

PENGANTAR

Alhamdulillah, segenap puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, ridho, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip *Equilateral Triangular Array* Dua Elemen Untuk Frekuensi 1575 MHz”**. Tidak lupa shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan untuk Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, kerabat dan para pengikutnya sampai akhir jaman.

Dengan kesungguhan dan rasa rendah hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rudy Yuwono, ST., M.Sc dan Bapak Dwi Fadila K., ST., MT sebagai dosen pembimbing atas saran, konsultasi, motivasi, kesabaran dan waktu yang telah dicurahkan dalam pengerjaan hingga penyelesaian tugas akhir ini. Tidak terkecuali, ucapan terima kasih penulis haturkan kepada :

1. Bapak Rudy Yuwono, ST. MSc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Azis Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Ir. Endah Budi P. MT. selaku Ketua Kelompok Dosen dan Keahlian Teknik Telekomunikasi.
4. Bapak Dwi Fadila K., ST, MT selaku Kepala Laboratorium Transmisi dan Gelombang Mikro.
5. Bapak, Ibu dosen serta segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kedua orang tuaku dan nenekku tercinta, terima kasih atas doa, kasih sayang, perhatian serta dorongan yang telah engkau berikan padaku, serta adikku M. Rifqi.
7. Sahabat-sahabat yang telah membantu memberikan saran-saran dari awal hingga akhir pengerjaan skripsi ini, Robie, Fendi, Prima, Sulton, Ajun, Gigih. Terima kasih atas dukungan, semangat, kebersamaan, *sharing*, bantuan ilmu, doa serta perhatiannya. *Friendship transcends time guys*.
8. Teman-teman IT Telkom Bandung, April, Sandy, Kohan, Mang Deden. Terima kasih atas bantuan dan sudah memberi tempat berteduh selama saya di Bandung.

9. Rekan-rekan Workshop terimakasih atas koneksi internetnya yang sangat membantu dalam pencarian bahan-bahan skripsi saya dan angkatan 2004, Sulton, Rosa, Astri, Sapront, Onis, Jarot, Fadhli, Gamma, Bachtiar, Roghib, Reza, Icha, Agus, Devy dan kawan-kawan. terima kasih atas dukungan moralnya yang telah diberikan selama ini.
10. Rekan-rekan FORMASI yang telah membantu melepas berbagai kelelahan pikiran selama ini, "*the exist crew*", Trian, Rikky, Vivin, Fandi, Yulida, Sulton, Arya, Tutha, Kian, Aziz, Andi, Doni, Titi, Nita, Dunga, Vina dan masih banyak lagi. Titip FORMASI ya guys!
11. Mas Yoga Terima kasih sudah mau berbagi ilmunya.
12. Seluruh rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro terima kasih atas dukungannya.
13. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu. Terima kasih, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik – baiknya.

Penyusun menyadari bahwa yang tersusun dalam skripsi ini masih banyak kekurangan-kekurangan dan jauh dari sempurna, hal ini tidak lain karena keterbatasan materi dan pengetahuan yang dimiliki penyusun. Karena itu kritik dan saran sangat kami harapkan demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga yang terdapat dalam skripsi ini bermanfaat untuk kita semua, rekan-rekan mahasiswa khususnya dan bagi seluruh pembaca pada umumnya.

Malang, Oktober 2009

Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR GRAFIK.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK	xii
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Sistematika Penulisan	4
 BAB II. DASAR TEORI	
2.1. Konsep Dasar Antena	6
2.2. Parameter Dasar Antena	7
2.2.1. Pola radiasi.....	7
2.2.1.1. Pola <i>Isotropic, Directional, dan Omnidirectional</i>	8
2.2.1.2. <i>Lobe</i> Pola Radiasi.....	8
2.2.1.3 Daerah Medan Radiasi.....	9
2.2.1.4 Intensitas Radiasi.....	11
2.2.2. <i>Gain</i> (Penguatan).....	12
2.2.3. <i>Directivity</i> (Keterarahan).....	13
2.2.4. <i>Return Loss</i> dan Koefisien Pantul.....	14
2.2.5 <i>VSWR</i>	15
2.2.6. <i>Bandwidth</i>	15
2.2.7. Polarisasi.....	16
2.2.7.1. Polarisasi Linier.....	17
2.2.7.2. Polarisasi Lingkaran.....	17

2.2.7.3. Polarisasi Elips.....	18
2.2.8. Impedansi Terminal Antena.....	19
2.3. Antena Mikrostrip.....	20
2.3.1. Teknik Pencatutan Antena Mikrostrip.....	23
2.3.1.1. <i>Microstrip Line Feed</i>	23
2.3.1.2. <i>Coaxial Feed</i>	24
2.3.1.3. <i>Aperture Coupling</i>	24
2.3.1.4. <i>Proximity Coupling</i>	25
2.4. GPS (<i>Global Positioning System</i>).....	26
2.5. Perencanaan Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i>	27
2.5.1. Spesifikasi Substrat dan Bahan Konduktor.....	27
2.5.2. Perencanaan Dimensi Elemen Peradiasi.....	27
2.5.3. <i>Impedance Matching</i>	28
2.5.4. Perencanaan Dimensi Saluran Transmisi.....	29
2.5.5. Jarak Antar Elemen.....	29
2.5.6. <i>Microstrip Discontinuities</i>	29
2.6. Antena <i>Array</i>	30
2.6.1. Array Dua Elemen.....	31

BAB III. METODOLOGI

3.1. Studi Literatur	36
3.2. Pengumpulan Data.....	36
3.3. Perancangan dan Pembuatan.....	36
3.4. Pengukuran	37
3.5. Analisa Antena.....	38
3.6. Pengambilan Kesimpulan dan Saran.....	38

BAB IV. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA MIKROSTRIP EQUILATERAL TRIANGULAR ARRAY

4.1. Tinjauan Umum	39
4.2. Spesifikasi Substrat dan Bahan Konduktor	39
4.3. Perancangan Dimensi Elemen Peradiasi.....	39
4.4. Simulasi Dimensi Satu Elemen Peradiasi.....	41

4.5. Optimasi Satu Elemen Peradiasi.....	43
4.6. Perancangan <i>Array</i> Dua Elemen.....	50
4.7. Optimasi <i>Array</i> Dua Elemen.....	53
4.8. Analisis Hasil Simulasi.....	60
4.9. Pembuatan Antena Mikrostrip.....	63
4.3.1. Alat – alat dan Bahan Yang Digunakan.....	63
4.3.2. Pencetakan Pola Antena Mikrostrip Pada Substrat.....	64
4.3.3. <i>Etching</i>	64

BAB V. PENGUKURAN DAN ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP EQUILATERAL TRIANGULAR ARRAY

5.1. Pendahuluan.....	65
5.2. Pengukuran VSWR	65
5.2.1. Alat-alat yang digunakan	65
5.2.2. Prosedur Pengukuran	65
5.2.3. Hasil Pengukuran	66
5.2.4. Analisa Hasil Pengukuran.....	67
5.3. Pengukuran <i>Return Loss</i> dan Perhitungan Koefisien Pantul.....	68
5.3.1. Alat-alat yang digunakan	68
5.3.2. Prosedur Pengukuran	68
5.3.3. Hasil Pengukuran	69
5.3.4. Analisa Hasil Pengukuran.....	70
5.4. Pengukuran <i>Gain</i> Antena.....	71
5.4.1. Alat-alat yang digunakan	71
5.4.2. Prosedur Pengukuran	71
5.4.3. Hasil Pengukuran	72
5.4.4. Analisa Hasil Pengukuran.....	72
5.5. Pengujian Polarisasi.....	73
5.5.1. Alat-alat yang digunakan	73
5.5.2. Prosedur Pengukuran	73
5.5.3. Hasil Pengukuran	73
5.5.4. Analisa Hasil Pengukuran.....	75
5.6. Pengukuran Pola Radiasi.....	75
5.6.1. Alat-alat yang digunakan	75

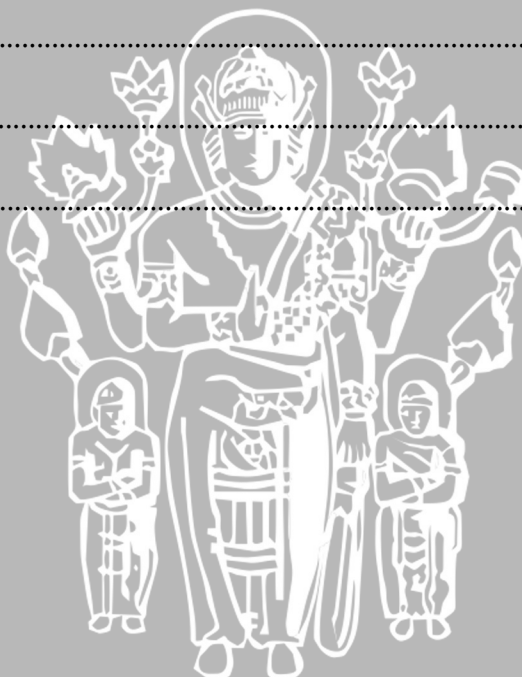
5.5.2. Prosedur Pengukuran	76
5.5.3. Hasil Pengukuran	77
5.5.4. Analisa Hasil Pengukuran.....	80
5.7. Perhitungan <i>Directivity</i>	80
5.6.1. Cara Perhitungan.....	80
5.6.2. Hasil Perhitungan.....	81
5.8. Perhitungan <i>Bandwidth</i>	81
5.9. Analisis Parameter Antena.....	81
5.10. Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran.....	83

BAB VI. PENUTUP

6.1. Kesimpulan.....	85
6.2. Saran.....	86

DAFTAR PUSTAKA	87
-----------------------------	----

LAMPIRAN	89
-----------------------	----



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Rangkaian pengganti antena	6
Gambar 2.2.	<i>Lobe-lobe</i> Pola Radiasi	8
Gambar 2.3	Pembagian Daerah Medan Radiasi Antena	10
Gambar 2.4	Terminal Referensi dan Rugi-Rugi Antena	12
Gambar 2.5	Pengukuran <i>Bandwidth</i> Berdasarkan <i>Plot Return Loss</i>	16
Gambar 2.6a	Polarisasi Linier Vertikal	17
Gambar 2.6b	Polarisasi Linear Horizontal	17
Gambar 2.7a	<i>Right Hand Circular Polarization</i>	18
Gambar 2.7b	<i>Left Hand Circular Polarization</i>	18
Gambar 2.8	Struktur Antena Mikrostrip	20
Gambar 2.9	Macam-Macam Bentuk Elemen Mikrostrip	21
Gambar 2.10	Perambatan Gelombang pada Antena Mikrostrip	21
Gambar 2.11	Penampang Antena Mikrostrip	22
Gambar 2.12	<i>Microstrip Line Feed</i>	23
Gambar 2.13	Metode <i>Coaxial Feed</i>	24
Gambar 2.14	<i>Aperture Coupling Feed</i>	25
Gambar 2.15	<i>Proximity Coupling Feed</i>	25
Gambar 2.16	Konfigurasi Satelit GPS	26
Gambar 2.17	Superposisi Vektor Medan Elektrik <i>Array</i> Dua Elemen	31
Gambar 2.18	<i>Array</i> Antena Dipole Horizontal Dua Elemen	32
Gambar 2.19	Pola Radiasi <i>Array Dipole</i> Dua Elemen Beda Fase 0^0	33
Gambar 2.20	Pola Radiasi <i>Array Dipole</i> Dua Elemen Beda Fase 90^0	34
Gambar 2.21	Pola Radiasi <i>Array Dipole</i> Dua Elemen Beda Fase -90^0	35
Gambar 4.1	Tampilan IE3D Antena <i>Equilateral Triangular</i> Satu Elemen	41
Gambar 4.2	Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular</i> Satu Elemen	41
Gambar 4.3	Hasil Optimasi Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular</i> Satu Elemen	47
Gambar 4.4	Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> Dua Elemen	50
Gambar 4.5	Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> Sebelum	52

	Optimasi	
Gambar 4.6	Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> Setelah Optimasi	57
Gambar 5.1	Rangkaian Pengukuran <i>VSWR</i>	66
Gambar 5.2	Tampilan Pengujian <i>VSWR</i> pada <i>Network Analyzer</i>	67
Gambar 5.3	Rangkaian Pengukuran <i>Return Loss</i>	68
Gambar 5.4	Rangkaian Pengukuran <i>Gain</i> Antena	71
Gambar 5.5	Rangkaian Pengukuran <i>Polarisasi</i> Antena	73
Gambar 5.6	Diagram Polar <i>Polarisasi</i> Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> pada frekuensi 1575MHz	75
Gambar 5.7	Rangkaian Pengukuran <i>Pola Radiasi</i> Antena	76
Gambar 5.8	<i>Pola Radiasi</i> Horizontal Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> pada Frekuensi 1575 MHz	79
Gambar 5.9	<i>Pola Radiasi</i> Vertikal Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> pada Frekuensi 1575 MHz	79



DAFTAR GRAFIK

No	Judul	Halaman
Grafik 4.1	Hasil Simulasi S_{11} Satu Elemen Sebelum Optimasi	42
Grafik 4.2	Hasil Simulasi VSWR Satu Elemen Sebelum Optimasi	43
Grafik 4.3	Hasil Simulasi Optimasi nilai S_{11} Satu Elemen	47
Grafik 4.4	Hasil Simulasi Optimasi nilai VSWR Satu Elemen	48
Grafik 4.5	Hasil Simulasi Optimasi nilai Directivity Satu Elemen	48
Grafik 4.6	Hasil Simulasi Optimasi nilai Gain Satu Elemen	49
Grafik 4.7	Gain <i>Pattern</i> 3D Satu Elemen pada Frekuensi 1575 MHz	49
Grafik 4.8	Hasil Simulasi VSWR <i>Array</i> Dua Elemen Sebelum Optimasi	52
Grafik 4.9	Hasil Simulasi S_{11} <i>Array</i> Dua Elemen Sebelum Optimasi	53
Grafik 4.10	Hasil Simulasi Optimasi VSWR <i>Array</i> Dua Elemen	57
Grafik 4.11	Hasil Simulasi Optimasi S_{11} <i>Array</i> Dua Elemen	58
Grafik 4.12	Hasil Simulasi Optimasi <i>Directivity Array</i> Dua Elemen	59
Grafik 4.13	Hasil Simulasi Optimasi <i>Gain Array</i> Dua Elemen	59
Grafik 4.14	<i>Gain Pattern</i> 3D <i>Array</i> Dua Elemen pada frekuensi 1575MHz	60
Grafik 4.15	Perbandingan Hasil Simulasi VSWR Satu Elemen dan <i>Array</i> Dua Elemen	61
Grafik 4.16	Perbandingan Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Satu Elemen dan <i>Array</i> Dua Elemen	61
Grafik 4.17	Perbandingan Hasil Simulasi <i>Gain</i> Satu Elemen dan <i>Array</i> Dua Elemen	62
Grafik 4.18	Perbandingan Hasil Simulasi <i>Directivity</i> Satu Elemen dan <i>Array</i> Dua Elemen	62
Grafik 5.1	Grafik Fungsi <i>VSWR</i> Terhadap Frekuensi	67
Grafik 5.2	Grafik Fungsi <i>Return Loss</i> Terhadap Frekuensi	70
Grafik 5.3	Grafik Fungsi Koefisien Pantul Terhadap Frekuensi	70
Grafik 5.4	Grafik Perbandingan <i>Return Loss</i> Simulasi dan Pengukuran	83
Grafik 5.5	Grafik Perbandingan VSWR Simulasi dan Pengukuran	84

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Karakteristik User GPS <i>Receiver</i>	35
Tabel 4.1	Frekuensi Tengah dengan Optimasi Dimensi Sisi Segitiga a	44
Tabel 4.2	Nilai VSWR dengan Optimasi Posisi <i>feed</i> pada Dimensi 59,41 mm	45
Tabel 4.3	Nilai VSWR dengan Optimasi Posisi <i>feed</i> pada Dimensi 59,06 mm	46
Tabel 4.4	Nilai VSWR dengan Optimasi Kedalaman <i>Inset y₀</i>	54
Tabel 4.5	Nilai VSWR dengan Optimasi Panjang Saluran <i>Inset Feed L₁</i>	55
Tabel 4.6	Nilai VSWR dengan Optimasi Panjang Saluran Antar Elemen <i>L₁</i> dan <i>L₂</i>	56
Tabel 5.1	Hasil Pengukuran <i>VSWR</i> Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i>	66
Tabel 5.2	Hasil pengukuran <i>Return Loss</i> dan Koefisien Pantul Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i>	69
Tabel 5.3	Hasil pengukuran <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i>	72
Tabel 5.4	Hasil Pengukuran Polarisasi Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> pada Frekuensi 1575 MHz	74
Tabel 5.5	Hasil Pengukuran Pola Radiasi Horizontal Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> pada frekuensi 1575 MHz	77
Tabel 5.6	Hasil Pengukuran Pola Radiasi Vertikal Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> pada frekuensi 1575 MHz	78
Tabel 5.7	Karakteristik Antena Mikrostrip <i>Equilateral Triangular Array</i> Dua Elemen Hasil Pembuatan	82
Tabel 5.8	Perbandingan Parameter Hasil Simulasi dan Pengukuran	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Langkah-Langkah Simulasi.....	89
Lampiran 2. Dokumentasi Pengukuran.....	101



ABSTRAK

MUHAMMAD LUTHFIANNUR, Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Agustus 2009, Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip Equilateral Triangular Array Dua Elemen Untuk Frekuensi 1575 MHz. Dosen Pembimbing : Rudy Yuwono, ST., M.Sc dan Dwi Fadila K., ST., MT.

Kebutuhan pemakaian GPS dengan frekuensi kerja 1575 MHz untuk keperluan navigasi sifatnya semakin *portable*. Maka dari itu diperlukan antena yang memiliki karakteristik dimensi kecil dan antena tipe mikrostrip menjadi pilihan utama. Penelitian yang dilakukan terhadap antena mikrostrip ini juga semakin banyak, salah satunya pada bentuknya yang beragam. Antena mikrostrip dengan bentuk *equilateral triangular* memiliki kelebihan dalam hal dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan bentuk *square* maupun *rectangular* yang sekarang umumnya dipakai sebagai antena penerima GPS.

Parameter yang digunakan untuk menilai kerja antena adalah VSWR, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, *directivity*, pola radiasi dan polarisasi. Untuk mendapatkan parameter yang diinginkan, dilakukan optimasi dengan mengubah dimensi antena dan posisi *probe feed*. *Gain* dan *bandwidth* dapat ditingkatkan dengan menambah jumlah elemen. Optimasi juga dilakukan pada saluran transmisi antena *array* dua elemen.

Pada perancangan dan pembuatan antena digunakan substrat *epoxy fiberglass* FR-4 dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,6. Elemen peradiasi berbentuk *equilateral triangular* yang disusun secara *array* sejumlah dua elemen peradiasi. Antena hasil perancangan disimulasikan dengan *software* simulator IE3D™. Setelah memenuhi parameter yang diinginkan, dilakukan fabrikasi antena dan pengukuran terhadap parameter-parameter antena hasil fabrikasi tersebut.

Hasil pengukuran antena mikrostrip *equilateral triangular array* dua elemen pada frekuensi 1575 MHz yaitu nilai VSWR sebesar 1,437; *return loss* sebesar -15,014 dB; nilai *gain* sebesar 5,468 dBi; nilai *directivity* sebesar 11,356 dB dan polarisasi linier. Bentuk pola radiasi mikrostrip *equilateral triangular array* dua elemen adalah *unidirectional* dengan $\phi_{HP} = 50^\circ$ dan $\theta_{HP} = 60^\circ$. Berdasarkan parameter-parameter tersebut antena hasil perancangan ini dapat bekerja dengan baik pada frekuensi yang diinginkan yaitu 1575 MHz.

Kata kunci : Antena mikrostrip, *equilateral triangular*, GPS, 1575 MHz