

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini semakin dinamis. Untuk menunjang perkembangan teknologi tersebut dibutuhkan sumber energi yang tidak sedikit. Tanpa kita sadari ternyata banyak sumber energi di muka bumi ini yang dapat di manfaatkan. Seperti halnya gelombang elektromagnetik, begitu banyak gelombang yang memancar di sekitar kita yang seharusnya bisa kita manfaatkan.

Maka dari itu sebagai solusi pemanfaatan gelombang elektromagnetik perlu dirancang suatu sistem yang dapat memanen semua gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh pemancar-pemancar radio untuk dikonversi menjadi sumber energi listrik yang dapat kita manfaatkan. Sistem ini dikenal dengan istilah *Radio Frequency Energy Harvesting*. Dimana dalam sistem ini digunakan antena untuk memanen gelombang RF yang dipancarkan oleh sumbernya dan rectifier untuk mengkonversi gelombang RF menjadi tegangan DC. Konsep pemanen dan transfer energi nirkabel bukanlah hal yang baru, hal ini telah dilakukan lebih dari 100 tahun yang lalu oleh Tesla ^[1]. *RF Energy Harvesting* telah diusulkan dan diteliti sejak 1950-an dengan menggunakan sumber gelombang mikro berdaya tinggi ^[2], telah diusulkan untuk menyalakan helikopter ^[3], satelit tenaga surya ^[4], sistem SHARP ^[5], dan untuk sistem RFID ^[6].

Pada penelitian-penelitian sebelumnya sistem *RF Energy Harvesting* dengan menggunakan rectenna telah berhasil mengkonversi gelombang radio menjadi tegangan DC. Dalam realisasi sistem rectenna, rangkaian rectifier yang berfungsi untuk mengkonversi daya RF menjadi tegangan DC menjadi bagian yang sangat penting. Selain untuk mengkonversi atau menyearahkan daya sinyal RF menjadi tegangan DC, rectifier juga berfungsi untuk melipat gandakan tegangan input, maka dari itu pemilihan metode jenis rangkaian rectifier sangat diperhatikan. Salah satu metode jenis rectifier adalah *voltage multiplier* yang mampu bekerja efektif dan efisien pada rangkaian dengan input bertegangan rendah namun menghasilkan tegangan keluaran berlipat ganda. Pada penelitian yang dilakukan Azlul Fadhly Oka dan Nji Raden Peospawati, merancang bangun prototipe sistem daya telepon selular berbasis RF Energy Harvesting dan Sel Surya yang menggunakan

rangkaian *rectifier voltage multiplier 5-stages* mampu menghasilkan tegangan keluaran DC sebesar 2,25 Volt dengan nilai tegangan masukan sebesar 0,5 Volt [7]. Bahkan, dengan pengembangan studi dan ketersediaan alat yang semakin mudah, juga telah diterapkan sistem *rectifier* dengan teknik *voltage multiplier* untuk menghasilkan keluaran tegangan lebih besar [8].

Seperti yang kita ketahui di sekitar kita terpancar berbagai macam gelombang elektromagnetik dengan frekuensi operasi yang berbeda-beda, contoh Radio, Televisi, Wifi, Satelit, Telepon Seluler dan masih banyak lagi. Jadi dapat disimpulkan begitu banyak gelombang radio yang bekerja pada range frekuensi tertentu yang dapat dipanen oleh sistem *Radio Frequency Energy Harvesting*. Dengan ketersediaan range frekuensi yang banyak tersebut, maka rancangan dari sistem *rectenna* (Rectifier Antenna) harus mempunyai karakteristik yang mampu bekerja di berbagai frekuensi (multi frekuensi). Maka diperlukan antena dengan karakteristik *bandwidth* yang sesuai untuk memaksimalkan kinerja dari sistem *Radio Frequency Energy Harvesting*. Jenis antena yang sesuai dengan sumber-sumber pemancar di udara bebas dengan kondisi multi frekuensi yang dimaksud adalah antena jenis *multiband* atau *wideband*. Pada penelitian yang dilakukan Budi Herdiana, Heroe Wijanto, dan Iswahyudi Hidayat, rangkaian penyearah RF ke DC bertingkat untuk multi frekuensi kerja pada sistem pengisian listrik secara nirkabel, dimana dalam sistemnya mampu menangkap dan mengkonversi sinyal RF dari berbagai range frekuensi menjadi sumber energi baru [9]. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Muh. Qadri Qautsar, Budi Prasetya, dan Yuyu Wahyu, perancangan dan realisasi *rectenna* untuk frekuensi 900 MHz dengan output mencapai 1,2 Volt sebagai pencatu daya alternatif untuk jam analog hanya menangkap dan memanen energi dari sinyal gelombang RF pada satu frekuensi dengan menggunakan antena jenis *singleband* juga dapat menghasilkan tegangan keluaran sebesar 0,62 Volt dengan nilai masukan sebesar -10 dBm [10]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rawan Nugraha, Unang Sunarya, dan Yuyu Wahyu, perancangan dan realisasi *rectenna* (Rectifier Antenna) untuk frekuensi 900 MHz - 5GHz sebagai sumber daya alternatif untuk mengisi baterai handphone menggunakan antena mikrostrip *patch rectangular* dengan jenis *wideband* atau *broadband* mampu menangkap dan memanen sinyal gelombang RF dengan range frekuensi 600 MHz – 5 GHz [11].

Dapat dilihat pada penelitian-penelitian sebelumnya sistem *rectenna* yang telah dirancang mampu memanen dan mengkonversi sinyal gelombang RF di udara bebas menjadi tegangan DC yang bisa dijadikan sebagai sumber catuan atau sumber energi baru, namun

belum ada yang secara spesifik menganalisis pengaruh parameter-parameter antenna terhadap tegangan keluaran yang dihasilkan, khususnya masalah jenis *bandwidth* antenna. Pada tugas akhir ini saya akan mencoba menganalisis pengaruh *bandwidth* antenna terhadap tegangan keluaran pada sistem *Radio Frequency Energy Harvesting*, dengan kata lain tujuan penelitian ini adalah membandingkan daya dan tegangan keluaran pada sistem rectenna singleband dan rectenna multiband kemudian menganalisis pengaruh perbedaan parameter *bandwidth* antenna pada sistem rectenna yang direalisasikan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan tugas akhir ini adalah:

1. Merancang antenna dengan jenis *singleband* dan *multiband* untuk sistem *RF Energy Harvesting*.
2. Mengukur antenna *singleband* dan *multiband* yang telah dirancang.
3. Mengukur rectifier yang telah dirancang.
4. Membandingkan hasil pengukuran antara rectenna *singleband* dan *multiband*, kemudian menganalisis pengaruh jenis *bandwidth* rectenna terhadap daya keluaran pada sistem *RF Energy Harvesting*.

1.3 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dijadikan objek dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan antenna yang mampu bekerja pada satu frekuensi kerja maupun pada banyak frekuensi kerja?
2. Bagaimana merancang dan membuat rectifier yang dapat menyearahkan tegangan dari gelombang RF yang bersifat AC (Alternating-Current)?
3. Bagaimana mengintegrasikan antenna dan rectifier agar mampu bekerja secara optimal pada kondisi *singleband* maupun *multiband* ?
4. Bagaimana pengaruh perbedaan antara rectenna *singleband* dan *multiband* terhadap daya keluaran pada *RF Energy Harvesting*?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Antena yang digunakan adalah antena mikrostrip *singleband* dan PIFA *multiband* yang telah disimulasikan di software CST Microwave Studio 2016.
2. Metode yang digunakan adalah penambahan *slot* berbentuk L pada *patch* antena.
3. Spesifikasi antena sebagai berikut:
 - Frekuensi kerja : *Singleband* (1800 MHz), *Multiband* (900 MHz, 1800 MHz, 2400 MHz)
 - Bandwidth : > 20 MHz
 - VSWR : < 2
 - Gain : > 0 dB
 - Pola radiasi : Omnidireksional
 - Polarisasi : Linier
4. Rectifier yang dirancang adalah jenis *voltage multiplier* yang disimulasikan pada *software* Multisim 13.0.
5. Pengukuran rectifier hanya sebatas mengetahui nilai daya dan tegangan keluaran tanpa melihat bentuk *ripple*-nya.
6. Dioda yang digunakan adalah Dioda Schottky tipe BAT17.

1.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan penelitian terkait, dapat dilihat bahwa parameter-parameter antena jelas mempengaruhi proses penangkapan gelombang radio di udara. Semakin bagus gain dan VSWR dari antena maka kinerja antena dalam menangkap gelombang radio akan semakin maksimal. Bagaimana dengan bandwidth antena, secara teoritis semakin lebar bandwidth antena dan semakin banyak range frekuensi kerja antena, maka semakin banyak pula gelombang radio frekuensi yang diterima oleh antena. Namun belum ada kepastian, karena belum ada penelitian-penelitian sebelumnya membahas secara spesifik pengaruh tipe dan spesifikasi bandwidth antena terhadap tegangan keluaran sistem. Kita belum tahu pasti bagaimana pengaruh semakin banyaknya gelombang RF yang masuk pada sistem, mungkin saja terjadi gejala interferensi pada sinyal gelombang elektromagnetik.

1.6 Metodologi Penelitian

Tugas akhir ini dilakukan dengan metodologi eksperimental dengan merubah parameter pada saat melakukan simulasi. Perubahan parameter pada saat simulasi dilakukan untuk mendapatkan karakteristik antena yang sesuai untuk diintegrasikan pada rectifier.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Mencari dan mempelajari teori-teori tentang materi antena dan rectifier yang terkait dengan topik tugas akhir ini melalui berbagai referensi baik buku, jurnal, internet, dan sumber-sumber lain.

2. Pengembangan prototipe dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Persiapan

Tahapan ini berisi kegiatan pencarian dan pengumpulan data yang berhubungan dengan pembuatan rectenna.

- b) Perancangan dan Simulasi

Pada tahap ini menentukan rancangan desain antena singleband dan antena multiband pada software CST Microwave, dan menentukan rancangan desain rectifier pada software NI Multisim yang akan diterapkan agar sesuai dengan tujuan dan target yang diinginkan.

- c) Realisasi dan Pabrikasi

Pada tahap ini dilakukan proses realisasi dan parikasi dari sistem yang telah dirancang dan disimulasikan dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak yang telah dirumuskan sebelumnya.

- d) Pengukuran dan Pengujian

Merupakan tahapan terakhir dari pembuatan prototipe rectenna ini. Tahapan ini bertujuan untuk mengukur parameter-parameter rectenna dan menguji apakah sistem yang dibuat telah sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

3. Analisis

Analisis dilakukan untuk mengevaluasi hasil uji coba yang telah dilakukan, serta membandingkan hasil pengukuran dan simulasi pada sistem yang telah dirancang.

4. Pembuatan Laporan

Mendokumentasikan hasil pengukuran dan pengujian beserta analisis yang dapat di ambil dari perangkat yang sudah dibuat, dan disatukan dalam sebuah laporan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang disusun sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penelitian.

2. BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang konsep dan teori-teori dasar yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini.

3. BAB III PERANCANGAN DAN SIMULASI

Bab ini membahas tentang perancangan dan simulasi antena mikrostrip *PIFA* Multiband dan Singleband menggunakan perangkat lunak perancang antena serta perancangan dan simulasi rectifier menggunakan perangkat lunak multisim.

4. BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang pengukuran antena serta analisis berdasarkan perbandingan dari hasil simulasi dan pengukuran.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diambil dari proses perancangan dan realisasi serta analisis dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.