

## ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI LAYER MIMO 4X2 PADA KANAL RAYLEIGH (ANALYSIS OF COMPARATION OF PERFORMANCE OF LAYER MIMO ( 4X2) ON THE RAYLEIGH FADING CHANNEL)

Riski Ita Damayanti<sup>1, -2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Fenomena multipath fading merupakan salah satu ciri utama pada sistem wireless yang dapat menurunkan performansi dan kapasitas dari sistem. Untuk dapat mengatasi hal ini, sistem sederhana yang mampu menghasilkan performansi yang bagus sangat dibutuhkan. Layer merupakan sistem baru yang diaplikasikan pada MIMO, dimana pada dasarnya layer ini merupakan strategi pengiriman simbol pada antena transmiter untuk mengatasi masalah multipath fading. Sistem ini menawarkan performansi dan kapasitas sistem yang lebih baik pada kondisi kanal buruk.

Pada Tugas Akhir ini dianalisa mengenai performansi Layer MIMO dimana dalam sistem ini terdapat 3 layer yang akan dibandingkan performansinya. Layer MIMO ini dimodelkan pada kanal propagasi mobile yang terdistribusi Rayleigh pada kondisi korelasi ataupun tidak berkorelasi dengan kecepatan user yang berbeda.

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa untuk mencapai performansi BER  $10^{-4}$  pada kanal korelasi dengan jarak spasi  $0,1 \lambda$  memerlukan kompensasi Eb/No sekitar 1-7.1 dB, spasi  $0.5 \lambda$  memerlukan kompensasi Eb/No sekitar 0 - 4.6 dB, spasi  $1 \lambda$  memerlukan kompensasi Eb/No sekitar 0.1 - 3.1 dB.

Kata Kunci : MIMO, Space Time Coding, Spatial Multiplexing, Layer, korelasi

---

### Abstract

The multipath fading phenomenon is one of the main characteristic in wireless system that could decrease the performance and capacity of the system. To solve this problem, a simple system that provide good performance is needed. Layer, a new system implemented into MIMO is basically the strategy of symbol delivery on the transmitter antennas to solve the multipath fading problem.

This system offers a better performance and capacity on the bad channel condition. This Final Assignment analyses the performance of Layer MIMO, where on this system has 3 layers that will be compared the performance. These Layer MIMO are modelled into Rayleigh distributed mobile propagation channel, in correlated and uncorrelated condition with different user's speed.

The result of simulation shows that to reach BER  $10^{-4}$  on the correlated channel with  $0,1 \lambda$  spacing, need Eb/No compensation about 1 - 7.1 dB,  $0.5 \lambda$  spacing need Eb/No compensation about 0 - 4.6 dB,  $1 \lambda$  spacing need Eb/No compensation about 0.1 - 3.1 dB.

Keywords : MIMO, Space Time Coding, Spatial Multiplexing, Layer, Correlated

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi baru yang dapat meningkatkan spektral efisiensi dan *link reliability* (tercapainya Peningkatan layanan data berkecepatan tinggi (*high data rates*) serta *quality of service* pada komunikasi *digital wireless* melahirkan suatu target BER dengan SNR se-minimum mungkin. Perancangan sistem *wireless* dihadapkan pada dua tantangan yaitu meningkatkan *data rate* serta meningkatkan performansi sistem tanpa menambah *bandwidth* atau *power* yang telah ada.

MIMO ( *Multiple Input Multiple Output* ) merupakan suatu terobosan baru pada perkembangan teknologi komunikasi *wireless*. Konsep ini berdasarkan prinsip *multiple antenna transmit* dan *multiple antenna receiver* dengan *space-time signal processing*, yang berimplikasi adanya *diversity gain* dan *multiplexing gain*. *Diversity gain* dapat dicapai dengan menerapkan teknik *diversitas* pada sistem komunikasi *wireless*. Prinsipnya, diversitas mengirimkan beberapa replika sinyal informasi pada kanal *independent fading*, sehingga di *receiver* minimal ada satu sinyal yang tidak mengalami *fading* terburuk. Sedangkan *multiplexing gain* dapat dicapai dengan menggunakan *spatial multiplexing* pada sinyal yang akan dikirim. Prinsipnya, simbol *stream* yang akan dikirim dipecah menjadi beberapa paralel simbol *stream* yang kemudian ditransmisikan secara simultan dengan *bandwidth* yang sama pada masing-masing antena, sehingga teknik ini memberikan peningkatan *data rates* dan memberikan efisiensi spektral.

Pada Tugas Akhir ini diteliti performansi kombinasi antara *Space Time Blok Coding (STBC)* dengan *spatial multiplexing*. Pada sistem ini terdapat 3 *layer* dengan masing-masing *layer* mempunyai kombinasi proses STBC antena yang berbeda-beda. Kombinasi antena tersebut akan mempengaruhi proses pengkodean. Ketiga *layer* tersebut akan dilewatkan pada kondisi kanal yang sama dan kemudian dianalisa performansinya. Kondisi deteksi kanal yang baik akan menjadi parameter penentu.

Sistem ini akan dilewatkan pada kanal propagasi Rayleigh-*flat fading* dengan kondisi *korelasi* dan tidak berkorelasi.

## 1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa perbandingan performansi sistem *Layer MIMO* pada kanal *multipath fading Rayleigh* dengan kondisi kanal berkorelasi dan tidak berkorelasi berdasarkan kecepatan mobilitas *user*.

## 1.3. Rumusan Masalah

Berikut ini beberapa rumusan masalah yang akan dibahas penulis pada Tugas Akhir ini, yaitu:

- 1) Pemodelan sistem *Layer MIMO* 4x2.
- 2) Pemodelan kanal *multipath rayleigh fading* pada kondisi tidak korelasi dan berkorelasi.
- 3) Performansi *Layer MIMO* terhadap kondisi kanal korelasi dan tidak berkorelasi pada mobilitas *user*.
- 4) Performansi sistem *Layer MIMO* yang dianalisa adalah grafik BER terhadap Eb/No
- 5) Melakukan simulasi dari model sistem yang dirancang menggunakan MATLAB 7.1, lalu menganalisa hasil simulasinya.

## 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah :

- 1) Sistem adalah single user.
- 2) Informasi dilewatkan pada kanal *multipath-flat fading* pada kondisi tidak korelasi dan berkorelasi.

- 3) Korelasi kanal yang terjadi diakibatkan adanya korelasi antar antena transmiter yang didapatkan berdasarkan tabel Bessel.
- 4) Parameter penentu korelasi adalah jarak spasi antar antena
- 5) Antena receiver diasumsikan tidak berkorelasi.

### 1.5. Metodologi dan Penyelesaian Masalah

Berikut ini langkah-langkah yang akan ditempuh dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah :

#### 1) Studi Literatur

Pencarian, pengumpulan literatur-literatur, dan mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan permasalahan Tugas Akhir ini. Literatur yang digunakan berasal dari artikel, jurnal penelitian, buku-buku referensi, Tugas Akhir yang ada di perpustakaan dan internet.

#### 2) Analisa Masalah

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

#### 3) Desain Sistem dan simulasi *Layer MIMO*

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

#### 4) Pengukuran kinerja serta analisa sistem.

Pengukuran terhadap parameter-parameter sistem serta analisa mengenai hasil penelitian yang didapat.

#### 5) Simpulan

Melakukan simpulan terhadap hasil simulasi yang diperoleh.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yang meliputi:

**BAB 1 : PENDAHULUAN**

Bab ini membahas latar belakang masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, metoda penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir.

**BAB II : DASAR TEORI**

Bab ini membahas teori-teori dasar yang menunjang dalam perancangan dan simulasi sistem *Layer MIMO*

**BAB III : PERANCANGAN MODEL DAN SISTEM**

Bab ini membahas tentang perancangan blok sistem *Layer MIMO* dan simulasi.

**BAB IV : ANALISA DAN HASIL SIMULASI**

Bab ini membahas analisa hasil simulasi, apakah sesuai dengan yang diharapkan.

**BAB V : SIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas kesimpulan akhir tentang perancangan , hasil simulasi sistem dan saran-saran yang membangun agar perancangan sistem bisa lebih baik.

ST  
**Telkom**  
University

## BAB V SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Dari hasil simulasi dan analisa yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa simpulan sebagai berikut :

1. Layer MIMO memberikan performansi yang berbeda-beda pada setiap kondisi kanal.
2. Performansi Layer MIMO cenderung memburuk dengan peningkatan frekuensi *doppler*. Hal ini dapat diamati pada layer yang sama, semakin besar frekuensi *doppler* semakin besar pula gain yang harus dicapai untuk target BER yang diinginkan.
3. Pada kondisi kanal yang tidak berkorelasi, pada frekuensi *doppler* 18,5Hz untuk mencapai BER  $10^{-4}$  layer 3 memberikan performansi yang paling bagus yaitu sekitar 5,3dB, pada frekuensi *doppler* 55,6Hz performansi yang paling bagus dihasilkan oleh layer 1 pada  $E_b/N_0$  sekitar 11dB, sedangkan pada frekuensi *doppler* 185,9dB layer 1 juga memberikan performansi yang paling bagus yaitu sekitar 22,5dB
4. Semakin besar jarak antar antena transmiter akan memberikan nilai korelasi yang semakin kecil dan memberikan performansi yang hampir sama dengan performansi pada kanal yang tidak berkorelasi.
5. Pada kondisi kanal yang berkorelasi, untuk frekuensi *doppler* 18,5Hz dengan jarak antar antena  $0,1 \lambda$  performansi yang paling bagus dihasilkan oleh layer 1 yaitu sekitar 10dB, pada jarak  $0,5 \lambda$  dan  $1 \lambda$  performansi yang paling bagus dihasilkan oleh layer 2 yaitu sekitar 5,6dB dan 6,4dB. Sedangkan pada frekuensi *doppler* 55,6 Hz dan 185,19Hz performansi yang paling bagus dihasilkan oleh layer 1 yaitu pada  $E_b/N_0$  sekitar 11,2-22,5dB .

6. Untuk mencapai performansi BER  $10^{-4}$  skema layer MIMO pada kanal korelasi dengan jarak spasi  $0,1 \lambda$  memerlukan kompensasi Eb/No sekitar 1-7,1dB, korelasi dengan jarak spasi  $0,5 \lambda$  memerlukan kompensasi Eb/No sekitar 0 - 4,6dB, korelasi dengan jarak spasi  $1 \lambda$  memerlukan kompensasi Eb/No sekitar 0,1 - 3,1dB.
7. Dari hasil analisa matematis dapat dilihat bahwa setiap layer memiliki performansi yang berbeda. Hal ini dapat terlihat dari perkalian antara matriks kanal H dengan konjugate transpose dari matriks kanal tersebut ( $H^h$ ).

## 5.2 Saran

1. Menganalisa lebih lanjut tentang Layer MIMO ini dengan menerapkan sistem *beamforming*.
2. Perlu dianalisa lebih lanjut sistem ini dengan jumlah antena lebih banyak.
3. Perlu dianalisa lebih lanjut sistem dengan korelasi antar antena transmitter dan korelasi antar antena receiver.
4. Perlu dianalisa lebih lanjut sistem ini dengan menambahkan prinsip adaptive.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adriansyah, Nachwan Mufti, *Diktat Kuliah Sistem Komunikasi Bergerak*, STT Telkom, Bandung, 2003.
- [2] Chen, Hangjun dan Alexander M. Haimovich. *Low Complexity MIMO Layered Turbo Space-Time Coding*. New Jersey Institute of Technology.
- [3] Constantinidies, Andreas, *MIMO Wireless System*, IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol. 16, No. 14, May 2004.
- [4] Dwi Hapsari, Daisy. *Analisa Kapasitas MIMO pada Kanal Fading*. STT Telkom Bandung 2006.
- [5] Faiza, Delsina. *Analisa Performansi MIMO-MC CDMA-RAKE receiver*. STT Telkom, Bandung, 2006.
- [6] Fanani, Aryana. *Analisa Kapasitas MIMO untuk Komunikasi Wireless*. STT Telkom, Bandung. 2006
- [7] Firdaus, Eko, “Analisa performansi Sistem MIMO-OFDM pada Wireless LAN, *STT Telkom, Bandung*, 2004
- [8] Gesbert, David, “MIMO Space Time Coded Wireless System”, Dept of Informatics, *University of Oslo*, 2003
- [9] Hassibi, Babak, M. Hochwald, Bertrand, *High Rate That in Space and Time*, IEEE Transactions of Information Theory, vol.48, No.7, Juli 2002.
- [10] Holter, Bengt, *Capacity of Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) System in Wireless Communication*, Norwegian University of Science and Technology, 2002.
- [11] Jayaweera, Sudharman K, *Multiple Antenna Wireless Communication Systems : Capacity, Coding, and Receiver Design*, Dissertation, Princeton University, 2002.



- [12] L.Hanzo, T.H.Liew, *Turbo Coding, Turbo Equalization and Space Time Codes, for Transmission over Fading Channels*, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2002
- [13] Mulyawan, Andika, *Kinerja Space Time Block Code pada Sistem MIMO 2X2 (Multiple Input Multiple Output 2X2) melalui Kanal Fading Rayleigh*, STT Telkom, Bandung, 2005.
- [14] Rappaport, Theodore S., "Wireless Communication", Prentice Hall, New York, 1996
- [15] Ranvier, S, *Overview of MIMO System*, Radio Laboratory.
- [16] Sari Yolanda, Indria. Perbandingan Performansi MIMO-DSTBC dengan skema vertical encoder dan horizontal encoder. STTTelkom, Bandung, 2005.
- [17] Skjevling, Hilde,. David Gesbert, and Nils Christophersen, "Combining Space-Time Blok Codes and Multiplexing in Correlated MIMO channels : An Antena Assigment Strategy ",Dept of Informatics, *University of Oslo*.
- [18] S M Alamouti (October 1998), *A simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communication*, IEEE Journal on select Areas in Communication, Vol. 16, No. 8.
- [19] Vucetic, Branka and Jinghon Yuan. Space Time Coding. University of Sidney and University of New South Wales. Australia
- [20] Yjondronegoro,Suhartono. *Space Time Coding untuk Wireless Communications*. ITB.