

**ANALIS PERFORMANSI DS-UWB MENGGUNAKAN ADAPTIF EQUALIZER
DENGAN ALGORITMA RLS
PERFORMANCE ANALYSIS OF DSUWB SYSTEM USING ADAPTIVE EQUALIZER
WITH RLS ALGORITHM**

M. Dewamgga Widhia¹, Budi Prasetya², Gelar Budiman³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Ultrawideband (UWB) merupakan teknologi aplikasi wireless yang beroperasi pada frekuensi 3.1 GHz -10.6 GHz dan memiliki bandwidth fractional lebih besar dari 0.2. UWB memiliki data rate yang tinggi, pathloss yang rendah dan lebih tahan terhadap multipath propagation. Kinerja sistem komunikasi UWB dilakukan pada kanal Saleh Valenzuela. 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. Recursive Least Square (RLS) adalah salah satu algoritma untuk aplikasi adaptif equalizer, RLS menggunakan melibatkan pengamatan data berikutnya dan mengupdate model konvolusi ke dalam bentuk rekursif.

Di dalam TA ini dianalisa performansi penerapan algoritma adaptif equalizer RLS pada sistem komunikasi DS-UWB. Sistem komunikasi DS-UWB yang digunakan mengacu pada standar IEEE 802.15.3a, dengan pengkodean konvolusional dan modulasi BPSK. Diharapkan penerapan RLS akan membawa perbaikan pada kinerja sistem komunikasi DS-UWB. Parameter yang dianalisa dalam TA ini antara lain adalah channel model Saleh Valenzuela, besarnya exponential weighting factor dalam algoritma RLS, dan faktor inisialisasi matriks $P(0)$ dalam algoritma RLS, dimana parameter ini akan mempengaruhi performansi dan lamanya equalizer menuju ke konvergenan.

Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa pada kanal Saleh Valenzuela channel model 1 dengan penerapan algoritma adaptive equalizer RLS pada sistem komunikasi DS-UWB memberikan performansi terbaik, yaitu mencapai BER = 0 ketika $E_b/N_0 > 14$ db. Faktor pembobot eksponensial yang optimal adalah pada saat nilai 0.5 dengan jumlah bit pilot training 64 bit.

Kata Kunci : DSUWB, Adaptif Equalizer, RLS, Saleh Valenzuela.

Telkom
University

Abstract

Ultra Wideband (UWB) technology has been introduced as one of the technology for wireless application which provides high data rate service. Due to multipath component in Saleh Valenzuela channel, each pulse will interfere each other resulting ISI, which give rise to error probability detection in receiver. The random time varying fading channel model enable receiver to be equipped with an equalizer which able to adopt the channel characteristic, that is adaptive equalizer. RLS is one of the algorithms used for adaptive equalizer application, RLS will with the next data and update convolution model into recursive form.

In this final project, the performances of adaptive equalizer using RLS algorithm in DS-UWB communication system are analyzed. UWB system which is used refer to IEEE 802.15.3a standard, with BPSK modulation. It is desired that RLS algorithm bring to the system improvement. The parameter which are analyzed in this final project including Saleh Valenzuela channel model and the number of step size, where they will influence the performance and how long should the equalizer take to convergence.

From the simulation result, we can see that Saleh Valenzuela channel model 1 using RLS algorithm in DSUWB system provide the best performance, that is BER = 0 in $E_b/N_0 > 14$ dB. The optimum value of exponential weighting factor to achieve convergence and the optimum system performance with the 0.5 exponential weighting factor value and the required pilot training are 64 bits.

Keywords : DSUWB, Adaptive Equalizer, RLS, Saleh Valenzuela.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekarang ini, teknologi *wireless* yang *portable* merupakan salah satu teknologi yang banyak diminati dan dikembangkan. Yang menjadi permasalahan utama pada teknologi ini adalah kebutuhan akan kecepatan data yang tinggi, salah satu solusinya yaitu 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.

Dikarenakan 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, maka masing – masing sinyal pulsa akan menginterferensi satu dengan yang lainnya sehingga menyebabkan terjadinya *Intersymbol Interference* (ISI), yang dapat mengakibatkan bit *error* pada *receiver*.

Equalisasi adalah teknik yang digunakan untuk menanggulangi ISI. Karena kanal fading random dan berubah terhadap waktu, maka equalizer harus melacak karakteristik perubahan waktu pada kanal, yang disebut *adaptif equalizer*. *Recursive Least Square* (RLS) adalah salah satu algoritma untuk aplikasi *adaptif equalizer*, metode RLS melibatkan pengamatan data berikutnya dan meng-*update* model konvolusi ke dalam bentuk rekursif. RLS mempunyai laju konvergensi yang lebih cepat dan nilai *steady state mean square error* yang lebih kecil.

1.2 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah:

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

Hasil akhir penelitian ini diharapkan bisa digunakan untuk aplikasi pengiriman informasi dengan laju data tinggi.

1.3 Rumusan Masalah

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

- a) Bagaimana membuat model sistem komunikasi DS-UWB dengan penerapan algoritma *adaptive equalizer Recursive Least Square (RLS)*
- b) Bagaimana pengaruh sistem komunikasi DS-UWB dengan penerapan algoritma *adaptive equalizer Recursive Least Square (RLS)* berdasarkan analisa BER terhadap SNR pada kanal *Saleh Valenzuela* dan AWGN.
- c) Bagaimana pengaruh perbedaan parameter step size pada performansi *adaptive equalizer Recursive Least Square (RLS)* pada sistem DS-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) Sinkronisasi antara Tx dengan Rx dianggap sempurna
- d) Hanya membahas untuk lingkungan *indoor* menggunakan model kanal *Saleh Valenzuela*.
- e) Pembahasan tidak termasuk pada perhitungan *link-budget*.
- f) Analisa hanya dibahas pada level *baseband*.
- g) Evaluasi sistem menggunakan *Matlab R 2007b*
- h) Menggunakan teknik spreading *direct sequence* untuk modulasi yang akan digunakan.

1.5 Metode Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Studi Literatur
Mempelajari berbagai referensi tentang teori-teori dasar dan teori pendukung yang tersedia dalam buku dan sumber-sumber referensi.
- b) Diskusi dan konsultasi.

Melakukan diskusi dengan orang lain (baik dosen pembimbing, dosen-dosen lain yang berkompeten, dan atau mahasiswa yang berkompeten) untuk menguji kebenaran parameter yang ditetapkan maupun pendefinisian masalah.

c) Metodologi Eksperimental

Membuat simulasi dari model sistem yang diteliti, selanjutnya menguji model simulasi tersebut.

d) Analisis Hasil Simulasi

Menganalisis hasil simulasi yang didapat dari proses pengujian model simulasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir akan dirancang dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bagian ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori dan Tinjauan Pustaka

Pada bab ini akan dibahas tentang prinsip dasar tentang penerapan algoritma *adaptive equalizer Recursive Least Square (RLS)* pada sistem komunikasi UWB.

BAB III Sistem dan Simulasi

Pada bab ini akan dibahas tentang bagaimana memodelkan dan mensimulasikan penerapan algoritma *adaptive equalizer Recursive Least Square (RLS)* pada sistem komunikasi DS-UWB.

BAB IV Analisis Hasil Penelitian

Pada bab ini akan dibahas tentang analisis kinerja sistem algoritma *adaptive equalizer Recursive Least Square (RLS)* pada sistem komunikasi DS-UWB berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan.

BAB V Penutup

Berisi kesimpulan dan saran.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diuraikan beberapa kesimpulan yang didapat berdasarkan analisis performansi sistem DS-UWB dengan penerapan *adaptive equalizer* dengan algoritma RLS pada kanal Saleh Valenzuela dan beberapa saran mengenai beberapa masalah yang dapat dibahas sebagai kelanjutan tugas akhir ini :

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil simulasi, untuk algoritma RLS, untuk $\lambda = 0.0001$, $\lambda = 0.01$, $\lambda = 0.5$, dan $\lambda = 1$ konvergensi membutuhkan mulai di 12 bit pilot dan mencapai MSE = 0.03, dan tidak ada perbedaan yang signifikan.

Karena nilai factor pembobot eksponensial yang digunakan adalah $0 < \lambda \leq 1$, yaitu merupakan ketentuan yang telah ditentukan pada algoritma RLS, maka nilai tersebut tidak berpengaruh signifikan pada proses konvergensi yang dilihat dari nilai MSE.

2. Dari hasil simulasi, terlihat dan dapat disimpulkan bahwa CM (*Channel Model*) yang paling cepat konvergensinya adalah SV CM 1, yang telah mulai konvergen pada saat *pilot training* 8 bit, nilai MSE sudah stabil pada kisaran angka 0.04. Kemudian yang selanjutnya adalah SV CM 2, telah mulai konvergen pada *pilot training* 14 bit, nilai MSE sudah stabil pada kisaran angka 0.04. Yang selanjutnya adalah SV CM 3, mulai konvergen pada *pilot training* 36 bit, nilai MSE sudah stabil pada kisaran angka 0.04. Dan yang paling terakhir adalah SM SV 4, baru stabil dan konvergen ketika saat pada *pilot training* 45 bit, nilai MSE stabil pada kisaran angka 0.04.

Hal ini sesuai dengan semakin besar index *channel model*, semakin besar pula *pilot training* yang diperlukan untuk mencapai MSE yang sama, yang mengakibatkan semakin buruk performansi sistem DS-UWB. Hal ini disebabkan karena semakin besar index *channel model* maka semakin jauh jarak antara *transmitter* dan *receiver*, maka semakin banyak *obstacle* dan partisi yang akan dilewati sinyal, sehingga menyebabkan semakin besar *rms delay spread*, serta menyebabkan redaman dan *delay* propagasi semakin besar juga sehingga kondisi kanal semakin buruk

3. SV CM 1 memiliki performansi yang terbaik dibandingkan SV CM lainnya dan lebih dahulu mencapai performansi terbaiknya pada saat $E_b/N_0 > 14$ dB yang mengalami lonjakan drastis dari BER = 10^{-2} langsung menuju BER = 0. Terbaik kedua adalah

SV CM 2, walaupun mencapai performansi BER = 0 pada saat $E_b/N_0 > 14$ dB yaitu hampir sama dengan SV CM 1. Sedangkan untuk grafik SV CM 3 mencapai performansi BER = 0 pada $E_b/N_0 > 16$ dB dan SV CM 4 mencapai performansi terbaik pada saat $E_b/N_0 > 18$ dB.

Hal ini disebabkan karena semakin *besar index channel model* maka semakin jauh jarak antara *transmitter* dan *receiver*, maka semakin banyak *obstacle* dan partisi yang akan dilewati sinyal, sehingga menyebabkan semakin besar *rms delay spread*, serta menyebabkan redaman dan *delay* propagasi semakin besar juga sehingga kondisi kanal semakin buruk

4. Untuk $0 < \lambda \leq 1$, hampir semua nilai itu mencapai nilai optimum, yaitu BER = 0 kecuali pada saat $\lambda = 0,0001$ error nya sangat besar bahkan mendekati 1. Terlihat grafik yang paling baik adalah pada saat $\lambda = 0,5$, grafik sangat stabil dan mencapai BER = 0 pada saat $E_b/E_0 > 8$ db. Jika nilai λ mendekati (limit) nol, maka performansi sistem semakin buruk, terlihat dari gambar 4.5 bahwa ketika $\lambda = 0.0001$, nilai BER mendekati 1 atau 10^0 .

Hal ini dapat kita fahami pada rumus gain vektor, λ merupakan faktor pengali pada pembilang nya, kalau $\lambda = 0$ atau limit 0, maka faktor pembilangnya jadi 0 dan menyebabkan gain vektor menjadi 0 atau tidak ada gain vektor-nya. Sedangkan yang paling stabil adalah $\lambda = 0.5$. Dapat disimpulkan bahwa, semakin mendekati titik tengah λ , yaitu 0,5, maka sistem semakin stabil, performansi RLS semakin stabil.

5. Nilai inisialisasi $P(0)$ itu tidak berpengaruh signifikan terhadap stabilitas sistem dan kinerja performansi RLS. Yang terlihat adalah bahwa semakin besar nilai inisialisasi, semakin performansi RLS berkurang kestabilannya.
Dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan nilai maksimal, maka percobaan yang menggunakan algoritma RLS menggunakan faktor inisialisasi $P(0)$ yang mendekati nol atau nol.
6. Jumlah pilot juga ternyata mempengaruhi kestabilan dan performansi sistem DS-UWB. Ada jumlah pilot yang memberikan akurasi dan kestabilan sistem yang tinggi serta performansi yang baik. Pada saat jumlah pilot 64, BER mencapai angka 10^{-5} pada saat $E_b/N_0 = 10$ db dan mencapai BER = 0 pada saat $E_b/N_0 > 10$ db. Yang paling buruk performansi sistem DS-UWB yaitu pada saat digunakan panjang pilot 512 BER mendekati angka 1 atau $10^{-0,3}$.

Semakin banyak panjang pilot yang digunakan, karakteristik kanal juga akan diketahui lebih akurat, akan tetapi delay dan waktu yang diperlukan oleh suatu sistem untuk menyelesaikan suatu proses pengiriman dan penerimaan sinyal juga lebih lama, bahkan kalau terlalu banyak, seperti pada simulasi ini, justru performansinya semakin jelek. Dapat disimpulkan bahwa, untuk jumlah pilot yang terbaik adalah panjang pilot 64 bit.

5.2 Saran

1. Analisis performansi sistem komunikasi DS-UWB pada pemodelan kanal indor lain seperti *modified Δ -K model* dan *Ray Tracing model*.
2. Analisis performansi terhadap sistem *time hopping* UWB.
3. Analisis Performansi menggunakan system selain DS UWB, seperti MB OFDM UWB, Multicarrier, dan membandingkan performansi kinerjanya.
4. Analisis performansi menggunakan skema modulasi selain *Binary Phase-Shift Keying (BPSK)*, seperti *4-ary Bi-Orthogonal Keying (4BOK)* dan membandingkan performansi keduanya.
5. Analisis performansi menggunakan *multi user*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arslan, Husein., Chen, Zhi Ning., Di Benetto, Maria-Gabriella. *Ultra-wideband Wireless Communication*. John Wiley & Sons.
2. Rappaport, Theodore S., *Wireless Communication*, Prentice Hall, New York, 1996.
3. Simon Haykin, "*Communication Systems*, USA : Wiley, 2001.
4. Foester, Jeffrey R. Pendergrass, Marcus., Molisch, Andreas F. *A Channel Model for Ultrawideband Indoor Communication*.
5. Foester, Jeffrey R. *Effect of Multipath Interference on the Performance of UWB System in an Indoor Wireless Channel*.
6. Somayazulu,V. Srinivasa, Foester, Jeffrey R., and Roy, Sumit. *Design Challenges for Very High Data Rate UWB System*.
7. W.Zhuang,Xuemin (Sherman)Shen,QiBi.*Ultra-widebandwireless communications*. Wireless Communication and Mobile Computing.Jurnal IEEE.2003.
8. Somayazulu,V. Srinivasa, *Multiple Access Performance in UWB Systems using Time Hopping vs. Direct Sequence Spreading*, Intel Lab, Hillsboro.
9. Wolf, Mike., Haardt, Martin. *UWB based on Direct Sequence Spread Spectrum*. Article. Universitas Teknik Ilmenau. September, 2003.
10. Rahayu, Eka Putri. Analisis Performansi Sistem Ultra Wideband (UWB) Dengan M-ARY Modulasi Pada Kanal Rayleigh Fading. Tugas Akhir.STT TELKOM.
11. Hardiyanto, Bian. Analisa Performansi Sistem Wide Band MC-CDMA Menggunakan Equalizer Adaptif Dengan Algoritma RLS DAN TV-LMS.
12. Kurniawan, M. Azir Analisa Performansi Sistem DS-UWB Menggunakan Equalizer Adaptif Dengan Algoritma LMS.