

PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM RF ENERGY HARVESTING PADA FREKUENSI UHF

“DESIGN AND REALIZATION OF
RF SYSTEM ENERGY HARVESTING FOR UHF FREQUENCY”

Hamka Ikhlasul Amal NZ¹, Arfianto Fahmi², Yuyu Wahyu³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

{¹hamkaikhlasul@students.telkomuniversity.ac.id, ²arfiantofahmi@, ³yuyu.wahyu@lipi.go.id

ABSTRAK

Energy harvesting atau pemanenan energi merupakan proses dimana energi berasal dari sumber eksternal seperti surya atau matahari, panas, gelombang RF (radio frekuensi), dan gelombang elektromagnetik lain yang memancarkan sinyal. Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk memanen energi adalah *rectifier* yang diintegrasikan dengan antenna. Antena digunakan sebagai penangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas, sedangkan *rectifier* atau penyearah gelombang yang digunakan sebagai *converter* sinyal listrik AC yang telah diterima oleh antenna menjadi sinyal listrik DC.

Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan dan realisasi sistem RF *energy harvesting* dengan sumber antenna pada frekuensi kerja TV UHF (470-806 MHz). Sistem yang dirancang dan direalisasikan tersebut berupa *rectifier* atau penyearah gelombang, suatu rangkaian yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan listrik DC. *Rectifier* yang dirancang dan direalisasikan berupa jenis *full wave rectifier* atau penyearah gelombang penuh yang menggunakan 4 buah dioda schottky tipe HSMS 2820 dengan filter kapasitor yang berfungsi untuk memperkecil tegangan *ripple*.

Dari hasil pengujian yang diperoleh menunjukkan bahwa rangkaian *rectifier* dapat mengubah sinyal AC yang diperoleh pada sumber tersebut menjadi tegangan listrik DC. Data yang diperoleh pada pengukuran tegangan *output signal rectifier* menggunakan antenna jenis double quad adalah sebesar 0.954 Volt pada pengukuran *rectifier* di dalam ruangan (*indoor*), 1.206 Volt pada pengukuran *rectifier* di luar ruangan (*outdoor*), dan menggunakan antenna televisi sebesar 2.604 Volt pada pengukuran *rectifier* pada sinyal frekuensi kerja TV UHF (470-806 MHz). Tegangan *output rectifier* yang diperoleh tersebut dapat menyalakan sebuah LED sebagai indikator bahwa tegangan tersebut telah berupa tegangan listrik DC.

ABSTRACT

Energy harvesting or energy harvesting is the process by which energy is derived from external sources such as solar or sun, heat, wave RF (radio frequency), and other electromagnetic waves that emit a signal. One of the devices that can be used to harvest energy is a rectifier which is integrated with the antenna. Antennas are used as catcher of free space electromagnetic waves, whereas wave rectifier rectifier or converter is used as an AC power signal that has been received by the antenna into an electrical signal DC.

In this final project is to design and realization of RF energy harvesting system with source antenna at the working frequency of TV UHF (470-806 MHz). The system was designed and realized in the form or the hand wave rectifier, a circuit which serves to convert the AC voltage into a DC power supply voltage. Rectifiers are designed and realized in the form of the type of full wave rectifier or a full wave rectifier which uses four diodes schottky type HSMS 2820 with a filter capacitor that serves to minimize voltage ripple.

From the test results obtained show that the rectifier circuit can convert the AC signal is obtained at the source into a DC power supply voltage. The data obtained in the measurement of the output voltage signal rectifier using an antenna type of double quad is equal to 0954 volts on the measurement rectifier indoors (*indoor*), 1,206 Volts on the measurement rectifier outdoors (*outdoor*), and using a television antenna at 2,604 Volts on measuring rectifier the working frequency of UHF TV signals (470-806 MHz). The output voltage rectifier obtained can turn on an LED as an indicator that the voltage has the form of a DC power supply voltage.

1. Pendahuluan

Pemanenan energi atau *energy harvesting* adalah proses dimana energi berasal dari sumber eksternal seperti surya atau matahari, panas, gelombang radio frekuensi (RF), dan gelombang elektromagnetik lain yang memancarkan sinyal. Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk memanen gelombang elektromagnetik ini

adalah rectifier yang diintegrasikan dengan antenna. *Rectifier* atau penyearah gelombang merupakan salah satu media konversi *energy harvesting* yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*), sedangkan antenna digunakan sebagai penangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas. Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan perancangan dan realisasi sistem RF *energy harvesting* dengan sumber antenna pada frekuensi kerja TV UHF (470-806 MHz). Pembahasan yang dilakukan meliputi perancangan sistem *rectifier* sebagai penyearah gelombang. *Rectifier* yang dirancang dan direalisasikan berupa jenis *full wave rectifier* atau peyearah gelombang penuh. *Rectifier* tersebut menggunakan 4 buah dioda schottky tipe HSMS 2820 dengan filter kapasitor untuk memperkecil tegangan *ripple*.

2. Dasar teori dan Metode Perancangan

2.1 Energy Harvesting

Pemanenan energi atau *energy harvesting* adalah proses dimana energi berasal dari sumber eksternal seperti surya atau matahari, panas, gelombang radio frekuensi (RF), dan gelombang elektromagnetik lain yang memancarkan sinyal. Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk memanen gelombang elektromagnetik ini adalah rectifier yang diintegrasikan dengan antenna. [13]

RF (Radio Frequency) energy harvesting merupakan proses dimana energi frekuensi radio yang dipancarkan oleh sumber yang menghasilkan medan elektromagnetik tinggi seperti sinyal TV, jaringan radio nirkabel dan menara ponsel, tetapi melalui pembangkit listrik sirkuit terkait dengan antenna penerima, ditangkap dan dikonversikan menjadi tegangan DC yang dapat digunakan untuk perangkat elektronik berdaya rendah..

2.2 Antena

Antena adalah suatu piranti yang digunakan untuk merambatkan dan menerima gelombang radio atau elektromagnetik. Pemancaran merupakan satu proses perpindahan gelombang radio atau elektromagnetik dari saluran transmisi ke ruang bebas melalui antenna pemancar. Sedangkan penerimaan adalah satu proses penerimaan gelombang radio atau elektromagnetik dari ruang bebas melalui antenna penerima. Karena merupakan perangkat perantara antara saluran transmisi dan udara, maka antenna harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*).

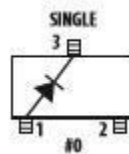
2.3. Rectifier

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 dikonfigurasikan 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 (*dioda*) dan filter (*kapasitor*). Pada dasarnya konsep penyearah gelombang dibagi dalam 2 jenis yaitu, Penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.

2.4 Dioda Schottky

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 normal antara 0.7-1.7 volt, sementara dioda Schottky tegangan kira-kira antara 0.15-0.45 volt.

Tipe dioda yang penulis gunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah diode schottky HSMS 2820. [7]

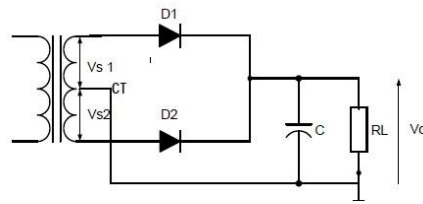


Gambar 2.12 Top View HSMS-2820- SOT-23/SOT-143 Single

2.5 Filter

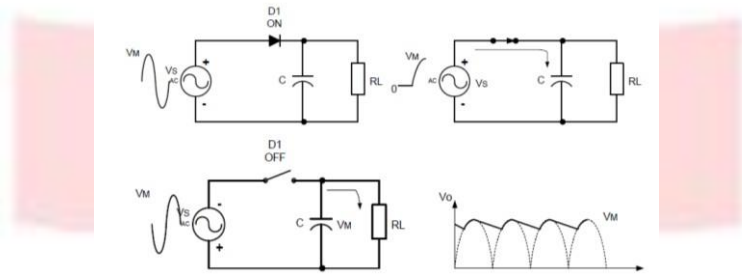
Filter dalam rangkaian penyearah digunakan untuk memperkecil tegangan *ripple*, sehingga dapat diperoleh tegangan keluaran yang lebih rata, baik untuk penyearah gelombang setengah maupun gelombang penuh. Filter diperlukan karena rangkaian – rangkaian elektronik memerlukan sumber tegangan DC yang tetap, baik untuk keperluan sumber daya dan pembiasan yang sesuai operasi rangkaian. Rangkaian filter dapat dibentuk dari kapasitor (C), induktor (L) atau keduanya.

2.5.1 Filter Kapasitor



Gambar 2.13 Filter Kapasitor

Selama seperempat perioda positif yang pertama dari tegangan sekunder, Dioda D1 menghantar. Karena dioda menghubungkan sumber VS1 secara langsung dengan kapasitor, maka kapasitor akan dimuati sampai tegangan maksimum VM.



Gambar 2.14 Sistem kerja filter kapasitor

Setelah mencapai harga maksimum, dioda berhenti menghantar (mati), hal ini terjadi karena kapasitor mempunyai tegangan sebesar VM, yang artinya sama dengan tegangan sumber dan bagi dioda artinya tidak ada beda potensial. Akibatnya dioda seperti saklar terbuka, atau dioda dibias mundur (reverse). Dengan tidak menghantarnya dioda, kapasitor mulai mengosongkan diri melalui resistansi beban RL, sampai tegangan sumber mencapai harga yang lebih besar dari tegangan kapasitor. Pada saat dimana tegangan sumber lebih besar dari tegangan kapasitor, diode kembali menghantar dan mengisi kapasitor. Untuk arus beban yang rendah tegangan keluaran akan hampir tetap sama dengan VM. Tetapi bila arus beban tinggi pengosongan akan lebih cepat yang mengakibatkan ripple yang lebih besar dan tegangan keluaran DC yang lebih kecil.

3. Perancangan dan Simulasi

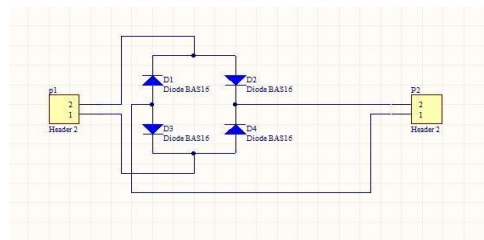
Perancangan sistem RF *energy harvesting* ini digunakan untuk mengkonversi gelombang RF dari sumber frekuensi TV UHF (470 MHz – 806 MHz) menjadi sebuah tegangan listrik DC. Sistem yang digunakan yaitu berupa *rectifier* sebagai penyerah gelombang. *Rectifier* dapat diimplementasikan sebagai suplai daya rendah pada perangkat elektronika yang membutuhkan. Agar mendapat hasil *rectifier* yang baik maka disusun dengan menggunakan empat buah diode dan filter kapasitor untuk memperkecil tegangan *ripple*.

3.1 Spesifikasi Perancangan Rectifier

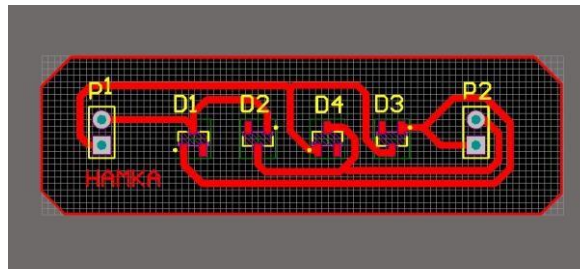
Perancangan *rectifier* yang dilakukan yaitu meliputi perancangan *rectifier* menggunakan 4 buah dioda schottky HSMS 2820, kemudian perancangan filter kapasitor untuk memperkecil tegangan *ripple* pada *output rectifier*.

Perancangan *rectifier* menggunakan 4 buah dioda schottky HSMS 2820 dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai *output* tegangan DC pada *rectifier* tersebut. Kemudian setelah diketahui nilai *output* tegangan DC, maka dapat dilakukan perhitungan untuk nilai kapasitor yang akan digunakan.

3.1.1 Perancangan Rectifier menggunakan 4 buah dioda



Gambar 3.1 Perancangan skematik rangkaian rectifier menggunakan 4 buah dioda

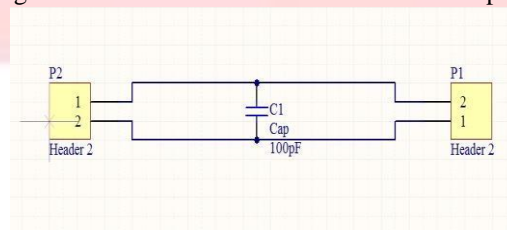


Gambar 3.4 Desain PCB dari hasil perancangan skematik

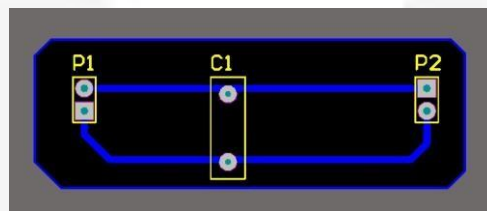
Pada gambar 3.3 dan 3.4 diatas telah dilakukan perancangan skematik dan desain PCB untuk *rectifier* menggunakan software *altium designer 2010*. Pada rangkaian tersebut telah dirancang rangkaian *rectifier* jenis *full wave rectifier* atau penyearah gelombang penuh dengan menggunakan 4 buah *diode schottky HSMS 2820*. Rangkaian tersebut digunakan untuk mengkonversi gelombang RF dari sumber frekuensi TV UHF (470-806 MHz) menjadi tegangan listrik DC.

3.1.2 Perancangan Filter Kapasitor

Berikut adalah perancangan skematik dan desain PCB untuk filter kapasitor.



Gambar 3.5 Rangkaian skematik kapasitor



Gambar 3.6 Desain PCB pada untuk kapasitor

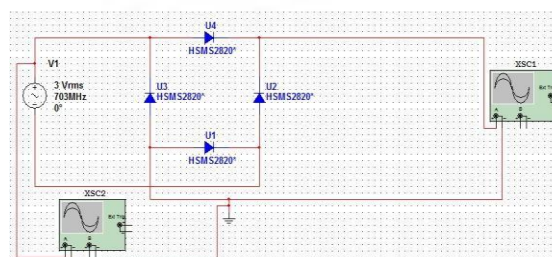
Pada gambar 3.5 dan 3.6 diatas merupakan perancangan skematik dan desain PCB untuk filter kapasitor yang dilakukan pada software *altium designer 2010*. Kapasitor tersebut digunakan pada rangkaian *rectifier* yang berfungsi untuk memperkecil tegangan *ripple* pada *output signal rectifier*. Semakin kecil tegangan *ripple* maka semakin baik pemfilteran yang telah dilakukan.

3.2 Simulasi Rectifier

Proses simulasi pada *rectifier* dilakukan dengan tujuan untuk menganalisa dan membandingkan hasil pada simulasi dengan hasil pengukuran *rectifier* pada perancangan yang telah direalisasi. Software yang digunakan untuk simulasi pada sistem ini menggunakan software *NI Multisim 11.0*

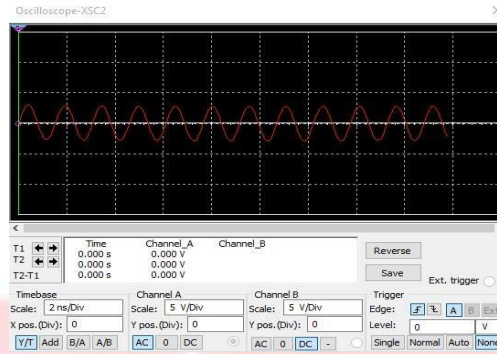
Berikut beberapa tahap simulasi yang dilakukan:

3.2.1 Simulasi Rectifier menggunakan 4 buah dioda



Gambar 3.7 Rangkaian *rectifier* menggunakan 4 buah dioda

Pada gambar 3.7 dilakukan simulasi pada *software NI Multisim 11.0* untuk percobaan *rectifier*. Rangkaian diatas merupakan rangkaian *rectifier* dengan jenis *full wave rectifier* atau penyearah gelombang penuh menggunakan 4 buah dioda schottky type HSMS 2820 sebagai penyearah gelombang.



Gambar 3.8 Sinyal AC pada *input rectifier*

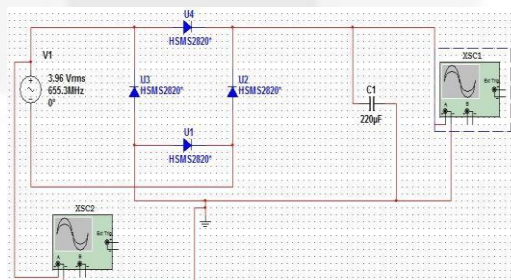


Gambar 3.9 Sinyal DC pada *output rectifier*

Pada gambar 3.8 dan 3.9 diatas merupakan hasil *running rectifier* pada *software NI Multisim 11.0*. Pada gambar 3.8 diatas merupakan *input rectifier* berupa sinyal AC dengan sumber antenna pada frekuensi kerja TV UHF dan pada gambar 3.9 merupakan hasil *ouput signal* pada *rectifier* yang telah berupa sinyal DC atau tegangan listrik. Sinyal DC pada *output rectifier* merupakan hasil konversi dari *input rectifier* yang berupa sinyal AC.

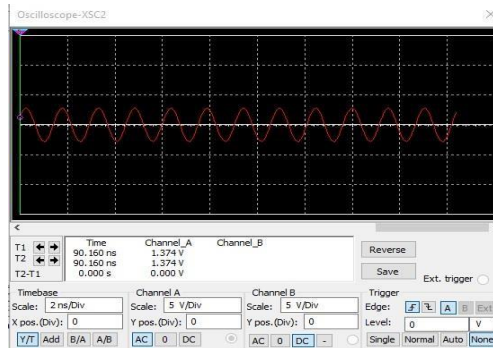
Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 buah dioda diatas dimulai pada saat input gelombang RF dari sumber frekuensi TV UHF memberikan level tegangan sisi positif, maka dioda U1, U4 pada posisi forward bias dan dioda U2, U3 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui U1 ke U4. Kemudian pada saat input dari sumber frekuensi TV UHF memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka U2, U4 pada posisi forward bias dan U1, U2 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui U2, U4.

3.2.2 Simulasi *Rectifier* dengan Filter Kapasitor

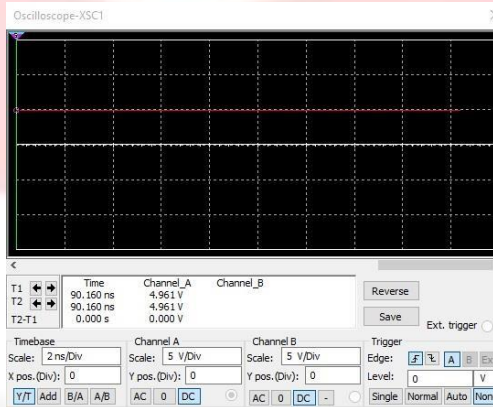


Gambar 3.10 Rangkaian *rectifier* dengan filter kapasitor

Pada gambar 3.10 dilakukan perancangan rangkaian untuk simulasi *rectifier* yang dilengkapi dengan filter kapasitor. Filter kapasitor digunakan untuk memperkecil tegangan *ripple* yang muncul pada tegangan listrik DC. Dengan adanya kapasitor maka sinyal DC lebih stabil dan lebih baik.



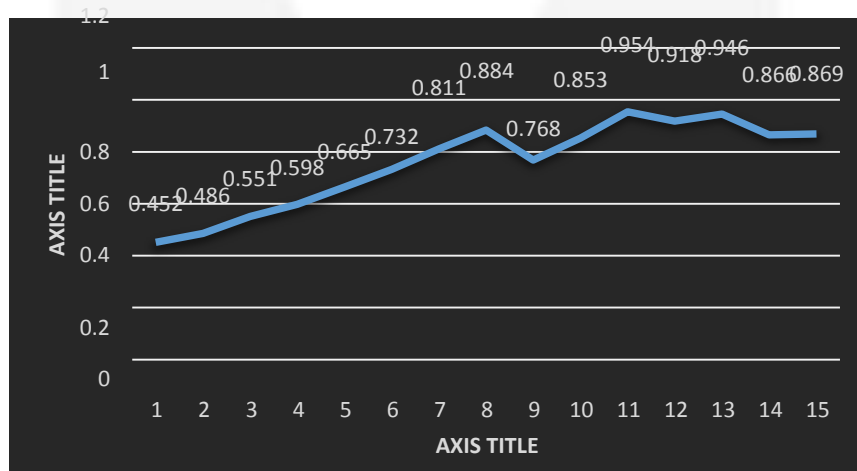
Gambar 3.11 Sinyal AC pada *input rectifier* dengan filter kapasitor



Gambar 3.12 Sinyal DC pada *output rectifier* dengan filter kapasitor

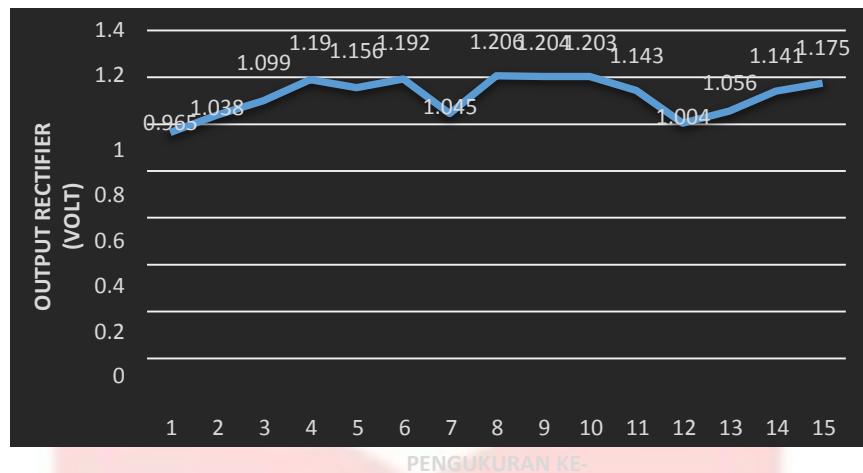
Pada gambar 3.11 dan 3.12 merupakan hasil simulasi *rectifier* yang dilakukan pada *software NI Multisim 11.0*. Pada gambar 3.11 merupakan sinyal *input* pada *rectifier* yang berupa gelombang AC, dan pada gambar 3.12 merupakan sinyal *output* pada *rectifier* yang telah berupa gelombang DC. Terlihat bahwa pada gambar 3.12 *output*

4. Pengukuran dan Analisa
 4.1 Pengukuran dan analisa Rectifier



Gambar 4.1 Grafik pengukuran rectifier di dalam ruangan (indoor)

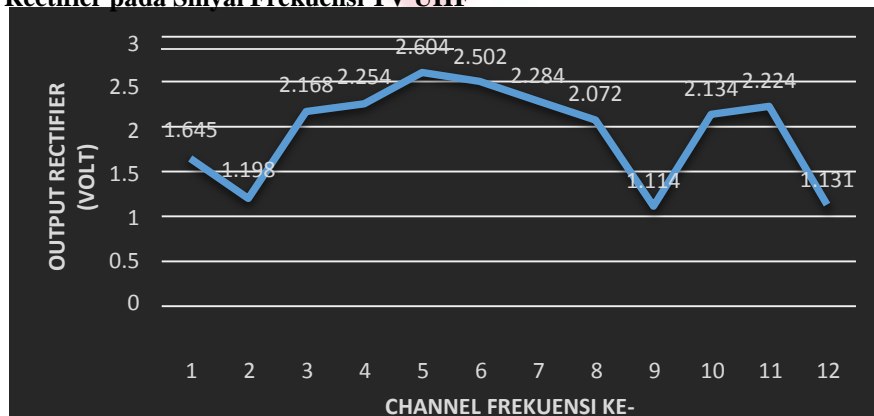
Data hasil pengukuran pada gambar 4.1 diatas, dapat diketahui bahwa tegangan maksimal output signal *rectifier* yang diperoleh adalah sebesar 0.954 Volt pada rentang frekuensi TV UHF (470-806 MHz)



Gambar 4.2 Grafik pengukuran rectifier di luar ruangan (outdoor)

Data hasil pengukuran pada gambar 4.2 diatas, dapat diketahui bahwa tegangan maksimal output signal rectifier yang diperoleh adalah sebesar 1.206 Volt pada rentang frekuensi TV UHF (470-806 MHz)

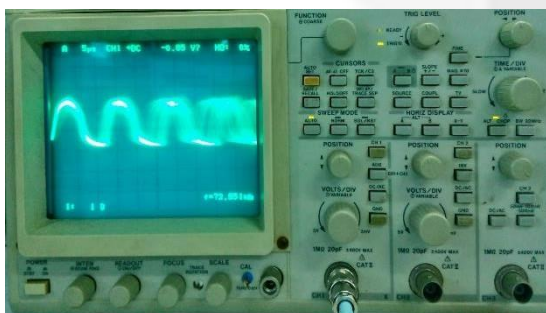
4.2 Pengukuran Rectifier pada Sinyal Frekuensi TV UHF



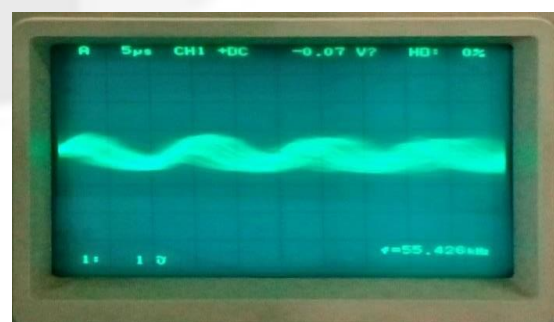
Gambar 4.3 Grafik pengukuran rectifier pada sinyal frekuensi TV UHF

Data hasil pengukuran pada gambar 4.2 diatas, dapat diketahui bahwa tegangan maksimal output signal rectifier yang diperoleh adalah sebesar 1.206 Volt pada rentang frekuensi TV UHF (470-806 MHz)

4.3 Pengukuran Rectifier denga Filter Kapasitor



Gambar 4.4 Output signal rectifier



Gambar 4.5 Output signal rectifier dengan filter kapasitor

Pada gambar 4.4 dan 4.5 diatas merupakan output hasil pengukuran rectifier pada osiloskop. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa pengukuran rectifier menggunakan 4 buah diode schottky dengan pengukuran

rectifier setelah diberi filter kapasitor. Dapat dilihat pada layar osiloskop tersebut sinyal tegangan keluaran *rectifier* berupa tegangan DC, namun masih ada *ripple* karena tegangan yang masuk ke *rectifier* tidak stabil.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Pada tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan *rectifier* dengan jenis *full wave rectifier* menggunakan 4 buah dioda schottky tipe HSMS 2820 dan filter kapasitor dapat dilakukan.
2. Sumber gelombang RF berasal dari antena pada frekuensi TV UHF (470-806 MHz)
3. Nilai tegangan maksimum yang didapat dari pengukuran adalah 0.954 Volt pada pengukuran *rectifier* di dalam ruangan (indoor), 1.206 Volt pada pengukuran *rectifier* di luar ruangan, dan 2.604 Volt pada pengukuran *rectifier* pada sinyal frekuensi kerja TV UHF.
4. Faktor jarak dan lingkungan sangat berpengaruh pada sumber sinyal AC atau gelombang RF yang didapat, karena antena yang digunakan sangat sensitif.
5. Output dari *rectifier* dapat menyalakan sebuah LED sebagai indikator untuk membuktikan bahwa tegangan tersebut telah berupa tegangan listrik DC.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan penulis untuk pengembangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil realisasi yang maksimal sebaiknya PCB untuk *rectifier* dan PCB untuk filter kapasitor dijadikan menjadi satu desain dalam PCB.
2. Pada penelitian tugas akhir ini, perlu lebih lanjut untuk mengembangkan teknologi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Harpawi, noptin. 2013. *Design Energy Harvesting Device of UHF TV Stations*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
2. Ostaffe, Harry. 2014. *RF-based Wireless Charging and Energy Harvesting Enables New Applications and Improves Product Design*.
3. Nurizal Sakti, Ivan. 2013. *Modifikasi antena televisi jenis yagi sebagai penguat sinyal modem menggunakan sistem induksi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
4. Di akses Januari 2015 https://id.wikipedia.org/wiki/Frekuensi_ultra_tinggi
5. Bastian Damanik, Andreas. 2011. *PERENCANAAN SPEKTRUM DIGITAL DIVIDEND PADA PITA FREKUENSI ULTRA HIGH FREQUENCY DI WILAYAH PERBATASAN INDONESIA*. Jakarta: Universitas Indonesia.
6. Elektronika dasar. 2012. *Konsep dasar penyearah gelombang*. Diakses Januari 2015 elektronika-dasar.web.id/
7. Fadrian, Alaind. 2011. *Karakterisasi Antena Double Biquad Frekuensi 2,3-2,4 GHz dan 3,3-3,4 GHz : Studi Kasus Perancangan Antena Dualband Untuk Aplikasi Wi-Fi dan WIMAX*. Bandung: Universitas Telkom
8. HSMS- 282x Series, "Surface Microwave Schottky Detector Diodes". Data Sheet.
9. Nopan Gunawan, Putu. 2012. *Penyearah dan Filter*. Makassar: Universitas Hasanuddin
10. Murtala Zungeru, Adam. *Radio Frequency Energy Harvesting and Management for Wireless Sensor Networks*.
11. K, Muhammad. 2015. *TEORI DASAR ANTENA DAN PROPAGASI GELOMBANG RADIO*. Medan: Universitas Sumatera Utara
12. Nugraga, Rawan. 2014. *PERANCANGAN DAN REALISASI RECTENNA (RECTIFIER ANTENA) UNTUK FREKUENSI 900 MHz – 5 GHz SEBAGAI SUMBER DAYA ALTERNATIF UNTUK MENGGISI BATERAI HANDPHONE*. Bandung: Universitas Telkom
13. Sandhi, I Made. 2014. *Memanen Energi Dari Radiasi Gelombang Elektromagnetik*. Mataram: Universitas Mataram.