*. Hal ini karena frekuensi merupakan sumber daya yang terbatas.

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) merupakan kasus khusus dalam transmisi *multicarrier* dimana satu aliran data ditransmisikan melalui sejumlah *sub-carrier* yang memiliki *rate* lebih rendah secara *parallel*. Dengan menggunakan OFDM *bandwidth* dapat dihemat hingga 50%.^[2] Selain itu OFDM juga unggul karena tahan terhadap *frequency selective fading*, interferensi *narrowband* dan efisien terhadap *multi-path delay spread*. OFDM dapat digunakan dalam standar IEEE 802.11g.

1.2 Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk menghasilkan program yang dapat mensimulasikan modulator dan demodulator 16QAM – OFDM untuk jaringan *wireless LAN* standard IEEE 802.11g dengan menggunakan bahasa pemrograman C++, sehingga dapat dilihat kerangka pengimplementasian OFDM untuk sistem RoF.

BAB I Pendahuluan

1.3 Rumusan Masalah

Wireless LAN (WLAN) lahir pada awal tahun 1990-an. Pada tahun 2003 IEEE mengesahkan standar 802.11g, berisi mengenai komponen wajib dan tambahan pada WLAN 802.11g. WLAN semakin berkembang ketika pangsa pasarnya menyentuh dunia *corporate* atau perusahaan. Tabel 1.1 memperlihatkan beberapa standar 802.11 yang telah disahkan oleh IEEE. Standar 802.11g menggunakan OFDM, teknologi yang sama seperti pada 802.11a, dan CCK, seperti 802.11b. Pelanggan yang menggunakan standar 802.11g dapat menikmati jaringan yang sudah dibangun terlebih dahulu untuk 802.11b namun dapat menikmatinya dengan kecepatan yang lebih tinggi.

Tabel 1.1 standard IEEE 802.11^[3]

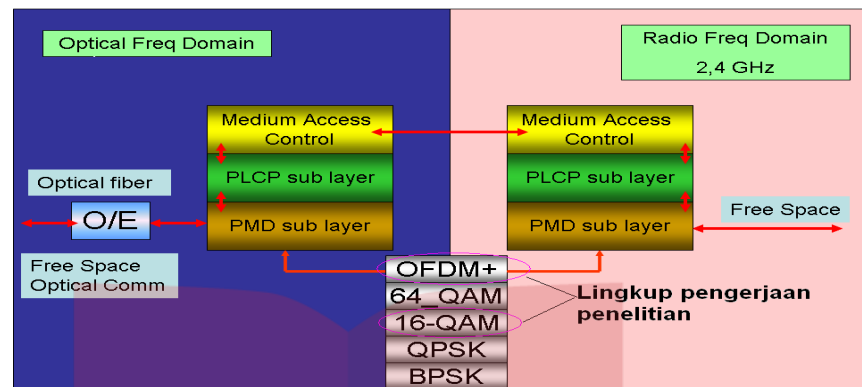
	<i>802.11b</i>	<i>802.11a</i>	<i>802.11g</i>
Standard approved	July 1999	July 1999	June 2003
Maximum data rate	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps
Modulation	CCK	OFDM	OFDM and CCK
Data rates	1, 2, 5.5, 11 Mbps	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	CCK: 1, 2, 5.5, 11 OFDM: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
Frequencies	2.4–2.497 GHz	5.15–5.35 GHz 5.425–5.675 GHz 5.725–5.875 GHz	2.4–2.497 GHz

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat bahwa ada beberapa teknik modulasi yang dapat dikombinasikan dengan OFDM dalam pengimplementasian WLAN *over fiber*. Salah satunya adalah kombinasi OFDM dan QAM-16. Fokus pengerjaan Tugas Akhir ini adalah tentang modulasi dan demodulasi OFDM yang digabungkan dengan modulasi dan demodulasi 16-QAM yang dapat mendukung WLAN *over fiber* 802.11g menggunakan bahasa pemrograman C++. Bahasa pemrograman C++ dipilih karena dapat di hubungkan dengan bahasa tingkat rendah dan dapat berjalan dengan baik pada sistem operasi windows dan UNIX.

Selain itu juga perlu dilakukan validasi mengenai kebenaran hasil luaran simulasi. Karena itu dilakukan perbandingan hasil luaran simulasi ini dengan hasil perhitungan secara teoritis menggunakan *software* Matlab.

Simulasi Modulator dan Demodulator 16-QAM - OFDM Pada IEEE 802.11g Menggunakan C++

BAB I Pendahuluan



Gambar 1.1 Model Protokol WLAN over Fiber^[4]

1.4 Batasan Masalah

Tugas akhir ini meliputi simulasi modulator dan demodulator OFDM dan 16-QAM. Menggunakan bahasa pemrograman Borland C++ Builder 6 dengan batasan :

1. Kanal yang digunakan adalah kanal AWGN
2. *Transmitter* dan *receiver* diasumsikan tersinkronisasi sempurna.
3. Hasil pengamatan berupa visualisasi bentuk sinyal baik itu hasil modulasi dan demodulasi.
4. Standar IEEE 802.11g yang disimulasikan hanya blok pokok atau dasarnya saja.
5. Dalam melakukan simulasi dilakukan penskalaan beberapa parameter karena keterbatasan dari perangkat lunak yang digunakan. Yaitu *bit rate* yang digunakan adalah 384 bit per detik, frekuensi awal menjadi 2412 kHz dan spasi antar frekuensi adalah 312.5 Hz.
6. Bahasa pemrograman yang digunakan, yaitu Borland C++ Builder 6, hanya merupakan alat bantu dalam melakukan simulasi.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Tugas Akhir ini dilakukan dengan menggunakan metode:

1. Studi pustaka, yaitu dengan cara mempelajari pustaka dan kajian yang berkaitan dengan masalah-masalah yang ada pada tugas akhir ini, baik berupa buku referensi, jurnal, artikel, internet, dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan WLAN, RoF, OFDM, dan QAM-16.

Simulasi Modulator dan Demodulator 16-QAM - OFDM Pada IEEE 802.11g Menggunakan C++

BAB I Pendahuluan

2. Metode diskusi, meliputi diskusi dengan dosen pembimbing dan pihak-pihak yang kompeten untuk memperoleh informasi yang mendukung permasalahan dalam tugas akhir ini. Baik secara langsung ataupun secara koresponden.
3. Desain dan perancangan, meliputi pembuatan perancangan model sistem yang akan dibuat, pembuatan diagram alir, diagram blok juga menentukan spesifikasi teknis model sistem yang akan disimulasikan.
4. Pengujian simulasi dilakukan dengan cara:
 - a. Pembuatan simulasi model sistem yang telah ditentukan spesifikasi teknisnya menggunakan bahasa pemrograman Borland C++ Builder.
 - b. Analisis hasil simulasi, yaitu membandingkan hasil perhitungan secara teori yang dibantu dengan *software* Matlab dengan hasil luaran simulasi.
5. Pengambilan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan pada simulasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan buku ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, permasalahan yang meliputi tujuan dan manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.

BAB 2 : DASAR TEORI

Dalam bab ini dibahas teori-teori yang mendasari penelitian. Diantaranya adalah konsep OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), konsep *Quadrature Amplitude Modulation-16 (QAM-16)*, penggunaan *invers fast fourier transform (IFFT)* dan *fast fourier transform (IFFT)*, juga dibahas mengenai standar komunikasi *wireless IEEE 802.11g*.

BAB 3 : PEMODELAN SISTEM DAN SIMULASI

Bab ini membahas pemodelan sistem yang mencakup diagram alir kemudian juga membahas mengenai proses model simulasi yang digunakan dalam bahasa pemrograman C++ hingga diperoleh nilai-nilai dari parameter yang dicari.

Simulasi Modulator dan Demodulator 16-QAM - OFDM Pada IEEE 802.11g Menggunakan C++

BAB I Pendahuluan

BAB 4 : ANALISIS HASIL SIMULASI

Bab ini berisi analisis parameter yang diperoleh dari simulasi yang dilakukan, yaitu luaran modulasi dan demodulasi. Selain itu juga membahas mengenai validasi luaran simulasi dengan teori yang ada dengan bantuan *software* Matlab.

BAB 5 : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Simulasi ini telah berhasil memodelkan modulasi 16-QAM-OFDM pada standar IEEE 802.11g mulai dari proses pengiriman hingga dapat dideteksi pada penerima dengan penskalaan pada parameter *bit rate* menjadi 384 bps, frekuensi awal menjadi 2412 MHz dan frekuensi spasi menjadi 312,5 Hz.
2. Simulasi pada tugas akhir ini telah dapat menampilkan visualisasi proses modulasi dan demodulasi QAM-16 pada OFDM, sehingga dapat dilihat perubahan yang terjadi pada setiap blok kerja.
3. Selain untuk mendapatkan orthogonalitas yang baik pada *subcarrier* yang bersebelahan, penggunaan IFFT/FFT dalam sistem OFDM juga dapat menyederhanakan proses ekstraksi sinyal IQ pada demodulasi.
4. Modulasi 16-QAM dan OFDM memiliki BER yang lebih baik dibanding dengan hanya menggunakan 16-QAM. Sehingga dapat digunakan untuk komunikasi yang memerlukan performa tinggi seperti WLAN.
5. Semakin besar E_b/N_0 yang digunakan, maka performa sistem semakin baik.

5.2 Saran

Tugas akhir ini mempunyai banyak peluang untuk diteliti lebih lanjut. Penelitian lebih lanjut disarankan dengan menggunakan beberapa blok kerja tambahan. Diantaranya adalah :

- Membuat simulasi modulasi dan demodulasi dengan menggunakan *input* yang lebih *real* seperti *text*, gambar, dan suara.
- Membuat simulasi modulasi dan demodulasi dengan menambahkan proses pengkodean seperti konvolusi, *block code*, atau proses *interleaving* dan *deinterleaving*.

- Membuat simulasi dengan menambahkan pemodelan kanal yang lainnya seperti Rayleigh *Fading* atau Multipath *Fading*.



DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A. Ng'oma . "*Design of a Radio-over-Fibre System for Wireless LANs*", *Technische universiteit Endhoven*, Jerman, 2002
- [2]. A. L. Intini, "*Orthogonal Frequency Division Multiplexing For Wireless Networks*", *University of California*, Santa Barbara, 2000.
- [3]. 802.11g-WP104-R, "*The New Mainstream Wireless LAN Standard*", *Broadcom Corporation*, USA, 2003.
- [4]. E. S. Sugesti, "Ujian Pra Proposal Program Doktor Optoeletroteknik dan Aplikasi Laser", Depok, 2008.
- [5]. IEEE Computer Society, *IEEE Standard for Information Technology-Telecommunications and Information Exchange Between Systems-Local and Metropolitan Area Networks-Specifics Requirement Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*. New York: IEEE, 2007.
- [6]. http://www.tutorial-reports.com/wireless/wlanwifi/wifi_architecture.php, diunduh 12 April 2009.
- [7]. J. Heiskala & J. Terry, "*OFDM Wireless LAN: A theoretical and Practical Guide*", *Sams*.
- [8]. B. Sklaar, "*Digital Communications Fundamentals and Application*", *Second Edition, Prentice Hall P T R*, New Jersey, 1981.
- [9]. M. Engels, *Wireless Ofdm Systems: How to Make Them Work? Kluwer Academic Publishers*.
- [10]. C. Langton "*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*", www.complextutorial.com, diunduh 25 September 2008.
- [11]. G. N. S. Jaya, "Pola Transmisi Sederhana Paket Data Untuk Minimalisasi Daya Pancar pada Jaringan Wireless Melalui Kanal *Fading Non-selective*", IT TELKOM, 2006
- [12]. C. Langton "*All About Modulation*", www.complextutorial.com, diunduh 14 November 2008

- [13]. “*Quadrature Amplitude Modulation*”, www.wikipedia.org, diunduh 29 Juli 2009.

