

ESTIMASI KANAL SISTEM MIMO OFDM DENGAN METODA MMSE DAN LMS

Dewa Made Mahendra Disaka¹, Bambang Sumajudin², Budi Prasetya³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Perkembangan komunikasi wireless menuntut tersedianya datarate yang tinggi dan bandwidth yang lebar. Salah satu teknik untuk mengatasi hal ini yaitu dengan menggunakan modulasi multicarrier OFDM dan multiple antena (MIMO). Pada OFDM efek kanal frequency selective fading akan dirasakan flat fading oleh tiap subcarrier-nya. Selain itu, orthogonalitas antar subcarrier-nya memungkinkan terjadinya overlapping antar subcarrier sehingga dapat menghemat bandwidth. Sedangkan pada MIMO penggunaan beberapa antena pengirim dan penerima dapat meningkatkan kinerja sistem komunikasi, yaitu dengan peningkatan kapasitas atau memperoleh gain diversitas. Gabungan antara sistem OFDM dan MIMO dikenal dengan sistem MIMO-OFDM.

Proses pendeteksian simbol pada MIMO-OFDM membutuhkan adanya informasi kanal, untuk itu diperlukan estimator kanal di bagian penerima. Estimator kanal yang digunakan harus mampu mengikuti perubahan kanal karena pada sistem komunikasi wireless respon kanal bersifat time varying atau berubah terhadap waktu.

Pada Tugas Akhir ini diteliti dan dianalisis estimasi kanal pada sistem MIMO-OFDM menggunakan metoda MMSE dengan algoritma adaptive LMS. Dengan peng-update-an informasi kanal yang berlangsung terus menerus dapat meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai step size yang optimum adalah 0.05, jumlah pilot minimum yang dibutuhkan 48 pilot, dan SNR yang dibutuhkan untuk error kanal dibawah 1 % adalah 25 dB.

Kata Kunci : -

Abstract

The growth of wireless communication demands to provide the high-speed data service (data rate) and wide bandwidth. Some techniques to cover this problem are by using multicarrier modulation OFDM and multiple antennas (MIMO). At OFDM, the effect of frequency selective fading will be felt flat fading by its every sub carriers. Besides that, the orthogonality of inter subcarriers gives possibilities of overlapping inter subcarrier to be occurred, so the bandwidth usage will be more efficient. Otherwise at MIMO technique, using multiple transmitter and receiver improves the communication system's performance by increasing the capacity or gaining the gain diversity. Unity between OFDM and MIMO system is known as MIMO-OFDM system.

Symbol detection process on MIMO-OFDM needs presences of channel information, so the channel estimator at receiver point would be needed. Channel estimator to be used should be able to follow the changes of the channel, because in wireless communication system the channel response is time varying.

On this Final Assessment, channel estimation on MIMO-OFDM system is analyzed by using MMSE method with adaptive LMS algorithm. With channel information update that occurs continually, expected the system performance would be improved.

Result of the simulation shows that optimum step size is 0.05, needed minimum pilot is 48 pilots, and needed SNR for channel error under 1% is 25dB.

Keywords : -

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini membutuhkan ketersediaan *data rate* yang tinggi dan *bandwidth* yang lebar. Akan tetapi, spektrum frekuensi merupakan sumber daya yang terbatas. Salah satu cara yang dapat digunakan berkaitan dengan keterbatasan spektrum frekuensi ini adalah melakukan efisiensi *bandwidth* secara optimal. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang memiliki efisiensi *bandwidth* yang tinggi dan memiliki kapasitas yang tinggi tetapi dapat tetap menjaga performansi *error*.

Teknik yang dapat diandalkan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah teknik modulasi *multicarrier* OFDM (*Orthogonal frequency-division multiplexing*) dan MIMO (*Multiple Input Multiple Output*). OFDM merupakan suatu teknik *multicarrier* yang membagi data serial dengan *bit rate* tinggi menjadi beberapa data paralel dengan *bit rate* yang lebih rendah yang kemudian masing-masing dimodulasikan dengan *subcarrier* yang saling ortogonal. Ortogonalitas *subcarrier* dalam OFDM ini memungkinkan terjadinya *overlapping* antar *subcarrier* sehingga penggunaan *bandwidth* lebih efisien. *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) merupakan sistem komunikasi yang menggunakan *multiple* antenna pada *transmitter* dan *receiver*. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa teknik MIMO dapat meningkatkan performansi sistem komunikasi *wireless*. Peningkatan performansi sistem MIMO ini diperoleh dari *gain* akibat penggunaan diversitas antenna.

Proses deteksi MIMO-OFDM memerlukan pengetahuan tentang kondisi kanal. Pada komunikasi *wireless*, respon kanal berubah terhadap waktu atau *time varying* sehingga mengharuskan *tracking* yang terus menerus (*continous tracking*) pada kanal. Untuk itu diperlukan estimasi kanal *adaptive* yang dapat mengikuti perubahan respon kanal. Estimasi kanal *adaptive* ini bekerja dengan mengatur pembobotan berdasarkan nilai *error* dari keluaran estimator dan sinyal referensi

(sinyal sebenarnya). Dengan nilai pembobotan yang terus diperbaharui diharapkan dapat mengikuti perubahan respon kanal.

Pada tugas akhir ini, estimasi kanal yang digunakan yaitu dengan *minimum mean square error (MMSE)* dengan proses *up-date* pembobotan menggunakan algoritma *Least Mean Square* (selanjutnya disebut estimasi kanal LMS).

1.2 Tujuan:

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan sebagai berikut:

1. Memodelkan sistem MIMO-OFDM sebagai sarana pendukung pengujian estimasi kanal
2. Menguji kinerja estimasi kanal terhadap sistem MIMO-OFDM
3. Menganalisis pengaruh perubahan parameter terhadap kinerja estimasi kanal.

1.3 Rumusan Masalah:

Tugas Akhir ini membahas beberapa permasalahan antara lain:

1. Menggunakan algoritma *Least Mean Square* pada metode estimasi kanal MMSE yang diuji pada sistem MIMO-OFDM
2. Menentukan subsistem-subsistem yang relevan untuk pengujian kinerja metode estimasi kanal yang digunakan
3. Pembahasan cara kerja metoda Estimasi Kanal.

1.4 Batasan masalah:

Batasan masalah yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Proses estimasi kanal MMSE menggunakan algoritma *Least Mean Square (LMS)*
2. MIMO yang digunakan adalah 2×2 (2 transmitter dan 2 receiver)
3. Kanal yang digunakan adalah kanal *multipath fading* yang terdistribusi *rayleigh* dan berderau *Gaussian*

4. Sistem diasumsikan hanya dipakai oleh satu user, dengan kata lain komunikasi *point to point*
5. Sinyal mapping yang digunakan adalah BPSK
6. Skema MIMO yang digunakan adalah dengan STBC
7. Sistem MIMO-OFDM diasumsikan bekerja pada kondisi sinkron antara *transmitter* dan *receiver*.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah:

Langkah-langkah yang ditempuh dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah:

1. Studi Literatur

Pencarian dan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-kajian yang berkaitan dengan masalah-masalah yang ada pada Tugas Akhir ini, baik berupa artikel, jurnal penelitian, TA yang mendukung, buku-buku referensi, dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan masalah Tugas Akhir.

2. Analisis Masalah

Setelah pengumpulan data-data literatur, lalu menganalisis permasalahan berdasarkan data-data literatur tersebut dan berdiskusi dengan pembimbing.

3. Desain dan Perancangan Sistem

Perancangan sistem MIMO-OFDM berdasarkan hasil studi literatur, setiap blok dari sistem MIMO-OFDM diterjemahkan ke program simulasi, kemudian setiap blok itu divalidasi sebelum digabungkan menjadi satu program simulasi.

4. Analisis Hasil Simulasi

Melakukan analisis hasil simulasi dengan membandingkan *error* terhadap parameter-parameter yang diamati.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini akan terbagi menjadi lima bab. Secara garis besar masing-masing bab akan membahas hal-hal sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Memberikan penjelasan mengenai latar belakang, tujuan, perumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

Bab II: Dasar Teori

Bab ini membahas teori-teori pendukung dari berbagai literatur yang menunjang dalam perancangan dan simulasi sistem MIMO-OFDM dan estimasi kanal.

Bab III : Perancangan Sistem dan Simulasi

Bab ini membahas tentang perancangan blok sistem MIMO-OFDM dengan estimasi kanal untuk selanjutnya digunakan dalam simulasi dengan bantuan perangkat lunak matlab 7.0.1.

Bab IV: Analisis Hasil Simulasi

Bab ini membahas hasil simulasi dari model sistem yang dirancang dengan melakukan analisis kinerja terhadap parameter-parameter kinerja sistem.

Bab V: Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas kesimpulan akhir tentang hasil analisis terhadap hasil simulasi sistem serta saran-saran yang berguna untuk pengembangan penelitian berikutnya.

Telkom
University

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Tugas Akhir ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kecepatan konvergensi sistem estimasi kanal dengan menggunakan algoritma LMS sangat tergantung pada nilai parameter *step size*. Semakin kecil *step size* maka kecepatan konvergensi sistem akan semakin lama, namun nilai *error* akan semakin kecil dan stabil, sehingga harus ada kompromi antara kecepatan konvergensi dengan nilai *error*. Dari simulasi yang dilakukan didapatkan nilai *step size* yang optimal adalah 0.05.
2. Semakin banyak jumlah pilot yang digunakan maka kinerja sistem akan semakin bagus, hal ini ditandai dengan semakin kecilnya nilai *error* hasil estimasi kanal. Dari simulasi didapatkan jumlah pilot yang minimum yaitu 48 pilot dengan nilai *error* sekitar 2%.
3. Adanya *noise* AWGN menyebabkan kinerja estimator kanal menjadi terganggu. Untuk estimasi kanal MIMO 2x2, SNR minimum yang dibutuhkan sistem adalah 25dB dengan nilai *error* 0,8 %.
4. Munculnya *doppler spread* pada kanal berpengaruh pada kinerja sistem. Dengan semakin bertambahnya nilai frekuensi *doppler* pada kanal *rayleigh fading*, maka kinerja sistem akan semakin menurun. Frekuensi *doppler* yang semakin tinggi maka membuat kinerja estimator kanal berkurang, didapat nilai *error* 1.5% ($v=0$ km/jam) - 6.8% ($v = 45$ km/jam).
5. Periode perubahan bobot estimator harus disesuaikan agar mampu mengikuti periode perubahan kanal sehingga nilai *error* yang dihasilkan sekecil mungkin. Untuk kanal dengan frekuensi *doppler* 200 Hz, perubahan pembobotan estimator dilakukan setiap 2 simbol dengan nilai *error* 4,1%. Untuk kanal dengan frekuensi *doppler* 12.5 Hz dan 46.3 Hz dilakukan setiap 8 simbol dan 4 simbol, dengan nilai *error* 1.15% dan 1.9%. Bila perioda perubahan pembobotan dilakukan dengan menggunakan jumlah sampel *error* yang sama untuk perata-rataan *error*

pada semua perioda perubahan pembobotan, idealnya semakin cepat perubahan bobot maka didapatkan nilai *error* yang semakin kecil.

5.2 SARAN

1. Perlu adanya penelitian yang lanjut untuk kondisi *step size* (μ) *adaptive* terhadap perubahan kanal.
2. Perlu di analisa lebih lanjut dengan jumlah antena pengirim yang lebih banyak tidak hanya terbatas pada 2 *transmitter* saja.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alamouti, S. M., (1998). *A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications*. IEEE Journal on Select Areas in Communications, Vol.16, No.8.
- [2] Budiman, G. (2005). Konfigurasi MIMO MC-CDMA Pada Kanal Fading Rayleigh. Thesis. Sekolah Tinggi Teknologi Telkom
- [3] Dani, I. N. (2005). Analisa Perbandingan Skema MMSEC dan Adaptive Combining Pada MC-CDMA Downlink. Tugas Akhir: Sekolah Tinggi Teknologi Telkom.
- [4] Gesbert, D., Shafi, M., Shiu, D., Smith, P. J., dan Naguib, A. (2003). *From Theory to Practice : An Overview of MIMO Space-Time Coded Wireless Systems*. IEEE Journal On Selected Areas In Communication Vol. 21, No.3.
- [5] Hara, S., dan Prasad, R. (2003). *Multicarrier Techniques For 4G Mobile Communications*. Boston: Artech House.
- [6] Haykin, S. (2002). *Adaptive Filtering Theory*. Third Edition. Prentice Hall.
- [7] Kabulepa, L.D. (2004). OFDM Basics For Wireless Communications. Darmstadt University of Technology.
- [8] Li, Y., Seshadri, N., Ariyavisitakul, S. (1999). *Channel Estimation for OFDM System with Transmitter Diversity in Mobile Wireless Channels*. IEEE Journal On Selected Areas In Communication Vol. 17, No.3.
- [9] Liew, T. H., dan Hanzo, L. (2002). Space-Time Codes and Concatenated Channel Code for Wireless Communications. Proceedings of The IEEE, Vol. 90, No. 2.
- [10] Lo, K., K., Y. (2005). Channel Estimation of Frequency Selective Channels for MIMO-OFDM. Thesis: University of Calgary.
- [11] Manolakis, D. G., Ingle, V. K., Kogon, S. M. (2000). *Statistical and Adaptive Signal Processing*. McGraw Hill.
- [12] Nugroho, G., Y. (2006). Analisis dan Simulasi Frequency-Interleaved MC-DS-CDMA dengan Minimum Mean Square Error (MMSE) Equalizer Pada Kanal Multipath Fading. Tugas Akhir: Sekolah Tinggi Teknologi Telkom.

- [13] Ozbec, B., Yilmaz, R. (2005). *The Adaptive Channel Estimation for STBC-OFDM System*. Journal of Electrical and Electronics Engineering Vol. 5, No.3. Istanbul University
- [14] Rappaport, T., S. (2002). *Wireless Communications: Principles and Practice*. Second Edition. Prentice Hall.
- [15] Winata, H. (2003). Unjuk Kerja Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing (COFDM) Pada Kanal Radio Mobil. Tugas Akhir: Sekolah Tinggi Teknologi Telkom.

