

ANALISIS PENERAPAN ALGORITMA ADAPTIVE EQUALIZER LMS PADA SISTEM KOMUNIKASI UWB

Siswoyo Pandu Sasmita¹, Budi Prasetya², Dharu Arseno³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Ultra-Wideband (UWB) adalah teknologi aplikasi wireless, yang memiliki keuntungan antara lain: data rate yang tinggi dan daya kirim yang rendah. Kinerja sistem komunikasi UWB dilakukan pada kanal Saleh Valenzuela yang merupakan model kanal pada lingkungan indoor.

Equalisasi adalah teknik yang digunakan untuk menanggulangi ISI akibat lintasan multipath dari kanal, yang menyebabkan error bit pada receiver. Karena kanal fading random dan berubah terhadap waktu, equalizer harus melacak karakteristik perubahan waktu pada kanal, yang disebut adaptif equalizer. Least Mean Square (LMS) adalah salah satu algoritma untuk aplikasi adaptif equalizer, LMS menggunakan kriteria meminimalisasi mean square error (MSE) antara keluaran equalizer yang diinginkan dengan keluaran sebenarnya.

Di dalam TA ini dianalisa performansi penerapan algoritma adaptif equalizer LMS pada sistem komunikasi UWB. Sistem komunikasi UWB yang digunakan mengacu pada standar IEEE 802.15.3a, dengan pengkodean konvolusional dan modulasi multi carrier OFDM. Diharapkan penerapan LMS akan membawa perbaikan pada kinerja sistem komunikasi UWB. Parameter yang dianalisa dalam TA ini antara lain adalah channel model Saleh Valenzuela dan besarnya step size, parameter ini akan mempengaruhi performansi dan lamanya equalizer menuju ke konvergensi. Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa pada kanal Saleh Valenzuela channel model 1 dengan penerapan algoritma adaptif equalizer LMS pada sistem komunikasi UWB memberikan performansi terbaik, yaitu mencapai BER 10⁻⁵ pada SNR 14 dB. Dan factor step size yang optimal sebagai trade off antara kecepatan konvergensi dan performansi didapat pada nilai step size 0.0001.

Kata Kunci : OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), UWB (Ultra Wide

Telkom
University

Abstract

Ultra-Wideband (UWB) is wireless technology, which has many advantages such as: very high data rate and low power consumption. Therefore, the application of UWB technology is very good for indoor environment. The appropriate channel model in Saleh-Valenzuela channel model. Channel model that was analyzed is multi path channel model, in this term it will be separate in 2 categories, Line Of Sight (LOS) for Channel Model 1 (CM1) and Non Line Of Sight (NLOS) for CM2, CM3 and CM4. In this matter LOS mean Tx and Rx in the same room, while NLOS mean Tx and Rx located in different room.

Equalization is a technique used for compensate ISI because channel multipath from channel caused error bit in receiver. because random fading channel time varying, equalizer must track the time varying characteristics of the mobile channel, and thus are called adaptive equalizers. Least Mean Squares (LMS) is an algorithm for adaptive equalizer application. LMS is an adaptive equalizer where the criterion used is the minimization of the mean square error (MSE) between the desired equalizer output and the actual equalizer output.

In this final project analyzed adaptive equalizer algorithm LMS performance implemented in UWB system. UWB communication system used based on IEEE 802.15.3a, with convolutional encoder and OFDM multicarrier modulation. Parameters that analyzed such as variance of channel model Saleh Valenzuela. and step size value, those parameters affected in performance and convergence rate.

From the simulation result, it shown adaptive equalizer algorithm LMS can give good performance in all Saleh Valenzuela channel model, especially in CM1 give the best performance, reach BER 10^{-5} in SNR 14 dB. and the optimal step size as trade off between convergence rate and performance settled in 0.0001

Keywords : OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), UWB (Ultra Wide

DAFTAR ISTILAH

<i>Bandwidth koheren</i>	Suatu lebar <i>bandwidth</i> di mana <i>range</i> frekuensi di dalam <i>bandwidth</i> tersebut bisa dipandang rata (<i>flat</i>) terhadap respon kanal.
BER	Parameter performansi sistem <i>digital</i> yang menunjukkan kemungkinan <i>bit</i> tersebut salah diterima.
<i>Delay Spread</i>	Pelebaran waktu kedatangan sinyal pertama dengan sinyal terakhir akibat jalur lintasan berbeda-beda dipandang dari sisi penerima.
<i>Flat fading</i>	Kondisi di mana respon kanal relatif sama untuk semua komponen sinyal.
<i>Frequency selective fading</i>	Kondisi di mana sinyal akan menerima perlakuan berbeda oleh kanal untuk tiap spektrum frekuensinya, baik respon fasa maupun respon amplitudo.
QPSK	Teknik modulasi di mana data dikelompokkan ke dalam dua bit yang kemudian memodulasi sinyal <i>carrier</i> berdasarkan pola kelakuan fasa sinyal <i>carrier</i> tersebut.
<i>Slow fading</i>	Kondisi di mana durasi simbol lebih lama dibandingkan <i>time</i> koheren sehingga atenuasi dan pergeseran fasa relatif sama untuk satu durasi simbol.
SNR	Perbandingan level daya sinyal terhadap daya <i>noise</i> -nya.
<i>Time koheren</i>	Ukuran waktu yang menunjukkan durasi perubahan respon impuls kanal.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi *wireless* yang *portable* merupakan salah satu teknologi yang banyak dikembangkan saat ini. Permasalahan yang utama dalam teknologi ini adalah kebutuhan akan kecepatan data-nya yang tinggi, dan salah satu solusinya adalah dengan menggunakan *Ultra Wide Band (UWB)*. Teknologi *Ultra Wide Band (UWB)* telah muncul sebagai teknologi yang dapat digunakan untuk aplikasi jaringan *wireless* dengan kecepatan data yang sangat tinggi.

Akibat adanya beberapa lintasan multipath yang tinggi pada sistem komunikasi UWB pada kanal indoor Saleh Valenzuela, maka sinyal yang diterima merupakan penjumlahan dari sinyal – sinyal tersebut. Hal ini dapat menyebabkan masing – masing sinyal pulsa akan menginterferensi satu sama lainnya sehingga menyebabkan terjadinya Intersymbol Interference (ISI), yang dapat menyebabkan bit eror pada *receiver*. Equalisasi adalah teknik yang digunakan untuk menanggulangi ISI. Karena kanal fading random dan berubah terhadap waktu, equalizer harus melacak karakteristik perubahan waktu pada kanal, yang disebut *adaptif equalizer*. *Least Mean Square (LMS)* adalah salah satu algoritma untuk aplikasi adaptif equalizer, LMS menggunakan kriteria meminimalisasi *mean square error (MSE)* antara keluaran *equalizer* yang diinginkan dengan keluaran sebenarnya.

1.2 Tujuan

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- a) Memodelkan sistem komunikasi UWB dengan penerapan algoritma *adaptive equalizer Least Mean Square (LMS)* menggunakan kanal Saleh Valenzuela.
- b) Menganalisis sistem komunikasi UWB dengan penerapan algoritma *adaptive equalizer Least Mean Square (LMS)* menggunakan kanal Saleh Valenzuela.

Hasil akhir penelitian ini yang berupa sistem UWB yang sedang dikembangkan, diharapkan bisa digunakan untuk aplikasi pengiriman informasi dengan laju data tinggi.

BAB I Pendahuluan

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dijadikan obyek penelitian dan pembahasan pada Tugas Akhir ini adalah:

- a) Bagaimana membuat model sistem komunikasi UWB dengan penerapan algoritma *adaptive equalizer Least Mean Square (LMS)*
- b) Bagaimana pengaruh sistem komunikasi UWB dengan penerapan algoritma *adaptive equalizer Least Mean Square (LMS)* berdasarkan analisa BER terhadap SNR pada kanal *Saleh Valenzuela* dan AWGN.
- c) Bagaimana pengaruh perbedaan parameter step size pada performansi *adaptive equalizer Least Mean Square (LMS)* pada sistem UWB.

1.4 Batasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini dilakukan beberapa pembatasan sebagai berikut:

- a) Model kanal yang digunakan adalah kanal *Saleh Valenzuela* (CM-1, CM-2, CM-3 dan CM-4).
- b) Asumsi user diam dan *Single User*.
- c) Noise yang digunakan adalah AWGN dan *multipath fading*.
- d) Pembahasan tidak termasuk pada perhitungan *link-budget*.
- e) Analisa hanya dibahas pada level *baseband*.
- f) Sinkronisasi antara Tx dengan Rx dianggap sempurna
- g) Hanya membahas untuk lingkungan *indoor*. Menggunakan model kanal *Saleh Valenzuela*.
- h) Kanal bersifat *quasistatic*.
- i) Mapper yang digunakan QPSK.
- j) Kondisi LOS berarti Tx dan Rx berada didalam ruangan yang sama
- k) Kondisi NLOS berarti antara Tx dan Rx berada dalam ruangan terpisah.
- l) Data-data yang dianalisa merupakan data hasil simulasi dan tidak dilakukan pengukuran secara langsung dilapangan
- m) Simulasi menggunakan Matlab 7.1

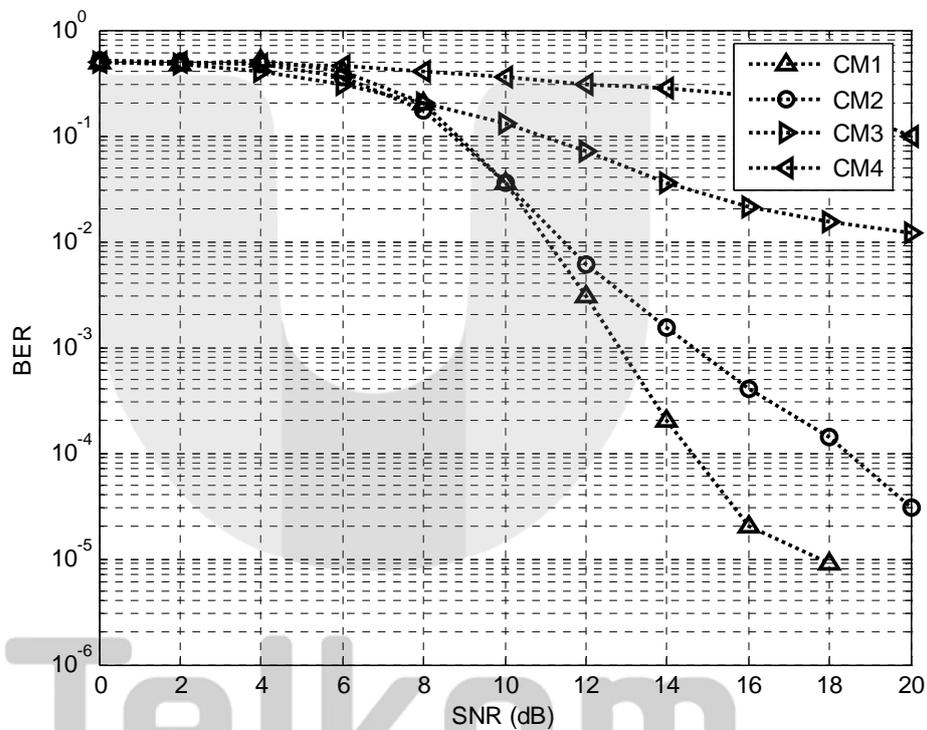
Analisis Penerapan Algoritma Adaptive Equalizer LMS pada Sistem Komunikasi UWB

0.002mW sebanyak 80 kali, 0.03mW sekitar 45 kali, dan 0.004mW sebanyak 30 kali, 0.005mW sebanyak 25 kali.

dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi channel model, maka kemunculan nilai distribusi daya lebih banyak menunjukkan semakin banyak *cluster* dan *ray* sebagai gelombang baru yang muncul akibat banyaknya partisi.

4.2 Analisis kinerja sistem komunikasi UWB pada channel model Saleh Valenzuela yang berbeda – beda.

Pada tahap ini akan dilihat performansi sistem komunikasi UWB pada channel model SV yang berbeda. simulasi dilakukan dengan menggunakan teknik OFDM dengan parameter simulasi yang ditentukan sebelumnya



Gambar 4.5 Kinerja sistem komunikasi UWB pada setiap CM

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa CM 1 dan CM 2 dapat mencapai BER 10^{-4} , sedangkan pada CM 3 dan CM 4 tidak dapat mencapai BER 10^{-4} . Pada CM 1, sistem UWB dapat mencapai BER 10^{-4} pada SNR 14.5dB, sedangkan pada CM 2 sistem UWB dapat mencapai BER 10^{-4} pada SNR 18.5 dB. Terlihat bahwa semakin besar index channel model maka semakin buruk kinerja sistem UWB. Dari gambar hasil simulasi kinerja di atas dapat dirangkum data pada tabel 4.1 dibawah ini:

Analisis Penerapan Algoritma Adaptive Equalizer LMS pada Sistem Komunikasi UWB

Tabel 4.1 Tabel performansi sistem UWB pada channel model yang berbeda.

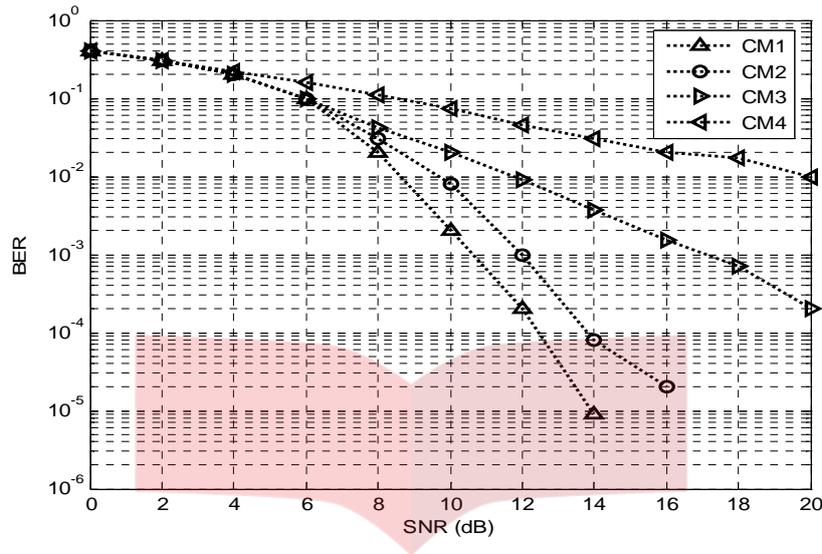
Channel Model	SNR			
	BER 10^{-2}	BER 10^{-3}	BER 10^{-4}	BER 10^{-5}
CM1	11 dB	13 dB	14.5 dB	18 dB
CM2	11.5 dB	15 dB	19 dB	>20 dB
CM3	>20 dB	>20 dB	>20 dB	>20 dB
CM4	>20 dB	>20 dB	>20 dB	>20 dB

Dari gambar hasil simulasi 4.5 dan tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa semakin besar index channel model, maka akan semakin buruk performansi sistem UWB. Hal ini disebabkan karena semakin besar index *channel model* maka semakin jauh jarak *transmitter* dan *receiver*, sehingga semakin banyak *obstacle* dan partisi yang akan dilewati sinyal, sehingga menyebabkan semakin besar *rms delay spread*, dan menyebabkan redaman dan delay propagasi semakin besar juga sehingga kondisi kanal semakin buruk.

4.3 Analisis kinerja penerapan algoritma *adaptive equalizer* LMS pada sistem komunikasi UWB pada channel model Saleh Valenzuela yang berbeda – beda.

Performansi penerapan algoritma *adaptive equalizer* LMS pada sistem komunikasi UWB pada CM yang berbeda dengan menggunakan nilai step size $\mu = 0.0001$ dapat dilihat pada gambar di bawah ini :





Gambar 4.6 Kinerja penerapan LMS pada sistem komunikasi UWB pada setiap CM

Dari gambar 4.6 dapat dilihat performansi penerapan algoritma *adaptive equalizer* LMS pada sistem komunikasi UWB pada *channel Model* yang berbeda-beda dengan $\mu = 0.0001$. Untuk mencapai BER 10^{-3} , penerapan algoritma *adaptive equalizer* LMS pada sistem UWB pada CM1 dengan $\mu = 0.0001$ membutuhkan SNR sebesar 11 dB dan pada CM 2 membutuhkan SNR sebesar 12 dB dan pada CM 3 membutuhkan SNR sebesar 17 dB, sedangkan CM 4 tidak mampu memenuhi BER 10^{-4} pada selang SNR 0 – 20 dB. Pada tabel 4.2 dapat dilihat besarnya nilai SNR yang diperlukan untuk mencapai BER tertentu untuk setiap CM.

Tabel 4.2 Tabel performansi penerapan algoritma adaptive equalizer LMS pada sistem komunikasi UWB pada setiap CM

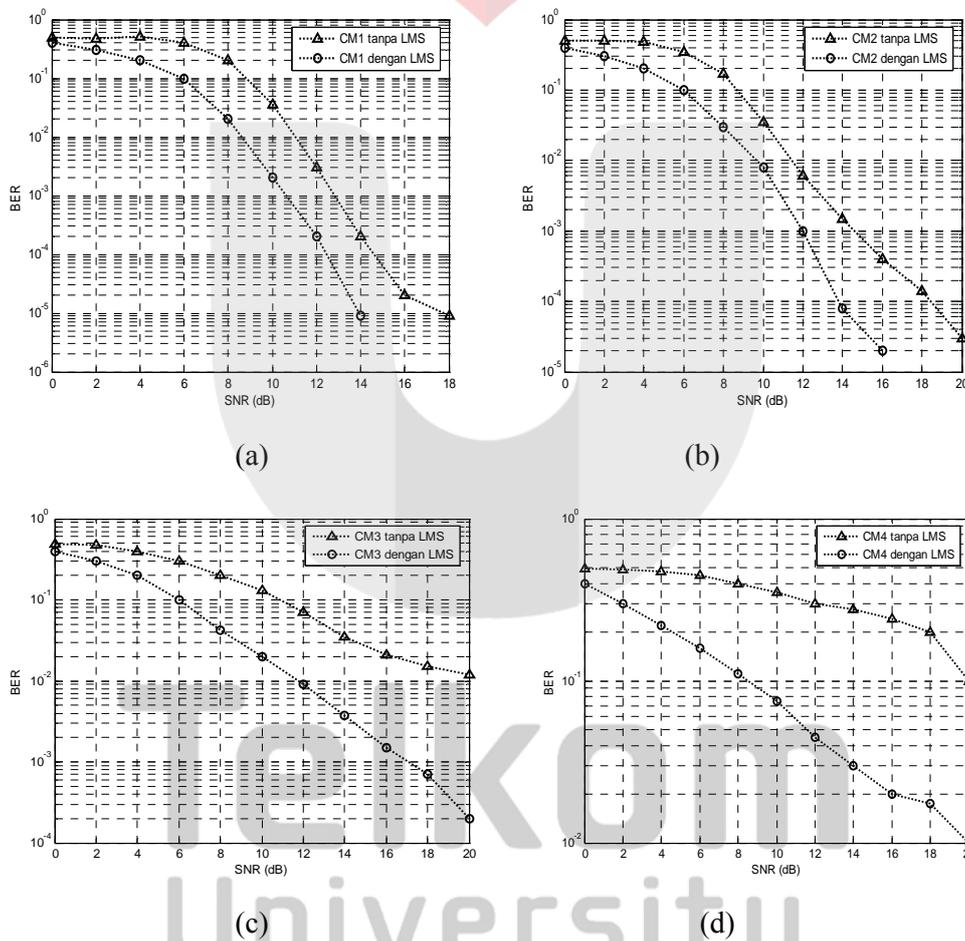
Channel Model	SNR			
	BER 10^{-2}	BER 10^{-3}	BER 10^{-4}	BER 10^{-5}
CM1	9 dB	11 dB	12.5 dB	14 dB
CM2	10 dB	12 dB	14 dB	>20 dB
CM3	12 dB	17 dB	>20 dB	>20 dB
CM4	20 dB	>20 dB	>20 dB	>20 dB

Dari tabel 4.5 di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar index kanal, semakin besar pula SNR yang diperlukan untuk mencapai BER yang sama. Hal ini terjadi karena semakin besar index kanal maka akan semakin jauh jarak *transmitter* dan *receiver*, sehingga

semakin banyak *obstacle* dan partisi yang akan dilewati sinyal, sehingga menyebabkan semakin besar *rms delay spread*, dan menyebabkan redaman dan delay propagasi semakin besar juga sehingga kondisi kanal semakin buruk.

4.4 Analisis perbandingan kinerja sistem komunikasi UWB dengan dan tanpa penerapan algoritma *adaptive equalizer* LMS pada channel model Saleh Valenzuela yang berbeda.

Perbandingan kinerja sistem komunikasi UWB dengan dan tanpa penerapan algoritma *adaptive equalizer* LMS pada channel model Saleh Valenzuela yang berbeda dengan menggunakan $\mu = 0.0001$ dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.7 Perbaikan performansi sebagai efek pengaruh penerapan LMS pada sistem komunikasi UWB

(a) Kanal SV CM 1 (b) Kanal SV CM 2 (c) Kanal SV CM 3 (d) Kanal SV CM 4

Analisis Penerapan Algoritma Adaptive Equalizer LMS pada Sistem Komunikasi UWB