

ANALISIS KINERJA WAVELET DOMAIN COMMUNICATION SYSTEM (WDCS) UNTUK COGNITIVE RADIO

Rahmawati Amalia Kartini¹, A. Ali Muayyadi², Achmad Rizal³

¹Magister Elektro Komunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Cognitive radio merupakan suatu sistem cerdas yang dapat menyadari kondisi lingkungan sekitarnya. Ide dasar cognitive radio yaitu untuk memanfaatkan spectrum secara efisien dalam lingkungan yang selalu berubah secara dinamis. Oleh sebab itu, dibutuhkan sistem komunikasi yang dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berubah dengan cepat.

Wavelet Domain Communication System (WDCS) yaitu, suatu sistem komunikasi nirkabel yang digunakan dalam cognitive radio yang menggunakan wavelet sebagai alat untuk melakukan estimasi spectrum dari lingkungan radio. Wavelet sendiri memiliki keunggulan yaitu dapat menyajikan domain waktu dan domain frekuensi secara bersamaan. Selain itu, wavelet juga mampu melakukan analisis sinyal nonstationer dengan akurat. Kemampuan dari wavelet inilah yang akan digunakan oleh sistem WDCS untuk melakukan estimasi spektrum dari kanal, dengan cara membagi kanal menjadi beberapa subkanal dan melakukan proses pengecekan kehadiran interferensi pada setiap subkanal.

Pada penelitian tesis ini, simulasi dilakukan dengan menggunakan software Matlab R2010. Simulasi dilakukan beberapa kali dengan menggunakan parameter yang berbeda-beda, seperti jenis modulasi yang berbeda, jenis dekomposisi wavelet yang berbeda, begitu juga dengan jenis dan orde wavelet yang berbeda pula. Hasilnya akan dibandingkan dengan tujuan untuk mencari komponen-komponen sistem yang mempengaruhi performansi sistem. Selain itu, pada penelitian ini juga dibandingkan performansi antara sistem WDCS dengan sistem TDCS pada kondisi parameter yang sama.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa modulasi yang paling baik digunakan adalah modulasi 4-CSK dibandingkan dengan modulasi BCSK, dengan perbedaan Eb/No sebesar 2 dB. Untuk jenis keluarga wavelet dan orde yang digunakan, yaitu sebesar 3 dB. Dan untuk jenis dekomposisi, dekomposisi paket wavelet memberikan perbedaan performansi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan dekomposisi wavelet biasa. Sedangkan jika dibandingkan dengan sistem TDCS, WDCS mampu melakukan perbaikan sebesar 9 dB.

Kata Kunci : WDCS, TDCS, Cognitive Radio, Transformasi Wavelet

Telkom
University

Abstract

Cognitive radio is an intelligent wireless communication system that is aware of its surrounding environment. The basic idea of cognitive radio is efficient radio spectrum utilization in the environment that is change dynamically. Therefore, we need a new communication system that can adapt rapidly.

Wavelet Domain Communication System (WDCS) is one of cognitive radio candidate that uses wavelet transform as a tool to estimate the radio spectrum. Wavelet transform has several advantages, one of them is able to present the time domain and frequency domain simultaneously. In addition, wavelet transform is also able to analyze non-stationer signal accurately. The ability of the wavelet is to be used by the WDCS system to estimation a radio channel spectrum, by dividing the channel into several sub-channels and checking the presence of interference on each sub-channels.

All WDCS models and performance simulations were developed in Matlab R2010. This simulation is performed several times using different parameters, such as: different type of modulation, a different type of wavelet decomposition, and different type of orthogonal wavelet families. The result of simulation will be compared to finding out what components that can affect system performance. Besides that, the performance of WDCS will be compared with TDCS performance in the same parameters.

The results of this research show that selection of modulation can influence the performance of WDCS. Compared with WDCS-BCSK, WDCS with 4-ary CSK can give improvement up to 2 dB. From the result of simulation, we also can see that selection type of wavelet family come to affect system performance. WDCS by using Daubecies8 have the best performance, which provides 3 dB improvement when compared with WDCS by using Haar. And for the type of decomposition technique, WDCS by using packet wavelet decomposition provides performance much better than basic wavelet decomposition technique. Whereas, when compared with TDCS, WDCS allows improvement up to 9 dB.

Keywords : WDCS, TDCS, Cognitive Radio, Transformasi Wavelet

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spektrum frekuensi merupakan salah satu dari sumber daya alam yang terbatas, seperti halnya tanah dan air. Untuk itu dalam penggunaannya haruslah seefisien mungkin, dan juga perlu diatur dan dikelola dengan baik guna memperoleh manfaat yang optimal[16].

Dilain sisi perkembangan teknologi yang sangat cepat telah memungkinkan berbagai macam aplikasi frekuensi radio, dua perangkat komunikasi radio yang bekerja pada frekuensi yang sama, pada waktu yang sama, dan pada lokasi yang sama akan menimbulkan interferensi pada pesawat penerima[16]. Untuk itulah perlu dibangun suatu sistem komunikasi yang dapat merasakan spektral lingkungan pada band lebar dan diharapkan penggunaan dari spektrum tersebut tidak menginterferensi pengguna lainnya.

Cognitive Radio (CR), merupakan salah satu teknologi yang diusulkan. Sistem komunikasi ini dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan yang cepat dan juga dapat meminimalisasi interferensi. Ide dasar dari *cognitive radio* adalah membangun sistem komunikasi yang handal dan efisien dalam penggunaan spektrum frekuensi dan bebas interferensi.

Salah satu kandidat dari *cognitive radio* adalah *Wavelet Domain Communication System* (WDCS). WDCS memanfaatkan kelebihan dari transformasi wavelet untuk melakukan analisa

spektrum lingkungan radio. Wavelet sendiri memiliki kelebihan, yaitu : mampu menyajikan suatu sinyal dalam kawasan frekuensi dan kawasan waktu secara bersamaan, mampu melakukan analisa sinyal yang bersifat *non-stasioner*, dan dapat meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap *interfering signal* yang lebih besar.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dirumuskan dalam tesis ini adalah :

1. Melakukan analisis mengenai cara kerja *Radio Scene Analysis (RSA)* pada *Wavelet Domain Communication System (WDCS)*.
2. Melakukan analisis mengenai cara kerja proses modulasi pada *Wavelet Domain Communication System (WDCS)*.
3. Membandingkan performansi WDCS, ketika menggunakan teknik dekomposisi paket wavelet, dengan teknik dekomposisi wavelet biasa, dalam melakukan proses estimasi spektrum.
4. Membandingkan performansi WDCS, ketika menggunakan keluarga orthogonal wavelet yang berbeda.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian tesis ini akan dibatasi pada masalah sebagai berikut :

1. Parameter yang dianalisa meliputi cara kerja RSA.

2. Model didasarkan pada system atau rangkaian WDCS yang tersedia.
3. Fokus pengamatan pada blok RSA.
4. Dekomposisi wavelet yang digunakan, yaitu: Paket Wavelet dan Wavelet Biasa.
5. Akuisisi, deteksi, dan sinkronisasi dianggap sempurna.
6. Model kanal yang digunakan adalah AWGN dan *Rayleigh*.
7. Pengirim dan penerima terletak dalam satu lingkungan yang sama.
8. Perancangan simulasi hanya menggunakan program Matlab R2010.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tesis ini adalah melakukan analisis kinerja dari *Wavelet Domain Communication System* (WDCS) meliputi proses estimasi spectrum dan proses modulasi untuk *aplikasi Cognitive Radio* dan menemukan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi performansi dari WDCS.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tesis ini adalah :

1. Tahap studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pendalaman pemahaman tentang konsep dan teori melalui

pustaka-pustaka yang berkaitan dengan penelitian baik berupa buku, jurnal, dan lain-lain.

2. Tahap pemodelan dan simulasi

Pada tahap ini akan dilakukan desain model dan disusun kemudian disimulasikan dengan menggunakan program MATLAB R2010 untuk mendapatkan data-data yang berguna bagi kajian penelitian.

3. Tahap analisis dan penarikan kesimpulan

Pada tahap ini akan dilakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk menguji kemampuan sistem dibantu dengan program dengan menggunakan Matlab R2010, setelah dianalisa kemudian dapat ditarik suatu kesimpulan yang menyeluruh.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan penelitian mengenai sistem WDCS ini, dapat disimpulkan:

1. WDCS cocok dijadikan sebagai salah satu kandidat sistem untuk *cognitive radio*. Karena sistem ini mampu melakukan estimasi dan identifikasi kanal dengan baik dengan cara membagi-bagi kanal menjadi beberapa subband dan melakukan pengecekan interferensi satu persatu. Sehingga akan menghasilkan sub-sub kanal yang bebas interferensi.
2. Untuk mencapai performansi yang optimal ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti pemilihan modulasi, pemilihan jenis wavelet dan jenis dekomposisi.
3. Modulasi 4-CSK memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan modulasi BCSK, hal ini dikarenakan modulasi 4-CSK memiliki nilai *crosscorrelation* yang lebih kecil dibandingkan modulasi BCSK, sehingga dapat dikatakan modulasi 4-CSK memiliki sifat orthogonalitas yang lebih baik. Dari hasil simulasi terlihat ada perbedaan sebesar 2 dB antara penggunaan modulasi 4-CSK dengan BCSK.
4. Dari hasil penelitian pemilihan jenis dan orde wavelet juga ikut mempengaruhi performansi dari WDCS,

berdasarkan hasil simulasi jenis wavelet yang memberikan performansi yang paling baik untuk sistem WDCS adalah wavelet Daubechies dengan orde 8 (dari orde yang disimulasikan 2, 4, dan 8).

5. Pemilihan jenis dekomposisi wavelet memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap performansi WDCS. Untuk mencapai BER 10^{-5} , WDCS dengan paket wavelet hanya membutuhkan Eb/No sebesar 14 dB. Sedangkan WDCS dengan wavelet biasa untuk mencapai BER yang sama dibutuhkan Eb/No yang besar sekali. Hal ini karena proses dekomposisi dan rekontruksi yang tidak seimbang pada sisi aproksimasi dan detil pada wavelet biasa. Sehingga dapat dikatakan jenis dekomposisi yang paling baik digunakan yaitu dekomposisi paket wavelet.
6. Dibandingkan dengan sistem TDCS yang menggunakan transformasi fourier dalam melakukan estimasi spectrum, sistem WDCS memiliki performansi yang lebih baik, Untuk mencapai BER 10^{-5} , sistem WDCS membutuhkan Eb/No 14 dB, sedangkan sistem TDCS membutuhkan Eb/No sebesar 23 dB, terdapat koreksi sebesar 9 dB antara sistem TDCS dengan WDCS.

5.2 Saran

1. Diharapkan adanya penelitian tentang penambahan blok ATPC dan DSM, sehingga dapat menghasilkan sistem yang sempurna untuk dikatakan sebagai cognitive radio.
2. Mensimulasikan sistem WDCS dengan menggunakan jenis modulasi lainnya yaitu CCSK.
3. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menambahkan jumlah user menjadi sistem multiuser.



DAFTAR PUSTAKA

58
Telkom
University

5.2 Saran

1. Diharapkan adanya penelitian tentang penambahan blok ATPC dan DSM, sehingga dapat menghasilkan sistem yang sempurna untuk dikatakan sebagai cognitive radio.
2. Mensimulasikan sistem WDCS dengan menggunakan jenis modulasi lainnya yaitu CCSK.
3. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menambahkan jumlah user menjadi sistem multiuser.



DAFTAR PUSTAKA

58
Telkom
University

- [1] Barford, Lee A, R. Shane Fazzio, and David R. Smith,"An Introduction to Wavelets", Instruments and Photonics Laboratory, September 1992
- [2] Budiarjo, Ibrahim."Adaptive Baseband Processing Techniques for Cognitive Radio Sistsms", Master of Science in Communications Engineering Technische Universitaet Muenchen, Duitsland,2009
- [3] Burrus, C.Sidney, "Introduction to Wavelet and Wavelet Transform A Primer", Electrical and Computer Engineering Department and Computer and Information Technology Institutev Rice University Houston, Texas.1998.
- [4] Farhang, Behrouz, "Signal Processing Techniques for Spectrum Sensing and Communications In Cognitive Radio", Electrical and Computer Engineering Department, University of Utah, SDR Conference 2008.
- [5] Febrian, Adityas, "Desain dan Simulasi RSA dan Identifikasi Kanal pada TDCS untuk Aplikasi Cognitive Radio," Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro STT Telkom, Bandung, 2006.
- [6] Haykin, Simon, " Communication System" 4th Edition, McMaster University, Wiley, 2001
- [7] Haykin, Simon,"Cognitive Radio : Brain-Empowered Wireless Communications" ,IEEE Journal On Selected Areas In Communications, Vol.23, No.2, February 2005.

- [8] Haykin, Simon "Fundamental Issues In Cognitive Radio", McMaster University.
- [9] Jamin, Antony., Mahonen, Petri., "Wavelet Packet Modulation for Wireless Communication". Published in Wireless communication & Mobile Computing Journal, March 2005, Vol.5, Issue 2.
- [10] Lee, Daniel T.L And Akio Yamamoto, "Wavelet Analysis: Theory And Applications", Hewlett-Packard Journal, December 1994.
- [11] Ludeman, Lonnie.C., "Fundamental of Digital Signal Processing" John Wiley And Sons
- [12] M. J. Lee, "Wavelet Domain Communication System (WDCS): Packet-Based Wavelet Spectral Estimation and M-ARY Signaling," Masters' thesis, AFIT/GE/ENG/02M-14, Air Force Inst. Tech, 2001.
- [13] Polikar, Robi, "Multiresolusi Analysis: The Discrete Wavelet Transform" The Wavelet Tutorial Part IV, Department of Electrical and Computer Engineering, Rowan University.2004.
- [14] Putra, Agfianto Eko, "Analisis Sinyal Non-stasioner Menggunakan Wavelet dan Metode Dekorlet', 2006.
- [15] Rappaport, Theodore S, "Wireless Communications Principles And Practice", Second Edition, Amerika:2002.
- [16] Setiawan, Denny, " Perencanaan dan Kebijakan Spektrum Frekuensi Radio Indonesia", Direktorat Jenderal Pos dan

Telekomunikasi, Departemen Komunikasi dan
Informatika, Jakarta, Oktober 2007.



⁶¹
Telkom
University