PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI RECTENNA (*RECTIFIER* ANTENA) PADA FREKUENSI WIFI 2.4 GHZ

DESIGN AND IMPLEMENTATION RECTENNA (RECTIFIER ANTENNA) FOR WIFI 2.4 GHZ FREQUENCY

Arnandha Rifkiano[1], Zulfi[2], Yuyu Wahyu[3]

[1,2,3]Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Arnandha26@gmail.com[1], zulfi.zfi@gmail.com[2], yuyuwahyusr@yahoo.com[3]

Abstrak

Dewasa ini perkembangan teknologi sangat pesat. Termasuk semakin banyaknya perangkat teknologi wireless seperti telepon seluler, *Radio Frequency Identification* (RFID) dll. Teknik yang digunakan untuk memberikan catuang tegaangan pada perangkat-perangkat tersebut umumnya ialah menggunakan baterai, kopling *magnetic* atau *solar cell*. Namun dari teknik pencatuan tersebut masih memiliki keeterbatasan. Salah satu teknik pencatuan yang dapat dijadikan alternatif ialah *rectenna*. *Rectenna* adalah teknologi yang terdiri dari *rectifier* dan antena, yang berfungsi untuk mengkonversi gelombang elektromagnetik menjadi sumber arus DC. Dengan menggunakan *rectenna*, radiasi gelombang elektromagnetik yang berasal dari *Acces Point* (AP) *wi-fi* atau dari *Basse Transcevier Station* (BTS) telepon seluler bisa dimanfaatkan untuk menjadi sumber tegangan untuk perangkat lain tanpa perlu menggunakan baterai. Hasil pengukuran menunjukan nilai VSWR sebesar 1,176 pada frekuensi 2,4 GHz, nilai *gain* yang didapatkan sebesar 4,16 dBi, nilai impedansi yang dihasilkan mendekati 50 Ω yaitu sebesar 45,151 Ω, nilai *return loss* yang dihasilkan sebesar -21,84 dB, dan nilai dari power output DC yang dihasilkan sebesar 4,306 mV.

Kata kunci: Antena, *Rectifier, DC*

Abstract

Today the very rapid development of technology. Including the increasing number of wireless devices such as mobile phone technology, Radio Frequency Identification (RFID) etc. The technique used to provide catuang tegaangan on these devices generally are using batteries, magnetic coupling or a solar cell. But from the rationing techniques still have limitations. One technique that can be used as an alternative rationing was rectenna. Rectenna is a technology that consists of a rectifier and* antena*, which serves to convert electromagnetic waves into DC current source. By using a rectenna, radiation of electromagnetic waves emanating from the Access Point (AP) wi-fi or from Basse Transcevier Station (BTS) mobile phones can be used to be a source of stress for other devices without using batteries. The measurement results show the value of VSWR of 1.176 at a frequency of 2.4 GHz, gain value obtained by 4.16 dBi, the resulting impedance values approaching 50 Ω is equal to 45.151 Ω, return loss generated at -21.84 dB, and the value DC output of the power generated at 4.306 mV.

Keywords : Antena, *Rectifier, DC*

1. Pendahuluan

Sistem pencatuan yang digunakan pada perangkat telekomunikasi *wireless* agar dapat tetap beroperasi umumnya menggunakan baterai, kopling *magnetic* atau *solar cell*. Dari teknik yang sudah ada tersebut masih memiliki keterbatasan. Contohnya menggunakan baterai, *life time* yang sangat terbatas, termasuk untuk perangkat *low-power batteries* juga membutuhkan penggantian secara *periodic*. Keterbatasan teknik catuan tersebut disusul dengan kebutuhan catuan untuk berbagai macam jenis perangkat telekomunikasi yang baru akhirnya dibuat teknologi *power transfer*. Teknologi yang menjelaskan tentang bagaimana mengirimkan catuan melewati media tanpa kabel atau *wireless*. Konsep mengirimkan catuan secara *wireless* pertama kali didemonstrasikan oleh Tesla. Teknologi catuan *wireless* ini semakin berkembang hingga saat ini. Disisi yang lain BTS telepon selular dan sumber-sumber gelombang elektromagnetik terus memancarkan radiasinya dan berhamburan begitu saja. Sehingga akan lebih baik jika radiasi tersebut dimanfaatkan untuk aplikasi lain yang lebih berguna. *Rectifier* Antena (Rectenna) merupakan gabungan dari antena dan *rectifier*. Antenna berfungsi untuk menerima gelombang elektromagnetik dari ruang bebas. Sedangkan *rectifier* berfungsi untuk

mengkonversi gelombang elektromagnetik yang diterima oleh antenna menjadi arus DC. *Rectenna* bekerja tanpa perlu ada catuan tersendiri.

Pada tugas akhir ini akan dicoba untuk mengimplemetasikan sebuah *rectenna*, mendesain antena, *rectifier* dan sub-sistem pendukung lainnya dan akan di evaluasi pada selanjutnya. Selain itu system ini belum berkembang lebih lanjut di Indonesia. Sehingga tugas akhir ini diharapkan dapat dijadikan suatu bahan perkembangan diriset telekomunikasi khususnya di Indonesia.

2. Dasar Teori

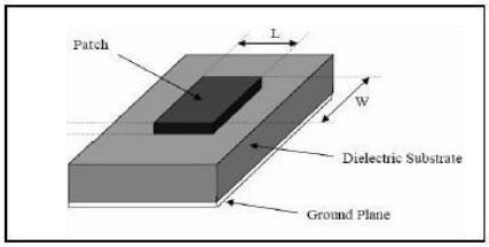
2.1. Konsep Dasar Antena

Antena[1] merupakan rangkaian resonansi yang istimewa. Pada rangkaian resonansi biasa, ukuran kondensator dan kumparan jauh lebih kecil dari panjang gelombang resonansi. Hal ini membuat medan listrik dan magnetik tetap tinggal di dalam rangkaian. Energi medan tersebut diubah menjadi sinyal dan sebagian menjadi kalor (panas). Apabila ketebalan kumparan dan besar kondensator sebanding dengan panjang gelombang resonansi, maka sebagian besar energi akan dikeluarkan sebagai gelombang elektromagnetik. Ini adalah prinsip pemancar. Kekuatan medan elektromagnetik yang dipancarkan tergantung luas medan pancar, besar arus dan tegangan dan tegangan listrik di dalamnya.

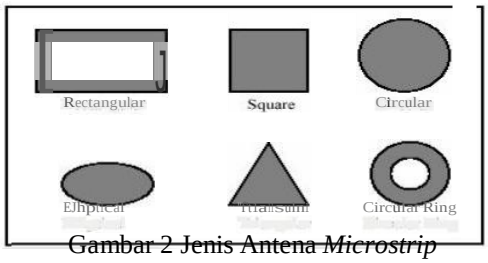
Tujuan utama antena untuk membuat arus listrik yang berfrekuensi tinggi, sesuai dengan jumlah energi yang tersedia. Dengan menghasilkan frekuensi tinggi antena berfungsi sebagai transformator antara saluran transmisi dengan gelombang ruang bebas. Pada radar atau sistem komunikasi satelit sering dijumpai sebuah antena yang melakukan kedua fungsi (peradiasi dan penerima) sekaligus.

2.2. Antena *Microstrip*

Antena *microstrip*[1] adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan dielektrik seperti tampak pada Gambar 2.2.1. Antena *microstrip* merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antena jenis lain. Karena sifat yang dimilikinya, antena *microstrip* sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil, akan tetapi antena *microstrip* juga memiliki beberapa kekurangan yaitu: *bandwidth* yang sempit, *gain* dan *directivity* yang kecil, serta efisiensi rendah.



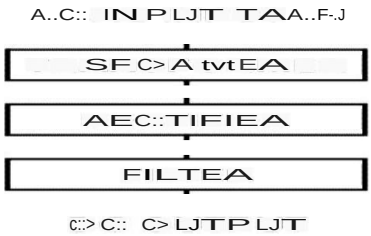
Gambar 1 Struktur Antena *Microstrip*



Gambar 2 Jenis Antena *Microstrip*

2.3. Konsep Dasar *Rectifier*[4]

Penyearah gelombang (*rectifier*) adalah bagian dari *power supply* / catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah *diode* yang dikonfiguarsikan secara *forward bias*. Dalam sebuah *power supply* tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut di ubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC tersebut perlu di turunkan menggunakan transformator *stepdown*. Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang pada suatu *power supply* yaitu, penurun tegangan (*transformer*), penyearah gelombang / *rectifier* (*diode*) dan *filter* (kapasitor) yang digambarkan dalam blok diagram berikut.

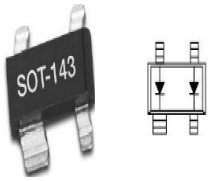


Gambar 3 Blok Diagram

2.4. Schottky *Diode*

Dioda Schottky adalah tipe khusus dari *diode* dengan tegangan yang rendah. Ketika arus mengalir melalui *diode* akan ditahan oleh hambatan *internal*, yang menyebabkan tegangannya menjadi kecil di *terminal diode*. *Diode* normal mulai bekerja jika tegangan *input* antara 0.7-1.7 volt, sementara *diode* Schottky tegangan antara 0.15-0.45 volt sudah dapat bekerja.

Selain itu bahwa frekuensi kerja yang tinggi (2.4 GHz) tidak semua *diode* dapat bekerja pada daerah itu. Maka *diode* yang digunakan adalah *diode* yang masih *linier* di frekuensi tinggi.



Gambar 4 Schottky *Diode*

3. Perancangan dan Realisasi

3.1. Spesifikasi Antena *Microstrip Patch Array 2x2*

Adapun spesifikasi antena mikrostrip patch array 2x2 yang akan direalisasikan adalah sebagai berikut:

- Frekuensi operasi : 2.3 GHz – 2.4 Ghz
- VSWR : ≤ 2
- Bahan dielektrik : FR-4 Epoxy

3.2. Penentuan Dimensi Antena

Dalam menentukan dimensi atau ukuran antena sangat dipengaruhi oleh frekuensi kerja. Semakin tinggi frekuensi maka dimensinya akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya, semakin kecil frekuensi semakin besar dimensinya. Dalam hal ini antena yang digunakan adalah antena *microstrip array* 2x2[2]. Dengan menggunakan persamaan-persamaan yang telah ditentukan, maka didapatkanlah nilai sebagai berikut:

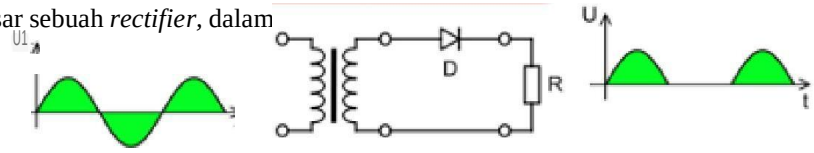
Tabel 1 Dimensi Antena

Parameter	Dimensi (mm)
Wp (1,2,3,4)	43
Lp (1,2,3,4)	54
Ws	200
Ls	185
Wf	6
Lf	6,5
Wg	210

Lg	195
Wsal horizontal (1,2,3,4)	1,5
Lsal horizontal (1,2,3,4)	31
Wsal vertikal (1,2)	2,121
Lsal vertikal (1,2)	109,5
h	1.6

3.3. Realisasi Rectifier

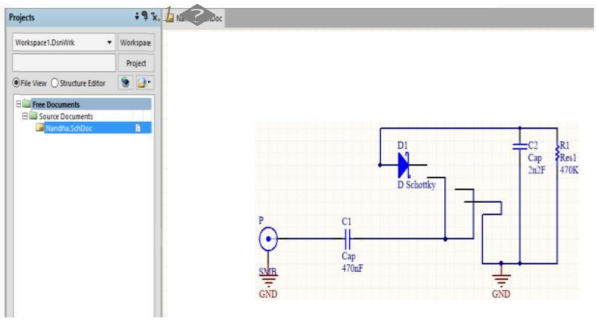
Rangaian dasar sebuah *rectifier*, dalam [illegible] erikut.



Gambar 5 Prinsip *Diode*[4]

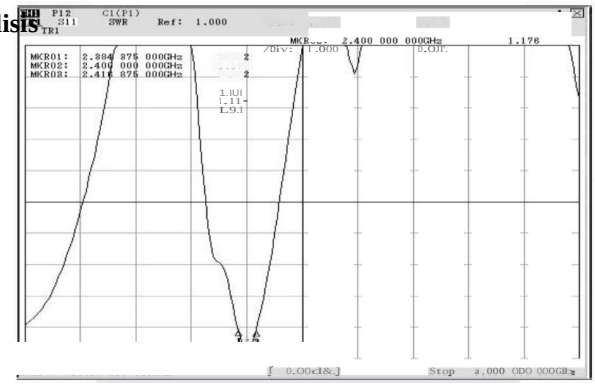
Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan rectenna ini yaitu mampu mengkonversi arus AC ke arus DC dengan nilai tegangan yang dihasilkan juga besar. Pada tugas akhir ini, *rectifier* yang digunakan adalah *double diode rectifier* karena *rectifier* tersebut memiliki fungsi mengubah arus AC ke DC dan juga memiliki fungsi penguatan yang besar.

Setelah melakukan simulasi maka berdasarkan hasil yang diperoleh dipilih rangkaian *rectifier* yang memiliki fungsi penyearah gelombang dan mempunyai fungsi penguatan yang paling besar. Hasil simulasi menunjukan rangkaian yang memenuhi syarat yaitu *double diode*.



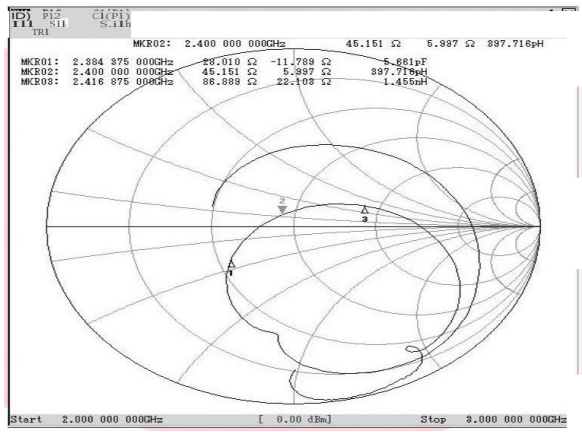
Gambar 3.2 Rangkaian Skematik *Rcetifier* pada *Software* Altium

4. Pengukuran dan Analisis



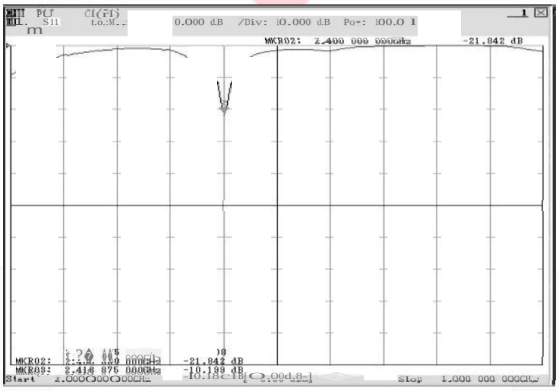
Gambar 6 Grafik VSWR

Dari Gambar 4.1 didapatkan nilai VSWR sebesar 1,176.



Gambar 7 Grafik Impedansi

Dari Gambar 4.2 didapatkan nilai impedansi yang mendekati 50 Ω sebesar 45.151 Ω



Gambar 8 Grafik *Return Loss*

Dari Gambar 4.3 didapatkan nilai *return loss* yang didapatkan yaitu -21.842 dB.

Ada dua skenario dalam pengukuran *gain* dengan menggunakan rectena. Skenario tersebut sebagai berikut.

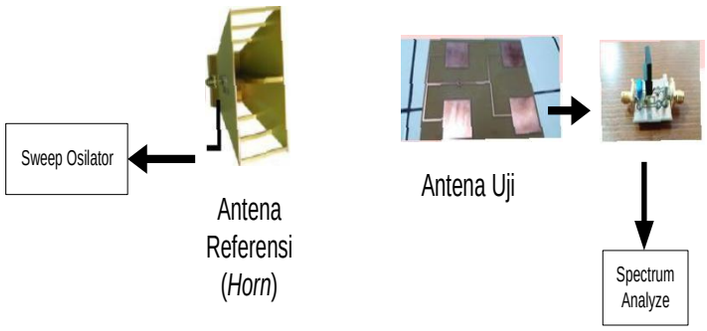
Gambar 9 Skenario pertama, pegukuran *gain* tanpa menggunakan *rectifier*

Tabel 2 Daya terima tanpa menggunakan *rectifier*

Pr$_{(-dBm)}$
-47,22
-48
-47,12
-46,98
-49,9
-48,87
-47,32

-46,18
-46,17
-48,01

Titik yang akan diukur pada skenario pertama adalah pada titik dimana antena telah menerima sinyal dan kemudian transfer daya yang telah diterima dapat dilihat pada *spectrum analyze* dengan hasil -47,577 dBm.



Gambar 10 Skenario kedua, pengukuran *gain* dengan menggunakan *rectifier*

Tabel 3 Daya terima dengan menggunakan *rectifier*

Pr$_{(-dBm)}$
-42,08
-43,76
-44,12
-43,69
-43,79
-44,04
-45,56
-43,10
-43,23
-43,44

Pada skenario yang kedua ini, dengan menambahkan *rectifier* di belakang antena yang dihubungkan oleh konektor SMA dan kemudian titik yang akan diukur adalah pada titik dimana sinyal yang telah diterima oleh antena akan dikuatkan oleh *rectifier* lalu hasil daya terimanya dapat dilihat pada *spectrum analyze* dengan hasil -43,35 dBm.

Bila dibandingkan kedua skenario di atas, dapat disimpulkan bahwa fungsi *rectifier* pada tugas akhir kali ini dapat menguatkan daya terima yang telah diterima oleh antena.

Maka *gain* yang dapat dihasilkan pada pengukuran rectena dapat dihitung dengan hasil selisih antara hasil pengukuran diatas yaitu sebesar 4,16 dBi.

Selain beberapa pengukuran di atas dilakukan pengujian langsung kerja rectena yang telah dibuat dilapangan dengan sumber RF sebesar -10 dBm, lalu kemudian diukur langsung menggunakan voltmeter. Hasilnya sebagai berikut.

Tabel 4 Nilai Pengukuran *field test*

$DC_{(mV)}$
4
3,1
5,2
2,9
3,4
6
5,6
4,5
3,3
2,2

Bila dihitung rata-ratanya maka rectena dapat menghasilkan arus DC sebesar 4,02 mV.

5. Kesimpulan

Dari keseluruhan proses perencanaan, perancangan, pembuatan, dan pengukuran rectena dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Pada Tugas Akhir ini, rectena dengan bentuk antena dan *rectifier* dapat direalisasikan sesuai yang disyaratkan.
2. Nilai VSWR yang didapatkan yaitu 1,176 (frekuensi 2,4 GHz).
3. Nilai *gain* yang didapatkan yaitu 4,16 dBi.
4. *Field test* yang dihasilkan untuk sumber RF sebesar -10 dBm yaitu sebesar 4,306 mV.

Fungsi *rectifier* pada tugas akhir ini adalah dapat menguatkan daya terima dan dapat mengubah arus AC yang dihasilkan oleh antena lalu kemudian diubah menjadi arus DC. Dalam tugas akhir ini telah terbukti bahwa *rectifier* melakukan fungsinya.

Daftar Pustaka

[1] Balanis, Constantine A, "Antena *Theory, Analysis and Design",* John Wiley and Sons, New York, 1982.

[2] Dau-Chyrh Chang , Bing-Hao Zeng, Ji-Chyun Liu. *High Performance* Antena *Array with Patch* Antena *Elements*. Piers Proceedings, Oriental Institute of Technology Banciao, Taiwan.

[3] Fardan, Perancangan dan Implementasi Rectenna (*Rectifer* Antena) untuk Frekuensi 950 Mhz. Telkom University Bandung, 2012.

[4] Ghiglino, Cesar Meneses. *Ultra-Wideband (UWB) Rectenna Design for Electromagnetic Energy Harvesting*. Thesis, Escola Tecnica Superior D'Enginyeria de Telecomunicacio de Barcelona, 2010.

[5] Jwo-Shiun Sun, Ren-Hao Chen, Shao-Kai Liu, Cheng-Fu Yang. *Wireless Power Transmission With Circularly Polarized Rectenna*. Microwave Journal, National Taipei University of Technology, Taiwan.

[6] Vera, Gianfranco Andia . *Efficient Rectenna Design for Ambient Microwave Energy Recycling*. Thesis, Escola Tecnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicacio de Barcelona, 2009.

[7] Yadav, Rakesh Kumar et al..*Rectenna Design, Development and Application*. International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST). Department of Electronics & Communication Engineering, GCET, Gr. Noida, U.P., India, 2011.