



**ANALISA KINERJA SISTEM KOOPERATIF BERBASIS CDMA
PADA KANAL *RAYLEIGH***

SKRIPSI

Oleh

M. AMIQ WIRYAPRAWIRA

NIM 091910201109

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**ANALISA KINERJA SISTEM KOOPERATIF BERBASIS CDMA
PADA KANAL *RAYLEIGH***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**M. Amiq Wiryaprawira
NIM 091910201109**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

1. *Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT syukur Alhamdulillah selalau terucap yang telah memberikan Rahmat, Hidayahnya, serta petunjuk sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.*
2. *Salam dan anugerah selalu tercurahkan junjungan nabi besar kita Nabi Muhammad SAW.*
3. *Bapak dan Ibu tercinta, 'Drs. Soegeng Ryanto M.M' dan 'Drs. Wigiarti M.Si', yang telah memberikan segenap perhatian, doa dan restu. Bapak dan Ibu aku takkan melupakan semuanya apa yang telah engkau berikan sejak aku dilahirkan sampai aku tumbuh dewasa, saya hanya bisa memberi apa yang terbaik, dengan segenap kemampuan jiwa dan raga saya.*
4. *Ibu Ike Fibriani, S.T., M.T dan bapak Satryo Budi Utomo ,S.T.,M.T terima kasih atas masukan, saran dan kesabarannya dalam membimbing skripsi ini sampai dengan selesai.*
5. *Anjar Prasetya S.T terimakasih atas bimbingannya yang mau mendengarkan curhatan galau dan memberi solusi atas permasalahan yang dihadapi pada skripsi ini.*
6. *Mainike Silvi Rety Badian S.pd yang selalu memberi semangat, motivasi dan optimisme yang sangat membantu dalam terselesainya tugas akhir ini.*
7. *Kakak tercinta yaitu M. Iqbal Wiryaprawira S.T*
8. *Almarhum "om joe" yang sampai akhir hayat masih saja memotivasi awal skripsi.*
9. *Cak bud yang mau memberi masukan dan mencurahkan waktu untuk berbagi ilmu dan pengalaman.*
10. *Kawan sekaligus mentor juga , Satryo Bahari , S.T makasih bang, untuk ilmu dan waktu yang diluangkan.*

11. *Teman-teman ku angkatan 2009 "SAK LAWASE TETEP DULUR" terima kasih kalian memang menorehkan cerita tersendiri bagi hidup saya. "Sopo kene? Teknik, Teknik opo? Elektro, Elektro 2009???" Dulur...."semboyan ini akan aku ingat sampai kapanpun kawan. Kalian LUARRRRBIASAAA*
12. *Almamater ku tercinta Universitas Jember.*

MOTTO

“ Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu’ “.

(QS. Al-Baqarah/2: 45)

“Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat.”

(Winston Churchill)

“Orang yang menginginkan impiannya menjadi kenyataan, harus menjaga diri agar tidak tertidur.”

(Richard Wheeler)

“Aku tidak suka memikirkan yg terburuk dari org lain ketika aku dpt memikirkan yg terbaik”

(Samuel Chadwick)

“Orang bijak adalah dia yg hari ini mengerjakan apa yg org bodoh akan mengerjakannya tiga hari kemudian”

(Abdullah Ibnu Mubarak)

“Kita harus belajar menerima dan belajar bersyukur, agar apa yang ada di sekitar kita dan apa yang ada pada diri kita bisa kita nikmati.”

(Ust. Yusuf Mansur)

“Kemenangan yang paling indah adalah bisa menaklukkan hati sendiri.”

(La Fontaine)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Amiq Wiryaprawira

NIM : 091910201109

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul : **“ANALISA KINERJA SISTEM KOOPERATIF BERBASIS CDMA PADA KANAL *RAYLEIGH*”** adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 08 Januari 2014

Yang menyatakan,

M. Amiq Wiryaprawira

091910201109

SKRIPSI

**ANALISA KINERJA SISTEM KOOPERATIF BERBASIS CDMA PADA
KANAL *RAYLEIGH***

Oleh

M. Amiq Wiryaprawira

NIM 091910201109

Pembimbing

Dosen Pembimbing Umum : Ike Fibriani S.T, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Satryo Budi Utomo, S.T, M.T

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisa Kinerja Sistem Kooperatif Berbasis CDMA Pada Kanal *Rayleigh*” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 22 Januari 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Umum

Pembimbing Anggota

Ike Fibriani, S.T., M.T.

NRP 760011391

Mengetahui,

Satryo Budi Utomo, S.T., M.T.

NIP 19850126 200801 1 002

Penguji I

Penguji II

Widjonarko, S.T., M.T.

NIP 19710908 199903 1 001

M. Agung Prawira Negara, S.T., M.T.

NIP 19871217 201212 1 003

Mengesahkan
Dekan
Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP 19610414 198902 1 001

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT atas segala berkah dan rahmat serta karunia-Nya yang telah diberikan kepada penyusun sehingga skripsi yang berjudul “*Analisa Kinerja Sistem Kooperatif Berbasis CDMA Pada Kanal Rayleigh*” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Ayah dan Ibu tercinta, '**Drs. Soengeng Ryanto M.M**' dan '**Drs. Wigiarti M.Si**', yang telah memberikan segenap perhatian kasih sayang, doa dan restu. Bapak dan Ibu aku takkan melupakan semuanya apa yang telah engkau berikan sejak aku dilahirkan sampai aku tumbuh dewasa, saya hanya bisa memberi apa yang terbaik, dengan segenap kemampuan jiwa dan raga saya.
2. Bapak **Ir. Widyono Hadi, MT** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak **Sumardi, S.T., M.T.**, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Ibu **Ike Fibriani , S.T.,M.T.** terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan dan bersedia membimbing dengan segenap hati dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai, berkat bapak skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak **Satryo Budi Utomo, S.T., M.T** terima kasih atas masukan, saran dan kesabarannya dalam membimbing skripsi ini sampai dengan selesai.
6. Bapak **Widjonarko, S.T., M.T.**, selaku penguji pertama dan **M. Agung Prwaira Negara, S.T., MT.**, selaku penguji kedua yang telah memberikan saran dan waktu.

7. Kakak **Anjar Prasetya, S.T.** terimakasih atas bimbingannya yang mau mendengarkan , memberi solusi atas permasalahan yang dihadapi pada skripsi ini.
8. Bapak **H. R. B. Moch. Ghozali, S.T., M.T.,** selaku Dosen Pembimbing Akademik
9. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, terima kasih atas bimbingan yang telah diberikan.
10. Kepada seluruh pihak yang telah membantu menyelesaikan pendidikan di Universitas Jember ini yang tidak dapat saya sebutkan satu- persatu .

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga penyusun memerlukan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi tercapainya kesempurnaan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kami selaku penyusun untuk proses pembelajaran dan masyarakat akademis maupun non akademis sebagai tambahan informasi dan pengetahuan.

Jember, Januari 2014

Penyusun,

M. Amiq Wiryaprawira

ANALISA KINERJA SISTEM KOOPERATIF BERBASIS PADA KANAL RAYLEIGH

M. Amiq Wiryaprawira¹⁾, Ike Fibriani , S.T.,M.T.²⁾, Satryo Budi Utomo, S.T., M.T.³⁾
Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro.
Fakultas Teknik, Universitas Jember
amixxx27@gmail.com¹⁾, ik3fibriani.teknik@gmail.com²⁾, satryo.budiotomo@yahoo.com³⁾.

ABSTRAK

Seiring berkembangnya teknologi komunikasi khususnya dalam komunikasi *wireless* (tanpa kabel) mengharuskan penggunaan akses jamak dengan menyediakan layanan data yang berkecepatan tinggi dengan BER yang kecil. CDMA (*Code Division Multiple Access*) adalah teknik akses jamak yang memisahkan percakapan dalam domain kode dengan menggunakan teknologi *spread spectrum*. Namun pada sistem CDMA masih rentan dengan jumlah kanal/pengguna, CDMA juga terpengaruh kapasitas CDMA oleh *Inter System Interface* (ISI), salah satu jenis ISI adalah *Adjacent Chanel Interface* (ACI). Pada skripsi ini menerapkan Sistem Kooperatif pada CDMA dan diuji pada Kanal *Rayleigh* dan AWGN. Sistem kooperatif adalah ketika *user* lain membantu *user* lainnya untuk meneruskan (*foward*) data informasi, bantuan ini yang disebut *relay*. Dari simulasi rancangan sistem dan membandingkan Sistem CDMA Nonkooperatif dengan Sistem CDMA Kooperatif didapatkan bahwa, Sistem CDMA Kooperatif mampu memperbaiki kinerja Sistem CDMA Nonkooperatif. Sistem Kooperatif mampu mencapai syarat komunikasi digital maksimal BER 10^{-3} yaitu 0,0007 dengan Eb/No 14 dB, sedangkan pada Sistem CDMA Nonkooperatif membutuhkan Eb/No 16 dB untuk BER 0,0007. Maka Sistem CDMA Kooperatif mampu mencapai syarat komunikasi digital dengan minimal dengan BER 10^{-3} dengan Eb/No 2 dB lebih baik.

Kata kunci : *CDMA , spread spectrum, Inter System Interface (ISI), Sistem Kooperatif, Kanal Rayleigh*

Performance Analysis of CDMA-Based Cooperative Systems In Rayleigh Channel

M. Amiq Wiryaprawira¹⁾, Ike Fibriani, S.T., M.T.²⁾, Satryo Budi Utomo, S.T., M.T.³⁾
College Student of Department of Electrical Engineering
Engineering Faculty, Jember University
amixxx27@gmail.com¹⁾, ik3fibriani.teknik@gmail.com²⁾, satryo.budiutomo@yahoo.com³⁾.

ABSTRACT

As the development of communication technology, especially in the wireless communication (without cable) requires the use of multiple access by supplying high-speed data services with the small BER. CDMA (Code Division Multiple Access) is a multiple access technique that separates conversations in code domain using spread spectrum technology. However, the CDMA system is still vulnerable to the number of channels / users, CDMA capacity is also affected by Inter System Interface (ISI), ISI is one type of Adjacent Chanel Interface (ACI). In this paper applying Cooperative System on CDMA and tested in Rayleigh and AWGN Channel. Cooperative system is when a user helps another user to continue (forward) data information, this relief is called a relay. From the simulation of system design and compare the non-cooperative CDMA system with the CDMA System Cooperative Cooperative system is obtained that, system is able to improve the performance of CDMA CDMA non-cooperative. Cooperative system is able to achieve the requirements of digital communication maximum BER 10^{-3} is 0.0007 with E_b / N_0 14 dB, while the non-cooperative CDMA system requires E_b / N_0 16 dB for BER 0.0007. So, system is able to achieve the terms of Cooperative CDMA digital communications with a minimum BER 10^{-3} with E_b / N_0 2 dB better.

Keywords: CDMA (Code Division Multiple Access), Inter System Interface (ISI), Rayleigh Cooperative system.

RINGKASAN

Analisa Kinerja Sistem Kooperatif Berbasis CDMA Pada Kanal *Rayleigh*, M. Amiq Wiryaprawira, 091910201109, 2014, 75 halaman

Seiring berkembangnya teknologi komunikasi khususnya dalam komunikasi wireless (tanpa kabel) mengharuskan penggunaan akses jamak dan menyediakan layanan data yang berkecepatan tinggi dengan BER yang kecil. CDMA (*Code Division Multiple Access*) adalah teknik akses jamak yang memisahkan percakapan dalam domain kode dengan menggunakan teknologi spread spectrum. Namun pada sistem CDMA masih rentan dengan jumlah kanal/pengguna, CDMA juga terpengaruh kapasitas CDMA oleh *inter – system interface (ISI)*, salah satu jenis ISI adalah *Adjacent Chanel Interface (ACI)*. Pada skripsi ini menerapkan Sistem Kooperatif pada CDMA dan diuji pada Kanal *Rayleigh* dan AWGN. Sistem kooperatif adalah ketika user membantu user lain untuk meneruskan (*foward*) data informasi, bantuan ini yang disebut *relay*, sistem ini mampu menghemat daya *mobile unit* tetap menggunakan satu antena, sehingga mampu memberikan kualitas layanan yang lebih baik.

Dalam simulasi ini mendesain program berdasarkan rancangan sistem dan kemudian membandingkan Sistem CDMA Nonkooperatif dengan Sistem CDMA Kooperatif dengan mengubah- ubah masukan parameter. Parameter yang digunakan jumlah *user*, *time delay* yang diubah tiap kanal, dan pengaruh kecepatan pada *user* yang bergerak. Setelah program selesai dan hasil berupa nilai rata-rata dan grafik sebagai keluaran didapatkan bahwa, pada sistem CDMA Nonkooperatif terbukti terjadi *Inter – System Interface (ISI)*, pengaruh *user* dan *doppler shift* saat parameter diubah-ubah. Sebaliknya Sistem CDMA Kooperatif mampu memperbaiki kinerja

sistem CDMA Nonkooperatif. Sistem CDMA Kooperatif mampu memperbaiki kinerja sistem CDMA Nonkooperatif saat jumlah *user* 2, kecepatan sistem yaitu 10 Km/h, *time delay* yaitu pada lintasan pertama 0 μ s dan yang kedua 0,6 μ s, ketiga dengan *delay* 1,2 μ s. Sistem Kooperatif mampu mencapai syarat komunikasi digital maksimal BER 10^{-3} dengan Eb/No 14 dB dengan nilai BER 0,0007 sedangkan pada sistem CDMA Nonkooperatif membutuhkan Eb/No 16dB untuk BER 0,0007. Maka Sistem CDMA Kooperatif mampu mencapai syarat komunikasi digital dengan maksimal BER 10^{-3} membutuhkan Eb/No 2dB lebih baik .

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 CDMA (<i>Code Division Multiple Access</i>).....	5
2.2 <i>Spread Spectrum</i>	10
2.2.1 <i>Spreading Code</i>	11
2.2.2 <i>Direct Sequence Code Division Multiple Acces (DS-CDMA)</i>	13
2.3 Sistem Kooperatif	15
2.4 <i>Kanal Multipath Fading</i>	16

2.4.1	<i>Doppler shift</i>	16
2.4.2	<i>Delay Spread</i> dan <i>Bandwidth</i> koheren.....	17
2.5	Metode <i>Combining</i>	18
2.6	Distribusi <i>Rayleigh</i>	19
2.7	<i>Additive White Gaussian Noise</i> (AWGN).....	21
2.8	Modulasi BPSK	22
2.9	<i>Eb/No</i>	24
2.10	Metode simulasi <i>Monte Carlo</i>	25
2.11	Teknik Modulasi <i>Baseband</i> ekuivalen.....	26
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1	Pemodelan Sistem.....	27
3.1.1	Model Sistem Non – Kooperatif CDMA	27
3.1.2	Model Sistem Kooperatif CDMA.....	28
3.2	Parameter Sistem	29
3.3	Pembangkitan bit Informasi	29
3.4	Modulasi BPSK	29
3.5	Kode <i>spreading Walsh-Hadamard</i>	30
3.6	Kanal AWGN	30
3.7	Kanal <i>Rayleigh</i>	31
3.8	<i>Combining</i>	32
3.9	Deteksi.....	32
3.10	Perhitungan BER	32
3.11	Perancangan program simulasi Sistem CDMA Nonkooperatif dan Sistem CDMA Kooperatif	33
3.11.1.	Sistem CDMA Nonkooperatif	33
3.11.2.	Sistem CDMA Kooperatif	35
3.12	<i>Flowchart</i>	37
3.12.1.	Diagram alir simulasi sistem Non- kooperatif CDMA.....	37
3.12.2.	Diagram alir simulasi sistem kooperatif CDMA.....	39

BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Analisa Kinerja Simulasi Sistem CDMA Nonkooperatif	43
4.2.1 Variasi Jumlah <i>User</i>	43
4.2.2 Variasi <i>Time delay</i>	46
4.2.3 Variasi Kecepatan.....	48
4.2 Analisa Kinerja Simulasi Sistem CDMA Kooperatif	51
4.3.1 Variasi Jumlah <i>User</i>	51
4.3.2 Variasi <i>Time delay</i>	54
4.3.3 Variasi Kecepatan.....	56
4.3 Analisa Kinerja Sistem CDMA Nonkooperatif dan Sistem CDMA Kooperatif.....	58
BAB 5. PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	xx
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter Sistem.....	29
Tabel 4.1 Nilai BER Sistem CDMA Nonkooperatif saat variasi Jumlah <i>User</i>	45
Tabel 4.2 Nilai BER Sistem CDMA Nonkooperatif saat variasi <i>Time delay</i>	47
Tabel 4.3 Nilai BER Sistem CDMA Nonkooperatif saat variasi Kecepatan	50
Tabel 4.4 Nilai BER Sistem CDMA Kooperatif saat variasi Jumlah <i>User</i>	53
Tabel 4.5 Nilai BER Sistem CDMA Kooperatif saat variasi <i>Time delay</i>	55
Tabel 4.6 Nilai BER Sistem CDMA Kooperatif saat variasi Kecepatan.....	57
Tabel 4.7 Perbandingan Nilai BER Sistem CDMA Kooperatif dan Nonkooperatif	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model sistem dan sinyal spektrum CDMA	6
Gambar 2.2 Spektrum daya CDMA	7
Gambar 2.3 Proses transmisi data CDMA	8
Gambar 2.4 Jumlah terminal kanal dengan Topologi <i>star</i>	9
Gambar 2.5 Sinyal <i>spreading</i> CDMA	11
Gambar 2.6 Proses pengkodean DS – SS.....	13
Gambar 2.7 Blok diagram <i>transmitter</i> DS-CDMA.....	14
Gambar 2.8 Blok diagram <i>receiver</i> DS –CDMA	14
Gambar 2.9 Model Sistem Kooperatif	15
Gambar 2.10 Pergerakan relatif antara pemancar dan penerima	17
Gambar 2.11 Model kanal AWGN	21
Gambar 2.12 Prinsip Kerja Modulator BPSK.....	22
Gambar 2.13 Persamaan Sinyal Termulasi dari BPSK.....	23
Gambar 2.14 Sinyal Termulasi BPSK	23
Gambar 2.15 Konstelasi BPSK	24
Gambar 3.1 Model sistem CDMA.....	27
Gambar 3.2 Model simulasi sistem kooperatif CDMA	28
Gambar 3.3 Diagram alir simulasi non kooperatif CDMA.....	37
Gambar 3.4 Diagram alir simulasi kooperatif CDMA	39
Gambar 4.1 Grafik nilai BER terhadap nilai E_b/N_0 Sistem CDMA Nonkooperatif saat variasi Jumlah <i>User</i>	44
Gambar 4.2 Grafik nilai BER terhadap nilai E_b/N_0 Sistem CDMA Nonkooperatif saat variasi <i>Time Delay</i>	46
Gambar 4.3 Grafik nilai BER terhadap nilai E_b/N_0 Sistem CDMA Nonkooperatif saat variasi Kecepatan.....	49

Gambar 4.4 Grafik nilai BER terhadap nilai Eb/No Sistem CDMA Kooperatif saat variasi Jumlah <i>User</i>	52
Gambar 4.5 Grafik nilai BER terhadap nilai Eb/No Sistem CDMA Kooperatif saat variasi <i>Time Delay</i>	54
Gambar 4.6 Grafik nilai BER terhadap nilai Eb/No Sistem CDMA Kooperatif saat variasi Kecepatan.....	56
Gambar 4.7 Eb/No vs BER Sistem CDMA Nonkooperatif dan Kooperatif.....	59

DAFTAR PUSTAKA

- Olivia N, Levy .”*Analisa unjuk kerja CDMA 2000 1X pada Kanal AWGN Dan Rayleigh Fading*”. Universitas Komputer Indonesia. 2009
- Budiman, Gelar., “*Konfigurasi MIMO MC-CDMA Pada Kanal Rayleigh Fading,*” Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, Bandung, 2005.
- Ryanto, Rudy, ”*Analisis Performansi CDMA 2000 1x Pada Level Baseband*” Tugas Akhir Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, UNIKOM, 2008.
- Evans,B.G.et.al.”*Multimedia Advanced CDMA systems*”, the4th IEEE Conference on Telecommunications, 1993. ppl 1-16.
- Prasetya, Anjar. “*Analisa Kinerja Sistem Kooperatif Berbasis MC-CDMA Pada Kanal Rayleigh Mobile Dengan Delay dan Spread*”,Institut Teknologi Sepuluh November, 2010.
- Vijay K. Garg ,”*IS-95 CDMA and CDMA 2000 Cellular/ PCS System Implementation*”, Prentice Hall, USA, 2000.
- MATLAB. 2011. “*Communications System Toolbox™ Reference*”. The MathWorks. Inc
- Colgren, Richard. 2007. “*BASIC MATLAB, SIMULINK, and STATEFLOW*”. Virginia: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.
- Widiarsono, Teguh..”TUTORIAL PRAKTIS BELAJAR MATLAB.Jakarta,2005
- William, C. Y. Lee, "*Wireless & Cellular Telecommunications*", third edition, McGraw-Hill, 2006.

www.mathworks.com/support