

# DESAIN DAN SIMULASI ALGORITMA TERPADU RSA, IDENTIFIKASI KANAL, AUTOMATIC TRANSMIT POWER CONTROL, DYNAMIC SPECTRUM MANAGEMENT PADA TRANSFORM DOMAIN COMMUNICATION SYSTEM UNTUK APLIKASI COGNITIVE RADIO

Lia Willyarti<sup>1</sup>, Miftadi Sudjai<sup>2</sup>, Rina Pudji Auti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

## Abstrak

Pertumbuhan aplikasi wireless dan keterbatasan alokasi spektrum merupakan suatu permasalahan yang cukup serius. Beberapa tahun yang akan datang, diperkirakan sistem wireless di Indonesia akan semakin kompleks dari sekarang, perkembangan aplikasi wireless membuat masalah ini akan semakin besar dan rumit. Sehingga, dibutuhkan teknologi komunikasi frekuensi radio yang paling potensial dimasa mendatang untuk semua tipe sistem komunikasi radio dimana teknologi tersebut dapat mengefesiesikan penggunaan frekuensi, mengoptimalkan penggunaan daya, serta dapat otomatis menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan radio. Salah satu metode untuk mengatasinya dengan cara menggunakan aplikasi cognitive radio.

Dalam tugas akhir ini akan didesain dan mensimulasikan algoritma terpadu yang memenuhi syarat dari cognitive radio apakah bisa diterapkan kedalam sistem Transform Domain Communication System. Algoritma terpadu yang akan dirancang adalah Radio Scene Analysis, Identifikasi Kanal, Automatic Transmitsit Power Control, dan Dynamic Spectrum Management. Sedangkan sistem yang digunakan adalah Transform Domain Communication System (TDCS), yang memiliki kemampuan untuk mencari frekuensi yang tidak terpakai dan menghindari interferensi pada transmitter sebagai pengganti dan mengurangi interferensi pada receiver. Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa sistem TDCS dapat bekerja dengan baik pada cognitive radio. Hal ini dapat dibuktikan pada simulasi bahwa algoritma RSA, sistem mampu melakukan pemilihan kanal dengan interferensi paling kecil. Setelah itu, dengan algoritma ATPC sistem mampu mengontrol transmit power sehingga SINR kanal selalu berada diatas SINR threshold. Akan tetapi, jika power transmit tidak bisa dikontrol oleh algoritma ATPC maka algoritma DSM secara adaptive ( otomatis) akan melakukan update data base kanal dan menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan radio kembali tanpa pemutusan informasi terhadap data yang akan dikirim.

Kata Kunci : Kata kunci : TDCS, RSA, ATPC, DSM, Identifikasi Kanal.

---

Telkom  
University

### Abstract

Growth of wireless application and spectrum allocation limitation are a serious enough problem. In future years, wireless system in Indonesia is expected to be more complex than now. Wireless application development make this problem goes bigger and terrible. Then, radio frequency communication technology that can cover for all types of radio telecommunication system, which can make frequency usage more efficient, optimize power usage, and can self-adapt with radio environment condition automatically, is needed. One of some methods can be used is using cognitive radio application.

In this final assesment, integrated algorithms that can meet the requirement of cognitive radio will be designed and simulated if can be implemented to Transform Domain Communication System. Integrated algorithms that will be designed are Radio Scene Analisis, Channel Identification, Automatic Transmit Power Control, and Dynamic Spectrum Management. System that will be used is Transform Domain Communication System (TDCS), that have ability to find unused frequency and avoiding interference on transmitter as replacement and reduce interference on receiver.

From the simulations results, TDCS can work well on cognitive radio. This can be proved on the simulation that RSA algorithm able to do the channel selection with smallest interference. Then, with ATPC algorithm, the system able to control the transmit power so channel's SINR is kept above the SINR treshold. But, if the transmit power is uncontrollable by ATPC algorithm, so DSM algorithm will update channel database automatically (adaptive) and do self-adaptation with radio environment condition without information interruption to the data that will be sent.

Keywords :

---



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada beberapa tahun yang akan datang diharapkan perkembangan teknologi akan semakin pesat, sehingga sistem *wireless* di Indonesia akan membutuhkan teknologi komunikasi radio yang paling potensial di masa mendatang. Dimana keterbatasan spectral dan interferensi baik yang diinginkan maupun tidak akan menjadi masalah yang cukup serius. Sejak tahun 1920, band frekuensi yang berbeda diberikan untuk *user* atau pengguna layanan yang berbeda. Namun, pada kenyataannya sangat sedikit sekali band frekuensi yang dapat digunakan. Padahal spektrum seperti sumber daya alam yang lainnya yakni air, energi, dan harus dibagi seperti sumber daya alam yang lainnya. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibangun suatu sistem komunikasi yang dapat merasakan spectral lingkungan pada band yang lebar yang available dan diharapkan dengan penggunaan spektrum tersebut tidak menginterferensi pengguna yang telah mempunyai lisensi. Mendaya gunakan spektrum yang tidak terpakai secara efisien dalam lingkungan yang selalu berubah secara dinamis, diinginkan sistem komunikasi yang dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan yang cepat dan meminimalisasi atau dapat mengatur interferensi. Salah satu teknologi yang diusulkan yaitu *cognitive radio* (CR). Salah satu ide dasar dari *cognitive radio* adalah sebuah lisensi tesis yang berjudul “*Cognitive Radio: An Integrated Agent Architecture for Software Defined Radio*”. Didalamnya terdapat persyaratan dari *cognitive radio*, yaitu : [1]

1. Memiliki kemampuan dalam menganalisa kondisi lingkungan radio.
2. Memiliki kemampuan dalam identifikasi kanal.
3. *Automatic Transmit Power Control* (ATPC) dan *Dynamic Spectrum Management* (DSM).

Salah satu kandidat dari *cognitive radio* adalah *Transform Domain Communication System* (TDCS) selain OFDM dan DS-CDMA. Ide dasar dari *Transform Domain Communication System* (TDCS) adalah menghindari user yang telah ada sebelumnya atau *jammers* secara dinamis pada alokasi bandwidth tertentu. Pada 1988, German mengajukan sebuah sistem menggunakan informasi spektral untuk memodifikasi *waveform direct sequence*

*spread spectrum* (DS-SS) untuk menghindari *jammers* frekuensi. Kemudian, pada 1991 Andren of Harris Corporation mempatenkan konsep sistem komunikasi *Low Probability of Intercept* (LPI) untuk menyembunyikan *noise* pada pengiriman sinyal menggunakan pengolahan sinyal domain transform. *Air Force Research Laboratory* (AFRL) dan *Air Force Institute of Technology* (AFIT) mengadopsi kerangka kerja milik Andren untuk melakukan sampling terhadap lingkungan dan perkembangan *waveform*, serta mengadopsi konsep German tentang *transmit signal processing*. Filtering time-domain konvensional dan perhitungan deteksi *maximum likelihood* (ML) digunakan pada penerima.

Fungsi implementasi TDCS diantaranya sampling lingkungan, *spectral estimation*, *thresholding*, *notching*, *hase generation*, *phase mapping*, dan *inverse transformation* untuk mendapatkan *fundamental modulation waveform* (FMW) domain waktu. Sistem TDCS terdiri atas pembentukan sinyal dan transmisi, diawali dengan sampling lingkungan dan estimasi spektral. Hingga didapatkan daerah spektral yang bebas interferensi, kemudian FMW  $b(t)$  dibentuk, disimpan, dimodulasi data dan ditransmisikan. Dengan sistem kerja tersebut telah menjadikan TDCS sebagai salah satu kandidat untuk dapat digunakan pada aplikasi *cognitive radio*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dirumuskan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Mendesain algoritma terpadu RSA, identifikasi kanal, *Dinamic Spectrum Management*, *Automatic Transmit Power Control* pada *Transform Domain Communication System*.
2. Mendesain model simulasi untuk algoritma terpadu RSA, identifikasi kanal, *Dinamic Spectrum Management*, *Automatic Transmit Power Control* pada *Transform Domain Communication System*.
3. Evaluasi kinerja, apakah *Transform Domain Communication System* memenuhi ketiga kriteria Cognitive Radio yaitu:
  - a. Memiliki kemampuan dalam menganalisa kondisi lingkungan radionya;
  - b. Memiliki kemampuan dalam identifikasi kanal;
  - c. *Automatic Transmit Power Control* dan *Dynamic Spectrum Management*.

### 1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini akan dibatasi pada masalah sebagai berikut :

1. Parameter yang dianalisa meliputi cara kerja RSA, Identifikasi kanal, ATPC dan DSM.
2. Algoritma yang ada berdasarkan pada tiga buah algoritma yang telah dibuat pada tugas akhir dengan referensi: [2], [3], [4]
3. Model didasarkan pada sistem atau rangkaian TDCS yang tersedia.
4. Fokus pengamatan pada blok RSA, Identifikasi kanal, ATPC dan DSM.
5. Interferensi hanya berasal dari *user*.
6. Spektrum frekuensi yang digunakan dari 1-5 Ghz.
7. Akuisisi, deteksi, dan sinkronisasi dianggap sempurna.
8. Model kanal yang digunakan adalah AWGN dan Rayleigh.
9. Pengirim dan penerima terletak dalam satu lingkungan yang sama.
10. Perancangan simulasi hanya menggunakan program Matlab 7.

### 1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah mendesain dan mensimulasikan algoritma terpadu RSA, Identifikasi kanal, *Automatic Transmit Power Control* dan *Dynamic Spektrum Management* pada sistem *Transform Domain Communication System* (TDCS) untuk aplikasi *Cognitive Radio*.

### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir 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. Desain Algoritma  
Pada tahap ini dilakukan pendesain algoritma RSA, identifikasi kanal, ATPC, dan DSM untuk TDCS yang dapat memenuhi kriteria *cognitive radio*.
3. Tahap pemodelan dan simulasi

Pada tahap ini akan dilakukan desain model dan disusun kemudian disimulasikan dengan menggunakan program MATLAB 7.1 untuk mendapatkan data-data yang berguna bagi kajian penelitian.

#### 4. 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 7.1, setelah dianalisa kemudian dapat ditarik suatu kesimpulan yang menyeluruh.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah :

#### **Bab 1 : PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang masalah sehingga dilakukan penelitian, pembatasan masalah pada inti persoalan, tujuan penulisan, metodologi penelitian, dan sistematika pembahasan.

#### **Bab 2 : DASAR TEORI**

Berisi mengenai konsep dasar cognitive radio dan fungsi utamanya sehingga suatu teknologi dapat diaplikasikan dalam CR.

#### **Bab 3 : DESAIN SIMULASI**

Berisi tentang proses pemodelan dan desain simulasi algoritma dari ketiga kriteria *Cognitive Radio* berdasarkan sistem TDCS, yaitu :

- a. Memiliki kemampuan dalam menganalisa kondisi lingkungan radionya.
- b. Memiliki kemampuan dalam identifikasi kanal.
- c. *Automatic Transmit Power Control (ATPC)* dan *Dynamic Spectrum Management (DSM)*.

#### **Bab 4 : ANALISIS SISTEM DAN KINERJA HASIL SIMULASI**

Berisi tentang hasil dan analisa dari hasil simulasi ketiga kriteria *Cognitive Radio*.

#### **Bab 5 : KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran terhadap penelitian berikutnya yang berkaitan dengan topik penelitian ini yang dapat digunakan untuk perkembangan tugas akhir ini selanjutnya.

## BAB 5

### KESIMPULAN dan SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian dan simulasi yang telah dilakukan adalah:

1. Pada penelitian ini telah dilakukan desain algoritma terpadu *Radio Scene Analisis*, Identifikasi Kanal, *Automatic Transmit Power Control*, dan *Dynamic Spectrum Management* pada TDCS dimana nantinya algoritma terpadu tersebut dapat mampu menghadapi tantangan terhadap kondisi lingkungan radio yang berubah secara cepat, mampu mengidentifikasi kanal, kemudian melakukan pengontrolan daya terhadap kanal yang terpilih, serta dapat melakukan pemilihan kanal secara otomatis terhadap kondisi lingkungan yang terburuk sekalipun.
2. *Cognitive radio* terbukti mampu memenuhi tantangan dalam kondisi kanal AWGN dan Rayleigh, untuk dapat menjadi sistem komunikasi yang dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berubah dengan cepat dan juga meminimalisasi terjadinya interferensi (*interference-avoidance*), yang pada penelitian ini dibuktikan dengan adanya penyesuaian diri dengan kondisi lingkungan radionya, pemilihan kanal transmisi secara *adaptif*, dan juga melakukan pengontrolan *power transmit* seminimal mungkin agar tidak boros dalam penggunaan daya.
3. Hasil akhir dari desain dan simulasi algoritma terpadu adalah membuktikan bahwa ketiga algoritma yaitu *Radio Scene Analisis*, Identifikasi Kanal, *Automatic Transmit Power Control*, dan *Dynamic Spectrum Management* dapat bekerja pada suatu sistem TDCS.
4. Pada simulasi ini, algoritma terpadu berhasil melakukan tugasnya dalam menjalani ketiga kriteria *cognitive radio* untuk diaplikasikan ke dalam sistem TDCS, hal ini dikarenakan didalam 80 kali iterasi hanya terjadi perpindahan kanal sebanyak 6 kali yakni pada iterasi ke-7 yang semula proses *transmit* dilakukan pada kanal 30 kemudian berpindah ke kanal 34 (dimana SINR kanal sebelumnya 9.127 dB yang berada dibawah *threshold* kemudian meningkat menjadi 19.19 dB). Dan pada iterasi ke-10 terjadi juga perpindahan kanal dari kanal nomor 34 (dimana SINR kanal nomor 34 bernilai 7.97 dB yang berada di bawah *threshold*) kemudian berpindah ke kanal nomor 35 (dimana SINR kanal nomor 35

tersebut bernilai 20.21 dB). Perpindahan kanal tersebut disebabkan algoritma ATPC tidak berhasil melakukan pengontrolan daya sehingga algoritma DSM secara otomatis melakukan pemutakhiran kembali basis data kanal.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diajukan dalam penelitian yang telah dilakukan ini adalah:

1. Diharapkan perlu pembahasan tentang *akuisisi* dan *tracking* pada TDCS.
2. Diharapkan adanya penelitian tentang penambahan blok *interference cancellation* pada TDCS baik untuk *co-channel interference* maupun *adjacent interference*.
3. Diharapkan adanya penelitian mengenai cara untuk memperbaiki kinerja TDCS.
4. Diharapkan ada penelitian yang lebih lanjut tentang error estimator.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kurniawan, Predictive Power Control in CDMA System, Dissertation, The University of South Australia, February, 2003.
- [2] Andryani, Ade. “Desain dan Analisa Sistem Dynamic Spectrum Management pada TDCS untuk Aplikasi Cognitive Radio.” Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro STT Telkom, Bandung, 2006.
- [3] Chajravarthy Vasu, dkk, 2005, “A brief tutorial: TDCS, OFDM, and MC-CDMA,” IEEE Radio Communication
- [4] DATAPLOT reference manual, march 10, 1997: p.2-161.
- [5] Febrian, Adityas. 2006, “Desain dan Simulasi RSA dan Identifikasi Kanal pada TDCS untuk Aplikasi Cognitive Radio,” Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro STT Telkom, Bandung, 2006.
- [6] Indah. 2007, “ Desain dan Analisa Automatic Transmit Power Control pada TDCS untuk Aplikasi Cognitive Radio,” Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro STT Telkom, Bandung, 2006.
- [7] Kandukuri, Sunil and Stephen Boyd, 2002, “Optimal Power Control in Interference Limited Fading Wireless Channels With Outage-Probability Specifications,” IEEE Transaction on Wireless Communications.
- [8] M. J. Lee, 2001, “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.
- [9] Manungun, Hasudungan., dkk, 1999, “Diktat Kuliah Sistem Linier.” Jurusan Teknik Elektro STT Telkom, Bandung.
- [10] Mitola Joseph, 1999, “Cognitive Radio: Licentiate thesis,” KTH, Swedia.
- [11] NUMERICAL RECIPES IN C: THE ART OF SCIENTIFIC COMPUTING. Cambridge University Press, 1988-1992.
- [12] S. Haykin, “Cognitive Radio: Brain Empowered Wireless Communications,” Invited Paper, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 23, no. 2, pp. 201-220, Feb. 2005.
- [13] Ginting, Ishak. “ Analisis dan Simulasi Pendeteksi Skema Modulasi pada Software Radio.” Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro SttTelkom, 2005.

- [14] W.C Jakes, Microwave Mobile Communication. New York: Jon Wiley, 1994, pp.65-77.
- [15] [www.en.wikipedia.org/wiki/cognitive\\_radio](http://www.en.wikipedia.org/wiki/cognitive_radio)
- [16] [www.en.wikipedia.org/wiki/Linier\\_feedback\\_shift\\_register](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Linier_feedback_shift_register)

