

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *BIT* ERROR RATE CDMA PADA  
MODEL KANAL FADING RAYLEIGH/RICEAN**

Diajukan untuk memenuhi salah syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi Teknik Elektro  
Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma



disusun oleh :

EKO KURNIAWAN

NIM : 025114015

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA  
2007**

FINAL PROJECT

# **ANALYSIS OF BIT ERROR RATE CDMA AT RAYLEIGH/RICIAN FADING CHANNEL MODEL**

In a partial fulfilment of the requirements  
for the degree of Sarjana Teknik  
Department of Electrical Engineering  
Faculty of Science and Technology, Sanata Dharma University



EKO KURNIAWAN

NIM : 025114015

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING  
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
SANATADHARMAUNIVERSITY  
2007**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *BIT ERROR RATE* CDMA PADA  
MODEL KANAL *FADING* RAYLEIGH/RICIAN  
(ANALYSIS OF BIT ERROR RATE CDMA AT  
RAYLEIGH/RICIAN *FADING* CHANNEL MODEL)**

Oleh :

EKO KURNIAWAN

NIM : 025114015

telah disetujui oleh :



Pembimbing I

Damar Widjaja, S.T., M.T.

Tanggal : \_\_\_\_\_

Pembimbing II

Martanto, S.T., M.T.

Tanggal : \_\_\_\_\_

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *BIT ERROR RATE* CDMA PADA  
MODEL KANAL *FADING* RAYLEIGH/RICIAN  
(ANALYSIS OF BIT ERROR RATE CDMA AT  
RAYLEIGH/RICIAN *FADING* CHANNEL MODEL)**

disusun oleh :

**EKO KURNIAWAN**

**NIM : 025114015**

Telah dipertahankan di depan tim penguji  
pada tanggal 5 Mei 2007  
dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji :

	Nama Lengkap	Tanda Tangan
Ketua	: Martanto, S.T., M.T.	_____
Sekretaris	: Damar Widjaja, S.T., M.T.	_____
Anggota	: A. Bayu Primawan, S.T., M. Eng.	_____
Anggota	: B. Djoko Untoro Suwarno, S.Si., M.T.	_____

Yogyakarta, 5 Juni 2007  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Sanata Dharma  
Dekan,

Ir. G. Heliarko SJ, S.S., B.S.T., M.A., M.Sc

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini tidak memuat karya atau bagian karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka sebagaimana layaknya karya ilmiah.

Yogyakarta, 4 Mei 2007

Eko Kurniawan

*MOTTO :*

*Ad Maiorem Dei Gloriam*

*Skripsi ini kupersembahkan untuk.....*

*Yesus Kristus Pembimbingku yang setia*

*Papa dan Mama tercinta*

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma :

Nama : EKO KURNIAWAN

Nomor Mahasiswa : 025114015

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS BIT ERROR RATE CDMA PADA  
MODEL KANAL FADING RAYLEIGH/RICIAN**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 5 Juni 2007

*Tanda-tangan*

(EKO KURNIAWAN)

## INTISARI

Sistem komunikasi berbasis *code division multiple access* (CDMA) dewasa ini berkembang sangat pesat. Hal ini terjadi karena adanya kemampuan untuk mengatasi masalah utama dalam sistem komunikasi seluler, yaitu *multipath fading* dan *interference*, yang sangat mempengaruhi kinerja sistem. Salah satu ukuran untuk menentukan kinerja sistem adalah *bit error rate* (BER).

Perhitungan BER CDMA pada umumnya dilakukan dengan pendekatan bahwa pengaruh *fading* terhadap BER yang diasumsikan bernilai sama untuk *desired signal* maupun *interfering signal*. *Standart Gaussian Aproximation* (SGA) adalah salah satu contoh pendekatan perhitungan BER yang langsung menggunakan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR). Untuk sistem *micro diversity*, pendekatan ini kurang sesuai, dimana model *fading* untuk sinyal utama dan sinyal interferensi adalah tidak sama. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dihitung BER CDMA pada model kanal *fading* Rayleigh / Rician dimana model *fading* untuk sinyal utama dimodelkan dengan distribusi Rayleigh, dan untuk sinyal interferensi dimodelkan dengan distribusi Rician.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa BER CDMA semakin baik dengan semakin besarnya parameter *fading*,  $k_y$  dan panjang *code*,  $N$ . Selain itu BER CDMA juga semakin baik dengan semakin kecilnya jumlah interferensi,  $L$  dan jumlah *user*,  $K$ .

Kata kunci: CDMA, *multipath fading*, *interfering signal*, BER, Rayleigh / Rician.



## **ABSTRACT**

Communications system base on Code Division Multiple Access (CDMA) these days expand very fast. This matter happened caused by ability to overcome main problem in cellular communications system, that is multipath fading and interference, which very influence system performance. One of the size measure to determine system performance is Bit Error Rate (BER).

Calculation of BER CDMA in general approach that influence of fading is same valuable for the desired signal and interfering signal. Standard Gaussian Approximation (SGA) is one of the example approach calculation direct BER use value of Signal Noise Ratio to (SNR). For micro diversity, this approach less according to, where model of fading for desired signal and interfering signal is unequal. Therefore, at this research will be calculated BER CDMA at channel model of fading Rayleigh / Rician where fading model for desired signal modeled with Rayleigh distribution, and for the interfering signal modeled with Rician distribution.

Result of this calculation indicate that good BER CDMA progressively greater is parameter of fading,  $k_y$  and length of code  $N$ . BER CDMA also good progressively smaller is amount of interfering,  $L$  and amount of user,  $K$ .

**Keywords:** CDMA, multipath fading, interfering signal, BER, Rayleigh / Rician.

## **KATA PENGANTAR**

Syukur dan terima kasih kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala karuniaNya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian yang berupa tugas akhir ini merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik atas bantuan, gagasan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Romo Ir. G. Heliarko SJ, S.S., B.S.T., M.A., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
2. Bapak Damar Widjaja, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan.
3. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu atas bantuan, bimbingan, kritik dan saran.

Semoga Tuhan membalas kebaikan anda.

Peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun serta menyempurnakan tulisan. Semoga tugas ini dapat dimanfaatkan dan dikembangkan lebih lanjut oleh peneliti lain sehingga tulisan ini dapat lebih bermanfaat.

Yogyakarta, 4 Mei 2007

Peneliti,

Eko Kurniawan

## DAFTAR ISI

Halaman Sampul (Bahasa Indonesia) .....	i
Halaman Sampul (Bahasa Inggris) .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Halaman Persembahan .....	v
Pernyataan Keaslian Karya .....	vi
BAB I: PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pembatasan Masalah .....	2
.....	
BAB II: DASAR TEORI	
2.1. Bit Error Rate (BER) .....	5
2.2. <i>Fading</i> .....	6
2.3. Sistem Model .....	7
2.3.1. Model Pemancar .....	8
2.3.2. Model Kanal .....	12
.....	
BAB III: RANCANGAN PENELITIAN	
3.1. Model Sistem .....	24
.....	
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. BER CDMA Non Koheren Outdoor .....	36
.....	
BAB V: KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan .....	51
5.2. Saran .....	52
DAFTAR PUSTAKA .....	53
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Model pemancar.....	8
Gambar 2.2. Gelombang BPSK.....	9
Gambar 3.1. Model sistem.....	24
Gambar 4.1. BER CDMA variasi <i>user</i> , $K$ .....	46

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kegunaan khusus port 3.....	19
Tabel 2.2. Konfigurasi pin DB-9.....	32
Tabel 3.1. Nilai variabel R untuk pengisian baterai.....	38
Tabel 4.1. Hasil pengamatan <i>Current Source</i> untuk pengisian baterai.....	69

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai hasil pengamatan dari sterilisator basah dengan menggunakan ATmega8535. Hasil pengamatan berupa pengujian *performe* alat (misal: kestabilan sistem, *rise time*, *setting time* dan lain-lain), pengujian sensor LM35 dalam mendeteksi kenaikan suhu, dan memeriksa keberadaan kuman dalam instrumen.

#### 4.1. Bentuk Fisik Sterilisator dan *Hardware* Elektronik

##### 4.1.1. Bentuk Fisik Sterilisator Basah

Bentuk fisik sterilisator basah secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 4.1. Sterilisator basah ini terdiri dari dua boks, yaitu boks tempat *hardware* elektronik dan boks tempat untuk memanaskan air (boks *sterilisator*). Pada boks pemanas air ada keran yang berfungsi sebagai .....



Gambar 4.1. Bentuk fisik sterilisator basah.

#### 4.1.2. Cara Penggunaan Alat

Untuk menggunakan alat ini *user* dapat mengikuti langkah-langkah yang ditampilkan pada LCD. Awalnya *user* diminta untuk memilih *mode* melalui *keypad*. Ada dua *mode* pada alat ini, yaitu *mode A* yang digunakan sebagai *mode* otomatis dan *mode B* yang digunakan sebagai *modemanual*. Ketika *user* memilih *modeA* maka alat langsung bekerja secara otomatis, yaitu dengan suhu 93°C yang dipertahankan .....

#### 4.2. Pengujian Keberhasilan

Pengujian untuk mengukur tingkat keberhasilan *modeA* dilakukan 1 jenis percobaan yaitu dengan menggunakan suhu 93 °C selama 15 menit (900 detik). Pengujian untuk mengukur tingkat keberhasilan *mode B* dilakukan 3 jenis percobaan, yaitu: pengujian terhadap suhu 87 °C selama 15 menit (900 detik), .....

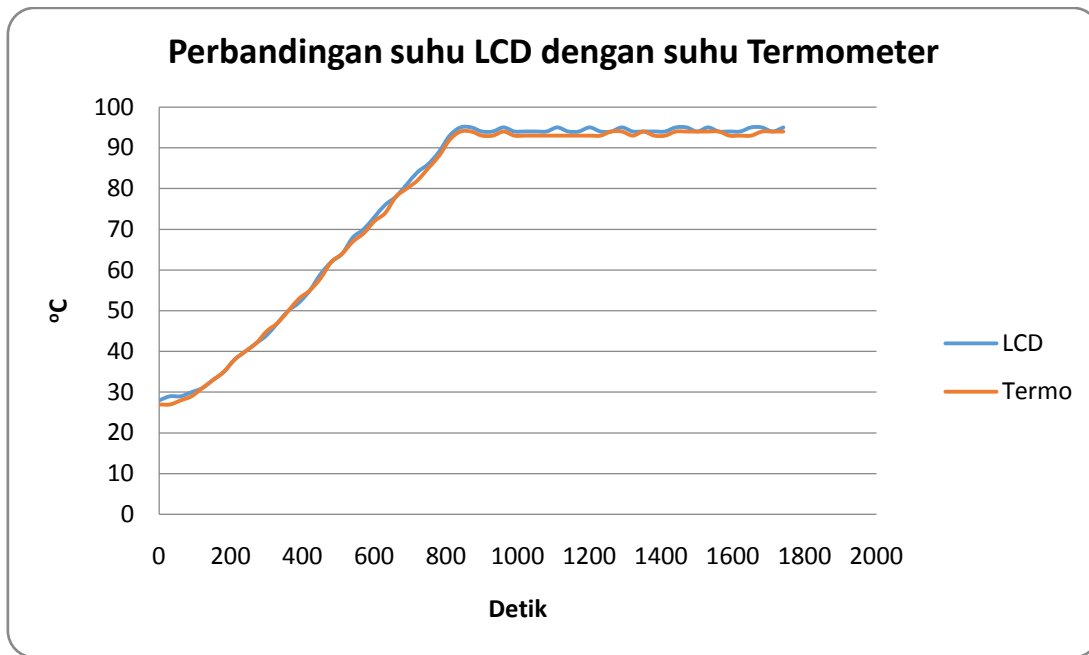
##### 4.2.1. PengujianMode A (Mode Otomatis)

Pengujian untuk *mode A* dilakukan selama 15 menit (900 detik) dengan batas suhu tertinggi 93 °C yang sudah ada dalam program. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 4.1.

Dalam waktu 1740 detik (29 menit) kenaikan suhu pada bokssterilisator yang diperlihatkan pada tabel 4.1. Pengambilan data suhu (LCD) dilakukan dengan cara mengambil suhu yang tertampil pada LCD.

Tabel 4.1. Hasil pengujian *modeA(mode* otomatis).

Waktu (detik)	Suhu LCD (°C)	Suhu Termometer	Error (%)
0	28	27	3,57
30	29	27	6,90
60	29	28	3,45
90	30	29	3,33
120	31	31	0



Gambar 4.11. Grafik perbandingan suhu LCD dengan suhu termometer terhadap waktu.

Berdasarkan gambar 4.11 grafik perbandingan suhu yang terukur pada masing-masing sensor menunjukkan hasil yang hampir sama. Pada pengujian yang dilakukan yaitu mempertahankan suhu 93°C selama 900 detik (15 menit) setelah suhu tercapai.....

Berdasarkan gambar 4.11, suhu akan dikatakan stabil apabila *steady state error* (SSE) tidak lebih dari 2%. Untuk sistem redaman lebih, biasanya digunakan waktu naik 10% sampai 90%. Perhitungan kestabilan suhu berdasarkan tabel 4.1, menggunakan persamaan 2.12 :

$$\text{SSE: } \frac{94,5-93}{93} \times 100\% = 1,61\% \quad (4.1)$$

#### 4.2.2. Analisis Hasil Pengujian

Presentase keberhasilan alat dalam mensterilkan suhu, secara keseluruhan ditunjukkan pada tabel 4.5. Berdasarkan tabel 4.5 pada *mode* A dan B dengan *setpoint* suhu 93°C, suhu berhasil stabil dengan *steady state error* sebesar 1,61%. Sedangkan pada *mode* B dengan *setpoint* suhu 87°C, suhu berhasil stabil dengan *steady state error* sebesar 1,72% dan pada *setpoint* 90°C suhu berhasil stabil dengan *steady state error* sebesar 1,11%.

Berdasarkan tabel 4.5 pada *mode* A dan *mode* B dengan suhu yang sama....



Tabel 4.5. Presentase keberhasilan alat dalam menstabilkan suhu.

Mode	Suhu awal (°C)	SP	Fv (%)	Tr (detik)	Ts (detik)	SSE (%)
A	28	93 °C	94,5	600	810	1,61
B	27	87 °C	85,5	540	770	1,72
B	29	90 °C	91	560	1090	1,11
B	28	93°C	94,5	550	910	1,61
Rata-rata <i>error</i>						1,51

#### 4.2.3. Hasil Pengujian Bakteri

Hasil pemeriksaan bakteri dilakukan dengan menggunakan *NutrienAgar* (NA). *NutrienAgar* (NA) adalah zat kimia yang digunakan untuk mendeteksi adanya bakteri. Cara mendeteksi bakteri menggunakan NA adalah dengan cara memanaskan NA yang telah dicampur dengan *aquades* yang telah steril,.....

Pengujian tersebut dilakukan di laboratorium farmasi. Seperti yang terlihat pada tabel 4.6 menunjukkan hasil pemeriksaan bakteri dengan menggunakan *NutrienAgar* (NA).  
.....

#### 4.2.4. Pengujian Rangkaian Penyearah

Pengujian rangkaian penyearah 5 dan 12 volt dilakukan dengan mengukur tegangan *output* penyearah menggunakan multimeter. Gambar 4.15 menunjukkan hasil perancangan rangkaian penyearah 5 dan 12 volt....

### 4.3. Pembahasan *Software*

Pada tugas akhir ini, *software* yang digunakan adalah *CodeVisionAVR Compiler*.  
.....

#### 4.3.1. Program utama

*Listing* program utama ditunjukkan pada gambar 4.19. Program utama akan dieksekusi pada saat *user* menekan tombol ON pada boks *sterilisator*. Jika program telah



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari program pemetaan lokasi pada sistem pemetaan dan pengawasan radio FM berbasis sistem informasi geografis (SIG) di wilayah D.I. Yogyakarta adalah :

1. Program dapat menampilkan data posisi pemancar radio dan lokasi pengukuran yang terdiri dari data bujur, lintang, dan waktu pengambilan.
2. Peta digital yang digunakan memiliki skala yang berbeda dengan hasil perhitungan rumus konversi Geodesi ke UTM dari R.M. Toms. Proses konversiperlu dilakukan sekali lagi untuk memperoleh kesesuaian dengan koordinat peta yang digunakan.
3. Program dapat menampilkan posisi pemancar dan lokasi pengukuran layanan pada peta digital untuk wilayah D.I. Yogyakarta sesuai dengan koordinat x dan y hasil konversi data bujur dan lintang dari GPS, dengan selisih rata-rata untuk koordinat bujur sebesar 0,00019 dan untuk koordinat lintang sebesar 0,00009.
4. Program pemetaan telah mampu menghitung jarak dari lokasi pemancar ke lokasi pengukuran layanan dengan rata-rata selisih jarak sebesar 386,64 meter.

#### **5.2. Saran**

Penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan. Untuk mengatasi kekurangan tersebut dan agar tidak terjadi lagi kesalahan yang sama pada penelitian-penelitian selanjutnya maka diperlukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pengambilan data hendaknya dilakukan tepat di lokasi yang diukur. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang memiliki *error* yang kecil (akurat).
2. Tampilan program dapat dibuat menjadi lebih sederhana agar memudahkan pengguna dalam pengoperasian program, khususnya dalam pemberian nomor GPS.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pursley, M.B., 1977, *Performance Evaluation for Phase-Coded Spread-Spectrum Multiple-Access Communication-Part I: System Analysis*, IEEE Trans. Comm., vol COM-25, hal. 795-799.
- [2] Sklar, B., 1988, *Digital Communications Fundamentals and Applications*, P T R Prentice Hall, New Jersey.
- [3] Shibata, T., Katayama, M. dan Ogawa, A., 1993, *Performance of Asynchronous Band-Limited DS / SSMA System*, IEICE Trans. Commun., vol. E76-B, no. 8, hal 921-928.

## **LAMPIRAN**