

Estimasi Kinerja Kanal MIMO-OFDM Menggunakan Modulasi Adaptif Untuk Teknologi LTE Berdasar Pada Kecepatan Pelanggan

Performance Estimating Channel Using Mimo-Ofdm Adaptive Modulation LTE Technology Based on Speed Of Customer

Widhiatmoko H.P.¹, Hesti Susilawati², Ari Fadli³

¹arieswhp@gmail.com, ²hesti_s@yahoo.co.id, ³arifadli@unsoed.ac.id

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Mayor Jenderal Sungkono KM 5 Blater Purbalingga 53371

Abstract—OFDM dipakai untuk teknik *multiple access* pada *downlink* LTE. Dalam teknologi LTE, parameter kecepatan *user* sangat berpengaruh terhadap kualitas jaringan. Pada OFDM, estimasi kanal sangat diperlukan untuk mengatasi *fading* dan *noise*. Semakin besar kecepatan *user* maka semakin besar nilai *fading* dan *noise*. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan estimasi kanal yang digunakan. Metode estimasi kanal yang banyak digunakan ada dua yaitu metode *Least Square* (LS) dan metode *Minimum Mean Square Error* (MMSE). Kedua metode tersebut digunakan pada penerima diam dan penerima bergerak dengan modulasi QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM. Simulasi dilakukan untuk mengetahui metode estimasi kanal pada beberapa variasi kecepatan *user*. Hasil analisa menunjukkan bahwa estimasi kanal dengan metode MMSE lebih baik dibandingkan metode LS. Sedangkan pada penerima dengan kecepatan rendah memiliki kualitas jaringan yang lebih baik dibandingkan pada penerima dengan kecepatan tinggi.

Kata Kunci—MIMO-OFDM, LTE, LS, MMSE.

Abstract—OFDM used for multiple access techniques on LTE downlink. In LTE technology parameters of the user speed very affect the quality of network. The higher of the user speed then more large values of fading and noise. To overcome these issues an estimation of the need for the use of channel. Method of channel estimation there are two which is widely used method of Least Square (LS) and method of Minimum Mean Square Error (MMSE). Both of channel estimation method used on the fixed user and mobile user with QPSK, 16-QAM, and 64-QAM. The simulation conducted to determine most effective method of channel estimation on various user speeds. Analysis results show that the channel estimation using the MMSE method better than LS method. While in the user with lower speed having the quality of network that is better than with the user with high speed.

Keyword—MIMO-OFDM, LTE, LS, MMSE.

PENDAHULUAN

Pada teknologi LTE terdapat teknik *multiple access* yang memanfaatkan rentang frekuensi yang terbatas agar dapat digunakan oleh banyak pengguna. Salah satunya adalah OFDM. Dalam OFDM, kualitas sinyal terpengaruh *fading* dan *noise* yang diakibatkan oleh kecepatan *user*. Pada OFDM, estimasi kanal sangat diperlukan untuk mengatasi *fading* dan *noise* (Permana, 2014).

TINJAUAN PUSTAKA

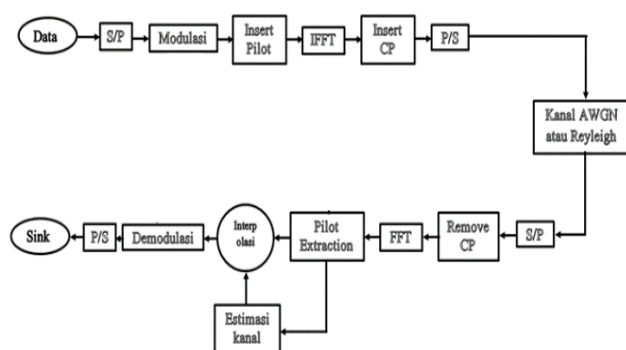
A. Komponen Transceiver OFDM

Blok diagram model sistem OFDM secara umum terlihat pada gambar 1.

1. Data

Data adalah informasi yang ingin dikirimkan melalui saluran telekomunikasi. Data yang digunakan pada analisa sistem berupa data digital yang nilainya ditentukan secara acak. Data yang digunakan ini

diubah-ubah berdasarkan kecepatan user. Variabel utama yang dipengaruhi kecepatan user adalah frekuensi doppler. Frekuensi doppler nantinya digunakan pada kanal reyleigh yang memodelkan terjadinya fading.



Gambar 1 Blok Diagram Transceiver OFDM

2. S/P (*Serial to Parallel*)

Serial to Parallel berfungsi untuk mengubah data *serial* menjadi data *parallel* dengan cara membaginya ke dalam beberapa saluran.

3. Modulasi

Modulasi adalah proses penumpangan sinyal informasi terhadap sinyal pembawa dengan tujuan untuk mengurangi nilai *error* sesuai dengan karakteristik media transmisi yang digunakan.

4. *Insert Pilot*

Insert Pilot adalah proses memasukan *pilot symbol* ke dalam sinyal informasi untuk digunakan dalam proses estimasi kanal.

5. IFFT (*Inverse Fast Fourier Transform*)

IFFT adalah proses untuk mengubah dari domain frekuensi menjadi domain waktu sehingga nantinya data dapat diproses dan dikirim melalui kanal informasi.

6. *Insert CP (Cyclic Prefix)*

Insert CP adalah proses menyisipkan *Cyclic Prefix* ke dalam informasi.

7. P/S (*Parallel to serial*)

Parallel to serial berfungsi untuk mengubah data *parallel* menjadi data *serial* dengan cara menggabungkan ke dalam satu saluran.

8. AWGN (*Adaptive White Gaussian Noise*)

Kanal AWGN adalah jenis model kanal informasi yang ditambahkan *white noise* dengan model *gaussian*.

9. *Rayleigh Fading*

Kanal *rayleigh fading* adalah model kanal yang ditambahkan pengaruh *fading* akibat pergerakan *user* dan permukaan yang tidak rata. Pada kanal ini, *fading* menggunakan model *rayleigh*.

10. S/P (*Serial to Parallel*)

Serial to Parallel berfungsi untuk mengubah data *serial* menjadi data *parallel* dengan cara membaginya ke dalam beberapa saluran.

11. *Remove Cyclic Prefix*

Remove CP adalah proses menghapus *Cyclic Prefix* sehingga didapatkan sinyal informasi.

12. FFT (*Fast Fourier Transform*)

FFT adalah proses untuk mengubah dari domain waktu menjadi domain frekuensi sehingga nantinya data dapat diproses untuk estimasi kanal.

13. *Pilot Extraction*

Pilot Extraction adalah proses mengekstrak *pilot symbol* yang ada di sinyal informasi untuk digunakan dalam proses estimasi kanal.

14. Interpolasi

Interpolasi digunakan agar diperoleh *impulse respons* kanal estimasi pada semua simbol OFDM yang dikirim.

15. Estimasi Kanal

Estimasi kanal adalah suatu teknik yang digunakan pada transmisi bertujuan untuk memperkirakan atau mengestimasi *Channel Impulse Respons* (CIR) atau *impulse respons* dari suatu kanal terhadap sinyal terkirim. *Impulse respons* merupakan pola perubahan

data yang terkena *noise* dan *fading*. Pola perubahan tersebut digunakan untuk mengkoreksi *error* yang terjadi pada informasi.

16. Demodulasi

Demodulasi adalah proses pengambilan sinyal informasi terhadap sinyal yang diterima sehingga informasi yang dikirimkan dapat diperoleh di penerima.

17. P/S (*Parallel to serial*)

Parallel to serial berfungsi untuk mengubah data *parallel* menjadi data *serial* dengan cara menggabungkan beberapa saluran ke dalam satu saluran sesuai urutan.

18. Sink

Sink adalah sinyal informasi yang telah melalui kanal informasi sehingga nilainya tidak sama dengan sinyal informasi tetapi maksudnya masih dapat dimengerti oleh penerima.

B. Bit Error Rate (BER)

Bit Error Rate (BER) atau probabilitas *bit error* yang merupakan nilai ukur kualitas sinyal yang diterima untuk sistem transmisi data digital. BER juga dapat didefinisikan sebagai perbandingan jumlah *bit error* terhadap total *bit* yang diterima sesuai dalam Persamaan 1 berikut :

$$BER = N \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(N \times \frac{1}{Eb / No} \right)}} \right] \quad (1)$$

Dimana :

Eb/No = *Energy per bit to Noise power spectral density ratio* (dB),
 N = Jumlah konstelasi modulasi.

C. Throughput

Throughput menunjukkan ukuran banyaknya data *bit* informasi yang sukses terkirim atau dalam artian lain banyaknya *bit* yang tidak mengalami *error* dalam pengiriman. *Throughput* sangat dipengaruhi oleh besarnya BER dalam transmisi data dan dapat dihitung dengan persamaan 2 berikut :

$$Throughput = R (1 - BER) \quad (2)$$

Dimana:

BER = *Bit Error Rate* (dB),
 R = *data rate* transmisi (Kb).

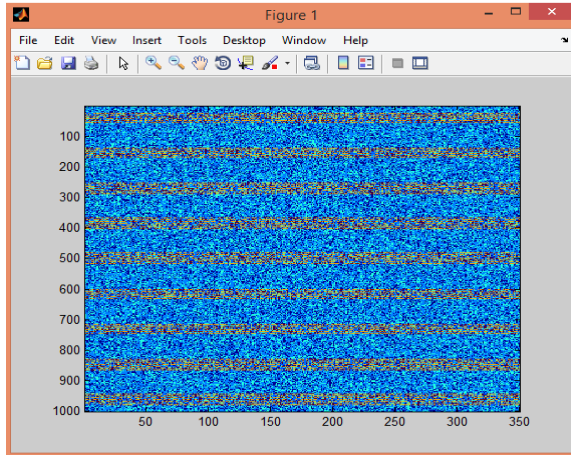
ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa kinerja sistem OFDM diambil dari beberapa parameter. Parameter tersebut yaitu BER dan *Throughput*. Setelah itu dibandingkan dengan kecepatan dari *user*.

A. Lokasi Pilot Symbol

Lokasi pilot symbol tersebut digunakan untuk mengkoreksi sinyal yang terkena *noise* menjadi seperti

semula. Gambar 2 menunjukkan lokasi pilot symbol yang digunakan untuk estimasi kanal.

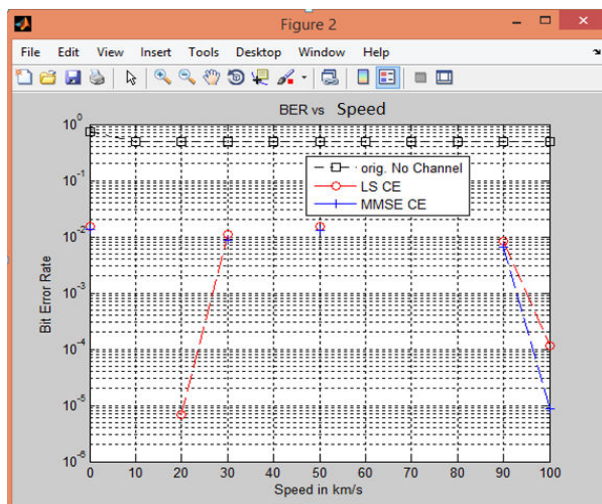


Gambar 2 Pilot Symbol

Cara mengkoreksi sinyal yang terkena noise adalah dengan mengubah urutan symbol sesuai urutan pilot symbol yang telah diketahui. Setelah urutan symbol sudah urut maka nilai informasi yang terdiri dari beberapa symbol menjadi lebih akurat. Penempatan pilot symbol diantara sinyal informasi. Titik-titik yang berwarna hitam adalah pilot symbol dan yang berwarna biru adalah informasi.

B. Perbandingan BER Terhadap Kecepatan User

Estimasi kanal dengan pilot symbol yang dijabarkan sebelumnya akan mempengaruhi BER keluaran sinyal. Simulasi dilakukan untuk melihat performa sistem LTE MIMO OFDM dalam BER terhadap kecepatan user yang memakai jaringan. Grafik perbandingan BER terhadap kecepatan user terlihat pada gambar 3 berikut :



Gambar 3 BER VS Kecepatan User

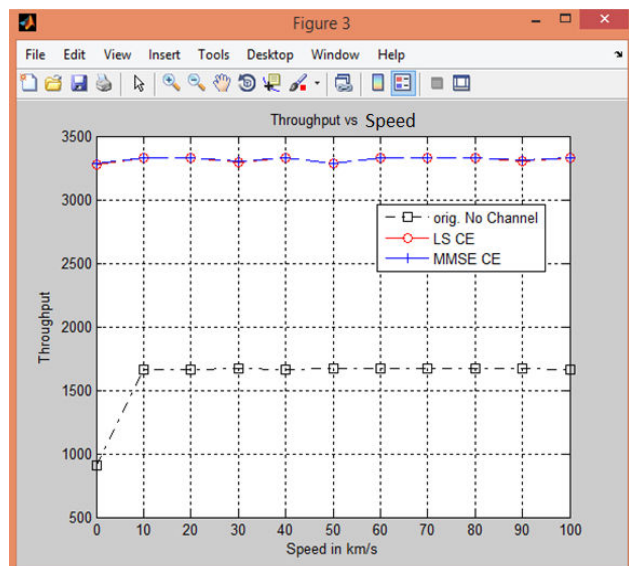
Dari gambar 3 di atas terlihat pada kecepatan 0 km/s sampai 10 km/s yang sudah di estimasi kanal mempunyai error yang sangat kecil atau mendekati nol. Sedangkan pada kecepatan 20 km/s sampai 30 km/s terdapat nilai error yang semakin besar dari 10^{-4} sampai 10^{-2} . Pada kecepatan 30 km/s sampai 80 km/s mempunyai nilai error sangat kecil hal itu dikarenakan proses estimasi kanal efektif terhadap kecepatan standar tersebut. Sedangkan saat kecepatan 90 km/s sampai 100 km/s terdapat peningkatan nilai error sebesar 10^{-2} .

Pada saat tidak memakai estimasi kanal nilai error sistem mendekati 10^0 atau mendekati 100%. Nilai error yang besar tersebut terjadi merata pada semua kecepatan dari 0 km/s sampai 100km/s. Hal itu terjadi karena noise dan fading yang menyebabkan urutan dan nilai symbol menjadi berubah.

Dari analisa grafik pada gambar 3 di atas diketahui bahwa proses estimasi kanal sangat efektif pada kecepatan user 0 km/s – 10km/s dan 30 km/s – 80 km/s. Sedangkan untuk perbandingan sistem saat menggunakan estimasi kanal mempunyai nilai error yang jauh lebih kecil dibandingkan sistem yang tidak menggunakan estimasi kanal.

C. Perbandingan Throughput Terhadap Kecepatan User

Salah satu parameter untuk mengetahui kualitas sistem digital selain BER adalah throughput. Simulasi dilakukan untuk melihat performa sistem LTE MIMO OFDM dalam throughput terhadap kecepatan user yang memakai jaringan. Grafik perbandingan throughput terhadap kecepatan user terlihat pada gambar 4 berikut :



Gambar 4 BER VS Kecepatan User

DAFTAR PUSTAKA

- Astawa, I. G. P., dkk. 2013. Analisa Kinerja Sistem MIMO-OFDM Pada Estimasi Kanal LS Untuk Modulasi m-QAM, jurnal ilmiah. Bali : Universitas Udayana.
- Disaka, D. M. M. 2007. Estimasi Kanal Sistem MIMO-OFDM Dengan Metoda MMSE Dan LMS, Tugas Akhir. Bandung : Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom.
- Gumilang, I. W. 2011. *Estimasi Kanal Menggunakan Least Square Estimation (Lse) Sistem Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)*, Skripsi. Depok : Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Permana, Aji. 2014. *Analisa Perbandingan Kinerja Sistem Orthogonal Frequency Division Multiplexing Pada Kanal AWGN Dan Rayleigh Fading Untuk Teknologi Long Term Evolution*, Tugas Akhir. Purbalingga : Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman.
- Purnomo, C. Analisa Kinerja Estimasi Kanal MIMO – OFDM Untuk Teknologi LTE, Skripsi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, 2015.
- Santoso, Imam., Hermanto, Dudik. 2012. *Evaluasi Kinerja Teknik Estimasi Kanal Berdasarkan Pola Pengaturan Pilot symbol Pada Sistem OFDM*, Jurnal. Tembalang : Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Senky, I. G. P. 2008. *Spatial Multiplexing MIMO OFDM Dengan Model Kanal SVD Untuk Mobile WIMAX*, Skripsi. Depok : Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Yoong, Soo Cho, dkk. 2010. *MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB*. Singapura: John Wiley & Son.