ANALISIS PERFORMANSI KOMBINASI TEKNIK MODULASI COMPLEMENTARY CODE KEYING (CCK) ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING (OFDM) PADA KOMUNIKASI NIRKABEL

Rini Handayani[1], Ali Muayyadi[2], [3]

[1]Magister Elektro Komunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[1]rini.handayani@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Peningkatan penggunaan komunikasi data dan peningkatan pembangunan infrastruktur pada area urban/metropolitan disertai dengan mobilitas user yang tinggi adalah beberapa hal yang mempengaruhi masalah propagasi sinyal, sehingga dapat mempengaruhi kualitas layanan komunikasi. Penerapan teknik sistem komunikasi koheren kanal, pada perangkat pengirim maupun penerima, dapat menjaga kualitas layanan, dengan menggunakan estimasi kanal. Penerapan estimasi kanal ini merupakan solusi ideal, namun hal tersebut akan sangat sulit direalisasikan karena kompleksitas sistem yang begitu rumit untuk diterapkan pada kanal yang bersifat fast fading. Modulasi OFDM mendukung komunikasi pita lebar dengan laju data tinggi dan dapat menangani frequency selective fading, namun belum dapat mengatasi kondisi fast fading sehingga masih membutuhkan teknik multicarrier tertentu untuk menangani kondisi tersebut. Sistem komunikasi non-koheren pada kanal menjadi solusi alternatif, karena tidak membutuhkan carrier recovery pada penerima. Lebih sederhana dibandingkan dengan sistem komunikasi koheren kanal, teknik modulasi CCK menerapkan sistem komunikasi non-koheren yang cukup handal dalam mengatasi kondisi fast fading. Teknik modulasi ini menerapkan DQPSK, differential modulator pada pengirim dan Modified-FWT disertai channel match filter dan correlator yang berfungsi sebagai rake receiver pada penerima sehingga sistem ini dapat mengatasi pengaruh kanal multipath. Pengkombinasian antara CCK dengan OFDM dalam mengatasi kanal multipath dan mobilitas user yang tinggi terbukti dapat memberikan peningkatan performansi yang ditunjukkan melalui kurva BER terhadap Eb/No.

Kata Kunci : CCK, OFDM, DQPSK, Binary Complementary Code, Polyphase Complementary Code, BER vs Eb/No, Fast Fading, Multipath Fading

Abstract

The increased use of data communications and improved infrastructure in the area of urban / metropolitan and the high user mobility are some factors that produce signal propagation problems. These problems affect the quality of communication services. The application of coherent channel communication system , on the transmitting and receiving devices, is able to maintain the service quality by means of channel estimation . The application of the estimated channel is an ideal solution; however, the implementation is very difficult due to the sophisticated system when it is applied to fast fading channels. OFDM modulation supports wideband communications with high data rate and handles frequency selective fading, but it is not able to overcome the problems of fast fading conditions. Therefore to handle this condition, this requires a particular multicarrier technique. The Non-coherent communication system on the canal could become one of the alternative solutions, because it did not require carrier recovery at the receiver. This technique was simpler than the coherent channel communication systems because this CCK modulation technique applied reliable non-coherent communication systems to overcome the fast fading conditions. This modulation implemented DQPSK, a differential modulator on the sender and a Modified-FWT with channel match filter and correlator functioning as a rake receiver at the receiver so that this system was able to overcome the effect of multipath channels. This study showed that the integration of CCK and OFDM to overcome the multipath channels and the high user mobility had improved the performance shown by the curves of BER for Eb / No.

Keywords : CCK, OFDM, DQPSK, Binary Complementary Code, Polyphase Complementary Code, BER vs Eb/No, Fast Fading, Multipath Fading

Bab 1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pelayanan komunikasi data nirkabel broadband semakin digandrungi publik. Perkembangan infrastruktur lingkungan dan mobilitas pengguna yang juga cukup tinggi memicu banyak penelitian yang mengupayakan peningkatan performa kualitas layanan dari berbagai *stage*.

Kondisi *fast fading* tidak hanya ditentukan melalui mobilitas *user* yang tinggi namun juga dipengaruhi oleh periode simbol[14]. Kondisi *fast fading* ini menyebabkan masalah pada propagasi sehingga tindakan yang paling baik untuk mengatasinya adalah dengan menggunakan sistem modulasi koheren karena menggunakan sinkronisasi *carrier* pada penerima. Terbentur dengan realisasi, sinkronisasi *carrier* yang dilakukan menyebabkan perangkat pada blok penerima menjadi jauh lebih kompleks karena kondisi kanal yang berubah dengan sangat cepat sehingga sulit dikendalikan. Oleh karena itu digunakan modulasi non-koheren dimana blok penerima menjadi lebih sederhana. Kendala dalam menggunakan modulasi non-koheren adalah performansinya yang tidak sebaik modulasi koheren sehingga

Telkom University

butuh teknik terterntu yang dapat meningkatkan performansi pada sistem.

Dalam penelitian ini, penulis menyimak beberapa teknik modulasi, diantaranya adalah *Differential Quadrature Phase Shift Keying* (DQPSK), *Complementary Code Keying* (CCK), dan *Orthogonal Frequency Code Keying* (OFDM). Modulasi DQPSK banyak digunakan pada sistem komunikasi nirkabel khususnya pada sistem komunikasi non-koheren[11]. Dengan memberikan kemudahan *recovery* pada penerima namun performansi modulasi DQPSK tidak dapat menjamin kualitas layanan yang baik karena performansi pada modulasi ini bergantung juga pada *initial phase* yang digunakan. Semakin sempit sudut yang digunakan akan semakin baik namun tidak dapat mempertahankan kemudahan *recovery* pada penerima karena *probability of error* yang juga semakin tinggi. Untuk itu teknik modulasi *Complementary Code Keying* (CCK) dirancang untuk memberikan perbaikan sistem modulasi DQPSK. Salah satu implementasi CCK terdapat pada WLAN 802.11b. Kehandalan teknik modulasi CCK pada WLAN tersebut adalah dalam menangani interferensi dari kanal multipath. Kemudian teknik modulasi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) yang banyak diterapkan pada komunikasi *broadband* dengan kehandalan mengatasi *frequency selective fading* namun belum dapat mengatasi perubahan kanal yang sangat cepat (*fast fading*).

Complementary Code Keying (CCK)[2] pada sisi pengirim akan membangkitkan *complex codeword* menggunakan DQPSK sebagai *mapper* dengan *initial phase* 90^0, simbol yang dihasilkan melalui DQPSK dikodekan lebih lanjut oleh *Binary Complementary Code*[2], *Polyphase Complementary Code*[2] dan *differential modulator*. Pada sisi penerima akan menerapkan metode *Channel Match Filter* dan *Modified Fast Walsh Transform* yang bertindak sebagai *rake receiver*. Sedangkan teknik *multicarrier* OFDM akan mengimplementasikan keluaran simbol dari *differential modulator* sebagai *subcarrier* sehingga simbol siap dikirimkan melalui kanal.

Performansi yang akan diukur pada penelitian ini adalah BER terhadap Eb/No dari teknik modulasi kombinasi CCK OFDM. Selain itu, sistem ini juga dibandingkan dengan modulasi DQPSK, OFDM, dan juga CCK.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang penelitian tesis ini, penulis merumuskan beberapa masalah diantaranya:

1. Bagaimana merancang suatu teknik modulasi yang handal terhadap mobilitas tinggi dan interferensi kanal multipath?
2. Apakah dengan menerapkan modulasi ini dapat memperoleh BER dan Eb/No lebih baik dari teknik sebelumnya?

Telkom University

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan memperhatikan latar belakang dan rumusan permasalahan sehingga tujuan diadakan penelitian ini diantaranya,

1. Memodelkan skema modulasi yaitu *Complementary Code Keying* (CCK) yang dikombinasikan dengan OFDM pada sistem komunikasi nirkabel.
2. Membandingkan kinerja CCK OFDM dengan teknik modulasi DQPSK, CCK, OFDM dengan membandingkan BER dan Eb/No masing-masing.
3. Membandingkan tingkat kompleksitas sistem dengan mengukur waktu simulasi yang dibutuhkan pada tiap *stage* masing-masing teknik modulasi.

1.4 Batasan Masalah

Adapun dalam proses perancangan sistem ini, penulis membatasi permasalahan tersebut diantaranya:

1. *Tools* simulasi yang digunakan penulis dalam merancang sistem adalah Matlab.
2. Kanal yang dibangkitkan adalah kanal AWGN untuk kondisi kanal yang paling baik.
3. Kanal *multipath* dideskripsikan sebagai distribusi Rayleigh.

4. Parameter kinerja yang diukur pada tiap kanal adalah BER vs Eb/No.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam merancang tesis ini adalah,

1. Studi Literatur
   Pada tahapan studi literatur penulis mempelajari konsep-konsep dan teori-teori yang mendukung proses perancangan sistem yang akan dibuat baik itu dalam bentuk jurnal dan artikel ilmiah maupun buku literasi.

2. Perancangan dan Implementasi Sistem
   Merupakan uraian dari pemahaman literasi dengan membagi sistem menjadi bagian-bagian blok kerja.

3. Realisasi dan Sintesis Sistem
   Melakukan pengkodean program dengan alat bantu simulasi sesuai dengan perancangan sistem.

4. Pengujian dan Analisis Sistem
   Sistem yang dibangun akan diuji dan dianalisis pada tiap-tiap blok kerja dan membandingkannya dengan sistem yang digunakan sebelumnya. Hal-hal yang diujikan adalah performansi sistem meliputi bit rate, BER, dan Eb/No pada kondisi single user dan multiuser.

Telkom University

5. Laporan Penelitian

   Laporan mengenai penelitian baik itu abstrak, landasan teori, tahapan perancangan, pengujian serta analisis sistem akan didokumentasikan melalui buku tesis yang akan disusun penulis.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan penelitian tesis ini akan dibagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

1. **Bab I. Pendahuluan**

   Berisi tentang latar belakang penelitian tesis yang kemudian dirumuskan kedalam rumusan masalah sehingga tercapai tujuan yang menjadi solusi permasalahan tersebut. Hal-hal yang diulas pada penelitian ini dibatasi pada batasan masalah dengan memperhatikan metode penelitian hingga pada sistematika penulisan laporan penelitian.

2. **Bab II. Landasan Teori**

   Berisi tentang penjelasan teoritis berbagai aspek yang mendukung penelitian ini. Sehingga analisis pada tahap berikutnya menjadi terarah.

3. **Bab III. Perancangan dan Implementasi Sistem**

   Berisi tentang ulasan mulai dari proses desain hingga konfigurasi untuk implementasi sistem.

4. **Bab IV. Pengujian dan Analisis Sistem**

   Berisi mengenai pembahasan sistem yang dirancang dengan melakukan pengujian per blok sistem yang kemudian dianalisis performansi sistem.

5. **Bab V. Kesimpulan dan Saran**

   Berisi kesimpulan penelitian dan saran terhadap pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

Telkom University

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada Bab 4 dapat disimpulkan bahwa,

a. Skema modulasi *Complementary Code Keying* (CCK) yang dikombinasikan dengan OFDM pada sistem komunikasi nirkabel dapat dimodelkan dengan menggunakan Simulasi Matlab.

b. Pengujian simulasi dilakukan pada lingkungan *outdoor* yaitu kanal *Additive White Gaussian Noise* (AWGN) dan kanal *multipath* (*frequency selective slow Rayleigh fading* dan *frequency selective fast Rayleigh fading*) dengan parameter pengukuran performansi adalah BER vs Eb/No yang diujikan pada teknik modulasi DQPSK, OFDM, CCK, dan CCK OFDM.

   Pada kanal AWGN, performansi dari masing-masing teknik modulasi hampir mendekati nilai yang sama. Dari beberapa nilai tersebut, teknik modulasi OFDM terbukti lebih baik dibandingkan dengan teknik modulasi lainnya. Pada BER 10^{-5}, yang membutuhkan Eb/No paling kecil adalah teknik modulasi OFDM yaitu 11,7dB sedangkan DQPSK adalah

teknik modulasi yang membutuhkan Eb/No paling tinggi yaitu 15dB.

Pada kanal Multipath *slow fading*, performansi paling baik pada BER 10^{-2} adalah OFDM dengan Eb/No bernilai 10dB sedangkan pada CCK membutuhkan Eb/No tertinggi yaitu 18dB. Tidak seperti pada kanal *slow fading*, performansi yang paling baik pada kanal *fast fading* adalah CCK OFDM. Teknik modulasi CCK OFDM membutuhkan Eb/No sekitar 16,2dB sedangkan DQPSK membutuhkan Eb/No 28,9dB.

c. Penelitian ini juga mengukur kompleksitas sistem yang ditinjau dari waktu pemrosesan sinyal yang dibutuhkan tiap *stage* pada masing-masing teknik modulasi. Waktu simulasi per *stage* yang dibutuhkan adalah sekitar 1,68ms/stage pada DQPSK; 2,53ms/stage pada OFDM; 6,86ms/stage pada CCK dan 8,02ms/stage. Berdasarkan pengukuran tersebut kompleksitas paling tinggi terdapat pada CCK OFDM.

5.2 Saran

Beberapa saran pengembangan dari penelitian ini dapat dilakukan pada pengujian dari sisi kapasitas sistem dan juga pengujian pada *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) terhadap variasi jumlah user. Pengembangan dari penelitian ini akan lebih baik jika dapat diimplementasikan melalui *Field Programable Gate Array* (FPGA).

Telkom University

Daftar Pustaka

[1] Andren, Carl. Modulation Techniques for High Speed WLAN System. RF Globalnet: 1998

[2] Pearson, Bob. Application Note: Complementary Code Keying Made Simple. Intersil: 2000

[3] Banner Engineer Corp. Theory and Terminology Note: Frequency Hop Spread Spectrum vs Direct Sequence Spread Spectrum. Minneapolis: 2007

[4] Gillsin, James D. Wireless Ethernet (802.11) Overview. National Institute of Standard & Technology Intelligent System: 2001

[5] Fakatselis, John. Application Note: Processing Gain for Direct Sequence Spread Spectrum Communication System. Intersil: 1996

[6] Andren, Carl; Mark Webster; Karen Halford. CCK, the new IEEE 802.11 standard for 2.4 GHz wireless LAN. Intersil: 2000

[7] Ribov, Boris. Grisha Spasov. "Complementary Code Keying with PIC Based Microcontrollers For The Wireless Radio Communications". International Conference on Computer System and Technologies: 2003

[8] Hall, Michael. WLAN.Teknillinen Korkeakoulu: 2006

[9] Madhow, Upamanyu. Fundamental of Digital Communication. Cambridge University: 2009

[10] Proakis, John. Masoud Salehi. Digital Communications. McGraw Hill : 2008

[11] Theodore, S Rappaport. Wireless Communications: Principles and Practices. Prentice Hall: 2002

[12] Shinsuke. Hara, Ramjee. Prasad, Multicarrier Techniques for 4G Mobile Communications, Artech House: 2003

[13] Astuti, Dian Widi. "Analisa Simulasi Performansi Penggunaan Orthogonal Frequency Division Multiplexing pada Sistem Digital Video Broadcasting-Terrestrial". Incomtech, Jurnal Telekomunikasi dan Komputer, vol.3, no.1, 2012, pp 65-84

[14] Rappaport, T.S, Wireless Communication Principles & Practice, New Jersey:2001