



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *BIQUAD*  
*LINEAR ARRAY* DENGAN PENCATUAN  
*APERTURE-COUPLED* UNTUK APLIKASI *BWA***

**TESIS**

**AGUS SALIM  
06 06 003 101**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM PASCASARJANA TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JULI 2009**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *BIQUAD*  
*LINEAR ARRAY* DENGAN PENCATUAN  
*APERTURE-COUPLED* UNTUK APLIKASI *BWA***

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Bidang Ilmu Teknik**

**AGUS SALIM  
06 06 003 101**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM PASCASARJANA TEKNIK ELEKTRO  
KEKHUSUSAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
DEPOK  
JULI 2009**

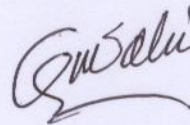
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : AGUS SALIM**

**NPM : 0606003101**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 14 Juli 2009**

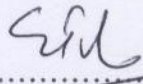
## HALAMAN PENGESAHAN

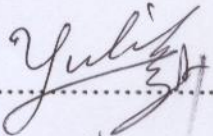
Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : AGUS SALIM  
NPM : 0606003101  
Program Studi : Pasca Sarjana Teknik Elektro  
Judul Tesis :

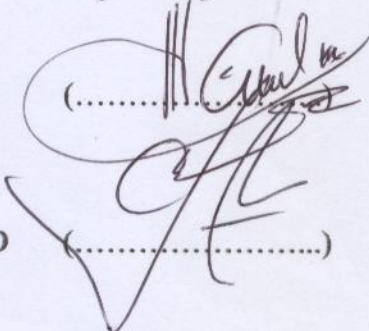
### **RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *BIQUAD LINEAR ARRAY* DENGAN PENCATUAN *APERTURE-COUPLED* UNTUK APLIKASI *BWA***

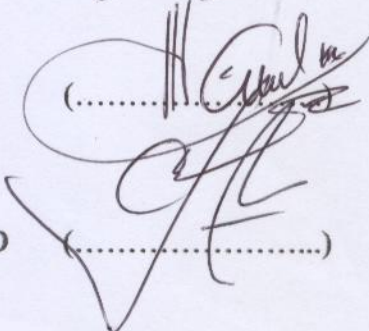
telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

#### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto Rahardjo, M.Sc (.....)

Penguji : Dr. Fitri Yuli Zulkifli, ST. M.Sc (.....)

Penguji : Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng (.....)

Penguji : Ir. Gunawan Wibisono, M.Sc. Ph.D (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 Juli 2009



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto Rahardjo, M.Sc.**

selaku dosen pembimbing, yang telah bersedia meluangkan waktu untuk mengarahkan, berdiskusi, membimbing, dan mengijinkan tempat untuk eksperimen serta menyetujui tesis ini sebagai bagian dari penelitian pada *Antenna and Microwave Research Group (AMRG)* sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik,

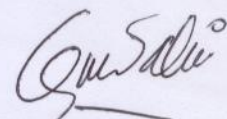
dan kepada :

**Dr. Ir. Feri Yusivar, M.Eng.**

selaku ko-dosen pembimbing, atas ide perancangan dan kesediaannya meluangkan waktu untuk memberikan arahan, diskusi, dan memberikan ijin laboratorium Digital Signal Processing (DSP) dan laboratorium Kendali dipakai untuk melakukan eksperimen.

Depok, 14 Juli 2009

Penulis,



Agus Salim  
NPM 06 06 003 101

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : AGUS SALIM  
NPM : 0606003101  
Program Studi : TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
Departemen : TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis karya : TESIS,

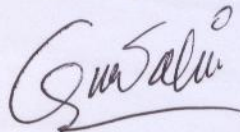
demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *BIQUAD LINEAR ARRAY*  
DENGAN PENCATUAN *APERTURE-COUPLED* UNTUK APLIKASI *BWA***

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 14 Juli 2009  
Yang menyatakan



(AGUS SALIM)

## DAFTAR ISI

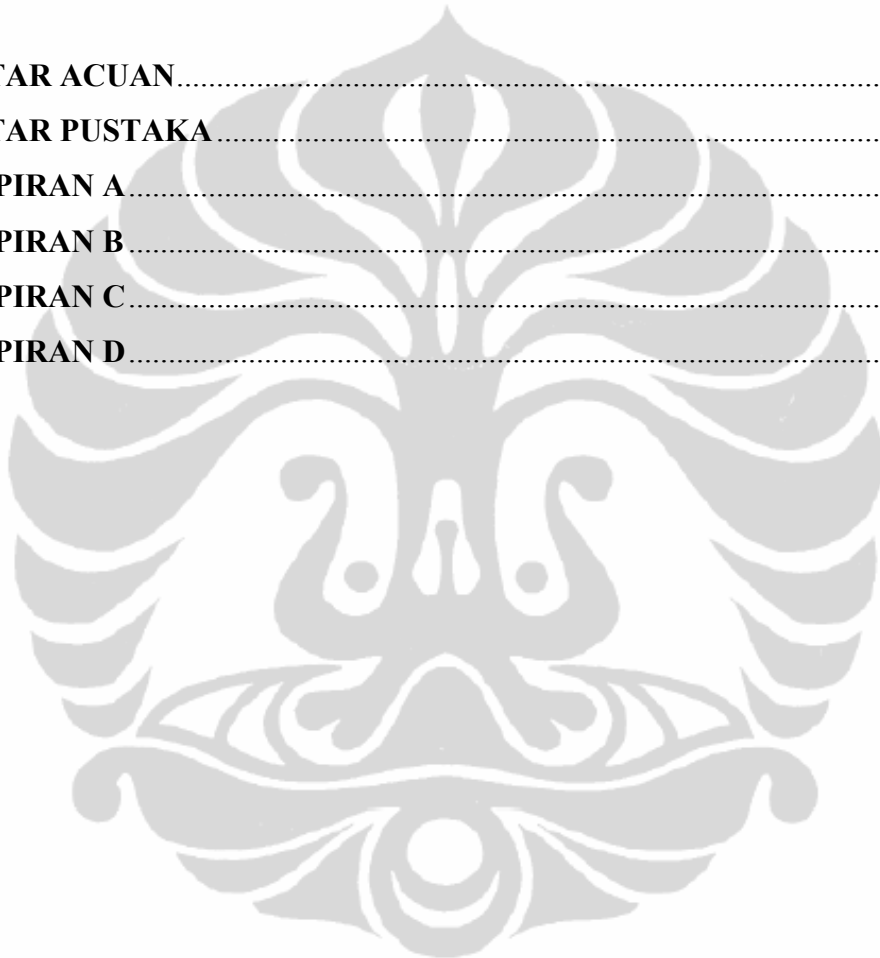
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. LATAR BELAKANG .....	1
1.2. TUJUAN PENULISAN .....	4
1.3. BATASAN MASALAH .....	4
1.4. SISTEMATIKA PENELITIAN .....	5
<b>BAB II ANTENA MIKROSTRIP BIQUAD</b> .....	6
2.1. STRUKTUR DASAR ANTENA MIKROSTRIP .....	6
2.2. MODEL <i>CAVITY</i> .....	8
2.3. PARAMETER UMUM ANTENA MIKROSTRIP .....	10
2.3.1. <i>Bandwidth</i> .....	10
2.3.2. <i>VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)</i> .....	11
2.3.3. <i>Return Loss</i> .....	12
2.3.4. Polarisasi .....	13
2.3.5. Keterarahan ( <i>Directivity</i> ) .....	15
2.3.6. Penguatan ( <i>Gain</i> ) .....	15
2.4. ANTENA MIKROSTRIP <i>ARRAY</i> .....	16
2.5. TEKNIK PENCATUAN <i>APERTURE COUPLED</i> .....	17



2.6. IMPEDANSI MATCHING .....	19
2.7. ANTENA BIQUAD .....	20
<b>BAB III PERANCANGAN ANTENA DAN SIMULASI .....</b>	<b>23</b>
3.1. UMUM.....	23
3.2. PERLENGKAPAN YANG DIGUNAKAN .....	23
3.3. PERANCANGAN ANTENA ELEMEN TUNGGAL .....	24
3.3.1. Diagram Alir Perancangan Antena Elemen Tunggal.....	24
3.3.2. Jenis Substrat yang Digunakan .....	25
3.3.3. Perancangan Dimensi Antena Biquad Elemen Tunggal .....	26
3.3.4. Perancangan Saluran Pencatu .....	27
3.3.5. Perancangan <i>Slot Aperture</i> .....	31
3.3.6. Mensimulasikan Rancangan .....	31
3.3.7. Karakterisasi Antena .....	32
3.3.8. Hasil Simulasi Antena Elemen Tunggal .....	37
3.4. PERANCANGAN ANTENA ELEMEN TUNGGAL DENGAN PERGESERAN 110 MHZ .....	41
3.5. PERANCANGAN ANTENA ARRAY 4-ELEMEN .....	44
<b>BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISA HASIL PENGUKURAN.....</b>	<b>48</b>
4.1. METODOLOGI PENGUKURAN PARAMETER ANTENA.....	48
4.1.1. Pengukuran Port Tunggal.....	48
4.1.2. Pengukuran Port Ganda .....	48
4.1.3. Pengukuran Gain Absolut .....	50
4.2. HASIL PENGUKURAN PORT TUNGGAL.....	52
4.2.1. Hasil Pengukuran Antena Elemen Tuggal .....	52
4.2.2. Hasil Pengukuran Antena Array 4-elemen .....	53
4.3. HASIL PENGUKURAN PORT GANDA.....	55
4.3.1. Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena Elemen Tuggal .....	55
4.3.2. Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena Array 4-elemen .....	55
4.4. HASIL PENGUKURAN GAIN .....	56
4.5. ANALISA HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN .....	57
4.5.1. Analisa Hasil Pengukuran Port Tunggal.....	57



4.5.2. Analisa Hasil Pengukuran Port Ganda.....	60
4.5.3. Analisa Hasil Pengukuran Gain .....	62
4.5.4. Analisa Kesalahan Umum.....	63
4.5.5. Pencapaian Spesifikasi Antena Elemen Tunggal dan Antena Linear Array 4-elemen Hasil Pengukuran.....	64
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>65</b>
<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>66</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN B.....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN C.....</b>	<b>80</b>
<b>LAMPIRAN D.....</b>	<b>84</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar-1.1.	Ilustrasi Pengaruh Antena <i>Array</i> terhadap <i>beamwidth azimuth</i> .....	2
Gambar-1.2.	Konfigurasi Antena Biquad untuk AP Wi-Fi .....	3
Gambar-2.1.	Struktur dasar antena mikrostrip .....	6
Gambar-2.2.	Beberapa bentuk <i>patch</i> .....	7
Gambar-2.3.	Distribusi muatan dan densitas arus yang terbentuk pada <i>patch</i> mikrostrip .....	9
Gambar 2.4.	Rentang frekuensi yang menjadi <i>bandwidth</i> .....	10
Gambar 2.5.	Polarisasi linier .....	13
Gambar 2.6.	Polarisasi melingkar .....	14
Gambar 2.7.	Polarisasi elips .....	15
Gambar 2.8.	Antena <i>array</i> .....	17
Gambar 2.9.	Teknik pencatuan <i>aperture coupled</i> .....	18
Gambar 2.10.	Transformator $\lambda/4$ .....	19
Gambar 2.11.	Konfigurasi Antena Biquad .....	21
Gambar 2.12.	Geometri Rancangan Antena Mikrostrip Biquad .....	22
Gambar 3.1.	Diagram Alir Perancangan Antena Elemen Tunggal .....	24
Gambar 3.2.	Geometri Rancangan Antena Biquad .....	26
Gambar 3.3.	Tampilan program PCAAD 5.0 untuk mencari lebar saluran pencatu agar mempunyai impedansi $50 \Omega$ .....	27
Gambar 3.4.	T-Junction .....	28
Gambar 3.5.	Tampilan program PCAAD 5.0 untuk mencari lebar saluran dan $\xi_{eff}$ pencatu $70,711 \Omega$ .....	29
Gambar 3.6.	Tampilan program PCAAD 5.0 untuk mencari lebar saluran pencatu agar mempunyai impedansi $100 \Omega$ .....	30
Gambar 3.7.	<i>Return loss</i> hasil simulasi awal .....	32
Gambar 3.8.	<i>Return loss</i> dengan perubahan dimensi diagonal <i>biquad</i> .....	33
Gambar 3.9.	<i>Return loss</i> dengan karakterisasi pada panjang pita biquad .....	34
Gambar 3.10.	<i>Return loss</i> dengan karakterisasi pada panjang slot .....	35
Gambar 3.11.	<i>Return loss</i> dengan karakterisasi pada lebar slot .....	35
Gambar 3.12.	<i>Return loss</i> dengan perubahan panjang saluran pencatu .....	36
Gambar 3.13.	<i>Return loss</i> dengan perubahan posisi slot .....	37
Gambar 3.14.	Hasil akhir simulasi <i>return loss</i> elemen tunggal .....	38
Gambar 3.15.	Hasil akhir simulasi VSWR elemen tunggal .....	38
Gambar 3.16.	Hasil akhir simulasi Pola Radiasi antena elemen tunggal .....	39
Gambar 3.17.	Geometri elemen <i>biquad</i> (tampak atas substrat-1) .....	40
Gambar 3.18.	Geometri elemen ground dengan slot (tampak atas substrat-2) .....	40
Gambar 3.19.	Geometri elemen saluran catu (tampak atas substrat-2) .....	40
Gambar 3.20.	Hasil simulasi <i>return loss</i> pada antena elemen tunggal dengan Pergeseran 110 MHz .....	41
Gambar 3.21.	Hasil simulasi VSWR pada antena elemen tunggal dengan Pergeseran 110 MHz .....	42
Gambar 3.22.	Hasil simulasi Pola Radiasi pada antena elemen tunggal dengan Pergeseran 110 MHz .....	43

Gambar-3.23. Geometri <i>biquad</i> , <i>ground</i> dengan <i>slot</i> , dan saluran catu pada antenna elemen tunggal dengan pergeseran 110 MHz.....	44
Gambar 3.24. <i>Return loss</i> pada antenna <i>array</i> 4-elemen .....	45
Gambar 3.25. <i>VSWR</i> pada antenna mikrostrip <i>array</i> 4-elemen .....	45
Gambar 3.26. Hasil simulasi pola radiasi pada antenna <i>array</i> 4-elemen .....	46
Gambar-3.27. Geometri path <i>biquad</i> , <i>ground</i> dengan <i>slot</i> , dan saluran catu pada antenna <i>array</i> 4-elemen. ....	47
Gambar 4.1. Konfigurasi pengukuran port tunggal .....	48
Gambar 4.2. Konfigurasi pengukuran port ganda.....	49
Gambar 4.3. Rangkaian peralatan untuk mengukur gain.....	51
Gambar 4.4. Grafik Return Loss Hasil Pengukuran Antena Elemen Tunggal ...	52
Gambar 4.5. Grafik VSWR Hasil Pengukuran Antena Elemen Tunggal .....	53
Gambar 4.6. Grafik Return Loss Hasil Pengukuran Antena Array 4-Elemen ...	54
Gambar 4.7. Grafik VSWR Hasil Pengukuran Antena Array 4-Elemen.....	54
Gambar 4.8. Grafik Pola Radiasi Medan E dan H Antena Elemen Tunggal.....	55
Gambar 4.9. Grafik Pola Radiasi Medan E dan H Antena Array 4-Elemen.....	56
Gambar 4.10. Grafik Gain Antena Elemen Tunggal .....	57
Gambar 4.11. Grafik Gain Antena Array 4-Elemen .....	57
Gambar 4.12. Perbandingan return loss hasil simulasi dan pengukuran antenna elemen tunggal .....	58
Gambar 4.13. Perbandingan VSWR hasil simulasi dan pengukuran antenna elemen tunggal.....	58
Gambar 4.14. Perbandingan return loss hasil simulasi dan pengukuran antenna <i>array</i> 4-elemen.....	59
Gambar 4.15. Perbandingan VSWR hasil simulasi dan pengukuran antenna <i>array</i> 4-elemen.....	60
Gambar 4.16. Perbandingan Pola Radiasi Medan E Antena Elemen Tunggal dan <i>Array</i> 4-Elemen.....	61
Gambar 4.17. Perbandingan Pola Radiasi Medan H Antena Elemen Tunggal dan <i>Array</i> 4-Elemen.....	62
Gambar 4.18. Perbandingan Perolehan Gain Antena Elemen Tunggal dan <i>Array</i> 4-Elemen .....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Spesifikasi substrat yang digunakan .....	25
Tabel 4.1.	Perbandingan Hasil Pengukuran dan Simulasi Antena elemen Tunggal .....	59
Tabel-4.2.	Perbandingan Hasil Pengukuran dan Simulasi Antena Array 4- elemen .....	60
Tabel-4.3.	Perbandingan nilai gain antena biquad .....	63
Tabel-4.4.	Pencapaian Parameter Antena Hasil Pengukuran .....	64

