

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
DAFTAR RUMUS.....	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
1.8 Jadwal Pengerjaan Proyek Akhir.....	5
BAB II.....	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 RF <i>Energy harvesting</i>	6
2.2 Gelombang Elektromagnetik.....	7
2.3 Antena.....	7
2.3.1 Antena Mikrostrip.....	8
2.3.2. Antena <i>Dipole</i>	8
2.3.3 Antena <i>Bow-tie</i>	9
2.3.4 Antena <i>Array</i>	9
2.4 Parameter Antena Mikrostrip Bow-tie.....	10

2.4.1 Return Loss	10
2.4.2 VSWR (<i>Voltage Standing Wave Ratio</i>)	10
2.4.3 <i>Gain</i>	11
2.4.4 Lebar Pita (<i>Bandwidth</i>).....	11
2.4.5 Pola Radiasi	12
2.5 Teknik Pencatuan.....	12
2.5.1 Mikrostrip <i>Line Feed</i>	12
2.5.2 <i>Coaxial Probe</i>	13
2.5.3 Saluran <i>Aperture Coupling</i>	14
2.5.4 Saluran <i>Proximity Coupling</i>	15
BAB III	16
PERANCANGAN DAN SIMULASI	16
3.1 Studi Kasus	16
3.2 Alat dan Bahan Perancangan Antena <i>Array Bowtie</i>	16
3.2.1 Perangkat Lunak (<i>software</i>)	16
3.2.2 Perangkat Keras (<i>hardware</i>).....	16
3.2.3 Spesifikasi Bahan Perancangan (<i>Substrate</i>).....	16
3.3 Diagram Alir Perancangan.....	17
3.4 Penentuan Luas Dimensi Antena <i>Bowtie</i>	18
3.5 Perancangan Lebar Saluran Pencatu	20
3.6 Proses Pembuatan Antena pada <i>Software AWR Design Environment</i>	21
3.7 Proses Perancangan Antena Dasar <i>Bowtie</i>	31
3.7.1 Perancangan Antena <i>Bowtie</i> Menggunakan <i>Rectangular</i>	32
3.7.2 Bentuk Antena <i>Bowtie</i>	32
3.7.3 Rancangan Dasar Antena <i>Bowtie</i>	33
3.7.4 Hasil Simulasi Pertama Rancangan Utama Antena Dasar <i>Bowtie</i>	34
3.8 Iterasi Rancangan Dasar Antena <i>Bowtie</i>	36
3.8.1 Rancangan Dasar Antena <i>Bowtie</i> setelah di Iterasi.....	36
3.8.2 Hasil Simulasi Rancangan Dasar Antena <i>Bowtie</i> setelah di Iterasi	38
3.8.3 Hasil Tabel Simulasi Rancangan Dasar Antena <i>Bowtie</i> setelah di Iterasi.....	43
3.9 Modifikasi Rancangan Dasar Antena <i>Bowtie</i>	44
3.9.1 Modifikasi Dasar Antena <i>Bowtie</i> dengan Menggunakan Metode <i>Array</i>	44
3.9.2 Hasil Simulasi Rancangan Antena <i>Array Bowtie</i> yang telah di Modifikasi	46
3.9.3 Hasil Tabel Simulasi Rancangan Antena <i>Array Bowtie</i> setelah di	

Modifikasi	51
BAB IV	52
HASIL OPTIMASI DAN PERBANDINGAN.....	52
4.1 Dasar Perancangan Optimasi Antena <i>Bowtie</i>	52
4.1.1 Tabel Hasil Simulasi Rancangan Dasar Antena <i>Bowtie</i> menggunakan I <i>Slot</i>	53
4.1.2 Rancangan Dasar Antena <i>Bowtie</i> Menggunakan I <i>Slot</i>	53
4.1.3 Hasil Optimasi Rancangan Dasar Antena <i>Bowtie</i> Menggunakan I <i>Slot</i>	54
4.2 Rancangan Antena <i>Array Bowtie</i>	57
4.2.1 Tabel Hasil Simulasi Rancangan Antena <i>Array Bowtie</i> menggunakan I <i>Slot</i>	59
4.2.2 Rancangan Antena <i>Array Bowtie</i> Menggunakan Metode I <i>Slot</i>	59
4.2.3 Hasil Optimasi Rancangan Antena <i>Array Bowtie</i> Menggunakan I <i>Slot</i>	60
4.3 Analisa Perbandingan Hasil Optimalisasi <i>Return Loss</i>	63
4.4 Analisa Perbandingan Hasil Optimalisasi <i>VSWR</i>	64
4.5 Analisa Perbandingan Hasil Optimalisasi <i>Gain</i>	64
4.6 Analisa Perbandingan Pola Radiasi	65
4.7 Tabel Perbandingan Hasil Rancangan Dan Simulasi	66
BAB V	67
KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Blog Dasar Dari RF Energy Harvesting.[4]	6
Gambar 2. 2 Antena Sebagai Perangkat Transisi [4]	7
Gambar 2. 3 Antena Bowtie [5]	9
Gambar 2. 4 Microstrip Line Feed[8]	13
Gambar 2. 5 Coaxial Feed Line Pada Antena Mikrostrip[8]	14
Gambar 2. 6 Apertured Coupling[8]	14
Gambar 2. 7 Proximity Coupling[8]	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Rancangan Antena	18
Gambar 3. 2 Panjang $1/2 \lambda$ Antena Mikrostrip Bowtie.	20
Gambar 3. 3 Software PCAAD penentuan Lebar Saluran Catu Antena	21
Gambar 3. 4 Lebar Saluran Catu Antena	21
Gambar 3. 5 Tampilan File Pada Software AWR Microwave Office 2009.	22
Gambar 3. 6 Tampilan EM Structure Pada Software AWR Microwave Office 2009.	22
Gambar 3. 7 Tampilan New EM Structure Pada Software AWR Microwave Office 2009.	23
Gambar 3. 8 Tampilan New EM Structure Pada Software AWR Microwave Office 2009.	23
Gambar 3. 9 Tampilan Material Defs Enclosure pDa Software AWR Microwave Office 2009	24
Gambar 3. 10 Tampilan Dielectric Layers Enclosure Pada Software AWR Microwave Office 2009.	25
Gambar 3. 11 Tampilan Project Options Frequency Pada Software AWR Microwave Office 2009.	25
Gambar 3. 12 Tampilan Graph Pada Software AWR Microwave Office 2009. ...	26
Gambar 3. 13 Membuat Graph Return Loss.	26
Gambar 3. 14 Add Measurment Return Loss.	27
Gambar 3. 15 Measurment Type Return Loss	27
Gambar 3. 16 Tampilan Untuk Grafik Return Loss.....	28
Gambar 3. 17 Tampilan Measurement Type Gain.	28
Gambar 3. 18 Tampilan Measurement Type VSWR.	29
Gambar 3. 19 Membuat Graph Radiation Pattern	29
Gambar 3. 20 Measurement Radiation Pattern	30
Gambar 3. 21 Tampilan Measurement Type Radiation Pattern PPC_EPhi	30
Gambar 3. 22 Tampilan Measurement Type Radiation Pattern PPC_ETheta	31
Gambar 3. 23 Tampilan Grafik Radiation Pattern.....	31
Gambar 3. 24 Bentuk Rectangular.....	32
Gambar 3. 25 Bentuk Bowtie	33
Gambar 3. 26 Rancangan Utama Dasar Antena Bowtie	34
Gambar 3. 27 Hasil Return Loss Utama	34
Gambar 3. 28 Hasil VSWR Utama	35
Gambar 3. 29 Hasil Gain Utama	35
Gambar 3. 30 Rancangan Antena Dasar Bowtie Setelah Di Iterasi 1	36
Gambar 3. 31 Rancangan Antena Dasar Bowtie Setelah Di Iterasi 2.....	37
Gambar 3. 32 Rancangan Antena Dasar Bowtie Setelah Di Iterasi 3.....	37
Gambar 3. 33 Hasil Simulasi Return Loss Rancangan Dasar Antena Bowtie	

Sesudah Di Iterasi 1	38
Gambar 3. 34 Hasil Simulasi Return Loss Rancangan Dasar Antena Bowtie Sesudah Di Iterasi 2	39
Gambar 3. 35 Rancangan Antena Dasar Bowtie Setelah Di Iterasi 3.....	39
Gambar 3. 36 Hasil Simulasi VSWR Rancangan Dasar Antena Bowtie Sesudah Di Iterasi 1	40
Gambar 3. 37 Hasil Simulasi VSWR Rancangan Dasar Antena Bowtie Sesudah Di Iterasi 2	40
Gambar 3. 38 Hasil Simulasi VSWR Rancangan Dasar Antena Bowtie Sesudah Di Iterasi 3	41
Gambar 3. 39 Hasil Simulasi Gain Rancangan Dasar Antena Bowtie Sesudah Di Iterasi 1.....	42
Gambar 3. 40 Hasil Simulasi Gain Rancangan Dasar Antena Bowtie Sesudah Di Iterasi 2.....	42
Gambar 3. 41 Hasil Simulasi Gain Rancangan Dasar Antena Bowtie Sesudah Di Iterasi 3.....	43
Gambar 3. 42 Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 1	45
Gambar 3. 43 Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 2	46
Gambar 3. 44 Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 3.....	46
Gambar 3. 45 Hasil Simulasi Return Loss Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 2.....	47
Gambar 3. 46 Hasil Simulasi Return Loss Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 1.....	47
Gambar 3. 47 Hasil Simulasi Return Loss Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 3.....	48
Gambar 3. 48 Hasil Simulasi VSWR Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 1	48
Gambar 3. 49 Hasil Simulasi VSWR Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 2	49
Gambar 3. 50 Hasil Simulasi VSWR Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 3	49
Gambar 3. 51 Hasil Simulasi Gain Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 1	50
Gambar 3. 52 Hasil Simulasi Gain Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 2	50
Gambar 3. 53 Hasil Simulasi Gain Rancangan Antena Array Bowtie Modifikasi 3	51
Gambar 4. 1 Rancangan Dasar Antena Bowtie Tanpa Slot	52
Gambar 4. 2 Rancangan Dasar Antena Bowtie Menggunakan Metode I Slot	54
Gambar 4. 3 Hasil Optimasi Return Loss Rancangan Dasar Antena Bowtie Menggunakan I Slot.....	55
Gambar 4. 4 Hasil Optimasi VSWR Rancangan Dasar Antena Bowtie Menggunakan I Slot.....	55
Gambar 4. 5 Hasil Optimasi Gain Rancangan Dasar Antena Bowtie Menggunakan I Slot.....	56
Gambar 4. 6 Hasil Polaradiasi Rancangan Dasar Antena Bowtie Menggunakan I Slot	57
Gambar 4. 7 Rancangan Antena Array Bowtie Tanpa I Slot	58

Gambar 4. 8 Rancangan Antena Array Bowtie Menggunakan I Slot	60
Gambar 4. 9 Hasil Optimasi Return Loss Rancangan Antena Array Bowtie Menggunakan I Slot.....	61
Gambar 4. 10 Hasil Optimasi VSWR Rancangan Antena Array Bowtie Menggunakan I Slot.....	62
Gambar 4. 11 Hasil Optimasi Gain Rancangan Antena Array Bowtie Menggunakan I Slot.....	62
Gambar 4. 12 Hasil Polaradiasi Rancangan Antena Array Bowtie	63
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Return Loss	64
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan VSWR.....	64
Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Gain.....	65
Gambar 4. 16 Pola Radiasi Dasar Antena Bowtie.....	65
Gambar 4. 17 Pola Radiasi Antena Array Bowtie.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jadwal Penyusunan Tugas Akhir.....	5
Tabel 2. 1 Tabel Spesifikasi Antena Untuk Energy Harvesting	6
Tabel 3. 1 Spesifikasi Substrate	17
Tabel 3. 2 Penentuan Enclosure.....	24
Tabel 3. 3 Dimensi Rancangan Dasar Antena Bowtie.....	34
Tabel 3. 4 Ukuran Rancangan Iterasi Antena Bowtie	43
Tabel 3. 5 Hasil Simulasi Iterasi Antena Bowtie	43
Tabel 3. 6 Hasil Simulasi Modifikasi Antena Array Bowtie	51
Tabel 4. 1 Hasil Simulasi Dasar Antena Bowtie Tanpa Slot	53
Tabel 4. 2 Hasil Simulasi Rancangan Antena Bowtie Dengan I Slot.....	53
Tabel 4. 3 Hasil Simulasi Antena Array Bowtie Tanpa I Slot	58
Tabel 4. 4 Hasil simulasi Antena Array Bowtie menggunakan Metode Slot I.....	59
Tabel 4. 5 Tabel Perbandingan Simulasi Antena Array Bowtie Dengan Hasil Yang Ditetapkan	66

DAFTAR SINGKATAN

RF	: Radio frekuensi
GHz	: <i>Giga Hertz</i>
MHz	: <i>Mega Hertz</i>
<i>Rectenna</i>	: <i>Rectifying Antenna</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
dB	: Desibel
G	: Gain antena
Um	: Intensitas radiasi antena
Pin	: Daya input total yang diterima antena
c	: Cepat rambat cahaya
f	: Frekuensi
VSWR	: <i>Voltage Standing Wave Ratio</i>
PCAAD	: <i>Personal Computer Aided Antenna Design</i>
HF	: <i>High Frequency</i>
UHF	: <i>Ultra High Frequency</i>
ZA	: Impedansi antena
RA	: Resistansi antena
XA	: Reaktansi antena
r	: Koefisien pantul
Vr	: Tegangan gelombang pantul (<i>reflected wave</i>)
Vi	: Tegangan gelombang maju (<i>incident wave</i>)
RL	: <i>Return loss</i>
Bp	: <i>Bandwidth</i> dalam persen (%)
Br	: <i>Bandwidth</i> rasio
fu	: Jangkauan frekuensi atas
fl	: Jangkauan frekuensi bawah

W : Lebar *patch*
L : Panjang *patch*
FR-4 : *Flame Retardant 4*

DAFTAR RUMUS

$\lambda = c f$ (2. 1)	7
$\lambda = c f r \sqrt{\epsilon r}$ (2. 2).....	9
$RL = 20 \log \Gamma$ (2. 3).....	10
$\Gamma = VrVi$ (2. 4).....	10
$VSWR = Vmax Vmin = 1 + [\Gamma]1 - [\Gamma]$ (2. 5).....	11
$G = 10. \log 4\pi. Um Pin$ (dB) (2. 6).....	11
$Bp = fu - flfc \times 100\%$ (2. 7).....	11
$fc = fu + fl2$ (2. 8).....	12
$Br = fufl$ (2. 9).....	12
$W = C2fo\epsilon r + 12$ (3. 1)	19
$\epsilon r_{eff} = \epsilon r + 12 + \epsilon r - 12[1 + 12 hw]^{-1/2}$ (3. 2).....	19
$\Delta L = 0.412h(\epsilon r_{eff} + 0.3)Wh + 0.264(\epsilon r_{eff} - 0.258)Wh + 0.8$ (3. 3).....	19
$L_{eff} = c2f0\epsilon r_{eff}$ (3. 4).....	19
$L = L_{eff} - 2\Delta L$ (3. 5)	20
$\lambda = cf\epsilon r_{eff}$ (3. 6).....	20
$\lambda = Cf$ (3. 7).....	44
$d = \lambda/2 = 115.32 = 57.65 \text{ mm}$ untuk jarak antar titik pusat patch antenna (3. 8)	44
44	
$d_{Susun} = d - L$ (3. 9).....	44
$BW = f2 - f1fc \times 100\%$ (4. 1).....	54
$BW = (f2 - f1)$ (4. 2)	54
$BW = f2 - f1fc \times 100\%$ (4. 3).....	60
$BW = (f2 - f1)$ (4. 4)	61