

# RANCANG DAN BANGUN *SMART ANTENNA SYSTEM* PADA FREKUENSI 2.4 GHZ

Wahyu Arrasyid<sup>1</sup>, Rudy Yuwono, ST.,MSc.<sup>2</sup>, M. Fauzan Edy Purnomo, ST.,MT<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, <sup>2</sup>Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
E-mail:wahyuarraysid@gmail.com

**Abstrak-** Pada penelitian ini lebih khusus membahas dan mempelajari pada faktor posisi pola radiasi antena penerima, dimana jika posisi main lobe pola radiasi antena tepat mengarah ke sumber sinyal maka kualitas sinyal akan baik, dan sebaliknya jika posisi minor lobe pola radiasi antena yang mengarah ke sumber sinyal. Pada penelitian ini membahas bagaimana merancang sebuah sistem yang mampu mengarahkan posisi main lobe pola radiasi antena penerima dengan frekuensi kerja 2.4 GHz ke posisi sudut terbaik. Menggunakan microcontroller sebagai pengatur sistem keseluruhan, memanfaatkan sistem ADC (Analog to Digital Converter) untuk mengubah tegangan listrik DC (analog) ke sinyal digital sehingga memudahkan microcontroller mengolah data. Untuk mengubah tegangan AC dari antena penerima ke tegangan DC menggunakan sebuah rangkaian rectifier. Hasil pengujian menunjukkan sistem ini masih belum bekerja sesuai dengan yang diinginkan, tegangan DC keluaran rectifier masih terdapat ripple yang mengganggu proses pengolahan data microcontroller. Tetapi secara fungsi sistem per blok, sesuai dengan yang telah direncanakan. Rectifier mampu mengubah tegangan AC menjadi DC pada frekuensi 2.4 GHz dengan nilai tegangan terbesar 5.7 volt. Microcontroller mampu membaca dan mengolah sinyal analog yang diterimanya.

*Kata kunci – smart antenna, rectenna.*

## I. PENDAHULUAN

Dewasa ini teknologi telah berkembang pesat, begitu pula mengenai teknologi komunikasi jarak jauh. Telah banyak penelitian untuk mengembangkan

teknologi RF saat ini, salah satunya adalah teknologi *smart antenna*. Saat ini ada dua jenis teknologi *smart*

*antenna* yang telah dikembangkan, yaitu *switched beam* dan *adaptive array*. Baik keduanya berfungsi untuk mengoptimalkan penerimaan sinyal RF. Dan ada pula teknologi pemanenan energy RF, dimana melalui proses ini dimungkinkan untuk menghasilkan daya listrik yang cukup kecil. Dari dasar teori kedua teknologi tersebutlah penelitian ini akan dilakukan.

Untuk mendapatkan akses internet pada PC, seseorang bisa menggunakan media kabel atau pun nirkabel. Dalam penggunaan media nirkabel atau yang biasa disebut wi-fi, dibutuhkan komponen penerima gelombang elektronik yaitu antena. Dimana pada posisinya seringkali user mendapati beberapa wireless network connection dengan kondisi signal strength yang berbeda-beda. Oleh karena itu, penelitian ini sebagai media pembelajaran tentang pengaruh posisi antena penerima terhadap level tegangan yang diterima dan memudahkan user untuk mendapatkan kuat sinyal terbaik pada posisinya. Selain itu, pada penelitian ini juga akan mempelajari mengenai rangkaian rectifier untuk frekuensi tinggi atau radio frequency, rangkaian rectifier dibutuhkan untuk memudahkan mikrocontroller mengolah data yaitu berupa tegangan DC.

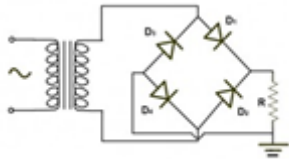
Penelitian ini membahas tentang bagaimana sebuah sistem dapat memilih posisi sudut yang memiliki level tegangan terbesar yang diterima oleh antena penerima dan menggunakan motor servo sebagai alat penggerak antena. Alat ini terdiri dari antena mikrostrip sebagai antena penerima, Rectifier, mikrocontroller arduino uno R3, dan motor servo 180°.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Rectifier

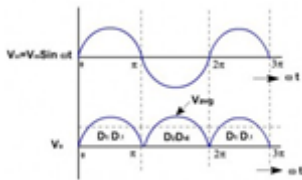
Penyearah gelombang (*rectifier*) adalah bagian dari catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC menjadi tegangan DC. Komponen utama dalam *rectifier* adalah dioda yang dikonfigurasi secara *forward bias*.

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan menggunakan 4 dioda, seperti terlihat pada gambar berikut,



Gambar 1. Rangkaian penyearah gelombang penuh 4 dioda

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan empat buah dioda di atas dimulai pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif maka D1, D4 pada posisi *forward bias* dan D2, D3 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan dilewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi *forward bias* dan D1, D2 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik *output* berikut,



Gambar 2. Sinyal output penyearah gelombang penuh

### B. Mikrokontroler

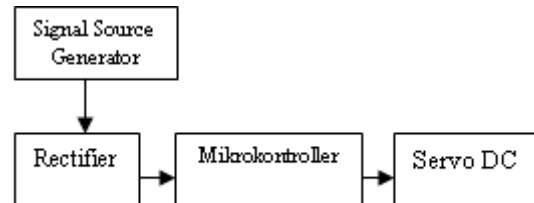
Pada penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan adalah arduino uno. Mikrokontroler yang berbasis pada ATmega 328, memiliki 14 digital *input/output* pin yang terdiri dari 6 pin yang dapat digunakan sebagai PWM *output*, 6 analog *input*, satu buah *resonator* keramik 16 MHz, satu buah USB

*connection*, satu buah *power jack*, satu buah ICSP *header* dan tombol reset.

Arduino uno juga mempunyai compiler sendiri, bahasa pemrograman yang dipakai adalah C/C++ tetapi sudah menggunakan konsep pemrograman berbasis objek / OOP (Object Oriented Programming). Kelebihan lain dari compiler arduino uno ini adalah bersifat cross-platform atau dapat berjalan disemua operating system.

## III. PERANCANGAN

Pada perancangan alat diperlukan blok diagram sistem keseluruhan yang dapat menjelaskan sistem secara garis besar. Blok diagram sistem alat ditunjukkan dalam gambar berikut,



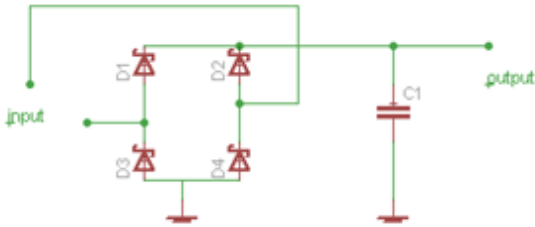
Gambar 3. Diagram blok sistem kerja keseluruhan

*Signal source generator* akan digunakan sebagai pembangkit sinyal dengan frekuensi wi-fi yaitu 2.4 GHz dan motor servo sebagai penggerak dimana nanti mikrokontroler yang akan memprogram perintah gerak untuk motor servo tersebut. Pada saat alat dinyalakan, motor servo akan berputar sejauh 180° dengan titik pemberhentian setiap 20°. Setiap pemberhentian, *signal source generator* akan membangkitkan sinyal frekuensi 2.4 GHz dengan nilai *power transmit* (dBm) yang berbeda disetiap sudutnya. Sinyal yang dibangkitkan tersebut berupa tegangan AC yang kemudian menjadi masukkan *rectifier*, *rectifier* berfungsi sebagai penyearah gelombang atau mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Data tegangan DC tersebut yang akan diolah oleh mikrokontroler yang sebelumnya akan diubah ke digital dengan ADC yang telah ada di mikrokontroler. Yang kemudian pada akhir program mikrokontroler, motor servo akan mengarah ke sudut yang memiliki level tegangan terbesar.

### A. Rectifier

Frekuensi radio adalah sinyal AC, untuk mendapatkan sinyal DC maka digunakan penyearah.

Rangkaian penyearah dibuat dengan menggunakan dioda *schottky HSMS 2820*, karena dioda ini sangat cocok digunakan untuk frekuensi tinggi, khususnya tipe HSMS 2820 mampu digunakan sampai frekuensi 5 GHz dan daya input yang rendah.



**Gambar 4.** Rangkaian *Rectifier*

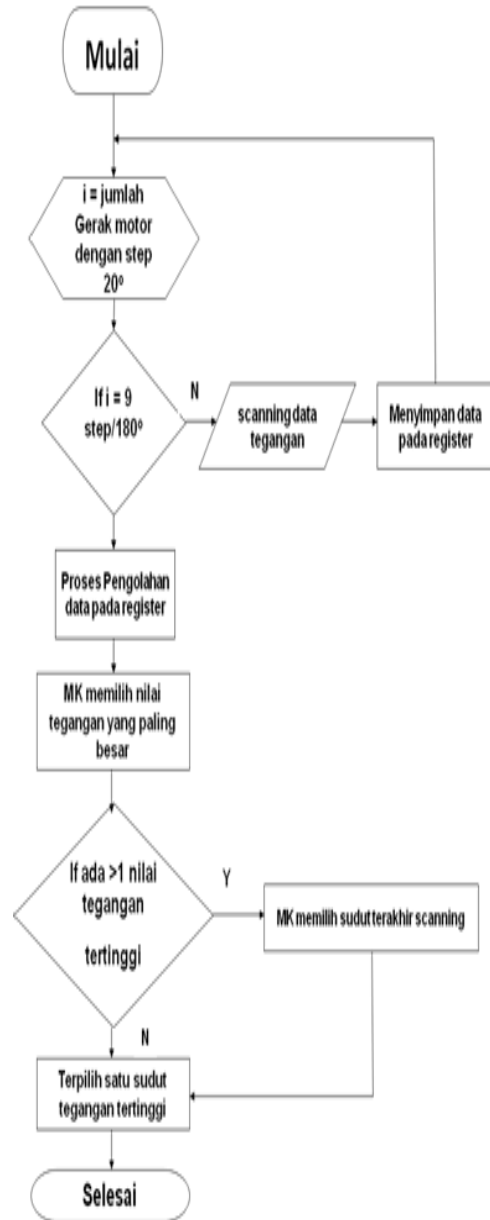
Pada penelitian ini menggunakan rangkaian *rectifier* jenis penyearah gelombang penuh dengan menggunakan empat buah dioda seperti terlihat pada gambar 4. Jika menggunakan jenis *halfwave rectifier* kelemahannya adalah arus listrik yang mengalir ke beban hanya separuh dari setiap satu putaran. Hal ini akan menyulitkan dalam proses *filtering* (penghalusan). Pada *output* rangkaian di atas dipasang EICo (*Electrolytic Condenser*), yang dimana fungsinya untuk memperkecil tegangan *ripple*, sehingga dapat diperoleh tegangan keluaran yang lebih rata atau membuat gelombang yang dihasilkan dari *rectifier* mendekati gelombang DC murni.

### B. Program Mikrokontroler

Sesuai dengan cara kerja sistem yang dirancang, tiap-tiap bagian diagram blok nantinya akan dihubungkan secara keseluruhan dengan menggunakan antarmuka yang sesuai. Selain itu, dilakukan pula perancangan perangkat lunak yang berfungsi untuk mengendalikan sistem secara keseluruhan. Program dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C.

Pada saat program sistem dimulai, motor servo akan bergerak ke sudut  $0^\circ$ , kemudian mikrokontroler akan mengambil data tegangan DC yang akan diubah ke digital melalui proses ADC yang kemudian disimpan pada register, siklus tersebut akan berulang-ulang sampai motor servo mencapai sudut  $180^\circ$  atau sembilan kali *scanning* data. Selanjutnya,

mikrokontroler memproses data yang telah tersimpan pada register dengan memilih nilai data yang terbesar. Jika ada kondisi dimana ada dua data yang memiliki nilai sama dan terbesar dari data yang lain, maka mikrokontroler memilih data yang terakhir kali *scanning*. Maka telah terpilih data yang diinginkan, yang kemudian mikrokontroler akan memerintahkan motor servo untuk menuju ke sudut yang mempunyai nilai data terpilih.



**Gambar 5.** Diagram alir program mikrokontroler

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

##### A. Rectifier

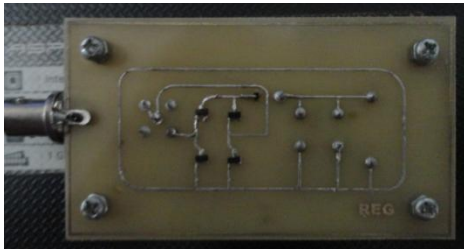
Rangkaian *rectifier* diuji untuk mengetahui sinyal keluarannya. Dimana diharapkan sinyal keluarannya telah berupa tegangan DC. Keluaran dari *rectifier* akan dihubungkan dengan LED (*lighting emitting diode*) sebagai indikator bahwa tegangan yang keluar dari *rectifier* telah berupa tegangan DC. Untuk lebih jelasnya lihat blok diagram pengujian *rectifier* di bawah ini,



**Gambar 6.** Blok diagram pengujian *rectifier*

Function generator sebagai pembangkit sinyal RF, yang nanti akan di atur pada frekuensi 1800 MHZ dan 2400 MHZ, untuk mengetahui perbedaan output tegangan pada tiap frekuensi tersebut.

Berikut gambar hasil fabrikasi rangkaian *rectifier* dan tabel hasil pengujian,



**Gambar 7.** Hasil fabrikasi rangkaian *rectifier*

FREQUENCY	INPUT VALUE (dBm)	OUTPUT VALUE V <sub>DC</sub> (volt)
2400 MHz.	20	5.7
	18	4.3
	16	3.5
	14	3.1
	12	2.8
	10	2.6

**Tabel 1.** Hasil pengujian pada frekuensi 2400 MHz.

FREQUENCY	INPUT VALUE dBm	OUTPUT VALUE V <sub>DC</sub> (volt)
1800 MHz	20	6.4
	18	5.2
	16	4.4
	14	5.9
	12	3.5
	10	3.2

**Tabel 2.** Hasil pengujian pada frekuensi 1800 MHz.

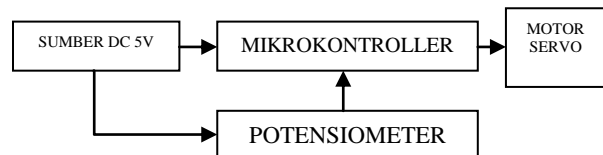
Pada pengujian diatur range power transmit antara 10-20 dBm dan didapatkan hasil output rangkaian *rectifier* seperti yang telah ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2. Pada kedua percobaan, yaitu pada frekuensi 2400 MHz dan 1800 MHz, didapatkan nyala LED paling terang pada *power transmit* 20 dBm yang kemudian akan semakin meredup jika *power transmit* diturunkan.



**Gambar 8.** Proses pengujian *rectifier*

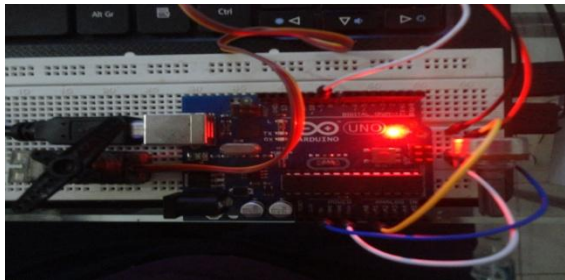
##### B. Program Mikrokontroller

Program mikrokontroller yang telah telah dijelaskan pada bab perancangan, akan diuji untuk mengetahui apakah mikrokontroller mampu bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Mampu merubah sinyal analog ke sinyal digital, mampu memilih sinyal digital yang terbesar dan mampu menggerakkan motor servo ke posisi yang diinginkan.

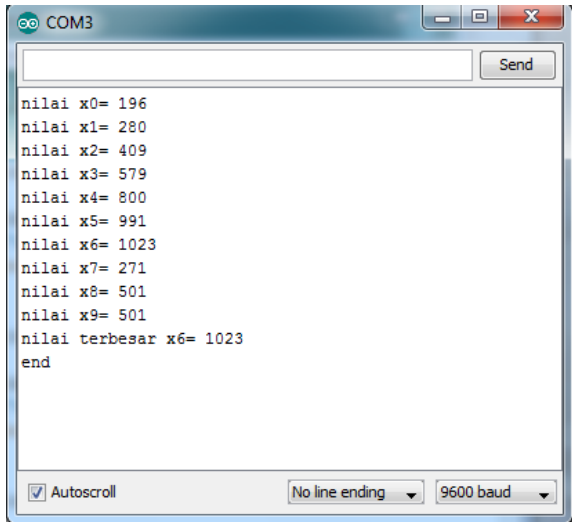


**Gambar 9.** Blok diagram pengujian mikrokontroller

Input DC 5 volt pada potensiometer yang berarti range tegangan output potensiometer antara 0 – 5 volt. Motor servo bergerak dengan range 0° – 180°, dengan step gerak 20°. Setiap step dari motor servo, mikrokontroller akan membaca output dari potensiometer dengan proses ADC dan menampilkan proses pembacaan tersebut. Dan pada akhirnya mikrokontroller akan memilih posisi sudut yang memiliki tegangan terbesar, yang kemudian mengarahkan motor servo ke sudut tersebut.



**Gambar 10.** Proses pengujian rectifier

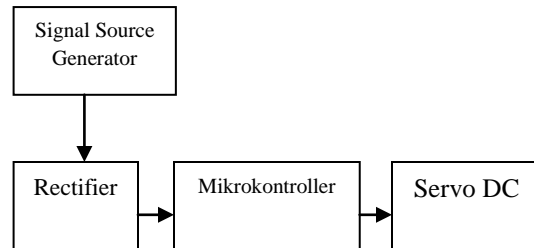


**Gambar 11.** Hasil pengujian mikrokontroller

Seperti terlihat pada gambar hasil pengujian mikrokontroller, dapat disimpulkan bahwa program yang telah dirancang mampu bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

### C. Alat Keseluruhan

Setelah berhasil pada pengujian setiap perangkat, *rectifier* dan mikrokontroller, langkah selanjutnya adalah menggabungkan kedua perangkat tersebut sehingga menjadi satu kesatuan sistem.



**Gambar 12.** Blok diagram pengujian alat keseluruhan

Pengujian keseluruhan bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis hasil pembacaan nilai digital oleh mikrokontroller yang ditampilkan pada serial monitor software arduino, dengan kondisi input power transmit yang sama, yaitu 18 dBm dan menggunakan *electrolytic condenser* 100nF.

FREQUENCY	INPUT VALUE (dBm)	OUTPUT VALUE	
		V <sub>Dc</sub> (volt)	MK (BIT)
2.4 GHz	18	4.3	1011
			1023
			849
			785
			974
			984
			1002
			704
			739
			858

**Tabel 3.** Hasil pengujian alat keseluruhan

Dengan melihat tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa tegangan *ripple* pada keluaran *rectifier* masih terlalu besar. Dengan *power transmit* yang sama, perbedaan nilai bit yang ditampilkan oleh mikrokontroller masih terlalu jauh, sehingga sistem *smart antenna* ini belum dapat diimplementasikan. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai permasalahan tersebut.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Pada rangkaian *rectifier*, apapun jenis rangkaianannya baik itu full wave ataupun half wave, mampu mengubah tegangan AC ke tegangan DC, tetapi pada rangkaian halfwave arus listrik yang mengalir ke beban hanya setengah dari setiap satu putaran. Dan pada penelitian ini, *rectifier* bekerja pada frekuensi tinggi di atas 1 GHz, oleh karena itu diperlukan penggunaan jenis dioda yang mampu bekerja pada frekuensi tersebut.

Pada hasil pengujian *rectifier* dapat disimpulkan bahwa semakin besar frekuensi kerja, maka tegangan yang dihasilkan akan semakin kecil. Dan semakin rendah nilai masukan (dBm), nilai tegangan keluaran juga semakin rendah.

Pada pengujian sistem alat keseluruhan penelitian ini, kerja sistem belum bisa sesuai dengan yang direncanakan, dikarenakan masih ada permasalahan pada tegangan DC keluaran dari *rectifier*, dimana *ripple* atau riak tegangan DC masih terlalu besar, sehingga mikrokontroler tidak mampu membaca data tegangan DC yang diberikan oleh *rectifier* secara sempurna.

### B. Saran

Pada penelitian ini masih ada banyak kekurangannya sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, berikut saran-saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Secara dasar teori, keluaran dari *rectifier* yang telah berupa tegangan DC, dimana jika telah berupa tegangan DC, mikrokontroler akan mampu mengolah data tersebut dengan proses ADC (*analog to Digital Converter*). Namun pada realisasinya, masih ada permasalahan mengenai tegangan *ripple*. Oleh karena itu dibutuhkan waktu dan penelitian lebih lanjut mengenai hal tersebut.
2. Metode termudah untuk mengurangi *ripple* adalah dengan memasang sebuah kapasitor

secara paralel pada keluaran *rectifier* dengan teori semakin tinggi nilai kapasitor yang digunakan maka *ripple* akan semakin kecil. Dan masih ada beberapa metode-metode lain yang bisa digunakan, perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kelebihan dan kelemahan pada setiap metode tersebut.

3. Sistem *smart antenna* ini mampu diaplikasikan pada sistem PC. Dimana antena pada PC mampu berputar secara otomatis untuk mengarah pada posisi sudut yang memiliki *signal strength* terbaik. Jadi saran untuk penelitian selanjutnya, agar tujuan penelitian difokuskan untuk pengaplikasian alat dan memperbaiki permasalahan yang ada pada penelitian ini, yaitu mengenai tegangan *ripple* keluaran *rectifier* dan *matching impedance* antara antena penerima dan *rectifier*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, Constantine A. 2005. Antena Theory: Analysis and Design, 3rd Edition. John Wiley and Sons, Inc.
- [2] Garg, Ramesh ., Prakash B, Inder B, Apisak I . 2001. Microstrip Antenna Design Handbook. Artech House, Inc.
- [3] Yi Liu, Chun. 2011. An Improved Rectenna for Wireless Power Transmission for Unmanned Air Vehicles, Thesis Naval Postgraduate School: California.
- [4] Novita, Siska dan Setijadi, Eko. 2011. Pemanenan Energi RF 900 MHz menggunakan Rectenna untuk perangkat mobile, Thesis Institut Teknologi Sepuluh November : Surabaya.
- [5] Chandra, Wito. 2009. Rectifier, <http://wito-chandra.blogspot.com/2009/07/rectifier.htm>.
- [6] Tim Arduino.cc. Tanpa tahun. Arduino Board uno, <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>
- [7] Syamsuddin, Syarkawi dan Nazir, Refdinal. 2007. Pengontrolan (posisi) Motor Servo AC dengan Metode Pengaturan "Volt/Hertz", Thesis Teknik Elektro Unand : Padang.