

# Technical Guidelines for Rectifier Design for Wireless Power Transfer Using Dipole Antennas in Household Appliance Applications

## [Petunjuk Teknis Desain Rectifier Untuk Wirelles Power Transfer Menggunakan Antena Dipole Pada Aplikasi Peralatan Rumah Tangga]

Aminuddin Nazib<sup>1)</sup>, Shazana Dhiya Ayuni <sup>\*,2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: shazana@umsida.ac.id

**Abstract.** *Wireless Power Transfer (WPT) is a technological innovation that enables the transmission of electrical energy without physical connectors. A critical component in WPT systems is the rectifier, which converts Radio Frequency (RF) signals into Direct Current (DC) voltage for powering electronic devices. This technical guideline presents the design of a rectifier system for WPT applications using a dipole antenna as the RF signal receiver. The document covers component selection, circuit configuration such as the Villard-Dickson topology, technical parameter calculations, and system integration for low-power household appliances. The objective of this guide is to provide both theoretical and practical references for developers and researchers to implement an efficient and applicable WPT system for modern home needs.*

**Keywords** - author guidelines; UMSIDA Preprints Server; article template

**Abstrak.** *Penyaluran daya listrik secara nirkabel (Wireless Power Transfer atau WPT) merupakan inovasi teknologi yang memungkinkan pengiriman energi tanpa menggunakan media kabel. Salah satu komponen kunci dalam sistem WPT adalah rectifier yang berfungsi mengubah sinyal radio frekuensi (RF) menjadi tegangan searah (DC) yang dapat digunakan untuk mengoperasikan peralatan elektronik. Dokumen ini menyajikan petunjuk teknis dalam merancang sistem rectifier untuk WPT menggunakan antena dipole sebagai penerima sinyal RF. Pembahasan mencakup pemilihan komponen, konfigurasi rangkaian seperti topologi Villard-Dickson, penghitungan parameter teknis, serta integrasi sistem pada aplikasi peralatan rumah tangga berdaya rendah. Tujuan dari panduan ini adalah memberikan acuan praktis dan teoritis bagi pengembang atau peneliti dalam mengimplementasikan sistem WPT yang efisien dan aplikatif untuk kebutuhan rumah tangga masa kini.*

**Kata Kunci** - Wireless Power Transfer, Rectifier, Antena Dipole,

## I. PENDAHULUAN

Teknologi baru mengubah sumber energi lama menjadi sumber energi terbarukan. Gelombang elektromagnetik adalah sumber energi ramah lingkungan dan tidak terbatas yang dapat dilakukan pemanenan energi. Seiring kemajuan teknologi, pemanenan energi dari gelombang elektromagnetik menjadi tegangan listrik telah menunjukkan potensi besar. Wireless Power Transfer (WPT) adalah sistem transfer energi tanpa kabel menggunakan prinsip induksi resonansi elektromagnetik, potensi ini dapat digunakan dalam banyak aplikasi teknologi kontemporer. [1].

Proses energi gelombang elektromagnetik membutuhkan perangkat antena. Untuk menghasilkan energi melalui proses gelombang elektromagnetik, diperlukan untuk mengekstrak gelombang elektromagnetik dan mengubahnya menjadi arus langsung (DC). Perangkat ini disebut Rectenna (Rectifier Antenna). Dua komponen utama pengelolaan energi elektromagnetik adalah rectifier dan antena. Dalam proses pemanenan energi gelombang elektromagnetik, rangkaian rectifier menggunakan tegangan DC sebagai penyearah. Sementara antena digunakan untuk menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas, sedangkan rectifier atau penyearah gelombang mengubah sinyal antena AC menjadi sinyal listrik DC. Penggunaan antena dipole, yang dapat dikonfigurasi untuk frekuensi operasi, dapat meningkatkan kapasitas sistem untuk mengumpulkan energi elektromagnetik. [2] [3] [4]

Salah satu masalah dalam pemanenan gelombang elektromagnetik adalah bahwa desain dan penggunaan antena untuk mengubah energi menjadi sinyal gelombang elektromagnetik yang telah dikumpulkan oleh antena tidak melakukan fungsi terbaiknya. Perencanaan dan perancangan antena yang benar dapat meningkatkan kinerja keseluruhan sistem antena. Pada WPT frekuensi tinggi juga menyebabkan konversi energi dari sinyal yang diterima tidak efisien, yang mana memerlukan desain rectifier yang mampu bekerja secara efisien di frekuensi ini. Selanjutnya memastikan konversi daya yang efisien dari AC (sinyal RF yang diterima antena) menjadi DC adalah tujuan dalam desain rectifier.

Dalam hal ini meningkatkan efisiensi dengan menggunakan komponen seperti diode Schottky, yang memiliki karakteristik konversi cepat. [5] [6]

Selanjutnya desain rangkaian rectifier wireless power transfer (WPT) menggunakan antenna di pole memastikan bahwa energi yang ditransfer secara nirkabel dapat dikonversi dan digunakan dengan tepat. Input sinyal AC frekuensi tinggi dari antenna dipole harus dikonversi menjadi output sinyal DC yang stabil dan efisien. Untuk mengoptimalkan transfer daya dari antenna ke rectifier, menggunakan matching network yang terdiri dari komponen pasif seperti kapasitor. Rectifier mengubah sinyal AC yang diterima dari antenna menjadi sinyal DC yang menjadi output

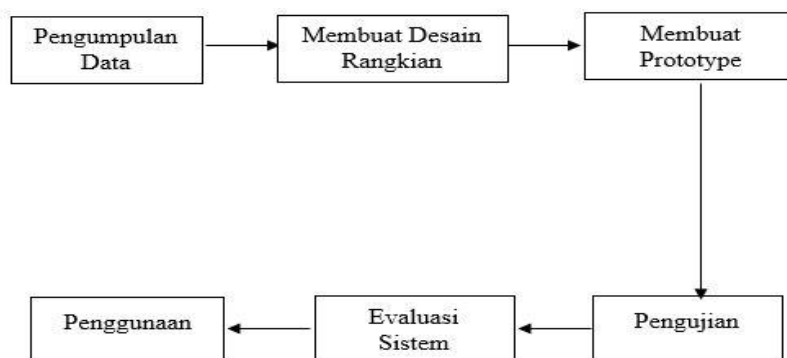
Berdasarkan latar belakang diatas secara garis besar rangkain project ini adalah memanfaatkan gelombang elektromagnetik menjadi tegangan listrik yang mana digunakan pada peralatan rumah tangga salah satu nya yang menjadi outputnya adalah jam dinding dan lampu

## II. METODE

Jenis penelitian skripsi ini menggunakan metode kuantitatif dan penelitian terapan. Pendekatan kuantitatif ini memungkinkan penilaian yang objektif terhadap performa desain rectifier pada sistem WPT, serta hasil penelitian dapat dianalisis secara statistik untuk membuktikan klaim terkait efisiensi dan efektivitas sistem. Penelitian terapan dapat didefinisikan sebagai setiap penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan teknologi baru atau meningkatkan pengetahuan ilmiah secara praktis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diimplementasikan dalam kehidupan masyarakat

### A. Alur Penelitian

Alur penelitian adalah gambaran suatu proses kegiatan dari awal sampai akhir. Di bawah ini adalah tahapan atau alur penelitian yang harus dilakukan dari awal hingga akhir penelitian untuk mencapai hasil akhir.



**Gambar 1 Alur Penelitian**

#### 1. Pengumpulan data

Untuk mengoptimalkan hasil penelitian, harus melakukan observasi dan analisis berdasarkan referensi jurnal yang berkaitan dengan desain rectifier pada sistem WPT yang menggunakan antenna dipole untuk peralatan rumah tangga. Selanjutnya menentukan masalah yang ingin ditangani dan menentukan desain dan peralatan yang diperlukan untuk merancang rectifier yang efisien dan mengoptimalkan performa antenna dipole.

#### 2. Membuat Rangkaian Desain

Desain penelitian ini terdiri dari beberapa tahap utama, seperti :

- 1 Merancang antenna dipole untuk menerima sinyal dari HT . Tujuan desain antenna ini adalah untuk memastikan bahwa sinyal elektromagnetik dapat diterima dengan baik.
- 2 merancang dan mensimulasikan rangkaian rectifier dioda yang dapat mengonversi sinyal RF yang diterima menjadi daya DC. Selanjutnya mempertimbangkan efisiensi konversi daya, tegangan output. Sebelum implementasi fisik, kinerja rangkaian diprediksi melalui penggunaan software simulasi elektronik.
- 3 Menentukan output (perangkat rumah tangga) yang akan diuji dengan sistem ini.

#### 3. Membuat Prototype

Membuat prototipe antenna dipole untuk transfer daya nirkabel (WPT) pada peralatan rumah tangga, menggunakan desain yang telah dioptimalkan untuk membuat prototipe rangkaian dan antenna. Pemilihan material, perakitan fisik, dan pengujian antenna adalah semua bagian dari proses ini.

#### 4. Pengujian

Pengujian sistem untuk memastikan bahwa sistem Transfer Daya Nirkabel (WPT) yang menggunakan antena dipole dan rectifier beroperasi dengan baik pada peralatan rumah tangga dan memenuhi persyaratan desain.

#### Evaluasi Sistem

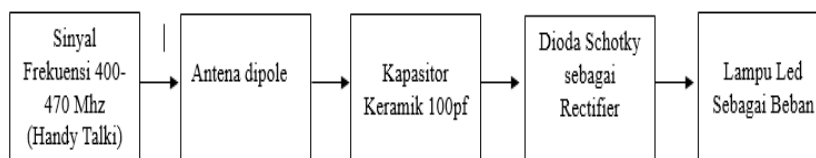
Setelah pengujian, evaluasi sistem untuk memastikan bahwa sistem Transfer Daya Nirkabel (WPT) menggunakan antena dipole dan rectifier beroperasi sesuai harapan dan memenuhi semua spesifikasi desain. Selama evaluasi, hasil pengujian dievaluasi untuk menentukan kekuatan dan kelemahan sistem serta apakah perbaikan atau penyesuaian diperlukan. Tahap evaluasi sistem sangat membantu untuk mengidentifikasi masalah saat sistem digunakan. Pada titik ini, pengujian akan dilakukan pada beban peralatan rumah tangga sebagai output

#### 5. Penggunaan

Pada penggunaan ini alat siap digunakan dan diimplementasikan pada peralatan rumah tangga sebagai output yang mana hasilnya sesuai dari keluaran tegangan DC.

### B. Pemodelan System

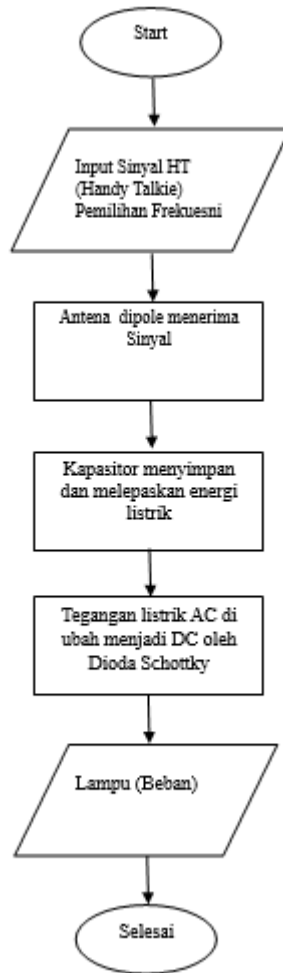
Pemodelan sistem desain rectifier wireless power transfer menggunakan antena dipole pada peralatan rumah tangga menggunakan sinyal RF sebagai input dan untuk keluaran output (beban) menggunakan perangkat elektronik. Antena dipole dimodelkan untuk menangkap sinyal RF pada frekuensi yang telah ditentukan. Setelah sinyal diterima, jumlah daya yang optimal ditransfer dari antena ke rangkaian kapasitor untuk menyimpan tegangan. selanjutnya rangkaian rectifier dirancang menggunakan dioda Schottky, yang berfungsi untuk mengubah sinyal RF AC menjadi tegangan DC. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang proses perancangan sistem transmisi daya nirkabel (WPT) yang menggunakan rectifier dan antena dipole pada aplikasi peralatan rumah tangga, flowchart berikut ini akan menjelaskan langkah-langkah yang terlibat dalam desain dan implementasi sistem secara terstruktur



**Gambar 1. 1 Pemodelan system**

### C. Flowcart

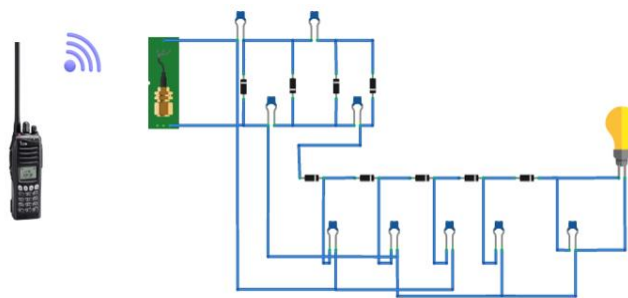
(Diagram alur) sederhana untuk desain rectifier pada sistem Wireless Power Transfer (WPT) menggunakan antenna dipole untuk peralatan rumah tangga:



**Gambar 1. 2 Flowcart Desain Rectifier WPTdengan Antena Dipole**

**D.** Perancangan sistem dalam penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul *rectifier* sebagai penerima daya nirkabel berbasis antenna dipole, yang dikonversi menjadi energi listrik DC untuk mendukung aplikasi peralatan rumah tangga. Proses perancangan dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan, pemilihan komponen, desain rangkaian, simulasi

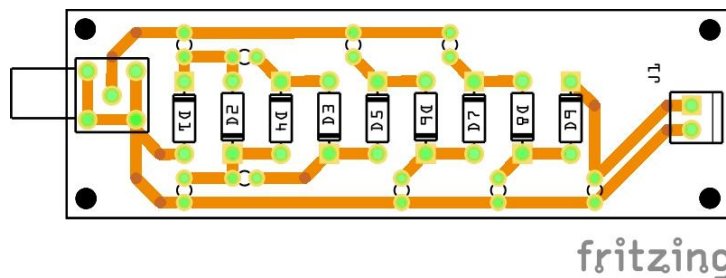
#### 1 Skema Rangkaian



**Gambar 1. 3 Skema Rangkaian**

## 2 Pengaplikasian Alat

Menyiapkan desain skematik dan layout PCB sesuai Spesifikasi



**Gambar 1. 4 Desain PCB**

Langkah berikutnya adalah mengebor lubang untuk penempatan komponen sesuai dengan desain layout. Kemudian, komponen elektronik seperti dioda Schottky, kapasitor, dan konektor dipasang pada posisi yang telah ditentukan. Dalam proyek ini, pemasangan komponen pada PCB dilakukan dengan menggunakan teknologi THT (Through-Hole Technology), di mana kaki komponen dimasukkan ke lubang pada papan sirkuit dan kemudian disolder dari bagian bawah PCB. Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan pemeriksaan visual serta pengujian kelistrikan untuk memastikan bahwa rangkaian rectifier berfungsi secara optimal. Sebagai tahap akhir, PCB yang telah dirakit siap diintegrasikan dengan antenna dipole dalam sistem wireless power transfer.



**Gambar 1. 5 Antena Dipole**

## 3 Desain Antena Dipole

antena dipole dalam sistem ini dirancang khusus untuk beroperasi pada frekuensi 470 MHz, dengan panjang keseluruhan elemen dipole disesuaikan menjadi sekitar setengah panjang gelombang, yakni kurang lebih 13 cm. Material konduktor yang digunakan dipilih berdasarkan tingkat konduktivitas yang tinggi serta ketahanannya terhadap korosi, seperti aluminium atau tembaga. Posisi dan orientasi antenna diatur secara tepat guna memaksimalkan penerimaan sinyal dari pemancar dalam sistem transfer daya nirkabel.



**Gambar 1. 6 Antena Dipole**

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Cara Penggunaan

- 1 Nyalakan Handy Talkie (HT).
- 2 Pastikan antenna dipole terhubung konektor SMA di PCB.
- 3 Arahkan HT ke antenna dan tekantombol push-to-talk untuk mengirim sinyal RF.
- 4 Antena akan menangkap sinyal danmengalirkannya ke rangkaian Villard-Dickson.
- 5 Terminal Box diukur dengan menggunakan multimmter digital untuk mengetahui berapa tegangan yang dihasilkan sebelum di beri beban lampu.
- 6 Lampu akan menyala apabila HT di tekan tombol push to-talk



**Gambar 2. 1 Rangkaian dan Beban**

#### B. Sistem Kerja

- 1 Pemancaran Sinyal RF dari HT. HT menghasilkan sinyal frekuensi radio (RF) dalam rentang tertentu yaitu 470 UHF.
- 2 Antena dipole untuk menerima sinyal dari HT dengan panjang antenna 13 cm.
- 3 Sinyal RF yang diterima akan diarahkan ke rangkaian Villard-Dickson, yang berperan sebagai penyearah sekaligus pengganda tegangan. Rangkaian ini mengubah sinyal AC menjadi tegangan DC. Penggunaan dioda Schottky dipilih karena efisiensinya yang tinggi, berkat tegangan maju yang rendah. Sementara itu, kapasitor berfungsi untuk menyimpan muatan dan meningkatkan tegangan output melalui proses penggandaan tegangan.
- 4 Setelah proses konversi sinyal RF ke DC oleh rangkaian rectifier selesai, tegangan output diukur menggunakan multimeter digital pada titik keluaran. Pengukuran ini bertujuan untuk memverifikasi performa rangkaian serta mengetahui kestabilan dan nilai akhir dari tegangan DC yang akan disalurkan ke beban.
- 5 Setelah proses penyearahan selesai, tegangan DC dialirkan ke beban berupa lampu DC.

#### C. Tabel Pengujian

| NO | Jarak Antar Antena (cm) | Frekuensi (MHz) | Tegangan Output (V) | Arus Output (mA) |
|----|-------------------------|-----------------|---------------------|------------------|
| 1  | 5 cm                    | 470             | 7,77                | 30               |
| 2  | 10                      | 470             | 6,0                 | 25               |
| 3  | 15                      | 470             | 4,2                 | 20               |
| 4  | 20                      | 470             | 2,8                 | 15               |
| 5  | 25                      | 470             | 1,5                 | 10               |

## IV SIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengembangkan petunjuk teknis desain rangkaian rectifier untuk sistem *Wireless Power Transfer* (WPT) dengan menggunakan antena dipole, yang ditujukan untuk aplikasi peralatan rumah tangga. Berdasarkan hasil perancangan dan simulasi, sistem rectifier yang dibangun mampu mengubah sinyal gelombang elektromagnetik yang diterima oleh antena dipole menjadi tegangan DC yang stabil dan sesuai kebutuhan perangkat rumah tangga berdaya rendah.

Pemilihan antena dipole sebagai elemen penerima terbukti efektif dalam menangkap energi gelombang radio pada frekuensi tertentu, dengan efisiensi yang cukup tinggi bila dikombinasikan dengan rangkaian penyearah berbasis dioda Schottky dan kapasitor penyaring. Selain itu, desain ini menunjukkan potensi implementasi nyata dalam mendukung sistem kelistrikan nirkabel yang lebih aman, fleksibel, dan bebas kabel.

Secara keseluruhan, petunjuk teknis yang disusun memberikan panduan praktis dan sistematis dalam merancang rectifier untuk WPT berbasis antena dipole, dan dapat dijadikan referensi awal untuk pengembangan sistem WPT skala rumah tangga yang lebih efisien dan aplikatif di masa depan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih dan syukur kepada Allah SWT dengan berbagai rahmat dan pertolongan-Nya, sehingga penulis bisa menuntaskan penelitian ini, serta menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing, atas segala bimbingan, ilmu, arahan, dan kesabaran yang telah diberikan selama proses penyusunan jurnal ini. Bimbingan beliau sangat berarti dalam mengarahkan penulis untuk memahami dan menyelesaikan setiap tahapan penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, mulai dari keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan.

## REFERENSI

- [1] S. D. Ayuni, E. Setijadi, and W. Wirawan, "PENGUKURAN EFEKTIFITAS ENERGI SOLAR CELL SEBAGAI SUMBER DAYA PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL," in *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)*, 2018.
- [2] E. Heptaniarti, I. Gusti Putu Asto Buditjahjanto, and M. Rohman, "Rancang Bangun Antena Patch Pada Rectenna Dalam Teknologi Energy Harvesting Gelombang Elektromagnetik 88 Rancang Bangun Antena Patch Pada Rectenna Dalam Teknologi Energy Harvesting Gelombang," 2024.
- [3] S. Buwarda, "RECTIFIER ANTENNA UNTUK ENERGY HARVESTING GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK Graphical abstract," 2022. [Online]. Available: <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/josae>
- [4] "Studi Antena Mikrostrip Dipole Dengan Fraktal Cohen-Minkowski
- [5] P. Jenis, P. Yang, and B. Nurmasyithah, "Desain Sistem Transfer Energi Dengan Menggunakan Wireless Power," *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 2809–476, 2022, doi: 10.47709/jpsk.v2i2.1531

### **Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*