

PERANCANGAN DAN REALISASI RECTENNA MIKROSTRIP RECTANGULAR PATCH ARRAY PADA FREKUENSI 470 MHz - 2400 MHz SEBAGAI ENERGI PENGGERAK JAM

DESIGN AND REALIZATION RECTENNA MICROSTRIP RECTANGULAR PATCH ARRAY OF FREQUENCY 470 MHz -2400 MHz FOR CLOCK RESOURCES

Wahyu Yanuar Arifin¹, Zulfi², Yuyu Wahyu³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³PPET-LIPI, Bandung

wahyuyuanuararifin@gmail.com¹, zulfitelu@telkomuniversity.ac.id², yuyu_wahyu@ppet.lipi.go.id³

Abstrak

Pada tugas akhir ini dilakukan proses perancangan dan realisasi Rectenna. Antena yang realisasikan adalah antena array mikrostrip. Antena ini ditujukan untuk menyerap gelombang pancar pada rentang frekuensi tertentu pada 470 MHz - 2400 MHz. Frekuensi kerja berdasarkan pengukuran yaitu 900 MHz dan 1800 MHz dengan gain > 3 dBi pada VSWR < 2. Rectifier yang digunakan dalam penelitian ini rectifier yang menggunakan dioda Schottky tipe BAT17 yang rentang kerjanya pada frekuensi UHF (300 MHz - 3000 MHz). Hasil pengukuran menunjukkan nilai tegangan tertinggi dari rangkaian rectenna ini mencapai 1,358 Volt pada jarak 30 cm dari antena horn sebagai pemancar GSM di ruang chamber. Sedangkan pada ruang terbuka, didapatkan tegangan rata-rata 200 mVolt. Rectenna masih belum bisa menggerakkan jam yang memiliki spesifikasi tegangan DC 1,5 Volt.

Kata kunci : Rectenna, Rectifier, Antena, Dioda Schottky

In this final project design and realization process rectenna. An antenna that is realized microstrip antenna array. This antenna is intended to absorb waves transmit at a specific frequency range at 470 MHz - 2400 MHz. The operating frequency based on the measurement of 900 MHz and 1800 MHz with a gain > 3 dBi at VSWR < 2. Rectifier that was used in this project was BAT17 Schottky diode type that works at UHF frequency range (300 MHz - 3000 MHz). The measurement results show the value of the highest voltage of this circuit is 1,358 volts measured from a distance of 30 cm from the antenna reference in chamber room. In the standard environment, the rectenna obtained average output in 200 mV. The rectenna can not turn on a clock that had DC voltage spesification in 1,5 V.

Keyword : Rectenna, Rectifier, Antena, Dioda Schottky

1. Pendahuluan

a. Latar Belakang

Dewasa ini, kebutuhan dalam penggunaan frekuensi di udara bebas dan orbit satelit sangat meningkat. Dalam dunia sistem komunikasi, orbit satelit dan frekuensi merupakan sumber daya atau energi yang terbatas. Sehingga penggunaannya perlu diatur, salah satunya adalah frekuensi. Sekarang ini, sistem komunikasi tidak lepas dari penggunaan frekuensi. Meskipun penggunaan atau pemanfaatan frekuensi di udara telah diatur dengan baik, tetapi frekuensi di udara tersebut belum sepenuhnya dimanfaatkan. Penggunaan frekuensi yang belum optimal mengakibatkan frekuensi di udara terbuang sia-sia.

Terjadinya pemborosan dalam penggunaan frekuensi, sehingga muncul penelitian-penelitian yang berkaitan dengan frekuensi. Pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan, dinyatakan bahwa frekuensi bisa dirubah ke dalam sumber daya atau energi baru berupa tegangan. Diharapkan, pada penelitian ini munculah ide-ide pemanfaatan frekuensi. Salah satunya bisa digunakan sebagai sumber daya alternatif untuk mengisi baterai handphone pada penelitian sebelumnya. Sedangkan pada tugas akhir ini, pengaplikasiannya akan diarahkan ke penggerak jam.

Untuk merubah frekuensi tersebut ke dalam sumber daya atau energi baru ini, diperlukan antena sebagai penerima frekuensi dan juga rectifier sebagai penyearah. Teknologi tersebut disebut Rectenna (Rectifier Antena) berfungsi untuk mengkonversi gelombang elektromagnetik menjadi sumber arus DC. Dengan Rectenna, radiasi gelombang elektromagnetik yang berasal dari Base Transceiver Stasion (BTS) telepon seluler dan televisi bisa dimanfaatkan untuk menjadi sumber daya baru berupa tegangan untuk perangkat lain tanpa perlu menggunakan baterai.

Pada tugas akhir ini dilakukan proses perancangan dan realisasi Rectenna sebagai energi penggerak jam. Dengan perancangan dan realisasi ini, diharapkan pemborosan frekuensi bisa lebih dikurangi.

b. Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Membuat rectenna yang mampu menghasilkan energi dari frekuensi tanpa sumber listrik sebagai sumber daya alternatif alat-alat elektronik (alat yang bekerja menggunakan sumber listrik).
2. Memahami pengaruh penggunaan dioda schottky pada rectifier.
3. Memahami proses perubahan bentuk energi pada rectenna.

c. Identifikasi Masalah

Perumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara merancang dan merealisasikan rectifier dan antena yang mampu bekerja pada rentang frekuensi 470 MHz-2400 MHz.
2. Bagaimana merancang dan membuat rectifier yang dapat menyearahkan tegangan dengan efisiensi yang bagus.
3. Bagaimana cara pengukuran rectenna yang tepat.

d. Metode Penelitian

Adapun metodologi dalam proses penyelesaian penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Studi literatur
 Pada tahap ini dilakukan pencarian informasi terhadap materi-materi yang terkait dengan topik penelitian, baik berupa jurnal maupun rilis-rilis penelitian lainnya yang berhubungan dengan rectenna.
2. Perancangan dan Simulasi
 Proses perancangan antena untuk rectenna menggunakan software CST Microwave Studio 2014 untuk memudahkan dalam proses perhitungan dan mendapatkan ukuran yang ideal. Sedangkan perancangan rectifier menggunakan software Multisim 13.0.
3. Pabrikasi
 Proses pabrikasi dilakukan untuk memperoleh rectenna dalam bentuk riil. Disesuaikan dengan yang telah dirancang sebelumnya. Untuk antena akan dicetak begitupun dengan rangkaian rectifier-nya.
4. Pengukuran
 Proses pengukuran untuk mendapatkan nilai-nilai dari setiap parameter yang telah disyaratkan sebelumnya.
5. Analisis
 Analisis dilakukan setelah proses perancangan, realisasi, dan pengukuran dilakukan. Analisis dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan teori dan hasil simulasi. Setelah dibandingkan kemudian dianalisis untuk setiap penyimpangan yang terjadi, dan bagaimana cara mengatasi masalah tersebut.
6. Penyusunan Laporan
 Setelah dilakukan pengujian dan analisis, hasil pembuatan rectenna dapat ditulis dalam bentuk laporan.

2. Dasar Teori

Tabel 1 Klasifikasi Frekuensi

Medium frequency	300 kHz–3 MHz
High frequency (HF)	3 MHz–30 MHz
Very high frequency (VHF)	30 MHz–300 MHz
Ultra high frequency (UHF)	300 MHz–3 GHz
L band	1–2 GHz
S band	2–4 GHz
C band	4–8 GHz
X band	8–12 GHz
Ku band	12–18 GHz
K band	18–26 GHz
Ka band	26–40 GHz
U band	40–60 GHz
V band	50–75 GHz
E band	60–90 GHz
W band	75–110 GHz
F band	90–140 GHz

Antena adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energy gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (match) dengan media kabel pencatunya. Prinsip ini telah diterangkan dalam saluran transmisi. Pada antena ini, nantinya akan digunakan hanya sebagai penangkap atau penerima saja. Karena antena ini nantinya akan diintegrasikan ke rectifier yang hanya perlu gelombang AC sebagai inputnya.

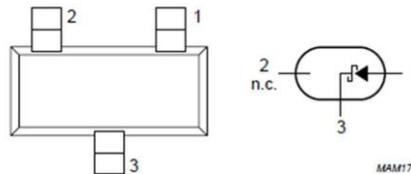
Antena mikrostrip adalah salah satu jenis antena wireless yang paling populer digunakan saat ini. Ada beberapa alasan kenapa antena mikrostrip sangat terkenal [4]:

- 1) Sangat mudah dipabrikasi,
- 2) Selaras dengan permukaan nonplanar,
- 3) Sangat murah karena hanya dengan menggunakan papan cetak sirkuit,
- 4) Fleksibel sehingga menghasilkan berbagai macam pola dan polarisasi yang berbeda,
- 5) Strukturnya sangat kuat.

Rectifier atau penyearah gelombang adalah bagian dari power supply / catu daya yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi sinyal tegangan bolak-balik AC (Alternating Current) menjadi tegangan searah DC (Direct Current). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah dioda yang dikonfigursikan secara forward bias. Dalam sebuah power supply tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut diubah menjadi tegangan DC. Pada project ini, tegangan AC akan disamakan dengan frekuensi. Karena frekuensi merupakan tipe gelombang sinusoidal seperti tegangan AC.

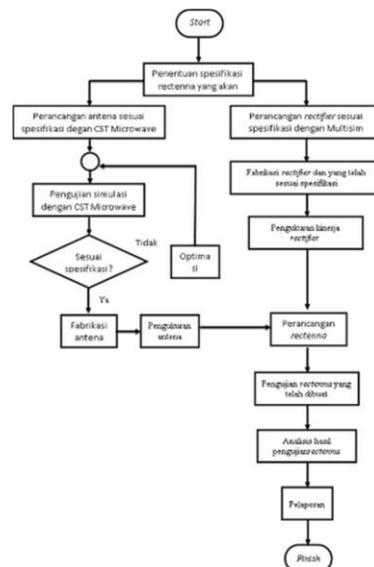
Dioda Schottky adalah tipe khusus dari dioda dengan tegangan yang rendah. Ketika arus mengalir melalui dioda akan ditahan oleh hambatan internal, yang menyebabkan tegangannya menjadi kecil di terminal dioda. Dioda ini memiliki efisiensi yang tinggi dibandingkan dengan dioda pada umumnya.

Dioda yang dipakai pada project ini bertipe BAT17[6]. Alasan penggunaan dioda ini, karena project-project sebelumnya mendapatkan hasil yang bagus saat menggunakan dioda ini. Dan dari simulasi yang telah dilakukan, dioda ini menghasilkan output yang bagus dibandingkan dengan dioda schottky lainnya. Bentuk struktur dioda BAT17 sebgai berikut:



Gambar 1 Struktur BAT17 [7]

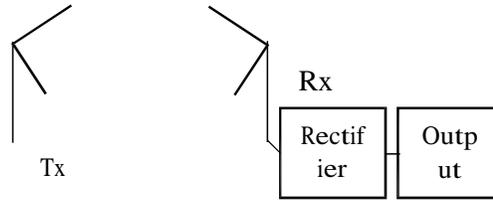
Alasan penggunaan dioda ini adalah pengaplikasiannya sangat cocok pada frekuensi UHF [300 MHz – 3000 MHz]. Sehingga pada frekuensi tersebut, dioda ini bekerjanya cepat, walaupun nilai thresholdnya tidak dapat diketahui. Bila dioda schottky lain naik turunnya tegangan sangat lama, tapi pada simulasi dan pengukuran, dioda ini respond sangat cepat.



Gambar 2 Diagram alir perancangan dan realisasi sistem

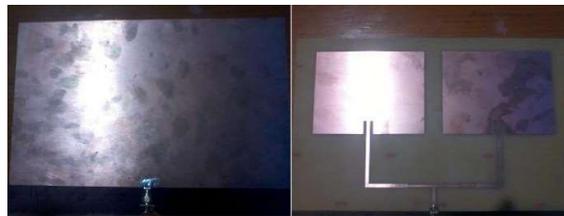
3. Pembahasan

Pada tugas akhir ini, dulakukan penggabungan seri 2 rectenna dengan tujuan untuk mendapatkan nilai yang berlipat ganda dibanding dengan 1 sistem rectenna. Adapun bentuk diagram blok nya bisa dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3 Diagram blok rectenna

Pada diagram blok di atas dianggap sebagai 1 sistem. Untuk penggabungan rectenna secara seri dapat dilakukan dengan cara biasa yaitu bisa menggunakan kabel dengan cara umum. Bentuk yang akan dihasilkan sebagai berikut.



Gambar 4 Hasil realisasi Antena

Untuk Gambar di atas sebelah kiri merupakan bottom layer dari antena yang telah dipabrikasi. Sedangkan yang sebelah kanan merupakan top layer dari antena yang telah dipabrikasi. Pada project ini dilakukan pabrikasi 2 antena yang nantinya akan disambungkan ke rectifier lewat konektor sma male-female. Adapun ferkuensi kerja antena dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Dari gambar berikut bisa diketahui frekuensi kerja antena yang dipakai untuk rectenna.



Gambar 5 Return Loss Antena

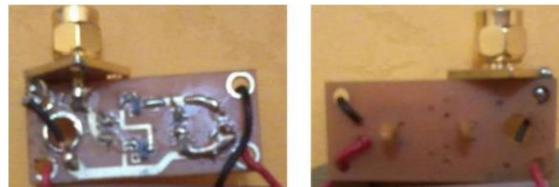
Antena tersebut juga diukur nilai gainnya. Pada pengukuran gain, didapatkan beberapa data sebagai berikut.

Tabel 2 Pegukuran Gain

Data	Daya Terima	
	AUT [dBm]	REF [dBm]
1	-38,25	-40,94
2	-38,75	-40,27

3	-38,73	-40,42
4	-38,22	-41,01
5	-39,05	-40,67
6	-38,86	-40,90
7	-38,10	-40,82
8	-38,33	-41,14
9	-39,41	-40,88
10	-38,47	-40,38
Rata-Rata	-38,617	-40,743
Gain [dBm]	7,126	

Berikut merupakan gambar rectifier hasil pabrikasi. Pabrikasi dilakukan melalui pihak ketiga. Rangkaian ini nantinya berfungsi sebagai sebagai pengubah frekuensi menjadi tegangan DC yang bisa diaplikasikan ke alat elektronik tegangan rendah.



Gambar 6 Hasil realisasi rectifier

Rectenna merupakan singkatan dari rectifier dan antenna. Pada tahap ini, antenna dan rectifier disambungkan menggunakan sebuah konektor. Konektor tersebut merupakan konektor sma lawan jenis. Adapaun hasil realisasi dari rectenna dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 6 Rectenna (Rectifier Antenna)

Dalam pengukuran rectenna dilakukan pada dua tempat. Tempat pertama adalah ruangan chamber. Dan tempat kedua adalah ruang terbuka. Pada pengukuran di tempat pertama dan kedua, didapatkan nilai tegangan tertinggi yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7 Output rectenna di ruang chamber



Gambar 8 Output rectenna di ruang terbuka

4. Kesimpulan

Pada project ini telah dirancang rectifier dan antena yang sesuai dengan spesifikasi saat simulasi. Perancangan dan perealisasi rectifier pada sistem rectenna difungsikan sebagai rangkaian yang mengkonversi frekuensi hasil tangkapan antena menjadi tegangan DC. Tegangan DC yang dihasilkan bisa digunakan untuk mensupply perangkat-perangkat elektronik bertegangan rendah. Sedangkan antena hanya berfungsi sebagai inputan pada sisi rectifier untuk menangkap sinyal gelombang frekuensi di udara yang dipancarkan oleh stasiun pemancar. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin rendah frekuensi kerja antena, maka akan semakin tinggi keluaran rectenna yang akan dicapai.
2. Rectenna ini dapat digunakan untuk menggerakkan jam pada ruang terbuka dan kaya frekuensi apabila total stage yang dipakai adalah 9 stage.
3. Semakin banyak stage yang digunakan, maka semakin banyak keluaran yang akan dihasilkan.
4. Penggunaan jenis rangkaian voltage doubler tingkat dengan dioda BAT17 serta kapasitor 1nF terbukti bagus karena tidak menunjukkan adanya ripple pada keluaran rectifier.
5. Nilai tegangan maksimum yang dihasilkan rectenna sistem adalah 1,358 V pada ruang chamber, sedangkan pada ruangan terbuka didapatkan rata-rata tegangan 200mV.
6. Faktor propagasi gelombang di udara yang berubah-ubah sangat mempengaruhi keluaran rectenna.
7. Faktor jarak pemancar dan rectenna mempengaruhi hasil keluaran dari rectenna.

5. Saran

Pada perancangan dan realisasi rectenna pada tugas akhir ini belum bisa untuk menggerakkan jam sebagai sumber DC-nya. Sehingga penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan tugas akhir dibidang rectenna. Adapun saran yang diberikan antara lain:

1. Pada simulasi rectifier sebaiknya menggunakan voltage doubler 9 stage atau lebih. Karena semakin banyak jumlah stage, keluaran akan semakin besar.
2. Antena yang digunakan sebaiknya bekerja di frekuensi rendah, yaitu frekuensi radio dan frekuensi televisi. Karena gain stasiun pemancarnya besar.
3. Pabrikasi antena dan rectifier sebaiknya memperhatikan bahan yang tersedia di pasaran sebelum melakukan simulasi. Agar hasil pabrikasi lebih memuaskan.

Daftar Pustaka

1. Pozar, David M. 2012. Microwave Engineering Fourth Edition. Willey: University of Massachusetts at Amherst.
2. Hamka Ikhlasul Amal NZ. 2015. Perancangan dan Realisasi Sistem RF Energy Harvesting pada Frekuensi UHF. Fakultas Elektro dan Komunikasi: Universitas Telkom.
3. Achmad Syahid Hidayatullah. 2014. Perancangan Antena Mikrostrip Multiband untuk Sistem Electromagnetic Harvesting pada Frekuensi GSM 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, dan WiFi 2,4 GHz. Fakultas Teknologi Industri: Institut Teknologi 10 November (ITS).
4. Dirton Parubak. 2014. Rancang Bangun Antena Penyearah (Rectifier Antenna) untuk Pemanen Energi Elektromagnetik pada Frekuensi Gsm 1800 MHz. Fakultas Teknik: Universitas Brawijaya.
5. Rawan Nugraha. 2014. Perancangan dan Realisasi Rectenna (Rectifier Antena) untuk Frekuensi 900 Mhz – 5 Ghz Sebagai Sumber Daya Alternatif untuk Mengisi Baterai Handphone. Fakultas Teknik Elektro: Universitas Telkom.
6. Fardan. 2012. Perancangan dan Implementasi Rectenna (Rectifier Antenna) untuk Frekuensi 950 MHz. Fakultas Teknik Elektro: Universitas Telkom.
7. Philips. 2003. Datasheet BAT17 Schottky Barrier diode. NXP Semiconductor: Philips.
8. Pinuela, Manuel. 2012. Analysis of Scalable Rectenna Configurations for Harvesting High Frequency Electromagnetic Ambient Radiation. Imperial College London.
9. Maulana , Krisna Syam. 2012. Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Rektangular Untuk Aplikasi Pesawat Udara Nirawak Pada Frekuensi 5.795 GHz. Fakultas Teknik Elektro: Universitas Telkom.
10. Rudy Yuwono. 2015. Design Microstrip Antenna 400MHz – 800MHz for Digital Television with Customized Clover Patch. AASCIT Communications: America.
11. Sri Hardiati. 2015. Antena Array 4 Patch Mikrostrip Sirkular Pada Frekuensi 2300-2400 MHz. Peneliti Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET-LIPI). Bandung.
12. Novita, Siska, dan Mohammad Yanuar H. 2014. Rectifier Antenna (Rectenna) sebagai Pengubah Energi RFMenjadi Energi Listrik Berdaya Rendah. Riau: Politeknik Caltex Riau
13. EM Talk, 2011, Microstrip Patch Antenna Calculator, <http://www.emtalk.com/mpacalc.php>
14. Rodrigo, Ranga. 2010. “Fundamental Parameters of Antennas”. http://www.aast.edu/pheed/staffadminview/pdf_retreive.php?url=66_10285_EC442_2015_1___1_1_1_antenna%20parameters.pdf&stafftype=staffcourses
15. HF Desing and Analysis CST Microwave Studio. http://www.cst-korea.co.kr/cst/mws_final.pdf
16. Tommi Hariyadi. 2013. Antena Mikrostrip Monopole dengan Slot Untuk Aplikasi DVB-T. FPTK: Universitas Pendidikan Indonesia.
17. Deshmukh , Vidya. 2014. Analysis & Designing Of E-Shape Microstrip Antenna With Slot For Ism Band. IMPACT: International Journal of Research in Engineering & Technology.