

**MODUL PRAKTIKUM ANTENA MIKROSTRIP MIMO 2X2
RECTANGULAR PATCH PADA FREKUENSI 3.5 GHZ
DENGAN TOOL KOMPUTASI NUMERIK**



LAPORAN AKHIR

**Disusun sebagai Salah Satu Persyaratan menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:
PUTRI APRILIA
0616 3033 0285

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019**

MODUL PRAKTIKUM ANTENA MIKROSTRIP MIMO 2X2
RECTANGULAR PATCH PADA FREKUENSI 3.5 GHZ
DENGAN TOOL KOMPUTASI NUMERIK



Disusun sebagai Salah Satu Persyaratan menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh :

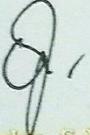
PUTRI APRILIA
0616 3033 0285

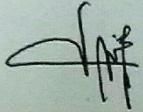
Menyetujui,

Palembang, Agustus 2019

Pembimbing I

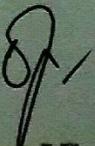
Pembimbing II


Cekadah, S.I., M.Kom
NIP. 198309071993031003

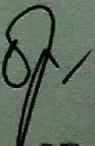

Hj. Lindawati, S.T., M.T.I
NIP. 197105282006042001

Mengetahui,

Ketua Jurusan


Ketua Program Studi


Yedi Wijsnarko, S.T., M.T
NIP. 196705111992031003


Ciksadad, S.T., M.Kom
NIP. 196809071993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putri Aprilia
NIM : 061630330285
Program Studi : Teknik Telekomunikasi Diploma III
Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan akhir yang telah saya buat ini dengan judul "**MODUL PRAKTIKUM ANTENA MIKROSTRIP MIMO 2X2 RECTANGULAR PATCH PADA FREKUENSI 3.5 GHz DENGAN TOOL KOMPUTASI NUMERIK**" adalah benar hasil karya saya sensiri dan bukan merupakan duplikasi, serta tidak mengintip dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Palembang, Juli 2019
Penulis



**Putri Aprilia
NIM 061630330285**

Motto

"La Tahzan, Innallaha Ma'Ana"

*"Fa-Inna ma'al 'Unsri Yusran, Innama'al 'Unsri Yusran" (Q.S
94:5-6)*

"Ma Fi'i Qalbi Ghoirullah"

Ku persembahkan untuk :

- *ALLAH SWT beserta Nabi Muhammad SAW*
- *Kedua Orang Tuaku yang aku banggakan dan sayangi, yang sudah membesarkan dan mendidikku serta mendo'kan segala kebaikan dari aku terlahir hingga saat ini*
- *Kedua Adik Tercinta Fadhil Fathur Rohman dan Naswa Tri Pebria*
- *Keluarga Besar yang selalu mendo'akan serta memberikan semangat dan motivasi, Mbah Putri dan Bulek Yanti.*
- *Kedua Dosen Pembimbing Bapak Ciksadan, S.T., M.Kom & Ibu Hj. Lindawati, S.T., M.T.I*
- *Kepada Mas Satryo yang sudah meneman berjuang di masa perkuliahan*
- *Sahabatku Rizelia Rosni Nurlita, Eriza Oktavianis*
- *Rekan-rekan seperjuangan Teknik Elektro, terkhusus Teknik Telekomunikasi.*
- *Almamater tercinta*

ABSTRAK

MODUL PRAKTIKUM ANTENA MIKROSTRIP MIMO 2X2 RECTANGULAR PATCH PADA FREKUENSI 3.5 GHz DENGAN TOOL KOMPUTASI NUMERIK

(2019: xix : 119 Halaman + 124 Gambar + 9 Tabel + 15 Lampiran)

PUTRI APRILIA

061630330285

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Abstrak— Pemanfaatan Ilmu pengetahuan dan teknologi kini terus meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Perkembangan ini juga terlihat pada peningkatan kualitas yang dimiliki teknologi telekomunikasi. Antena mikrostrip merupakan antena dengan berbagai kelebihan, diantaranya yaitu memiliki ukuran yang relative kecil, relative murah untuk proses realisasi atau fabrikasinya, serta memiliki frekuensi kerja yang fleksibel hingga dapat bekerja hampir disemua rentang frekuensi kerja. Antena mikrostrip juga memiliki komponen yang dapat di modifikasi sesuai dengan kebutuhan. Untuk mengikuti perkembangan teknologi yang semakin maju dan keterbatasan modul praktikum pada Laboratorium Telekomunikasi maka pengkaji merancang, mensimulasikan, dan merealisasikan sebuah antena mikrostrip rectangular patch yang mampu berkerja pada frekuensi 3.5 GHz dengan sistem MIMO 2X2 sebagai media praktikum pembelajaran di Laboratorium Antena dan Propagasi Politeknik Negeri Sriwijaya. Teknik MIMO digunakan untuk meningkatkan performansi dari antena pada sistem yang di terapkan dan sudah mendukung di jaringan wireless seperti WiMAX, berdasarkan standar IEEE 802.16 yang merupakan standar jaringan Wimax. Perancangan antena ini menggunakan aplikasi CST Studio Suite 2016. Kemudian dilakukan pengukuran pada fabrikasi antena untuk mengetahui nilai yang dihasilkan oleh parameter antena. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai S-parameter pada Antena MIMO 2X2 ≤ 9.5 , VSWR ≤ 2 , bandwidth ≥ 200 MHz, impedansi sebesar $\leq 50 \Omega$, pola radiasi antena *directional*, Polarisasi berbentuk elips, dengan rentang Gain yang diperoleh yaitu 2.072dBi – 3,03 dBi. Dari hasil pengukuran parameter antena yang telah difabrikasi dapat dinyatakan bahwa antena MIMO 2X2 *Rectangular Patch* pada frekuensi 3.5 GHz sudah memenuhi standar spesifikasi antena baik.

Kata Kunci : Antena Mikrostrip, MIMO, WiMAX, Modul Pembelajaran, CST Studio 2016

ABSTRACT

**PRACTICUM MODULE OF MICROSTRIP ANTENNA MIMO 2X2
RECTANGULAR PATCH AT FREQUENCY 3.5 GHZ WITH NUMERIC
COMPUTATION TOOLS**

(2019: xix : 119 Pages + 124 Pictures + 9 Table + 15 Attachment)

PUTRI APRILIA

06163033085

**ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
ENGINEERING STUDY TELECOMMUNICATIONS
STATE OF POLYTECHNIC SRIWIJAYA**

Abstrak— The use of science and technology is now increasing along with the times. This development is also seen in the improvement in the quality of telecommunications technology. Microstrip antenna is an antenna with various advantages, including having a relatively small size, relatively inexpensive for the process of realization or fabrication, and has a flexible working frequency that can work in almost all ranges of work frequency. The microstrip antenna also has components that can be modified according to your needs. To keep up with the increasingly advanced technology development and the limitations of practicum modules at the Telecommunications Laboratory, the reviewers designed, simulated, and realized a rectangular patch mikrostrip antenna capable of working at a 3.5 GHz frequency with the MIMO 2X2 system as a learning practical media in the Sriwijaya State Polytechnic Antenna and Propagation Laboratory . The MIMO technique is used to improve the performance of the antenna on a system that is implemented and already supports wireless networks such as WiMAX, based on the IEEE 802.16 standard which is the Wimax network standard. The design of this antenna uses the CST Studio Suite 2016 application. Then measurements are made on antenna fabrication to determine the value generated by the antenna parameters. Based on the measurement results obtained S-parameter values on MIMO 2X2 \leq 9.5, VSWR \leq 2, bandwidth \geq 200 MHz, impedance of \leq 50 Ω , directional antenna radiation pattern, elliptical polarization, with Gain range obtained is 2.072dBi - 3, 03 dBi. From the results of the measurement of fabricated antenna parameters it can be stated that the MIMO 2X2 Rectangular Patch antenna at a frequency of 3.5 GHz already meets good antenna specification standards.

Keywords: Microstrip antenna, MIMO, WiMAX, Learning Module, CST Studio Suite 2016

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya-lah penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan judul “Modul Praktikum Antena Mikrostrip MIMO 2X2 *Rectangular Patch* Pada Frekuensi 3.5 Ghz Dengan Tool Komputasi Numerik”.

Penyusunan Laporan Akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak **Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.**, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak **Yudi Wijanarko, S.T., M.T.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak **H. Herman Yani, S.T., M.Eng.**, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak **Ciksadan, S.T., M.T.**, selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I Laporan Ahkir.
5. Ibu **Hj. Lindawati, S.T., M.T.I.**, selaku Dosen Pembimbing II Laporan Akhir.
6. Seluruh Dosen, Instruktur, Teknisi, dan Staf Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Kepada seluruh Keluarga Besar, terutama Orang Tua dan Adik-adikku yang selalu mendo'akan, memberi motivasi, semangat, dan memberikan moril serta materil.
8. Rekan seperjuangan Teknik Telekomunikasi Angkatan 2016 khususnya kelas 6TB.

9. Kepada Sahabatku Dinda dan Pitri yang selalu ada baik senang maupun sedih.
10. Kepada Sahabat – Sahabat yang berada di Kota Baturaja.
11. Semua Pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan akhir ini
Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat berguna bagi kita semua. Aamiin.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR KEASLIAN	iii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Metodelogi Penulisan	4
1.6.1 Metode Studi Pustaka	5
1.6.2 Metode Observasi	5
1.6.3 Metode Simulasi dan Perancangan	5
1.6.4 Metode Konsultasi	5
1.6.5 Metode Pengukuran	5
1.6.5 Metode Analisa	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Antena	7
2.1.1	Pengertian Antena.....	7
2.1.2	Fungsi Antena	8
2.1.3	Jenis-Jenis Anten	10
2.1.3.1	Antena Kawat.....	10
2.1.3.2	Antena Aperture (<i>Aperture Antenna</i>).....	11
2.1.3.3	Antena Mikrostrip	11
2.1.3.4	Antena Susun (<i>Array Antenna</i>)	13
2.1.3.5	Antena Reflektor (<i>Reflektor Antenna</i>)	13
2.1.3.6	Antena Lensa (<i>Lens Antenna</i>)	13
2.2	Antena Mikrostrip.....	13
2.2.1	Pengertian Antena Mikrostrip.....	13
2.2.2	Fungsi Antena Mikrostrip.....	14
2.2.3	Desain Antena Mikrostrip <i>Rectangular</i>	14
2.2.3.1	<i>Conducting patch</i>	15
2.2.3.2	<i>Substrate Dielektriks</i>	18
2.2.3.3	<i>Ground Plane</i>	20
2.2.3.4	Saluran Pencatu.....	21
2.2.4	Parameter-Parameter Antena Mikrostrip	22
2.2.4.1	<i>Return Loss</i>	23
2.2.4.2	<i>VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)</i>	23
2.2.4.3	<i>Bandwidth</i>	25
2.2.4.4	<i>Input Impedance</i>	26
2.2.4.5	<i>Gain</i>	27
2.2.4.6	Polarisasi.....	28
2.2.4.7	Pola radiasi.....	31
2.2.5	Jarak Pengukuran.....	33
2.3	Kelebihan dan Kekurang Antena Mikrostrip.....	33
2.4	Antena <i>Multiple Input Multiple Output</i> (MIMO).....	34
2.4.1	Teknologi MIMO	34

2.5 Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)	36
2.5.1 Standarisasi WIMAX	37
2.5.2 Keuntungan WIMAX.....	38
2.5.3 Topologi Jaringan WIMAX	41
2.5.4 Konfigurasi Umum Jaringan WIMAX.....	41
2.5.5 Modulasi.....	44
2.5.6 Spektrum Frekuensi WIMAX	44
2.6 CST Studio Suite	45
2.6.1 Pengertian CST Studio Suite	45

BAB III PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA

3.1 Flowchart Antena.....	47
3.2 Menentukan Karakteristik Antena dan Jenis Substrat	49
3.3 Rancang Bangun Antena Mikrostrip	49
3.3.1 Bagian <i>Patch</i>	50
3.3.2 Bagian <i>Groundplane</i>	53
3.3.3 Bagian Pencatu.....	54
3.4 Perancangan <i>Software</i>	56
3.4.1 Instalasi Studio Suite 2016	56
3.4.2 Perancangan Desain Antena <i>Microstrip Rectangular Patch</i>	62
3.4.3 Perancangan PCB Antena.....	83
3.5 Hasil Simulasi CST Studio Suite	84
3.5.1 <i>S-Parameter (Return Loss)</i>	84
3.5.2 <i>Voltage Standing Wave Ratio</i>	86
3.5.3 Gain	88
3.5.4 <i>Directivity</i>	90
3.5.5 Pola Radiasi.....	91
3.5.6 Polarisasi	93
3.6 Prinsip Kerja Antena.....	94

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Pendahuluan.....	96
4.2	Pengukuran Antena.....	96
4.3	Syarat pengukuran.....	97
4.4	Pengukuran VSWR, <i>Bandwidth, Return Loss, Impedance</i>	98
4.3.1	Pengukuran <i>Return Loss</i> dan <i>Bandwidth</i>	99
4.3.2	Pengukuran VSWR.....	103
4.3.3	Pengukuran Impedansi.....	106
4.5	Pengukuran Pola Radiasi, Polarisasi dan Gain	110
4.5.1	Pengukuran Pola Radiasi	110
4.5.2	Pengukuran Gain	114

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	118
5.2	Saran	119

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
2.1 Gambaran Sifat Reciprocal Antena	7
2.2 Antena Sebagai Konverter.....	8
2.3 Antena Sebagai Radiator/Re-Radiator	9
2.4 Antena Sebagai <i>Impedance Matching</i>	9
2.5 Jenis Antena <i>Wire</i>	10
2.6 Antena <i>Dipole</i>	10
2.7 Struktur Antena Mikrostrip	12
2.8 Antena <i>Reflektor</i>	13
2.9 Rentang Lensa.....	13
2.10 Bentuk Umum Antena <i>Microstrip</i>	14
2.11 Dasar Antena Mikrostrip (<i>PCB Double Layer</i>).....	15
2.12 Desain Antena Mikrostrip	15
2.13 Bentuk Patch Antena	16
2.14 Rentang Frekuensi yang Menjadi <i>Bandwidth</i>	25
2.15 Polarisasi Linier.....	29
2.16 Polarisasi Melingkar.....	30
2.17 Polarisasi Elips	31
2.18 Bentuk Pola radiasi Antena <i>Undirectional</i>	32
2.19 Bentuk Pola radiasi Antena Omnidirectional	32
2.20 Konfigurasi MIMO.....	35
2.21 Grafik prediksi perkembangan penggunaan <i>WiMAX</i>	38
2.22 Sebuah <i>BTS WiMAX</i> Dapat digunakan Sebagai <i>Backhaul</i> Untuk Titik-Titik <i>Hotspot</i>	40
2.23 Konfigurasi Umum Jaringan WIMAX	42
2.24 Konfigurasi Umum Jaringan WiMAX untuk Aplikasi MAN	43
2.25 Radius Sel Berdasarkan Skema Modulasi	44
3.1 Flowchart Antena	47
3.2 Tampilan Folder Penyimpanan CST Studio 2016 Suite SP1	56

3.3	Tampilan Folder CST <i>Studio Suite</i> SP1 Untuk Diinstall.....	57
3.4	Tampilan Awal Untuk Memulai Penginstalan	57
3.5	Tampilan Pernyataan Bahwa Pengguna Menyetuji Semua Peraturan Pada Program CST <i>Studio Suite</i>	58
3.6	Tampilan Penyimpanan Untuk CST <i>Studio Suite</i> pada Komputer.....	58
3.7	Tampilan Folder <i>Selection</i>	59
3.8	Tampilan Pemilihan Jenis Atau Tipe Program yang Ingin Diinstal ...	59
3.9	Tampilan Untuk Memulai Proses Penginstalan	60
3.10	Tampilan Proses Penginstalan	60
3.11	Tampilan Selesai atau <i>Complate</i> Instalasi	61
3.12	Tampilan Awal Software CST <i>Studio Suite</i> SP1	62
3.13	Tampilan Pilihan Jenis Pengerjaan.....	62
3.14	Tampilan <i>Workflow</i>	63
3.15	Tapilan Metode <i>Solver</i>	63
3.16	Tampilan <i>Units Antena</i>	64
3.17	Tampilan Pengaturan Frekuensi Kerja	64
3.18	Tampilan Utama CST Saat Memulai <i>Project</i> baru.....	65
3.19	Tampilan Dimensi Antena.....	65
3.20	Tampilan <i>Groundplane Antena</i>	66
3.21	Tampilan <i>Dialog Box</i> Untuk Substrat	66
3.22	Tampilan Substrat.....	67
3.23	<i>Dialog Box</i> Untuk Dimensi <i>Patch</i>	67
3.24	Tampilan <i>Patch</i> Antena	67
3.25	Tampilan <i>Dialog Box Feedline Antena</i>	68
3.26	Tampilan <i>Calculate Impadance</i>	68
3.27	Tampilan <i>Feedline</i>	69
3.28	Tampilan <i>Patch</i> Yang Telah Digabungkan Dengan <i>Feedline</i>	69
3.29	Tampilan Titik Koordinat yang Telah Ditentukan	70
3.30	Tampilan Slot Antena.....	70
3.31	Tampilan Antena Dengan Slotnya.....	71
3.32	Tampilan Pemasangan ‘Port’	71

3.33	Tampilan <i>Dialog Box Waveguide Port</i>	71
3.34	Cara Menghitung Ukuran ‘ <i>Port</i> ’	72
3.35	Tampilan Antena	74
3.36	Merubah Lp Menjadi Ls.....	74
3.37	Tampilan Patch Antena Dengan <i>Microstripline</i> yang Sudah di Perbaharui.....	75
3.38	Tampilan Menu <i>Transform</i>	75
3.39	Menggeser Patch Antena	76
3.40	Tampilan Antena Patch 1	76
3.41	Menggeser <i>Patch 2</i> yang Sebelumnya di <i>Copy</i> dari <i>Patch 1</i>	77
3.42	Memposisikan dan Meng- <i>apply</i> Antena <i>Patch 2</i>	77
3.43	Tampilan Antena <i>Patch 2</i>	78
3.44	Tampilan Menu <i>transform>rotate</i> Untuk Memutar Antena 180	78
3.45	Tampilan <i>Patch</i> Antena Setelah di Putar 180 ⁰	79
3.46	Tampilan Antena <i>Patch 3</i>	79
3.47	Meng- <i>copy</i> dan Menggeser <i>Patch</i> Antena Ketiga.....	80
3.48	Meng- <i>copy</i> dan Menggeser Patch Antena Keempat.....	80
3.49	Memposisikan dan Meng- <i>apply</i> Antena <i>Patch 4</i>	81
3.50	Tampilan Simulasi Antena MIMO 2X2 <i>Rectangular Patch</i>	81
3.51	Memasang <i>Port</i> Antena	82
3.52	Tampilan Perancangan Antena MIMO 2x2 <i>Rectangular Patch</i> Pada Aplikasi CST 2016	82
3.53	Antena Mikrostrip MIMO 2X2 Tampak Depan	83
3.54	Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Tampak Belakang	83
3.55	Hasil S-parameter (<i>Return loss</i>) Antena MIMO 2x2 <i>Rectangular</i> <i>Patch</i>	84
3.56	Hasil S-parameter (<i>Return loss</i>) Antena ke-1	84
3.57	Hasil S-parameter (<i>Return loss</i>) Antena ke-2.....	85
3.58	Hasil S-parameter (<i>Return loss</i>) Antena ke-3.....	85
3.59	Hasil S-parameter (<i>Return loss</i>) Antena ke-4.....	85
3.60	Hasil VSWR Antena MIMO 2x2 <i>Rectangular Patch</i>	86

3.61	Hasil VSWR Antena ke-1	86
3.62	Hasil VSWR Antena ke-2	87
3.63	Hasil VSWR Antena ke-3	87
3.64	Hasil VSWR Antena ke-4	87
3.65	Hasil Gain Antena ke-1	88
3.66	Hasil Gain Antena ke-2	88
3.67	Hasil Gain Antena ke-3	89
3.68	Hasil Gain Antena ke-4	89
3.69	Hasil <i>Directivity</i> Antena ke-1	90
3.70	Hasil <i>Directivity</i> Antena ke-2	90
3.71	Hasil <i>Directivity</i> Antena ke-3	90
3.72	Hasil <i>Directivity</i> Antena ke-4	91
3.73	Hasil Pola Radiasi Antena ke-1	91
3.74	Hasil Pola Radiasi Antena ke-2	92
3.75	Hasil Pola Radiasi Antena ke-3	92
3.76	Hasil Pola Radiasi Antena ke-4	92
3.77	Hasil <i>Axial Ratio</i> Antena ke-1	93
3.78	Hasil <i>Axial Ratio</i> Antena ke-2	93
3.79	Hasil <i>Axial Ratio</i> Antena ke-3	93
3.80	Hasil <i>Axial Ratio</i> Antena ke-4	94
4.1	Pengukuran Antena Dengan <i>Network Analyzer</i>	98
4.2	Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena 1	99
4.3	Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena 2	100
4.4	Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena 3	100
4.5	Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena 4	101
4.6	Hasil Pengukuran VSWR Antena 1	103
4.7	Hasil Pengukuran VSWR Antena 2	104
4.8	Hasil Pengukuran VSWR Antena 3	104
4.9	Hasil Pengukuran VSWR Antena 4	105
4.10	Hasil Pengukuran Impedansi Antena 1	107
4.11	Hasil Pengukuran Impedansi Antena 2	107

4.12	Hasil Pengukuran Impedansi Antena 3	108
4.13	Hasil Pengukuran Impedansi Antena 4	108
4.14	Pengukuran Antena Dengan <i>Signal Generator</i> dan <i>Spectrum Analyzer</i>	110
4.15	Hasil Pengukuran Pola Radiasi Elevasi dan Azimuth Antena 1	112
4.16	Hasil Pengukuran Pola Radiasi Elevasi dan Azimuth Antena 2	112
4.17	Hasil Pengukuran Pola Radiasi Elevasi dan Azimuth Antena 3	113
4.18	Hasil Pengukuran Pola Radiasi Elevasi dan Azimuth Antena 4	113
4.19	Metode Pengukuran Gain	115

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
2.1 Tabel Jenis-Jenis Substrat.....	18
3.1 Tabel Spesifikasi karekteristik antena.....	49
3.2 Tabel Nilai Hasil Perhitungan Dimensi Antena Secara Matematis	55
3.3 Tabel Optimasi.....	73
4.1 Tabel Perbandingan <i>Return Loss</i> Hasil Simulasi dan Pengukuran.....	101
4.2 Tabel Perbandingan <i>Bandwidth</i> Hasil Simulasi dan Pengukuran	102
4.3 Tabel Perbandingan VSWR dan Bandwidth Hasil Simulasi dan Pengukuran	105
4.4 Tabel Perbandingan Impedansi Hasil Simulasi dan Pengukuran.....	109
4.5 Tabel Perbandingan Gain Hasil Simulasi dan Pengukuran	116

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir (LA) Pembimbing I
2. Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir (LA) Pembimbing I
3. Lembar Permohonan menggunakan Laboratorium dan Beberapa Peralatan Laboratorium
4. Lembar Bimbingan Laporan Akhir (LA) Pembimbing I
5. Lembar Bimbingan Laporan Akhir (LA) Pembimbing I
6. Lembar Progress Kemajuan Laporan Akhir
7. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
8. Lembar Revisi Laporan Akhir
9. Lembar Bukti Penyerahan Hasil Karya/Rancang Bangun
10. Surat Pernyataan Pengukuran Antena Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung
11. Hasil Pengukuran Pola Radiasi Elevasi
12. Hasil Pengukuran Pola Radiasi Azimuth
13. *Datasheet Advantest R3768/3770 Network Analyzer*
14. *Datasheet SAS-571 Horn Antenna 700 MHz-18GHz*
15. Dokumentasi Pengukuran Antena Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung