

ANALISIS PENGARUH ESTIMASI KANAL DENGAN METODE LMMSE PADA SISTEM LTE-MIMO-OFDM-SFBC ARAH DOWNLINK

Ahmad Zakie Akmal¹, Rina Pudji Astuti², Uke Kurniawan Usman³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

3GPP LTE adalah evolusi dari UMTS dalam menanggapi permintaan yang terus meningkat untuk layanan multimedia berkualitas tinggi sesuai dengan harapan pengguna. Permasalahan yang terjadi pada LTE yaitu terdapat pada kebutuhan laju data yang tinggi sehingga membutuhkan bandwidth transmisi yang lebar. Selain itu juga permasalahan broadband yang membuat sinyal mengalami selective fading dan juga terdapat ratio efisiensi spectrum yang tinggi, dan juga apabila user mengalami pergerakan sehingga terdapat degradasi sinyal.

Permasalahan tersebut dapat dipecahkan dengan melakukan estimasi kanal pada sisi penerima guna mendapatkan performansi sinyal yang lebih akurat. Penelitian ini dilakukan pada downlink-LTE menggunakan estimasi kanal LMMSE pada sistem MIMO OFDM dengan menggunakan skema SFBC. Estimasi menggunakan metode LMMSE diharapkan dapat meningkatkan performansi LTE-downlink. LTE yang digunakan dalam sistem ini adalah LTE realist 8, dengan menggunakan bandwidth 20Mhz dengan subcarrier 2048, QPSK Mapper, dan convolutional code $\frac{1}{2}$. Sistem ini disimulasikan dengan pergerakan user 3 km/jam hingga bergerak cepat 120 km/jam dan menggunakan model kanal AWGN dan rayleigh. Parameter kinerja ditunjukkan oleh perbandingan Eb/N0 dan Bit Error Rate (BER).

Hasil simulasi estimasi kanal LMMSE dapat meningkatkan kinerja sistem LTE MIMO OFDM SFBC yang ditunjukkan dengan semakin baiknya kualitas sinyal saat dibandingkan dengan estimasi sederhana untuk masing-masing perubahan kecepatan user. Estimasi kanal LMMSE memberikan kinerja terbaik disaat kecepatan user 3 km/jam dengan Eb/No sebesar 9,2 dB pada BER 10⁻³. Saat kecepatan user 30 km/jam target BER 10⁻³ tercapai dengan Eb/No sebesar 9,7 dB dan 11,4 dB saat kecepatan user 120 km/jam. Penggunaan estimasi kanal LMMSE dapat meningkatkan performansi sistem dengan nilai rata-rata Eb/No sebesar 0,2 dB pada target BER 10⁻³.

Kata Kunci : LTE downlink, MIMO OFDM, SFBC, LMMSE, Estimasi Kanal

Telkom
University

Abstract

3GPP LTE is an evolution of UMTS in response to growing demand for high-quality multimedia services in accordance with user expectations. Problems that occurred in LTE is found in high data rate requirements that require wide bandwidth transmission. In addition, broadband problems that make the signal having selective fading and there are also spectrum high efficiency ratio, and also if the user experiencing the movement so that there is signal degradation.

This problem can be solved by performing channel estimation on the receiving side to obtain a more accurate signal performance. The research was conducted on-LTE downlink using LMMSE channel estimation in MIMO OFDM systems using SFBC scheme. Estimation using LMMSE method is expected to improve performance-LTE downlink. LTE, which is used in this system is the LTE realist 8, using a bandwidth of 20MHz with 2048 subcarriers, QPSK Mapper, and $\frac{1}{2}$ convolutional code. The system is simulated by the movement of the user 3 km / h to move fast 120 km / h and using AWGN and Rayleigh channel model. Performance parameters is shown by comparison of Eb/No and Bit Error Rate (BER).

The simulation results LMMSE channel estimation can improve system performance LTE MIMO SFBC OFDM is shown with the best signal quality when compared with simple estimates for each user speed changes. LMMSE channel estimation gives the best performance when the user speed 3 km / h with Eb / No of 9.2 dB at BER of 10^{-3} . When a user speed of 30 km / h achieved the target BER of 10^{-3} with Eb / No of 9.7 dB and 11.4 dB when the user speeds of 120 km / hour. The use of LMMSE channel estimation can improve system performance with an average value of Eb / No of 0.2 dB at target BER of 10^{-3} .

Keywords : LTE downlink, MIMO OFDM, SFBC, LMMSE, Channel Estimation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan ekspansi jaringan dan teknologi komunikasi dan globalisasi sistem komunikasi generasi ke-3, dukungan untuk layanan suara dan data telah mengalami perkembangan yang lebih besar dibandingkan dengan sistem komunikasi generas ke-2. Pada saat yang bersamaan permintaan komunikasi *wireless* berkualitas tinggi dengan kecepatan data yang lebih tinggi terus meningkat karena tuntutan pengguna. Di sisi lain, terdapat konflik dengan terbatasnya *bandwidth* yang ada dan peningkatan jumlah pengguna yang diluar perkiraan, sehingga efisiensi spektrum sistem harus ditingkatkan dengan mengadopsi beberapa teknologi baru. *Long Term Evolution* (LTE) adalah langkah selanjutnya yang akan menjadi dasar sistem komunikasi *wireless* masa depan. LTE dapat memberikan kinerja yang unggul dibandingkan dengan teknologi sebelumnya dengan digunakannya teknologi MIMO-OFDM.

Multicarrier OFDM merupakan teknik modulasi dengan *subcarrier* yang saling *ortogonal*. *Ortogonalitas subcarrier* dalam OFDM memungkinkan terjadinya *overlapping* antar *subcarrier* sehingga penggunaan *bandwidth* lebih efisien. Sedangkan MIMO merupakan sistem komunikasi yang memungkinkan multiple antena pada *transmitter* dan *receiver*. Solusi yang ditawarkan sistem MIMO adalah peningkatan kualitas sinyal yang mengalami gangguan akibat kanal multipath fading dengan memanfaatkan *diversitas* antena. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa teknik MIMO dapat meningkatkan performansi sistem komunikasi *wireless* karena adanya peningkatan *gain* akibat penggunaan *diversitas* antena.

Pengaruh kondisi propagasi radio pada informasi yang dikirimkan harus diperkirakan menggunakan suatu proses estimasi dalam rangka memulihkan informasi yang diterima secara akurat. Estimasi kanal LMMSE adalah solusi yang ditawarkan untuk meminimalkan tingkat kesalahan dalam *recovery* data informasi, sehingga data yang diterima *receiver* akan lebih akurat.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan tugas akhir ini antara lain adalah:

1. Melakukan analisis estimasi kanal pada sistem LTE-MIMO-OFDM-SFBC dengan metode LMMSE arah downlink;
2. Melakukan analisis pengaruh kecepatan user terhadap performansi estimasi kanal LMMSE pada sistem LTE-MIMO-OFDM-SFBC;

1.3 Rumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini membahas beberapa permasalahan antara lain::

1. Pendefinisian model sistem *downlink* MIMO-OFDM-SFBC dalam LTE;
2. Pendefinisian model sistem MIMO-OFDM-SFBC dalam LTE dengan menerapkan estimasi kanal sederhana;
3. Pendefinisian model sistem MIMO-OFDM-SFBC dalam LTE dengan menerapkan estimasi kanal LMMSE;
4. Bagaimana kinerja estimasi kanal LMMSE terhadap variasi kecepatan user;

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Perancangan sistem SFBC MIMO OFDM hanya dibatasi pada layer fisik;
2. Model kanal transmisi adalah AWGN dan *Rayleigh* untuk menggambarkan keadaan kanal yang sesungguhnya dalam jaringan LTE;
3. Sistem SFBC MIMO OFDM menggunakan dua antena pengirim serta dua antena pada sisi penerima;
4. Jumlah *user* yang digunakan dalam penelitian ini hanya satu *user* pada satu sel untuk layanan data;
5. Teknik estimasi kanal yang digunakan adalah LMMSE dan *spline*;
6. Menggunakan teknik modulasi QPSK dan 16 QAM;
7. Parameter simulasi yang digunakan adalah BER dan Eb/No;
8. Kecepatan *user* yang diteliti 3 km/jam, 30 km/jam, dan 120 km/jam^[6];
9. Diasumsikan user tidak dalam keadaan *handover*; sehingga jika user melewati batas 1 sel maka tidak dilakukan perhitungan;
10. Simulasi tugas akhir menggunakan *software* Matlab R2009a;

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini ada beberapa tahapan, yaitu:

1. Studi Literatur

Proses pembelajaran teori-teori yang digunakan dan pengumpulan literatur-literatur berupa buku referensi, artikel-artikel, serta jurnal-jurnal untuk mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

2. Perancangan

Proses perancangan sistem SFBC MIMO OFDM yang akan bekerja pada kanal *multipath fading* terdistribusi Rayleigh serta kanal AWGN.

3. Simulasi

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk simulasi program dengan menggunakan software MATLAB yang memungkinkan peneliti untuk memanipulasi variabel-variabel *input* dan meneliti akibatnya terhadap kinerja sistem SFBC MIMO OFDM. Program Matlab yang digunakan berasal dari tugas akhir sebelumnya^[7] dengan ditambahkan program estimasi kanal LMMSE^[3].

4. Analisis

Melakukan analisis hasil simulasi estimasi kanal LMMSE yang dibandingkan dengan metode estimasi kanal sederhana pada variasi kecepatan 3 km/jam, 30 km/jam, dan 120 km/jam.

5. Penyusunan laporan tugas akhir.

1.6 Landasan Teori / Kajian Pustaka

Tugas Akhir ini menggunakan landasan teori, yaitu:

- Dalam Tugas Akhir kali ini melihat hasil keluaran dari perbandingan BER terhadap Eb/No. BER merupakan suatu jumlah dari kesalahan bit dari aliran data melalui saluran komunikasi yang telah berubah karena kebisingan, gangguan, distorsi, dan kesalahan sinkronisasi bit.

1.7 Sistematika Penulisan

Pembahasan tugas akhir ini disusun dalam lima bab sebagai berikut :

Bab I : **PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pembuatan Tugas Akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II : **DASAR TEORI**

Bab ini membahas tentang teori-teori yang mendukung dan melandasi penulisan tugas akhir ini, yaitu beberapa standard LTE, konsep dasar komunikasi LTE, konsep dasar MIMO OFDM secara umum, penjelasan tentang konsep *Space Frequency Block Code*, serta penjelasan pemodelan kanal AWGN dan *Rayleigh Fading* pada komunikasi *wireless*

Bab III : **PEMODELAN SISTEM DAN SIMULASI**

Bab ini membahas tentang pemodelan dan simulasi OFDM pada LTE dengan menggunakan MIMO SFBC 2x2 serta aturan simulasi dari sistem tersebut. Serta membahas estimasi kanal yang digunakan yaitu dengan menggunakan *software* Matlab R2009a.

Bab IV : **ANALISIS HASIL SIMULASI**

Bab ini berisi tentang data-data hasil simulasi yang kemudian dilakukan analisa untuk melihat unjuk kerja sistem yang telah dibuat.

Bab V : **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari keseluruhan Tugas Akhir ini dan kemungkinan pengembangan topik yang bersangkutan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Sistem LTE MIMO OFDM SFBC memiliki performansi lebih baik dengan menggunakan modulasi QPSK dibandingkan dengan modulasi 16 QAM yang ditunjukkan dengan target BER 10^{-4} dengan nilai Eb/No sebesar 5,8 dB untuk QPSK dan 9 dB untuk 16 QAM. Semakin tinggi skema modulasi yang digunakan maka sistem akan semakin sensitive terhadap proses estimasi kanal.
2. Pada sistem LTE MIMO OFDM SFBC, jika kanal yang dilewati sangat *selective fading* maka akan terlihat adanya perbaikan performansi jika jumlah *subcarrier* yang digunakan semakin besar dengan asumsi *user* dalam keadaan diam. Performansi sistem paling baik saat menggunakan parameter 20 MHz yang memiliki 2048 *subcarrier* dibandingkan saat menggunakan parameter 5MHz yang memiliki 512 *subcarrier*. Saat menggunakan 2048 *subcarrier* target BER 10^{-3} tercapai dengan Eb/No 4,8 dB dan BER 10^{-4} tercapai dengan Eb/No 5,9 dB, sedangkan saat menggunakan 512 *subcarrier* target BER 10^{-3} tercapai dengan Eb/No 5,2 dB dan target BER 10^{-4} membutuhkan Eb/No 6,5 dB.
3. Performansi estimasi kanal sederhana untuk variasi kecepatan 3 km/jam, 30 km/jam, dan 120 km/jam yang ditunjukkan oleh kebutuhan energi Eb/No dengan target BER 10^{-3} adalah 9,4 dB, 10 dB, dan 11,6 dB untuk masing-masing kecepatan.
4. Performansi estimasi kanal LMMSE untuk variasi kecepatan 3 km/jam, 30 km/jam, dan 120 km/jam yang ditunjukkan oleh kebutuhan energi Eb/No dengan target BER 10^{-3} adalah 9,2 dB, 9,7 dB, dan 11,4 dB untuk masing-masing kecepatan. Terjadi peningkatan performansi sistem untuk setiap bertambahnya kecepatan user saat dibandingkan dengan estimasi kanal sederhana. Estimasi kanal LMMSE mampu memperbaiki performansi sistem dengan rata-rata nilai Eb/No sebesar 0,2 dB saat target BER 10^{-3} .

5.2 SARAN

Adapun saran-saran dari penulis untuk penelitian lebih lanjut adalah :

1. Sistem yang ditinjau pada tugas akhir ini adalah sistem *single user*. Pada penelitian selanjutnya diharapkan penelitian dilakukan pada sistem *multi user*.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan parameter LTE downlink lainnya dengan kecepatan *user* yang lebih bervariasi dan dalam keadaan handover.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat membandingkan penggunaan skema mapper yang lebih besar yaitu 16QAM dan 64 QAM dengan estimasi kanal yang mendukung untuk perhitungan yang lebih kompleks.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan teknik estimasi kanal yang berbeda seperti LMS, LS, dan teknik lainnya yang lebih akurat.
5. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan teknik pengkodean MIMO yang berbeda seperti STBC, DSTBC, SM, dan pengkodean lainnya yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 3GPP, TR 36.211 v8.7.0, "Physical Channels and Modulation," Release 8, May 2009.
- [2] Agila, Mohammed, "*OFDM Communications*", University of Plymouth, Plymouth, United Kingdom.
- [3] Cho, Yong Soo. Kim, Jackwon. Yang, Won Young and Kung, Chung G, "MIMO-OFDM Wireless Communication with MATLAB" Asia: John Wiley & Sons. 2010.
- [4] Coleri, Sinem. Ergen, Mustafa. Puri, Anuj and Bahai, Ahmad, "Channel Estimation Techniques Based on Pilot Arrangement in OFDM Systems", IEEE, 2002.
- [5] D. Sreedhar and A. Chockalingam, "*Detection of SFBC-OFDM Signals in Frequency- and Time-Selective MIMO Channels*", IEEE Communications Society, 2007.
- [6] ITU-R M.1225 International Telecommunication Union, "Guidelines for evaluation of radio transmission technologies for IMT-2000", 1997.
- [7] Khrisnanto, Fadilla Agrivian, "Analisis Perbandingan Performansi Skema SFBC dan Skema STBC pada Sistem MIMO OFDM", IT TELKOM. Bandung. 2011.
- [8] Lee, King F and Williams, Douglas B, "*A space Frequency Transmitter Diversity Technique for OFDM Systems*", Georgia Institute of technology, 2000.
- [9] Lee, King F, "*Space Time and Space Frequency Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing Transmitter Diversity Technique*", Georgia Institute of technology, 2000.
- [10] Mehmood, Asad and Cheema, Waqas Aslam, "*Channel Estimation For LTE Downlink*". Thesis, Blekinge Institute of Technology, Swedia, 2009.
- [11] Oppenheim, Allan and Schafer, Roland, "*Digital Signal Processing*", Prentice-hall, 1989.
- [12] Prasad, Ramjee, "*OFDM for Wireless Communication Systems*", Boston : Artech House, 2004.

- [13] Rappaport, Theodore S, "Wireless Communication Principles and Practice". America: Prentice-Hall, Inc, 2002.
- [14] Rian, Alfadin, "Analisis Kinerja Penggunaan SC-FDM pada LTE Arah Uplink dengan Menggunakan Adaptive MIMO", IT TELKOM. Bandung. 2011.
- [15] Roca, Amalia, "Implementation of WiMAX Simulator in Simulink" Vienna: Institut für Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik. 2007.
- [16] Torabi, Mohammad, "On the BER Performance of Space Frequency Block Coded OFDM systems in Fading MIMO Channels", IEEE Transactions on wireless communication, april 2007.
- [17] Tran, Mai. (*et.al*). "Mobile WiMAX: Downlink Performance Analysis with Adaptive MIMO Switching". IEEE Mobile WiMAX Symposium 2009.