

**KINERJA SISTEM MIMO-OFDM DENGAN BEAMFORMING
PADA KANAL RAYLEIGH**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Magister dari
Institut Teknologi Bandung**

Oleh

BUDI PRASETYA

NIM : 23203075

Program Studi Teknik Elektro



**SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
2006**

**KINERJA SISTEM MIMO-OFDM DENGAN BEAMFORMING
PADA KANAL RAYLEIGH**

Oleh

Budi Prasetya

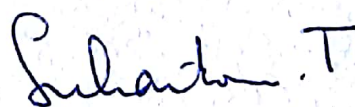
NIM : 23203075

**Program Pascasarjana Teknik Elektro
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung**

Menyetujui

Bandung, 30 Agustus 2006

Pembimbing



DR. Ir. SUHARTONO T.

NIP. 130 528 316

ABSTRAK

KINERJA SISTEM MIMO-OFDM DENGAN BEAMFORMING PADA KANAL RAYLEIGH

Oleh
Budi Prasetya

Program Pascasarjana Teknik Elektro
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Pada komunikasi wireless, tuntutan untuk menyediakan layanan data kecepatan tinggi secara *realtime* dengan kinerja yang baik memicu lahirnya teknik baru untuk meningkatkan efisiensi spektrum dan perbaikan kualitas sinyal akibat *frequency selective fading*. Tuntutan tersebut dapat diatasi dengan penggunaan teknik MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) yang digabungkan dengan modulasi *multicarrier* OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplex*). Akan tetapi, seringkali sinyal dari user yang diinginkan mengalami interferensi akibat sinyal lain dari arah berbeda yang menduduki *band frekuensi* yang sama. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan teknik *beamforming* pada antenna. Thesis ini meneliti seberapa besar pengaruh penggunaan teknik *beamforming* dalam meningkatkan performansi sistem yang telah ada yaitu MIMO OFDM. Teknik *beamforming* yang diteliti menggunakan *weighting factor* dengan algoritma adaptif yaitu algoritma LMS (*Least Mean Square*).

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa sistem MIMO-OFDM memberikan kinerja yang lebih baik jika dibandingkan dengan sistem *single carrier*. Pada sistem *single user*, sistem MIMO-OFDM-*beamforming* menghasilkan kinerja yang sama dengan MIMO OFDM. Sistem MIMO-OFDM dengan *beamforming* yang disimulasikan pada *bit rate* 10 Mbps dan menempati *bandwidth* transmisi 40 MHz mencapai SNR ± 13 dB pada $BER = 10^{-4}$ untuk user diam, dan dengan SNR ± 30 dB untuk user bergerak dengan kecepatan 5.4 s/d 10.8 km/jam. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa sudut kedatangan user tidak mempengaruhi performansi sistem karena *beam* selalu

mencari arah kedatangan sinyal. Begitu juga dengan besar kecilnya faktor *step size* μ , yang hanya menentukan waktu konvergensi dari eror yang dihasilkan terhadap banyaknya iterasi simbol pilot. Semakin besar μ , maka algoritma adaptif akan semakin cepat konvergen, akan tetapi ada batasan maksimal μ dimana algoritma adaptif tetap konvergen .

Didapatkan juga bahwa semakin besar sudut pemisah antara user dengan interferer maka kinerja semakin baik. Masih pada $BER = 10^{-4}$ dibutuhkan SNR 9dB jika sudut pemisah 60° , SNR 9.5dB jika sudut pemisah 30° , dan SNR 10.5dB untuk sudut pemisah 10° . *Throughput* sistem MIMO-OFDM lebih baik dari sistem SISO-OFDM, kemudian dengan adanya *beamforming* pada sistem MIMO-OFDM maka *throughput* akan lebih baik lagi. Dari simulasi juga ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah antena yang digunakan pada sisi pemancar dan penerima akan memperbaiki performansi.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF MIMO OFDM SYSTEM WITH BEAMFORMING OVER RAYLEIGH CHANNEL

By
Budi Prasetya

Program Pascasarjana Teknik Elektro
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

In wireless communication system, the order to available high data rate in realtime which give a good performance supports the new technology to improve spectrum efficiency and repairing quality of signal over *frequency selective fading*. It can be solved by using MIMO (Multi Input Multi Output) technique that is combined with modulation multicarrier OFDM (Orthogonal Frequency Divison Multiplex). However, the signal from desired user often to realize interference that is caused by signals originating from other direction which occupy in the same band frequency. This matter can be solved by using Beamforming technique at antenna. This thesis will determine the influence of the using beamforming technique to improve performance of MIMO-OFDM system. Beamforming technique that is examined use weighting factor with LMS (Least Mean Square) adaptive algorithm.

Based on simulation result, could be get that MIMO-OFDM system give better performance than single carrier system. In single user, MIMO-OFDM-Beamforming system have the same performance with MIMO-OFDM. MIMO-OFDM with beamforming that simulated at bit rate = 10 Mbps and transmission bandwidth 40 MHz can achieve SNR up to ± 13 dB at $BER = 10^{-4}$ for silent user, and SNR ± 30 dB for moving user with velocity 5.4 -10.8 km/hour. Simulation result also show that the Angle of Arrival (AOA) of user does not influence performance system because beam always looking for desired signal. In addition, occur to value of μ factor.

Where, it only decide convergence time from error which is resulted by the number of pilot symbols iteration. When the value of μ is bigger, convergence of adaptive algorithm will be faster. In contrast, there is maximum limit of μ in order to make adaptive algorithm still convergence.

It is prove then that if the degree of separation between user desired and interferer is bigger, it's give a better performance. Still at $BER = 10^{-4}$, it is needed SNR 9 dB when degree of separation 60° , SNR 9.5 dB when degree of separation 30° , and SNR 10.5 dB for degree of separation 10° . Throughput of MIMO-OFDM system is better than SISO-OFDM system, then using beamforming at MIMO-OFDM system make the better throughput. In addition, more number of antennas which is used in transmitter and receiver will make the better performance..

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Institut Teknologi Bandung, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan hak cipta ada pada pengarang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung.

Perpustakaan yang menjamin tesis ini untuk keperluan anggotanya harus mengisi nama dan tandatangan peminjam dan tanggal pinjam.