

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Ada berbagai sumber energi disekitar yang dapat dimanfaatkan menjadi energi terbarukan seperti, matahari (Denis et al., 2024), angin (Ghazali et al., 2024), termasuk *Radio Frequency* (RF) (Suandi et al., 2018). Salah satu faktor utama yang dapat menjadikan radio frekuensi menjadi energi terbarukan adalah pertumbuhan lalu lintas seluler global, evolusi dan penetrasi yang terus berubah dari perangkat nirkabel yang terhubung ke jaringan seluler di berbagai belahan dunia. Kemajuan dalam teknologi perangkat seluler telah menyebabkan peningkatan dalam penggunaan data seluler, yang terus meningkat tanpa henti. Proyeksi global menunjukkan bahwa jumlah total pengguna internet yang memanfaatkan RF diperkirakan akan meningkat dari 3,9 miliar pada tahun 2018 menjadi 5,3 miliar pada tahun 2023 (CISCO, 2020). Diperkirakan hampir 70 persen dari total populasi dunia akan memiliki akses konektivitas seluler pada tahun 2023, mencapai 5,3 miliar pengguna internet. Dari data tersebut mengindikasikan bahwa ada peningkatan signifikan dalam penggunaan pita spektrum *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) 2,45 GHz dan 5 GHz yang diproyeksikan pada tahun tersebut. Kedua pita frekuensi ini merupakan standar global yang digunakan oleh perangkat *access point* Wi-Fi untuk menyediakan koneksi internet nirkabel, sehingga pancaran sinyalnya terdapat di lingkungan sekitar. Sebagai hasilnya, akan ada peningkatan yang signifikan dalam kelimpahan sinyal frekuensi di lingkungan sekitarnya (Gaurang Naik et al., 2018). Kelimpahan sinyal frekuensi ini memiliki potensi yang signifikan untuk dipanen kemudian diubah menjadi energi listrik untuk berbagai aplikasi.

Di Indonesia, kemajuan teknologi di sektor telekomunikasi sedang mengalami perkembangan yang sangat cepat. Dengan hadirnya berbagai operator telekomunikasi dan juga stasiun TV yang terus bermunculan, persaingan untuk menyediakan layanan terbaik kepada pengguna semakin sengit. Yang menyebabkan meningkatnya kualitas sinyal, terutama dalam hal gelombang RF, serta memperluas jangkauan hingga mencakup hampir seluruh wilayah Indonesia. Sehingga Energi RF memiliki potensi yang bagus sebagai solusi sumber pemanen energi alternatif lainnya yang tidak bersifat polutif, berlimpah, terbarukan dan merupakan energi

sepanjang masa. Seiring dengan berkembangnya teknologi telekomunikasi semakin banyak perangkat yang memancarkan radio frekuensi dan memiliki energi elektromagnetik, maka banyak energi elektromagnetik yang meluas sehingga ada energi elektromagnetik yang sebagian tidak diterima oleh perangkat *receiver* tetapi terbuang secara percuma di udara bersama gelombang radio yang lain. Energi yang tersisa dapat digunakan kembali dengan mengumpulkan dan memanfaatkannya. Maka dari itu, dibuatlah sebuah teknologi yang dapat memanfaatkan energi tersebut, dimana sumber energi ditangkap, dan disimpan, seperti yang digunakan dalam perangkat elektronik yang kemudian dikonversi langsung menjadi energi listrik. Antena dan *rectifier* adalah komponen utama sistem *energy harvesting*. Terkait *energy harvesting* ini, maka diperlukan suatu alat berupa antena untuk menangkap gelombang elektromagnetik dari sumber pemancar frekuensi radio dan *rectifier* untuk mengonversi gelombang elektromagnetik menjadi tegangan DC (Aditama et al., 2019).

Beberapa riset sebelumnya yang serupa mengenai sistem pemanenan energi *Radio Frequency* (RF) telah dilakukan sebelumnya. Pertama, Suwandi (2021) meneliti tentang mendesain dan mengimplementasikan penyearah gelombang 6 tingkat untuk aplikasi pemanenan energi frekuensi radio pada frekuensi radio 900 MHz. Dalam penelitian ini didesain menggunakan program simulasi *Advance Design System* (ADS) dan menggunakan rangkaian *rectifier* pengganda tegangan model Dickson yang disusun dalam 6 tingkat. Pada penelitian berhasil mengkonversi gelombang elektromagnetik menjadi tegangan DC sebesar 5,984 V pada 0 dBm pada simulasi menggunakan ADS dan saat pengujian sangat berbeda hanya menghasilkan tegangan sebesar 1,3641 V pada 0 dBm. Hal ini dipengaruhi karena adanya redaman kabel jumper yang mungkin menyebabkan perbedaan ini. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lebih lanjut agar hasil simulasi dan pengujian bisa sama sehingga dapat memaksimalkan penggunaan RF *Energy Harvesting* pada perangkat berdaya rendah.

Kedua, Nurfitri (2022) meneliti mengenai *Hybrid RF Energy Harvesting*. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan solusi terhadap tantangan kemandirian energi dan *Long Battery Life Time* pada perangkat cerdas IoT dengan cara memanen sumber energi yang ada disekitar. Hasil pengukuran dengan menggunakan 2 *access*

point Wi-Fi pada jarak terdekat didapatkan *output voltage* sebesar 6,79 V, selain itu dihubungkan menggunakan mini *solar cell* dan pengukuran dilakukan pada pukul 11.52 siang didapatkan output konstan sebesar 5 V. Pada penelitian ini berhasil mengubah gelombang elektromagnetik *radio frequency* 2,45 GHz dan mini *solar cell* menjadi energi listrik. Tetapi terdapat kekurangan saat diimplementasikan untuk pengecasan baterai handphone dengan jenis baterai Li-Ion 2100 mAh karena dilakukan pengecasan selama 1 jam pengisian daya baterai hanya naik 1 %. Hal itu dikarenakan output arus masih dalam orde mA sehingga proses *charging* masih lama. Oleh karena itu, perlunya penelitian lebih lanjut sehingga *RF Energy Harvesting* dapat memberikan output maksimal yang dapat dipakai untuk perangkat IoT berdaya rendah.

Ketiga, Buwarda (2022) meneliti tentang dibuat sebuah rangkaian penyimpanan daya dengan tujuan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh *rectifier*. Digunakan dua jenis antena dengan frekuensi yang berbeda sebagai alat uji yaitu antena Wi-Fi yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan antena TV yang bekerja pada frekuensi 470-806 MHz. Hasil pengujian yang dilakukan, dihasilkan tegangan sebesar 5,96 V pada rangkaian penyimpanan daya dengan lama proses pengecasan 54 menit 27 detik dengan menggunakan antena Wi-Fi yang diintegrasikan dengan *rectifier* dan *step up dc to dc converter*. Dengan menggunakan antena TV dihasilkan tegangan sebesar 4,25 V dengan lama proses pengecasan 57 menit 19 detik. Pada penelitian ini berhasil membuktikan bahwa gelombang elektromagnetik yang merambat bebas di udara dapat diubah menjadi energi listrik, namun masih memerlukan kajian *rectifier* yang lebih komprehensif untuk lebih meningkatkan besaran tegangan yang dihasilkan sehingga dapat diimplementasikan pada perangkat berdaya rendah.

Perencanaan *rectenna* dalam penelitian sebelumnya melibatkan beragam bentuk antena patch, konfigurasi rangkaian *rectifier* dan rentang frekuensi yang berbeda, sehingga menghasilkan hasil yang beragam. Proses pemanenan energi frekuensi radio sendiri sangat ditentukan oleh dua aspek penting yaitu antena yang harus sesuai dengan frekuensi kerja gelombang elektromagnetik yang akan dikumpulkan dan *rectifier* yang sangat berpengaruh terhadap tegangan DC yang dihasilkan (Andre, 2018). Sebagai *rectifier*, rangkaian *voltage multiplier* dengan

jenis *voltage doubler* dapat mengonversi sinyal AC menjadi tegangan DC dan memperbesar nilai tegangan output dua kali lebih besar dibandingkan tegangan puncak input dikurangi tegangan *threshold* dioda pada rangkaian saat diberi masukan sinyal AC (Rajab, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *RF Energy Harvesting* pada frekuensi RLAN khususnya dalam merancang dan membuat *rectifier* antena yang dapat digunakan untuk mendukung perangkat berdaya rendah. Berdasarkan (Salleh et al., 2021) Simulasi Hasil akhir menunjukkan bahwa tegangan keluaran maksimum sebesar 6,651 V dengan tegangan masuk sebesar 25 dBm yang berhasil mengkonversi daya maksimum sebesar 73,13%, sehingga dapat diterapkan pada aplikasi perangkat berdaya rendah. Oleh karena itu, melalui penelitian ini diharapkan dapat ditemukan solusi yang bisa meningkatkan kemandirian energi perangkat berdaya rendah, mengurangi ketergantungan pada sumber daya baterai, serta memperluas potensi aplikasi IoT dan perangkat dengan daya rendah lainnya.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Energi dari sinyal RF yang ada di lingkungan sering kali tidak dimanfaatkan secara maksimal.
2. Konversi energi dari sinyal RF menjadi daya yang dapat digunakan relatif rendah.
3. Fabrikasi *rectifier* yang dapat digunakan untuk perangkat dengan daya rendah.

1.3 Pembatasan Masalah

1. Pada penelitian ini antena yang digunakan bekerja pada frekuensi RLAN (2,45 GHz dan 5 GHz).
2. Penelitian ini hanya sampai pada mendesain dan merancang *rectifier* untuk rectenna serta menguji pada *Light Emitting Diode* (LED).
3. Penelitian ini menggunakan perangkat berdaya rendah yaitu *Light Emitting Diode* (LED).

1.4 Perumusan Masalah

1. Bagaimana membuat desain *rectifier* pada rectenna yang dapat bekerja pada *Light Emitting Diode* (LED)?

2. Bagaimana membuat rangkaian *rectifier* agar daya *output* yang dihasilkan dapat digunakan *Light Emitting Diode (LED)*?
3. Bagaimana menguji rangkaian *rectifier* sehingga dapat digunakan untuk *Light Emitting Diode (LED)*?

1.5 Tujuan Penelitian

1. Membuat desain *rectifier* pada *rectenna* yang dapat bekerja pada *Light Emitting Diode (LED)*.
2. Membuat rangkaian *rectifier* yang dapat mengoptimalkan konversi daya yang dihasilkan sehingga dapat digunakan pada *Light Emitting Diode (LED)*.
3. Menguji *rectifier* yang bisa digunakan pada *Light Emitting Diode (LED)*.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Mengurangi ketergantungan pada baterai dengan memanfaatkan energi RF.
2. Memanfaatkan gelombang elektromagnetik yang tersebar di sekitar kita untuk diubah menjadi sumber energi terbarukan.
3. Memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi yang dapat meningkatkan perkembangan RF-EH yang lebih berkelanjutan.

Intelligentia - Dignitas