

# RANCANG BANGUN POWER HARVESTER UNTUK TRANSFER DAYA WIRELESS MENGGUNAKAN ANTENA TV FREKUENSI 470 – 860 MHZ

Anthony <sup>(1)</sup>, Arman Sani <sup>(2)</sup>

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)  
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA  
e-mail: [aan2cool@hotmail.com](mailto:aan2cool@hotmail.com)

## Abstrak

Di alam bebas ini terdapat banyak sekali sumber gelombang elektromagnetik bebas. *WiFi transmitters*, *base station* telepon seluler, radio AM/FM, stasiun pemancar TV adalah sumber gelombang elektromagnetik dengan daya keluaran yang berbeda-beda. Gelombang elektromagnetik ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik alternatif. Dalam tulisan ini membahas tentang sistem *Ambient Electromagnetic Harvesting* dimana digunakan antena yagi TV sebagai antena penerima dan *power harvester* sebagai *rectifier* untuk merubah sinyal AC gelombang elektromagnetik daerah frekuensi TV yang diterima pada antena menjadi sinyal listrik DC dan menguatkannya. Sistem *ambient electromagnetic harvesting* yang dirancang dapat menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 433 mV untuk pengukuran di daerah kota Medan, yaitu pada Laboratorium Sistem Komunikasi Radio, Sedangkan pengukuran di daerah pemancar TV di Bandar Baru Sibolangit, diperoleh tegangan rata-rata sebesar 2160 mV. Dari pengukuran yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa semakin dekat ke sumber pemancar semakin besar juga tegangan yang dihasilkan.

**Kata kunci:** *power harvester*, *wireless power transfer*

## 1. Pendahuluan

Pada zaman modern ini, energi listrik telah menjadi kebutuhan pokok bagi manusia, hal ini dikarenakan hampir semua aktifitas kehidupan manusia menggunakan listrik sebagai sumber energi utama. Energi listrik bisa dengan mudah dikonversikan ke dalam bentuk energi lain seperti: gerak, panas, cahaya, dan lain-lain. Sehingga dibutuhkan suatu upaya dalam penyediaan atau penghematan energi tersebut seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat pada saat ini.

Di alam bebas ini terdapat banyak sekali sumber gelombang elektromagnetik. *WiFi transmitters*, *base station* telepon seluler, radio AM/FM, stasiun pemancar TV adalah sumber gelombang elektromagnetik dengan daya keluaran yang berbeda-beda. Banyak penelitian yang sudah dilakukan untuk pengkonversian energi gelombang elektromagnetik menjadi energi listrik. Hasilnya menunjukkan bahwa sinyal TV dan sinyal BTS adalah sumber yang paling memungkinkan untuk dilakukan *harvesting* dimana sinyal TV memiliki daya pancaran yang paling tinggi dan sinyal BTS memiliki tingkat efisien yang tinggi di daerah perkotaan. Oleh karena itu pada tulisan ini akan membahas suatu sistem untuk menangkap

sumber elektromagnetik bebas yang ada di alam (gelombang UHF dari pemancar TV) untuk kemudian diolah dan dijadikan sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif yang dimaksud adalah energi listrik. Perangkat yang dibutuhkan dalam sistem ini antara lain adalah antena penerima dan *power harvester*. Antena penerima yang digunakan adalah Antena Yagi TV komersil yang digunakan di rumah, berfungsi untuk menerima gelombang elektromagnetik ruang bebas dan merubahnya menjadi gelombang elektromagnetik terbimbing. Sedangkan *power harvester* berfungsi untuk merubah sinyal gelombang elektromagnetik terbimbing (gelombang AC) dari antena menjadi gelombang listrik DC sekaligus menguatkannya. Energi listrik DC keluaran yang telah dikuatkan tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik berdaya kecil, seperti *charge* baterai; atau menghidupkan lampu berdaya kecil.

## 2. Studi Pustaka

### 2.1 Power harvester

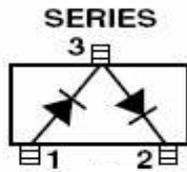
Power harvester merupakan suatu alat yang digunakan untuk memanen kembali energi yang berada pada alam ini dan mengubahnya

menjadi energi listrik. Biasanya rangkaian pada *power harvester* ini terdiri dari rangkaian penyearah dan rangkaian pelipat ganda tegangan.

**2.2 Dioda**

Pada *power harvester* yang akan dirancang dapat digunakan beberapa jenis dioda yaitu dioda Schottky Agilent HSMS-282x atau dioda germanium 1N34. Tipe dioda yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah dioda Schottky Agilent HSMS-2822 karena Agilent menyebutnya sebagai komponen yang paling bagus untuk aplikasi RF *mixer* atau rangkaian detektor.

Keluarga dioda Schottky Agilent HSMS-282x terbagi menjadi beberapa macam dibedakan dengan digit terakhirnya. Digit yang berbeda memiliki *datasheet* rangkaian yang berbeda pula. Pada Gambar 1 dapat dilihat konfigurasi dari HSMS-2822 yang digunakan pada Tugas Akhir ini. Semua pin terhubung satu sama lain membentuk suatu segitiga [1].

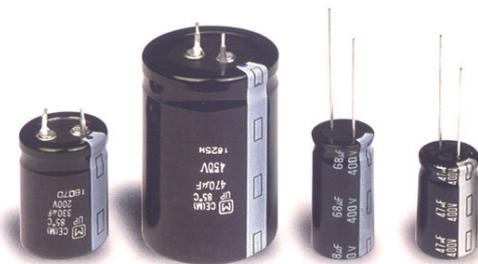


Gambar 1 Dioda Agilent HSMS-2822

**2.3 Kapasitor**

Kondensator atau sering disebut sebagai kapasitor adalah sebuah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut Farad dari nama Michael Faraday.

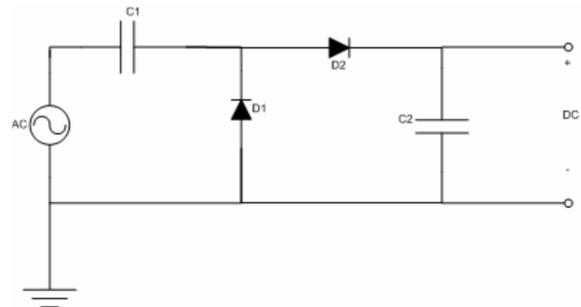
Kondensator diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung. Bentuk kondensator dapat dilihat pada Gambar 2 [2].



Gambar 2 Kondensator

**2.4 Pelipat-ganda Tegangan (Voltage Multiplier)**

Pelipat-ganda-tegangan adalah dua atau lebih penyearah puncak yang menghasilkan tegangan DC sama dengan perbanyakannya puncak tegangan masuk (2Vp, 3Vp, 4Vp, dan seterusnya). Catu daya ini digunakan untuk alat-alat tegangan tinggi/arus rendah seperti CRT (tabung sinar katoda) TV, osiloskop, dan *computer display* [1].



Gambar 3 Rangkaian Pelipat Dua Tegangan

Gambar 3 menggambarkan sebuah rangkaian 1-stage pelipat dua tegangan. Gelombang RF disearahkan pada D2 dan C2 pada setengah siklus positif dan pada D1 dan C1 pada siklus negatif. Tetapi, pada saat setengah siklus positif, tegangan yang disimpan pada kapasitor C1 pada setengah siklus negatif di transfer ke C2 sehingga menyebabkan menjadi dua kali dari tegangan yang masuk. Inilah yang menyebabkan rangkaian ini disebut sebagai pelipat ganda tegangan (*voltage doubler*).

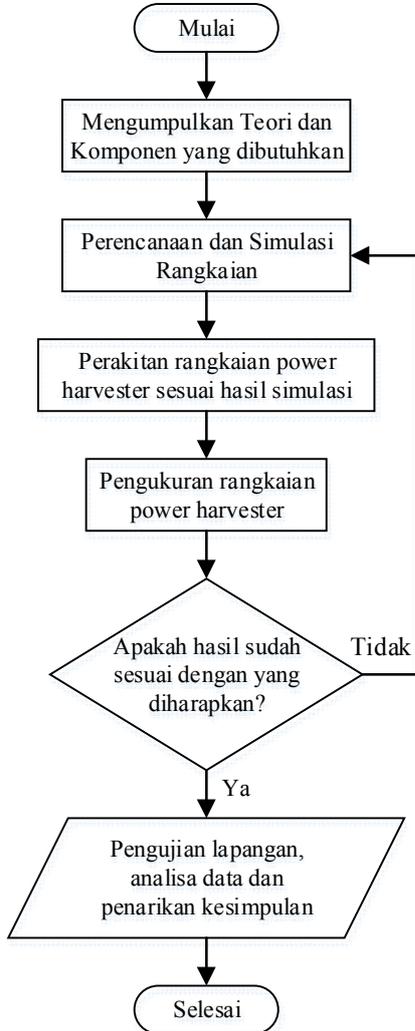
Hal yang paling menarik dari rangkaian ini adalah kita dapat menggabungkannya secara seri seperti kita menggabungkan baterai secara seri untuk mendapat tegangan output yang lebih besar. Anggap digunakan baterai dengan tegangan  $V_0$  yang memiliki tahanan dalam  $R_0$ . Ketika dihubungkan secara seri pada sebanyak  $n$  buah dan dihubungkan pada beban  $R_L$ , tegangan keluaran akan seperti persamaan 1[1].

$$V_{out} = \frac{nV_0}{nR_0 + R_L} R_L = V_0 \frac{1}{\frac{R_0}{R_L} + \frac{1}{n}} \dots\dots(1)$$

Dari Persamaan 1, dapat dilihat bahwa  $V_0$ ,  $R_0$  dan  $R_L$  adalah sebuah nilai konstanta maka nilai tegangan output berbanding lurus dengan jumlah nilai  $n$ , dimana semakin besar  $n$  yang dihubungkan secara seri akan menghasilkan tegangan keluaran yang lebih besar [1].

**3. Metode Penelitian**

Pengerjaan *power harvester* dimulai dari perencanaan dan simulasi, proses perakitan rangkaian, dan pengujian hasil rangkaian. Gambar 4 merupakan diagram alir dari perancangan sistem ini.



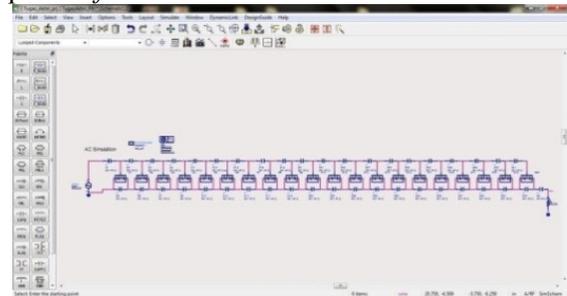
Gambar 4 Diagram Alir Perancangan *Power Harvester*

**3.1 Perencanaan dan Simulasi**

Simulasi rangkaian *power harvester* untuk mendapatkan kapasitor manakah yang dapat menghasilkan keluaran tegangan yang paling maksimal menggunakan software *Advanced Design System 2009*.

Perancangan rangkaian ini dimulai dengan mengambil komponen dioda Schottky Agilent HSMS-2882 yang ada pada *library ADS* kemudian disusun secara bertahap dengan kapasitor membentuk rangkaian pelipat ganda tegangan. Jumlah stage yang akan dirancang yaitu 5 stage, 10 stage, 15 stage, 20 stage, dan 10 stage paralel.

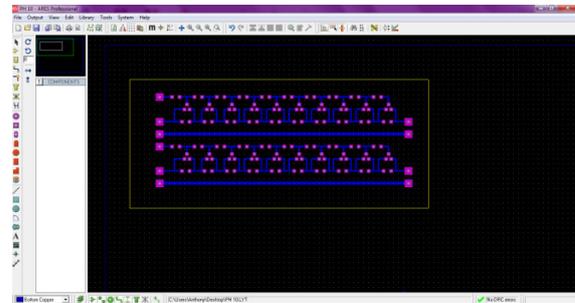
Berikut pada Gambar 5 merupakan hasil rancangan rangkaian *power harvester 20 stage* yang akan disimulasikan dengan *AC simulation* pada *software ADS*.



Gambar 5 Rangkaian *Power Harvester 20-stage*

**3.2 Perakitan**

Setelah dirancang melalui *software ADS*, berikut ini adalah perancangan PCB menggunakan *software Proteus ARES 7 Professional* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Perancangan papan PCB *Power Harvester*

Pada Gambar 7 dan Gambar 8 merupakan tampilan hasil rancangan *power harvester* yang telah dirancang untuk sistem *ambient electromagnetic harvesting*.



Gambar 7 *Power Harvester 20-stage* (atas)



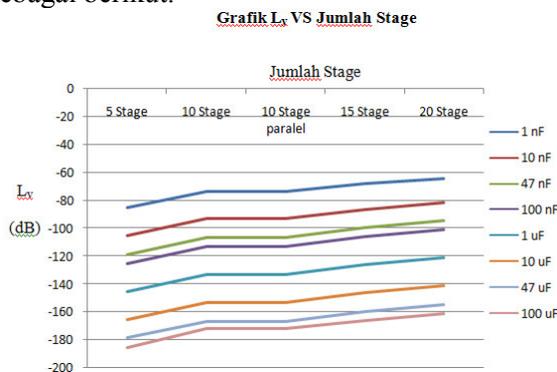
Gambar 8 Power Harvester 20-stage (bawah)

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi rangkaian *power harvester* 5-stage, 10-stage, 15-stage, 20-stage, dan 10-stage paralel dan pengukuran pada Laboratorium Sistem Komunikasi Radio dan Pemancar TV Bandar Baru adalah sebagai berikut.

##### 4.1 Hasil Simulasi Power Harvester pada ADS

Hasil simulasi rangkaian *power harvester* 5-stage, 10-stage, 15-stage, 20-stage, dan 10-stage paralel dapat dilihat pada Gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 9 Grafik hasil simulasi pada ADS

##### 4.2 Hasil Pengujian sistem Ambient Electromagnetic Harvester

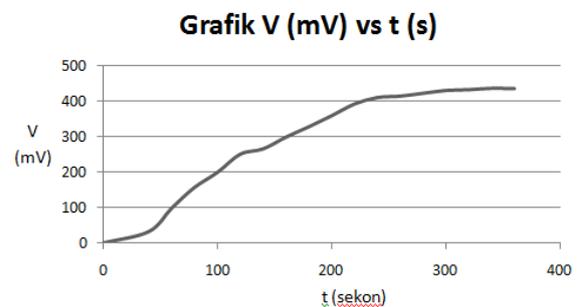
Setelah dirancang alat *power harvester* tersebut maka akan dilakukan uji coba *ambient electromagnetic harvesting* ini langsung di lapangan. Uji coba di lapangan akan dilakukan pada 2 tempat yaitu: Laboratorium Sistem Komunikasi Radio Universitas Sumatera Utara dan Stasiun Pemancar TVOne, Spacetoon, .NET di Bandar Baru.

##### 4.2.1 Pengukuran pada Laboratorium Sistem Komunikasi Radio USU

Antena yang digunakan pada sistem *electromagnetic harvesting* adalah antena yang untuk TV dan diarahkan ke posisi yang menghasilkan tegangan maksimal. Tegangan yang dihasilkan dapat mencapai 0.433 volt dengan *rise time* selama 4 sampai 5 menit. Hasil pengukuran pada Laboratorium Sistem Komunikasi Radio USU akan ditunjukkan pada Gambar 10 dan grafik *rise time* tegangan akan ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 10 Pengukuran pada Laboratorium Sistem Komunikasi Radio Universitas Sumatera Utara

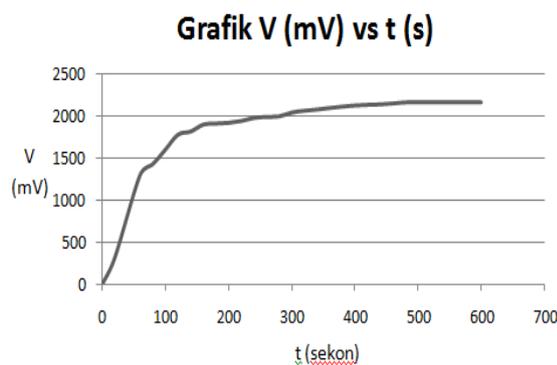
Gambar 11 Grafik *rise time* tegangan pada Laboratorium Sistem Komunikasi Radio Universitas Sumatera Utara

##### 4.2.2 Pengukuran pada Stasiun Pemancar Televisi

Tegangan yang dihasilkan dapat mencapai 2.16 Volt dengan *rise time* selama 8-10 menit. Hasil pengukuran pada stasiun pemancar TV di Bandar Baru akan ditunjukkan pada Gambar 12 dan grafik *rise time* tegangan akan ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 12 Pengukuran pada pemancar Stasiun TV Bandar Baru Sibolangit



Gambar 13 Grafik *rise time* tegangan pada pemancar Stasiun TV Bandar Baru Sibolangit

## 5. Kesimpulan

Dari hasil yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Power Harvester* yang telah dirancang sudah dapat berfungsi secara baik tetapi listrik yang dihasilkan belum bisa diaplikasikan karena masih sangat lemah arus dan daya yang dihasilkan.
2. Parameter yang mempengaruhi tegangan keluaran *power harvester* adalah sinyal di sekitar (jarak ke pemancar), jumlah *stage* rangkaian *power harvester*, dan nilai kapasitor *stage* yang digunakan.
3. Hasil pengukuran pada daerah perkotaan Medan yaitu pada Laboratorium Sistem Komunikasi Radio dapat menghasilkan tegangan sebesar 0.433 volt dan pada stasiun pemancar TV di Bandar Baru Sibolangit dapat menghasilkan tegangan sebesar 2.16 volt.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Harrist, Daniel W, 2011 “*Wireless Battery Charging System Using Radio Frequency Energy Harvesting*”, University of Pittsburgh
- [2] "Indonesian Wikipedia," Wikimedia Foundation, Inc., 27 Maret 2014. <http://id.wikipedia.org/wiki/Kondensator>. Diakses pada tanggal 17 Januari 2015
- [3] Nurrahman, Fajar, 2011 “*Rancang Bangun Ambient Electromagnetic Harvesting pada Frekuensi TV Broadcasting untuk Transfer Daya Wireless*”, Institut Teknologi Sepuluh Nopember