

ANALISA PERFORMANSI KAPASITAS KANAL MIMO PADA KANAL FADING RAYLEIGH DAN RICEAN

Buhman Walton Saragih¹, Bambang Sumajudin², Arfianto Fahmi³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Performansi dari suatu sistem komunikasi ditentukan oleh medium atau kanal yang digunakan. Dalam beberapa tahun terakhir ini teknologi berbasis frekuensi radio (Radio Frequency) atau yang biasa disebut dengan sistem komunikasi wireless berkembang dengan pesat. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan konsumen yang cukup besar dari aplikasi teknologi ini. Sementara itu pada beberapa tahun ke depan layanan multi data rate akan menjadi sangat dominan. Dilihat dari kapasitasnya, layanan multi data rate ini akan membutuhkan kapasitas yang cukup besar. Salah satu teknologi yang dapat memenuhi layanan tersebut adalah MIMO (Multiple Input Multiple Output).

Pada tugas akhir ini akan memberikan penjelasan mengenai kapasitas sistem MIMO yang dibagi atas 2 kondisi kanal, yakni kondisi LOS (Line Of Sight) yang berdistribusi ricean dan kondisi NLOS (Non Line Of Sight) yang berdistribusi rayleigh. Masing - masing koefisien kanal dari 2 kondisi tersebut akan dibangkitkan dengan proses simulasi sesuai dengan parameter yang ditetapkan sebelumnya, kemudian diperiksa validitasnya sesuai dengan fungsi distribusi (pdf) masing - masing kanal tersebut, yakni distribusi rayleigh dan ricean.

Analisa dan hasil simulasi ini akan menunjukkan kapasitas kanal MIMO dengan berbagai kondisi user, baik diam atau bergerak, dan dengan kondisi pengetahuan kanal baik di sisi pengirim dan penerima (Channel State Information). Masing - masing perhitungan kapasitas kanal untuk kondisi tersebut akan disesuaikan dengan distribusi kanal yang dipakai, yakni pada kanal fading rayleigh dan ricean.

Kata Kunci : Multipath Fading, MIMO, Kapasitas Kanal

Abstract

The performance of a communication system was defined by the medium or the channel that its used. In the last few years the technology of radio frequency or usually called with wireless communication has increased rapidly. It's caused by some reason, one of them are the big necessary of application can be obtained by the consumer. from these things. Anyway, for the next few years the multi data rate service can be very dominant. This service needs the big sufficient capacity and, one of the technology can required this service is MIMO (Multiple Input Multiple Output).

This project will show an explanation about the capacity in MIMO system, which divided by 2 channel condition, they are LOS condition (Line Of Sight) which used ricean distribution and NLOS condition (Non Line Of Sight) which used rayleigh distribution. Each of them will generate by the simulation process which are properly with some parameters that has defined before, and then the validity of coefficient channel generation will be checked according to the curve of their pdf (probability distribution function).

The simulation show the MIMO channel capacity with difference user condition like motionless or make any movement with difference velocity, and the channel information on the receiver or transmitter (Channel State Information). Each measurement about channel capacity with the expected condition will appropriated with the used channel distribution, they are rayleigh fading channel and ricean fading channel.

Keywords : Multipath Fading, MIMO, Channel Capacity

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Efek *multipath propagation* merupakan salah satu faktor yang sangat signifikan dalam system komunikasi wireless. Efek ini dapat mengakibatkan turunnya performansi dari system tersebut, yang salah satunya berdampak pada kapasitas kanal. Teknologi MIMO (Multiple Input Multiple Output) dapat mengatasi masalah ini, sebab dengan adanya diversitas antena baik yang ditempatkan di sisi pengirim T_x maupun di sisi penerima R_x mengakibatkan adanya pengiriman replika sinyal pada kanal tersebut, sehingga dapat mengurangi hilangnya sebagian besar sinyal informasi akibat efek *multipath propagation* tersebut.

Pada tugas akhir ini akan memberikan pemodelan kanal dengan mensimulasikan atau membangkitkan setiap koefisien kanal propagasi, yakni pembangkitan koefisien kanal propagasi pada MIMO yang terdistribusi *Rayleigh* untuk kondisi NLOS (Non Line Of Sight), pembangkitan koefisien kanal MIMO yang terdistribusi Ricean untuk kondisi LOS (Line Of Sight).

1.2 Perumusan Masalah

Adapun beberapa permasalahan yang dapat diuraikan adalah, sebagai berikut :

1. Sistem pemodelan dan perumusan beberapa asumsi atau kondisi yang dipakai untuk formula kanal matriks yang akan digunakan
2. Melakukan validasi terhadap pemodelan kanal yang dipakai sesuai dengan referensi dari fungsi *pdfnya*
3. Melakukan perhitungan kapasitas kanal sesuai dengan formula yang telah ditentukan sebelumnya
4. Melakukan analisa perbandingan kapasitas untuk kondisi tertentu dengan menetapkan beberapa parameter yang sama untuk masing – masing kondisi

1.3 Pembatasan Masalah

1. Memodelkan kanal propagasi MIMO dengan distribusi *rayleigh* dan *rician*

Bab I Pendahuluan

2. Sistem MIMO yang dipakai adalah MIMO tanpa space time coding
3. Rumusan atau formula yang dipakai untuk menghitung kapasitas kanal adalah berdasarkan kondisi kanal (Channel State Information)
4. Output hasil simulasi adalah perubahan nilai kapasitas kanal terhadap level SNR (Signal to Noise Ratio)
5. Level SNR yang dipakai adalah dari 0 – 7 dB

1.4 Tujuan

Pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk menganalisa kapasitas kanal (bit/s/Hz) MIMO untuk kondisi LOS (terdistribusi rayleigh) dan kondisi NLOS (terdistribusi ricean). Analisa kapasitas tersebut dibandingkan dengan beberapa faktor seperti kondisi kanal (Channel State Information), jumlah antena, kecepatan user, dan perbandingan terhadap distribusi fading yang digunakan.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang diterapkan dalam Tugas Akhir ini, antara lain:

1. **Studi literatur**

Pada tahap ini dilakukan pencarian dan pengumpulan literatur-literatur berupa artikel, jurnal-jurnal ilmiah, buku referensi, dan sumber lain yang berhubungan dengan topik Tugas Akhir ini.

2. **Perancangan Simulasi**

Pada tahap ini dilakukan simulasi dengan menggunakan program MATLAB.

3. **Tahap Analisa**

Melakukan analisa secara kuantitatif untuk menguji kemampuan simulasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini dibagi dalam beberapa topik bahasan yang disusun secara sistematis sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II : DASAR TEORI

Bab ini berisikan beberapa teori tentang fenomena *multipath fading*, distribusi fading (*Rayleigh* dan *Ricean*), dan konsep dasar sistem MIMO meliputi topologi MIMO dan kapasitas sistem MIMO.

BAB III : PEMODELAN DAN PERHITUNGAN KAPASITAS KANAL MIMO

Bab ini berisi pemodelan dan simulasi pada pengaturan lingkungan kanal MIMO dan beberapa formulasi yang digunakan untuk perhitungan kapasitas kanal SISO, SIMO, MISO dan MIMO

BAB IV : ANALISA HASIL SIMULASI KAPASITAS KANAL MIMO

Pada bab ini dibahas analisa dan hasil simulasi yang menunjukkan kapasitas kanal MIMO pada arah downlink dengan dua skenario, yakni pada kondisi NLOS dan LOS

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan hasil simulasi dan saran-saran yang dapat digunakan untuk pengembangan Tugas Akhir ini selanjutnya.



Telkom
University

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Penggunaan jumlah antena yang semakin banyak akan berbanding lurus terhadap kapasitas kanalnya
- 2) Pada jumlah antena penerima Rx atau pengirim Tx sebanyak 2 (SIMO (1x2), MISO (2x1), dan MIMO (2x2)), penambahan antena lebih efektif dilakukan di sisi pengirim atau penerima saja, artinya lebih efektif menggunakan SIMO (1x2), MISO (2x1) saja, atau MIMO (2x2) saja untuk kondisi CSIR.
- 3) Pemakaian algoritma waterfilling memberikan peran yang besar dalam pendistribusian daya sehingga dapat memberikan kapasitas yang cukup besar, jika dibandingkan dengan pemakaian distribusi uniform
- 4) Peran algoritma waterfilling terlihat jelas pada sistem MIMO (2x2), sebab untuk kondisi CSIT-R kapasitas kanal untuk sistem MIMO (2x2) lebih besar jika dibandingkan dengan sistem SIMO (1x2) dan MISO (2x1)
- 5) Pada kanal Rician kapasitas kanal MIMO lebih besar jika dibandingkan pada kanal rayleigh, hal ini disebabkan oleh komponen LOS yang dapat mengurangi efek multipath fading
- 6) Pada perhitungan kapasitas kanal berdasarkan beberapa jumlah antena di sisi pengirim maupun penerima kapasitas kanalnya akan lebih besar jika memakai kombinasi distribusi fading rayleigh dan rician jika dibandingkan dengan pemakaian distribusi fading rayleigh atau rician saja
- 7) Pada kanal rician kapasitas kanal akan semakin besar jika adanya penambahan pada faktor K, sebab faktor K bisa dikatakan sebagai indikator besarnya komponen LOS pada fading rician
- 8) Pada kanal fading rayleigh maupun rician, kondisi user pada saat diam memiliki kapasitas yang lebih besar jika dibandingkan dengan kondisi user pada saat bergerak
- 9) Pada saat kecepatan 120 km/jam ternyata memiliki kapasitas yang lebih besar jika dibandingkan dengan kecepatan yang lebih lambat seperti 10 km/jam dan 40 km/jam. Hal ini terjadi karna bertepatan pada saat kecepatan tersebut efek

Bab V Kesimpulan dan Saran

multipath dengan komponen sinyal multipath yang sefasa ikut menambah sinyal informasi

- 10) Pada pemakaian kondisi kanal untuk kombinasi fading rayleigh dan rician , kapasitas yang paling besar ternyata ditunjukkan oleh kondisi user dengan kecepatan yang paling tinggi, yakni 120 km/jam
- 11) Pemakaian kombinasi kanal untuk membandingkan besar kapasitas antara MIMO CSIT-R, CSIR, dan non CSI ternyata tidak memberikan peningkatan yang cukup besar, bahkan kapasitas yang diberikan lebih kecil jika dibandingkan dengan pemakaian kanal rician saja.

5.2 SARAN

Berikut ini adalah beberapa hal yang disarankan dalam penulisa Tugas Akhir ini untuk masa mendatang :

- 1) Perhitungan kapasitas kanal .dapat menggunakan sistem SVD (*Singular Value Decomposite*)
- 2) Untuk perhitungan kapasitas kanal MIMO sebaiknya distribusi fading yang digunakan tidak hanya Rayleigh dan Rician saja, misalnya ditambah dengan distribusi Nakagami atau Log-Normal, agar perbandingan yang diambil lebih banyak
- 3) Perhitungan kapasitas kanal MIMO hendaknya dilakukan dalam lingkungan interferensi (sistem multiuser)
- 4) Perhitungan kapasitas kanal MIMO hendaknya dilakukan juga dalam lingkungan arah uplink (dari receiver ke transmitter)

**Analisa Performansi Kapasitas Kanal MIMO
Pada Kanal Fading Rayleigh dan Rician**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nachwan Mufti “*Small Scale Fading bagian 2* ” Modul 5 Sistem Komunikasi Bergerak ,STT Telkom, Bandung, 2005
- [2] Albert Alfredo “ *Analisa Simulasi Kanal Radio MIMO Pada Kanal Fading*” Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, Bandung, 2005
- [3] Rappaport, T.S., “*Wireless Communications: Principles and Practice*”, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, Second Edition, 2002
- [4] Huaiyu Dai, Andreas F.Molisch, H.Vincent Poor “*Downlink Multiuser Capacity of Interference Limited MIMO System*”Department of Electrical Engineering, Princeton University, Princeton NJ 08544, USA , 2005
- [5] Bengt Holter “*Capacity of Multiple Input Multiple Output System in Wireless Communications*” Departement of Telecommunications, Norwegian University of Science and Technology
- [6] Yi Song , Steven D. Blostein“*MIMO Channel Capacity in Co – Channel Interference*”Department of Electrical and Computer Engineering Queen’s University, Kingstone, Ontario, Canada.
- [7] Markku Juntti, Tadashi Matsumoto, Ian Opperman, Juha Ylitalo”*Communications in Wireless MIMO Channels:Channel Models, Baseband Algoritms, and System Design*” University of Oulu
- [8] Simon Haykin ”*Communication Systems 4’th Edition*” McMaster University,Ancaster, Ontario, Canada 2000
- [9] Proakis, J.G., “*Digital Communications*”, McGraw-Hill International Editions, Electrical Engineering Series, Third Edition, 1995.