

**RANCANG BANGUN *RECTENNA MICROSTRIP* UNTUK *RF ENERGY*
HARVESTING PADA FREKUENSI *WiFi* 2400 MHz**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

FARAH ARIFAH

061730330958

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

**RANCANG BANGUN RECTENNA MICROSTRIP UNTUK RF ENERGY
HARVESTING PADA FREKUENSI WIFI 2400 MHz**



Oleh :

Farah Arifah

0617 3033 0958

Palembang, Oktober 2020

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Suroso, M. T

NIP. 196207191993031003

Dosen Pembimbing II

Nasron, S. T., M. T

NIP. 196808221993031001

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Ir. Iskandar Lutfi, M. T

NIP. 196501291991031002

Ketua Program Studi

Ciksadan, S.T., M.Kom

NIP. 196809071993031003

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Selama ada keyakinan, semua akan menjadi mungkin.

PERSEMBAHAN

Laporan akhir ini saya persembahkan untuk :

- 1. Allah SWT. Atas segala nikmat yang telah diberikan serta Nabi Muhammad SAW.*
- 2. Kedua Orangtua tercinta yang selalu memberikan dukungan serta doa dalam suka dan duka.*
- 3. Ayuk dan Adik tersayang yang selalu memberikan dukungan dan semangat.*
- 4. Dosen Pembimbing yang telah memberi arahan dan juga bimbingan.*
- 5. Teman-teman seperjuangan kelas 6 TD 2017.*
- 6. Almamaterku.*

ABSTRAK

RANCANG BANGUN *RECTIFIER ANTENNA* UNTUK *RF ENERGY HARVESTING* PADA FREKUENSI *WiFi 2400 MHz*

FARAH ARIFAH

061730330958

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Perkembangan energi yang semakin berkurang sehingga diperlukan sumber energi yang baru dan terbarukan. Salah satunya menggunakan pemanfaatan gelombang elektromagnetik yang tersebar bebas di udara, khususnya akibat radiasi dari pemancar. Kajian tentang energi yang baru dan terbarukan adalah dengan merancang *RF Energy Harvesting*, yang terdiri dari *power harvesting* dan antena penerima. Tugas akhir ini membahas antena mikrostrip yang memiliki frekuensi kerja pada 2400 MHz. Antena mikrostrip yang digunakan pada tugas akhir ini adalah antena mikrostrip yang mampu bekerja dengan parameter *VSWR* 1.503, *return loss* -13.925 dan *gain* 5,1 dBi. Hasil yang diperoleh dari pengujian antena mikrostrip dapat memanen energi dengan nilai 7.08 Volt pada jarak 1 meter dengan daya *input* 20 dBm dengan *signal generator* sebagai sumber pemancar *Radio Frequency*.

Kata kunci : *RF Energy Harvesting, Antenna Microstrip, VSWR, Return Loss, Gain*

ABSTRACT

DESIGN OF ANTENNA RECTIFIER FOR RF ENERGY HARVESTING AT 2400 MHz WiFi FREQUENCY

FARAH ARIFAH

061730330958

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Currently the amount of energy is increasingly limited and decreasing, so renewable energy is needed. One of them is using electromagnetic waves that are lot of amount in the air, especially due to radiation from the transmitter. The study of renewable energy is by designing RF Energy Harvesting, which consists of power harvesting and the receiver antenna. This final project study about the microstrip antenna which is frequency at 2400 MHz. The microstrip antenna used in this final project is a microstrip antenna which is able to work with parameters VSWR 1.503, Return Loss -13.925 and Gain 5.1 dBi. The testing result of the microstrip antenna can harvest the energy as much as 7.08 Volt for 1 meter distance with an input power is 20 dBm through a signal generator as a radio frequency transmitter.

Keywords : *RF Energy Harvesting, Antenna Microstrip, VSWR, Return Loss, Gain*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN *RECTENNA MICROSTRIP* UNTUK *RF ENERGY HARVESTING* PADA FREKUENSI *WiFi 2400 MHz*”** ini. Laporan Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Laporan Akhir ini disusun berdasarkan hasil perancangan dan perencanaan yang telah dilakukan oleh penulis secara langsung, sehingga dapat terselesainya Laporan Akhir ini.

Dengan selesainya Laporan Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Suroso, M. T selaku Dosen Pembimbing I

2. Bapak Nasron, S. T., M. T selaku Dosen Pembimbing II

Yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasihatnya kepada penulis dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini di Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M. T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M. T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Ciksadan, S. T., M. Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.

4. Segenap Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
5. Buya dan Ummi yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga bisa menghantarkan penulis sampai pada titik ini.
6. Teman-teman seperjuangan kelas TD angkatan 2017 yang telah membantu semangat selama perkuliahan.
7. Aloo, Atlantis, Dasagarda dan Homie. *Support system* yang selalu memberikan penulis masukan dan semangat dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun guna kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Program Studi Teknik Telekomunikasi. Jika ada kesalahan baik tata bahasa maupun kekeliruan lainnya, penulis minta maaf. Semoga segala bantuan serta bimbingan yang penulis dapatkan selama ini mendapatkan rahmat dan ridho dari Allah SWT. Aamiin.

Palembang, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	
1.4.1 Tujuan.....	2
1.4.2 Manfaat.....	2
1.5 Metode Penulisan	
1.5.1 Metode Studi Pustaka.....	3
1.5.2 Metode Observasi.....	3
1.5.3 Metode Konsultasi.....	4
1.5.4 Metode Diskusi dan Wawancara.....	4
1.5.5 Metode <i>Cyber</i>	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	

2.1	Energy <i>Harvesting</i>	6
2.2	Gelombang Elektromagnetik.....	7
2.3	Antena Mikrostrip.....	8
2.4	Parameter Umum Antena Mikrostrip.....	10
	2.4.1 Penguatan (<i>Gain</i>)	10
	2.4.2 VSWR (<i>Voltage Standing Wave Ratio</i>)	11
	2.4.3 <i>Return Loss</i>	12
	2.4.4 Impedansi Masukan.....	12
	2.4.5 <i>Bandwidth</i> Antena.....	13
	2.4.6 Polarisasi.....	13
2.5	Ukuran Dimensi Antena Mikrostrip.....	16
	2.5.1 <i>Conducting Patch</i>	16
	2.5.2 <i>Groundplane</i>	17
	2.5.3 Saluran Pencatu.....	18
	2.5.4 <i>Inset Feed</i>	19
2.6	Teknik Pencatuan Antena.....	19
	2.6.1 <i>Electromagnetically Coupled</i> (EMC)	19
	2.6.2 <i>Microstrip Line Feed</i>	20
2.7	Konsep Dasar Rectifier.....	21
	2.7.1 <i>Half Wave Rectifier</i>	21
	2.7.2 <i>Full Wave Rectifier</i>	22
2.8	Kapasitor.....	24
2.9	Dioda <i>Schotkky</i> BAT17.....	25
2.10	CST <i>Studio Suite</i> 2016.....	26
2.11	NI <i>Multisim</i> 13.0.....	26

BAB III. RANCANG BANGUN ALAT

3.1	Tahapan Perancangan.....	27
	3.1.1 Perancangan Elektronik.....	27
	3.1.2 Perancangan Mekanik.....	27
3.2	Diagram Blok.....	27
3.3	<i>Flowchart</i> Sistem Rectenna.....	28
3.4	Antena Mikrostrip.....	28
	3.4.1 Karakteristik Antena dan Jenis Substrat.....	29
	3.4.2 <i>Flowchart</i> Perhitungan Manual Dimesi Antena.....	29
	3.4.3 Hasil Perhitungan Manual Dimensi Antena.....	30
	3.4.4 Simulasi dan Optimasi Antena.....	36
	3.4.5 Desain Antena Mikrostrip Siap Fabrikasi.....	41
3.5	Rectifier atau Rangkaian Penyearah.....	41
	3.5.1 Penentuan Spesifikasi <i>Rectifier</i>	42
	3.5.2 Simulasi Rangkaian <i>Rectifier</i>	42
3.6	Prinsip Kerja Alat.....	43

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Fabrikasi <i>Antenna Microstrip Rectangular Patch</i>	44
4.2	Pengukuran Parameter Antena.....	44
4.2.1	Pengukuran VSWR, <i>Return Loss</i> , <i>Bandwidth</i> dan Impedansi.....	46
4.2.1.1	Hasil Simulasi dan Pengukuran VSWR.....	48
4.2.1.2	Hasil Simulasi dan Pengukuran <i>Return Loss</i>	49
4.2.1.3	Hasil Simulasi dan Pengukuran Impedansi.....	50
4.2.1.4	Hasil Simulasi dan Pengukuran <i>Bandwidth</i>	51
4.2.2	Pengukuran <i>Gain</i> Antena.....	52
4.2.2.1	Hasil Simulasi dan Pengukuran <i>Gain</i> Antena.....	53
4.2.3	Pengukuran Pola Radiasi dan Polarisasi.....	55
4.3	Fabrikasi Rangkaian <i>Rectifier</i>	61
4.4	Pengukuran <i>Rectifier Antenna</i>	62
4.4.1	Pengukuran Sensitivitas <i>Rectifier Antena</i>	67
4.4.2	Pengukuran Tegangan DC Output <i>Rectifier Antenna</i>	68
4.5	Analisa <i>Rectenna</i>	69

BAB V. PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA	72
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 2.1 Jenis <i>patch</i> Antena <i>Microstrip</i>	8
Gambar 2.2 Struktur Antena Mikrostrip	9
Gambar 2.3 Jenis polarisasi antena	13
Gambar 2.4 Jenis polarisasi antena <i>linear</i>	14
Gambar 2.5 Jenis polarisasi antena <i>circular</i>	15
Gambar 2.6 Jenis polarisasi antena <i>elliptical</i>	16
Gambar 2.7 Ilustrasi <i>Electromagnetically coupled</i>	20
Gambar 2.8 Ilustrasi <i>Microstrip Line Feed</i>	21
Gambar 2.9 Ilustrasi <i>Half Wave Rectifier</i>	22
Gambar 2.10 Ilustrasi <i>Full Wave Rectifier</i> 2 Dioda	23
Gambar 2.11 Ilustrasi <i>Full Wave Rectifier</i> 4 Dioda	23
Gambar 2.12 Ilustrasi berbagai jenis kapasitor	25
Gambar 2.13 Ilustrasi Dioda <i>Schottky</i> BAT-17	25
Gambar 3.1 Diagram Blok Dasar dari <i>RF Energy Harvesting</i>	27
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> sistem <i>Rectenna Microstrip</i> 2.4 GHz	28
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Perhitungan Manual Dimensi Antena.....	30
Gambar 3.4 Hasil simulasi <i>return loss</i> antena sebelum optimasi.....	37
Gambar 3.5 Pengubahan dimensi antena saat proses optimasi.....	38
Gambar 3.6 Proses optimasi sedang berjalan.....	38
Gambar 3.7 Nilai <i>return loss</i> pada frekuensi 2.4 GHz setelah proses optimasi.....	39
Gambar 3.8 Perbandingan hasil <i>S-Parameter</i> sebelum dan sesudah optimasi.....	39
Gambar 3.9 Simulasi Desain Antena Tampak Depan	40

Gambar 3.10 Simulasi Desain Antena Tampak Belakang.....	41
Gambar 3.11 Hasil perancangan Antena siap Fabrikasi.....	41
Gambar 3.12 Simulasi <i>Rectifier 5-stage</i> pada <i>NI Multisim 13.0</i>	42
Gambar 4.1 Hasil fabrikasi Antena tampak depan dan belakang	44
Gambar 4.2 Konfigurasi Pengukuran <i>VSWR</i> , <i>Return Loss</i> , <i>Bandwidth</i> , Impedansi	46
Gambar 4.3 Pengukuran <i>VSWR</i> , <i>Return Loss</i> , <i>Bandwidth</i> , Impedansi.....	46
Gambar 4.4 Grafik hasil simulasi <i>VSWR</i> antena.....	48
Gambar 4.5 Grafik hasil pengukuran <i>VSWR</i> antena	48
Gambar 4.6 Grafik hasil pengukuran <i>return loss</i> antena:.....	49
Gambar 4.7 Grafik hasil pengukuran <i>return loss</i> antena:.....	49
Gambar 4.8 Grafik <i>smith chart</i> impedansi hasil simulasi antena.....	50
Gambar 4.9 <i>Smith Chart</i> impedansi hasil pengukuran antena.....	50
Gambar 4.10 Konfigurasi Pengukuran <i>Gain</i> antena.....	52
Gambar 4.11 Pengukuran <i>Gain</i> antena.....	53
Gambar 4.12 Grafik hasil Simulasi dan Pengukuran <i>Gain</i> antena.....	55
Gambar 4.13 Konfigurasi pengukuran Pola Radiasi dan Polarisasi antena.....	55
Gambar 4.14 Pengukuran Pola Radiasi dan Polarisasi antena.....	56
Gambar 4.15 <i>Holder</i> pada Pengukuran Pola Radiasi dan Polarisasi antena.....	56
Gambar 4.16 <i>Spectrum Analyzer</i> pada Pengukuran Pola Radiasi dan Polarisasi..	56
Gambar 4.17 Hasil simulasi Pola Radiasi tampak perspektif	58
Gambar 4.18 Hasil simulasi Pola Radiasi tampak kanan.....	58
Gambar 4.19 Hasil simulasi Pola Radiasi tampak belakang.....	58
Gambar 4.20 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Azimuth.....	59
Gambar 4.21 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Elevasi.....	59

Gambar 4.22 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena.....	60
Gambar 4.23 Hasil fabrikasi rangkaian <i>rectifier</i> tampak depan.....	61
Gambar 4.24 Hasil fabrikasi rangkaian <i>rectifier</i> tampak belakang.....	61
Gambar 4.25 Hasil fabrikasi rangkaian <i>rectifier</i> tampak depan dan belakang.....	62
Gambar 4.26 Konfigurasi Pengukuran <i>Rectifier Antenna</i>	64
Gambar 4.27 Pengukuran <i>Rectifier Antenna</i> Jarak 0,5 meter.....	65
Gambar 4.28 Pengukuran <i>Rectifier Antenna</i> Jarak 1 meter.....	65
Gambar 4.29 Grafik hasil pengukuran sensitivitas <i>rectenna</i>	67
Gambar 4.30 Grafik Hasil Pengukuran <i>Rectifier Antenna</i>	69

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Konstanta Bahan Dielektrik.....	10
Tabel 3.1 Spesifikasi Karakteristik Antena.....	29
Tabel 3.2 Dimensi Awal Antena Mikrostrip.....	36
Tabel 3.3 Dimensi Antena Mikrostrip setelah Optimasi.....	40
Tabel 4.1 Alat Ukur Parameter Antena.....	45
Tabel 4.2 Hasil Simulasi VSWR, <i>Return Loss</i> , dan Impedansi Input.....	51
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran VSWR, <i>Return Loss</i> , dan Impedansi Input.....	51
Tabel 4.4 Hasil Simulasi <i>Gain</i> Antena CST <i>Studio Suite</i> 2016.....	53
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran <i>Gain</i> Antena.....	54
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Pola Radiasi.....	57
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Pola Radiasi.....	60
Tabel 4.8 Alat Ukur <i>Rectifier Antenna</i>	62
Tabel 4.9 Alat Ukur <i>Rectifier Antenna</i>	63
Tabel 4.10 Alat Ukur <i>Rectifier Antenna</i>	66
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Sensitivitas <i>Rectenna</i>	67
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran <i>Rectenna</i> 2.4 GHz.....	68

DAFTAR RUMUS

	HALAMAN
2.1 VSWR.....	11
2.2 Koefisien refleksi tegangan.....	11
2.3 Impedansi Masukan.....	12
2.4 Lebar <i>Patch</i>	16
2.5 <i>Permittivitas</i> dielektrik efektif substrat	16
2.6 Panjang <i>Patch</i>	17
2.7 Pertambahan panjang <i>patch</i>	17
2.8 Panjang <i>groundplane</i>	17
2.9 Lebar <i>groundplane</i>	17
2.10 Panjang saluran pencatu.....	18
2.11 Lebar saluran pencatu.....	18
2.12 Induktansi.....	18
2.13 Impedansi.....	18
2.14 Resistansi <i>Input</i>	19
2.15 Resistansi <i>Input</i>	19
3.1 Lebar <i>patch</i>	31
3.2 <i>Permittivitas</i> dielektrik efektif substrat	32
3.3 Pertambahan panjang <i>patch</i>	32
3.4 Panjang <i>patch</i>	32
3.5 Panjang <i>patch</i>	33
3.6 Lebar <i>groundplane</i>	33
3.7 Panjang <i>groundplane</i>	33

3.8 Impedansi saluran catu.....	34
3.9 Induktansi.....	34
3.10 Panjang saluran catu.....	34
3.11 Panjang Gelombang.....	35
3.12 Panjang gelombang.....	35
3.13 Panjang saluran catu.....	35
3.14 Resistansi <i>input</i>	35
3.15 Resistansi <i>input</i>	36
4.1 <i>Bandwidth</i>	51
4.2 <i>Gain</i> antena.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir

Lampiran 2. Lembar Bimbingan Laporan Akhir

Lampiran 3. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir

Lampiran 4. Lembar Nilai Bimbingan Laporan Akhir

Lampiran 5. Lembar Nilai Ujian Laporan Akhir

Lampiran 6. Lembar Rekapitulasi Nilai Ujian Laporan Akhir

Lampiran 7. Lembar Revisi Laporan Akhir

Lampiran 8. Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir