

## PEMANFAATAN RADIASI ENERGI TEGANGAN 150 KV UNTUK LAMPU LED PENERANGAN JALAN

MAULUDI MANFALUTHY<sup>1</sup> & SUWARSO

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Jakarta

Email: *mauludi@gmail.com*<sup>1</sup>

### ABSTRAK

WHO (*World Health Organization*) berkesimpulan bahwa tidak banyak pengaruh yang ditimbulkan oleh medan listrik sampai 20 kV/m pada manusia. Standar WHO pun menyebutkan bahwa manusia tidak akan terpengaruh oleh medan magnet dibawah 100 micro tesla dan bahwa medan listrik akan berpengaruh pada tubuh manusia dengan standar maksimal 5.000 volt per meter. Pada penelitian ini tidak membahas mengenai pengaruh radiasi tegangan tinggi SUTT (*Saluran Udara Tegangan Tinggi*) dengan kesehatan manusia. Penelitian akan berfokus pada usaha pemanfaatan radiasi energi SUTT. Kombinasi medan listrik dan medan magnet pada SUTT (70-150KV) dapat menimbulkan gelombang elektromagnetik (EM) sekaligus radiasi, yang diharapkan dapat dikonversi untuk menghidupkan lampu penerangan jalan disekitar lokasi daerah tegangan tinggi atau ke dalam bentuk lainnya. Perancangan *prototype* ini bekerja seperti antenna pada umumnya yang menangkap signal elektromagnetik dan mengubahnya menjadi gelombang AC. Dengan adanya capasitor yang dapat menyimpan energy potensial gelombang AC dan *Schotky diode* yang di buat khusus untuk *low frequency wave*, membuat arus menjadi satu arah (DC). Dari hasil penelitian didapatkan arus yang dihasilkan dari radiasi sangatlah kecil walaupun tegangan cukup besar.

**Kata Kunci:** *Radianse Energi, Joule Thief, Modul LED.*

### ABSTRACT

WHO (*World Health Organization*) concludes that not much effect is caused by electric field up to 20 kV / m in humans. WHO standard also mentions that humans will not be affected by the magnetic field under 100 micro tesla and that the electric field will affect the human body with a maximum standard of 5,000 volts per meter. In this study did not discuss about the effect of high voltage radiation SUTT (*High Voltage Air Channel*) with human health. The research will focus on energy utilization of SUTT radiation. The combination of electric field and magnetic field on SUTT (70-150KV) can generate electromagnetic (EM) and radiation waves, which are expected to be converted to turn on street lights around the location of high voltage areas or into other forms. The design of this prototype works like an antenna in general that captures electromagnetic signals and converts them into AC waves. With a capasitor that can store the potential energy of AC and *Schottky diode* waves created specifically for low frequency waves, make the current into one direction (DC). From the research results obtained the current generated from the radiation is very small even though the voltage is big enough.

**Keywords:** *Radianse Energy, Joule Thief, and LED Module.*

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya penduduk, kebutuhan akan pemukiman semakin bertambah. Semua wilayah di kota-kota besar terutama kini dipenuhi dengan pemukiman padat penduduk. Sehingga mau tak mau tiang-tiang saluran udara yang mengalirkan listrik harus dibangun diatas pemukiman warga. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) merupakan saluran tegangan listrik (70-150KV) yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari pusat-pusat pembangkit yang jaraknya jauh menuju pusat-pusat beban sehingga energi listrik bisa disalurkan secara efisien. Kehadiran SUTT ini memberi banyak manfaat bagi kehidupan. Adanya jalur transmisi ini, listrik lebih aman dan mudah disalurkan dan mampu menyalurkan daya yang besar dengan susut jaringan yang rendah, *voltage regulation* yang baik serta lebih mudah dalam pengendalian tegangan dan frekuensi. Namun demikian, ternyata jalur transmisi ini dapat mengakibatkan radiasi yang bisa berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Kemungkinan adanya dampak negatif dari SUTT sekarang ini masih dikhawatirkan oleh masyarakat, khususnya yang tinggal di jalur tersebut. Para ahli epidemiologi masih berbeda pendapat bahwa SUTT dapat membangkitkan medan listrik dan medan magnet yang berpengaruh buruk terhadap kesehatan manusia (Stokley, 1984 dalam Elektro Indonesia, 2000) sehingga menimbulkan kekhawatiran terhadap masyarakat yang tinggal di jalur SUTT. Tanpa disadari tiang tiang tinggi dan kabel kabel yang melintang di atas pemukiman tersebut di duga menyebabkan radiasi yang berbahaya bagi kesehatan penduduk. Hal ini menimbulkan isu yang beredar di masyarakat yang belum dapat dibuktikan kebenarannya.

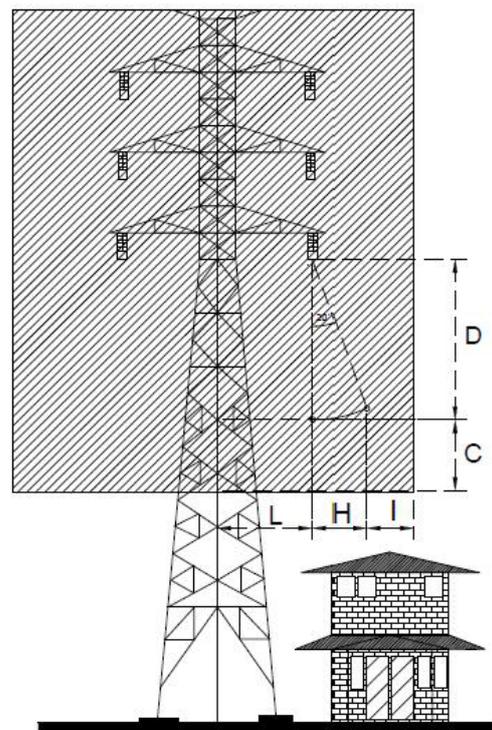
Berbagai protes pun datang dari berbagai pihak terutama para penduduk yang bermukim dibawah aliran saluran udara tegangan tinggi tersebut. Kebanyakan dari mereka menuntut agar saluran udara tersebut dialihkan ke tempat lain.

Dengan mempertimbangkan, beberapa pendapat dari berbagai badan resmi, seperti dibawah ini:

1. WHO (*World Health Organization*) berkesimpulan: tidak banyak pengaruh yang ditimbulkan medan listrik 20

kV/m – 100KV/m pada manusia dan tidak mempengaruhi kesehatan hewan percobaan. Standar WHO pun menyebutkan bahwa manusia tidak akan terpengaruh oleh medan magnet dibawah 100 micro tesla dan bahwa medan listrik akan berpengaruh pada tubuh manusia dengan standar maksimal 5.000 volt per meter.

2. Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia No. 18 Tahun 2015, tentang Ruang bebas dan Jarak bebas minimum pada SUTT, SUTET, SUTTAS untuk penyaluran tenaga listrik.



Gambar 1. Ruang bebas dan Jarak bebas minimum pada SUTT 150KV

Keterangan :

 : Penampang melintang Ruang Bebas SUTT 66 kV dan 150 kV Menara pada tengah gawang

-  L : Jarak dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
-  H : Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
-  I : Jarak bebas *impuls petir*
-  C : Jarak bebas minimum vertikal
-  D : Jarak andongan terendah ditengah gawang (antar dua menara)

Tabel 1. Jarak vertikal, horizontal dan jarak bebas impuls petir pada SUTT 66-500KV

| No. | Seluran Udara              | Jarak dan sumbu vertikal menara / tiang ke konduktor $Z$ (m) | Jarak horizontal akibat arisan konduktor $H$ (m) | Jarak bebas impuls petir (untuk SUTT) atau jarak bebas impuls switcing (untuk SUTET) $Z$ (m) | Total $Z + H + Z$ (m) | Pembulatan (m) |
|-----|----------------------------|--|--|--|-----------------------|----------------|
| 1.  | SUTT 66 kV tiang baja      | 3,80   | 1,37   | 0,63   | 3,80                  | 4,80           |
| 2.  | SUTT 66 kV tiang beton     | 3,80   | 0,68   | 0,63   | 3,11                  | 4,80           |
| 3.  | SUTT 66 kV menara          | 3,80   | 2,74   | 0,63   | 6,37                  | 7,80           |
| 4.  | SUTT 150 kV tiang baja     | 2,25   | 2,05   | 1,50   | 5,80                  | 6,80           |
| 5.  | SUTT 150 kV tiang beton    | 2,25   | 0,86   | 1,50   | 4,61                  | 5,80           |
| 6.  | SUTT 150 kV menara         | 4,20   | 3,76   | 1,50   | 9,46                  | 10,80          |
| 7.  | SUTT 275 kV ainkit ganda   | 5,80   | 5,13   | 1,80   | 12,73                 | 13,80          |
| 8.  | SUTT 500 kV ainkit tunggal | 12,00  | 6,16   | 3,18   | 21,36                 | 22,80          |
| 9.  | SUTT 500 kV ainkit ganda   | 7,30   | 6,16   | 3,18   | 16,66                 | 17,80          |

3. Kombinasi medan listrik dan medan magnet pada SUTT (70-150KV) dapat menimbulkan gelombang elektromagnetik (EM). Keberadaan gelombang EM didasarkan pada hipotesis Maxwell. Hipotesis Maxwell menyatakan bahwa setiap perubahan medan magnet B akan menimbulkan medan listrik E atau sebaliknya.

Maka melalui penelitian ini kami tidak akan membahas mengenai pengaruh radiasi tegangan tinggi khususnya SUTT terhadap kesehatan, namun kebalikannya kami akan meneliti kemungkinan pemanfaatan dari radiasi di bawah SUTT.

Energi sendiri tidak akan habis termakan waktu. Energi selalu ada sepanjang masa. Energi hanya bisa dirubah bentuk dari satu bentuk energi ke bentuk yang lainnya. Ada berbagai macam energi yang dapat kita eksplor dan manfaatkan jumlahnya. Salah satunya adalah energi elektromagnetik yang merupakan bentuk energi murni yang terdapat di angkasa secara bebas, dan bergerak dengan kecepatan cahaya. Kombinasi medan listrik dan medan magnet pada SUTT dapat menimbulkan gelombang elektromagnetik (EM). Keberadaan gelombang EM didasarkan pada hipotesis Maxwell. Hipotesis Maxwell menyatakan bahwa setiap perubahan medan magnet B akan menimbulkan medan listrik E atau sebaliknya. Suatu medan EM dapat dinyatakan dalam empat vektor medan, yaitu  $E$  = intensitas medan listrik (V/m),  $D$  = rapat fluks listrik (C/m<sup>2</sup>),  $H$  = intensitas medan magnet (A/m) dan  $B$  = rapat fluks magnet

(Wb/m<sup>2</sup>) yang terkait dengan empat persamaan Maxwell (Zonge & Hughes, 1988 dan Sharma, 1997).

Pemanfaatan Radiasi Energi untuk lampu penerangan jalan ini, memanfaatkan radiasi elektromagnetik dibawah SUTT. Dimana input dari radias elektromagnetik ini berdasarkan literatur berkisar di angka 0.1 – 3.5 Mikro. (Tesla Nanan Tribuana, 2000, Pengukuran Medan Listrik dan Medan Magnet di bawah SUTET 500kV, Nanan Tribuana, Electro Indonesia, nomor tahun 32, Agustus 2000). Dengan range input tersebut diharapkan dapat dikonversi menjadi tegangan untuk menghidupkan lampu penerangan jalan disekitar lokasi tegangan tinggi.

Dari uraian latar belakang permasalahan tersebut di atas, rumusan masalah yang akan difokuskan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem kerja dari prototipe konversi radiasi energi menjadi tegangan yang dapat menghidupkan lampu LED penerangan jalan?
2. Berapakah tegangan listrik minimal yang dapat dihasil kan seta dibutuhkan untuk dapat menghidupkan lampu LED penerangan jalan?
3. Berapa besar daya yang dihasilkan konversi radiasi ini?
4. Bagaimana cara pembuatan prototipe lampu LED penerangan jalan berbasis *Joule Thief*?
5. Faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi konversi energi radiasi ini sebagai sumber energi bebas?

Batasan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

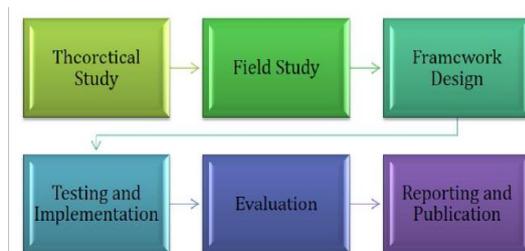
1. Tidak mempermasalahakan efek radiasi bagi kesehatan di lingkungan SUTT. Mengenai masalah ini sudah banyak penelitian yang menunjukkan nilai ambang batas radiasi yang diperbolehkan untuk bertempat tinggal di bawah SUTT.
2. Nilai radiasi elektromagnetik di lokasi penelitian/SUTT sudah pernah dilakukan pengukuran oleh pihak PLN setempat.
3. Keluaran tegangan dan arus yang akan dihasilkan oleh module konversi energy radiasi ini bersifat variatif, oleh karena-

nya tidak ada target nilai daya/watt tertentu yang akan dihasilkan untuk menghidupkan lampu penerangan LED.

4. Lampu penerangan LED akan di rancang sesuai minimum tegangan dan arus yang dibutuhkan oleh komponen LED SMD (*Surface Mount Device*) berdasar pada simulasi yang dilakukan.
5. Data-data mengenai radiasi *electro magnetic* di sekitar SUTT akan didapatkan dari pihak PLN Jakarta Timur. Dari hasil data radiasi selanjutnya akan digunakan sebagai *reference* dalam merancang konverter energi eletromagnetik ke energi listrik.
6. Hasil konversi radiasi energi ini akan di umpankan pada sebuah pengkondisi tegangan dalam hal ini menggunakan prinsip *Joule Thief*.
7. Selanjut nya output dari modul *Joule Thief* ini akan di pergunakan sebagai sumber tegangan untuk lampu LED penerangan jalan disekitar lingkungan SUTT.

## II. METODELOGI

Guna mencapai tujuan yang diinginkan, penelitian ini dilakukan sesuai dengan rancangan alur penelitian yang terdapat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Alur Penelitian

Penelitian dimulai dari identifikasi permasalahan yang ada terkait dengan model alternatif sumber energi bebas dari radiasi saluran teggangan tinggi. Selain itu juga mempelajari literature yang diperlukan, tool maupun model-model sumber energi bebas yang ada saat ini yang telah diusulkan oleh peneliti lain sebelumnya. Dilanjutkan dengan perancangan framework dari sistem yang diusulkan dan pengembangan prototype-nya. Tahapan selanjutnya adalah pengujian terhadap framework yang dibuat dan dilakukan evaluasi untuk memperoleh kesimpulan dari

hasil penelitian. Pada tahapan yang terakhir yaitu disusun karya ilmiah hasil penelitian untuk dipublikasikan dalam jurnal karya ilmiah.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data pengukuran hasil penelitian akan dibahas pada sub bab ini. Secara garis besar perancangan prototype adalah seperti pada gambar berikut:



Gambar 3. Blok Diagram Perancangan

Pelaksanaan penelitian dilakukan dibawah SUTT di tiga lokasi berbeda. Gambar-gambar dibawah ini memperlihatkan foto-foto saat penelitian dilakukan.





Gambar 4. Foto-foto penelitian di 3 tempat lokasi SUTT

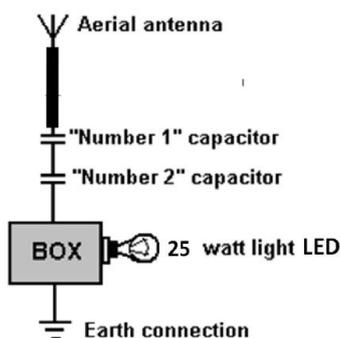
Perancangan ini terdiri dari 3 modul rangkaian yaitu:

1. *Radiancance Energy*;
2. *Joule Thief*; dan
3. *Lampu LED Penerangan*.

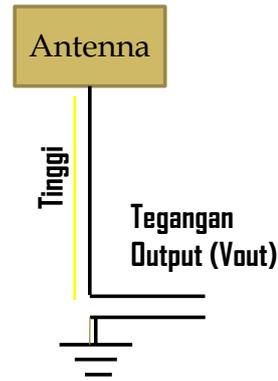
Dibawah ini adalah blok diagram dari perancangan pemanfaatan energy untuk lampu penerangan jalan. Adapun penjelasan dari masing-masing module adalah sebagai berikut:

a). *Module Radiancance Energy*

Prinsip kerja dari module *radiancance energy* ini adalah berdasar pada prinsip *Free Energy Collector* dari Tesla. Antenna menangkap energy radiasi bebas/free energy yang selanjutnya akan disimpan dalam suatu kapasitor ( C ). Dimana muatan listrik secara sementara disimpan sebelum digunakan. Untuk menangkap input radiasi maka akan digunakan Antena. Tepatnya adalah antenna monopole berbentuk plat (berbahan Alluminium). Antena untuk menangkap “listrik” di udara seperti halnya radio menangkap gelombang elektromagnetik, Sistem antenna tersebut akan dihubungkan ke *ground* (Gnd) yang ditancapkan ke dalam tanah.



Gambar-5. Model Radiancance Energy Tesla



\* Grounding dari tower 150KV

Gambar-6. Prototype Antenna

Berikut ini adalah hasil pengukuran tegangan output (AC) yang didapat dari implementasi antenna diatas:

Tabel 2. Hasil Pengukuran di bawah SUTT

| Lokasi SUTT | V Out (Volt AC) | Type Antenna  | Tinggi | Panjang Kabel Antenna |
|-------------|-----------------|---------------|--------|-----------------------|
| Jatimelati  | 39-40           | Plate         | 2 m    | 3 m                   |
|             | 39-40           | Parabola Dish |        |                       |
|             | 39-40           | Rod           |        |                       |
| Kranggan    | 49-51           | Plate         | 2 m    | 3 m                   |
|             | 48-50           | Parabola Dish |        |                       |
|             | 49-51           | Rod           |        |                       |
| Cikunir     | 50 -51          | Plate         | 4 m    | 6 m                   |
|             | 50-52           | Parabola Dish |        |                       |
|             | 51-54           | Rod           |        |                       |

Dari tabel di atas dapat di simpulkan tegangan *output* dari antenna dapat dikatakan stabil dan semakin tinggi antenna tegangan yang dihasilkan tidak berbeda jauh.

Selanjutnya *output* dari antenna di hubungkan dengan module *radiancance energy* (berupa rangkaian penyearah dan penguat), seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar-7. Blok Diagram Pengubah tegangan AC ke DC

*Output* tegangan DC yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel berikut, dari tabel tersebut arus yang dihasilkan hanya dapat

menghidupkan *power bank* dengan kapasitas rendah (max 2500mAH).

Tabel 3. Tegangan Output yang dihasilkan saat pengukuran di bawah SUTT

| V In (Volt AC) | V Out (Volt DC) | Beban Output        | Keterangan         |
|----------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| 39-40          | 15 - 18         | Power Bank 2600 mAH | Hidup Sesaat.      |
| 49-51          | 17 -19          | Power Bank 2600 mAH | Hidup Sesaat.      |
| 50 -51         | 21              | Power Bank 5600m AH | Hidup, lalu putus. |

Ide dasar prinsip Tesla adalah menangkap beda potensial listrik di udara (menangkap gelombang elektromagnetik yang berasal dari matahari maupun gelombang kosmik) dengan bumi (*ground*). Hasil dari prinsip Tesla ini dapat disimpulkan udara lebih bersifat positif (+) dan bumi lebih bersifat negatif (-), sehingga apabila keduanya digabungkan (dihubungkan ke kapasitor ataupun *coil/trafo*, akan terjadi akumulasi muatan + dan - sehingga terjadilah arus listrik). ( J.Kelly Patrick, *A Practical Guide to Free-Energy Devices*).

**b). Module Joule Thief**

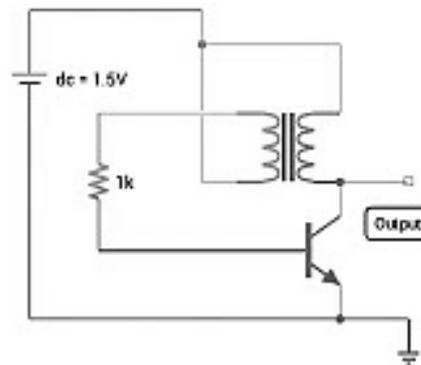
Pada dasarnya rangkaian *juole thief* ini adalah rangkaian inverter. Ini merupakan rangkaian yang dimodifikasi untuk merubah tegangan DC (*Direct Current*) atau arus searah menjadi tegangan AC (*Alternating Current*) atau arus bolak-balik. Dalam rangkaian ini hanya memakai satu transistor saja untuk merubah tegangan DC menjadi tegangan AC. *Input* dari *module radiance energy* akan di kondisikan dengan menggunakan dioda untuk disearahkan, lalu output tegangan DC ini akan masuk ke Joule Thief untuk mendapatkan tegangan AC yang lebih standar untuk menyalakan sebuah lampu jalan.



Gambar-8. Blok Diagram *Joule Thief*

Syarat untuk membuat tegangan AC yakni tegangan *output* harus berubah menjadi gelombang sinusoidal. Gelombang sinusoidal terjadi dikarenakan adanya perpotongan flux pada kumparan yang diakibatkan oleh tegangan AC itu sendiri (Fadhli M. R, 2010).

Berikut adalah rangkaian *joule thief*:



Gambar 9. Rangkaian inverter DC to AC satu transistor

**c. Module Lampu LED**

Modul lampu LED dirancang menggunakan LED dengan komponen berbasis SMD, dimana LED yang digunakan di gerakan pada arus 750mA.

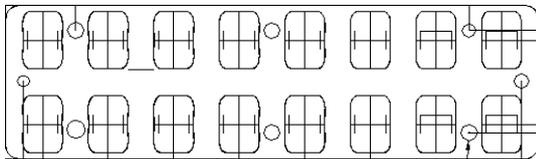


Gambar 10. Blok Diagram prototype Lampu Penerangan LED berbasis SMD.

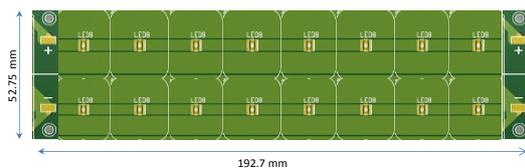
Tabel dibawah ini adalah, hasil perhitungan dengan mempergunakan tools simulasi LED Samsung. Ada 5 input arus yang disimulasikan dari mulai 0.35 A sampai dengan 1 A (DC). Dengan jumlah lampu LED SMD 12 buah, maka di dapat variasi Watt dari 12.8 – 40. 9 Watt, tentu saja dengan *efficacy* (lm/watt) yang berbeda-beda. Dari simulasi ini didapatkan *efficacy* terbaik adalah 114.6 lm/w. Dihilal 20.9 Watt dengan lumen 2397 lm.

Tabel 4, Hasil Simulasi lampu LED SMD

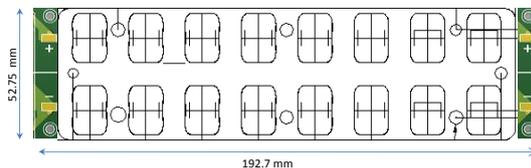
| Filed (Input) | Current [A] | # of LED | $\Sigma$ Flux [lm] | $\Sigma$ Power [W] | Efficacy [lm/W] | Thermal Guide |           |
|---------------|-------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------|-----------|
| top-down      |             |          | -                  |                    |                 |               |           |
| CASE - A      | 1           | 0.350    | 12                 | 1609               | 12.8            | 125.4         | Safe zone |
|               | 2           | 0.450    | 12                 | 2012               | 16.8            | 119.7         | Safe zone |
|               | 3           | 0.550    | 12                 | 2397               | 20.9            | 114.6         | Safe zone |
|               | 4           | 0.650    | 12                 | 2762               | 25.1            | 109.9         | Safe zone |
|               | 5           | 0.750    | 12                 | 3109               | 29.5            | 105.4         | Safe zone |
|               | 6           | 1.000    | 12                 | 3887               | 40.9            | 95.0          | Safe zone |



Gambar 11. Model Lensa untuk lampu 12 buah LED



Gambar 12. Gambar PCB dengan material aluminium core untuk lampu 12 buah LED.



Gambar 13. Gambar PCB dan Lensa yang sudah di assembly untuk lampu 12 buah LED.

Pemilihan lampu LED didasari karena usia pemakaian lampu LED yang mencapai 50.000 jam serta intensitas terang serta efisiensi yang dihasilkan tinggi. Pada perancangan lampu LED penerangan jalan ini akan dibuat menggunakan sumber tegangan DC. Penggunaan lampu LED selain menghemat daya juga membawa dampak positif lainnya. Lampu LED tidak mengandung merkuri sehingga aman bagi lingkungan. Selain itu dengan menggunakan lampu LED maka akan membantu mengurangi energi fosil yang digunakan dalam proses pembangkitan energi listrik sehingga mengurangi kadar CO<sub>2</sub> di udara. (Hanum Nayomi, 2013. Peluang Pemanfaatan Lampu LED Sebagai Sumber Penerangan. Skripsi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Indonesia).

#### IV. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Tegangan keluaran antenna berkisar antara 49-51 Volt AC, rata-rata output tegangan sama untuk ketiga lokasi SUTT yang berbeda.
2. Modul *Joule thief* dan Modul Lampu LED sudah berjalan dengan baik, sesuai target spesifikasi yang diharapkan.
3. Output Antenna dihubungkan dengan adaptor, didapatkan tegangan berkisar 19-21 Volt DC, ketika dihubungkan ke beban/power bank hanya dapat menghidupkan sebentar saja, lalu hilang. Analisa atas hal ini disebabkan oleh arus yang dihasilkan dari radiasi terlalu kecil dalam orde kurang dari 1 mA.
4. Tindak lanjut dari penelitian ini adalah mencari solusi agar dapat dimanfaatkan tegangan keluaran 19-21 Volt DC. Sebagai alternative solusi yaitu dengan menghubungkan output tegangan ke *super-capacitor* atau baterai, selanjutnya baterai yang akan menghidupkan lampu jalan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Elektro Indonesia. 2000. *Electromagnetik Radiation, the New Book of Popular Science*, Grolier Incorporated. [www.elektroindonesia.com/elektro/ener32a.html](http://www.elektroindonesia.com/elektro/ener32a.html) di akses pada tanggal 20 Mei 2017.
- Sharma, P.V. 1997. *Environmental and Engineering Geophysics*. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Fadhli M. R, 2010. "Rancang bangun Inverter 12 V DC ke 220 V AC dengan frekuensi 50 Hz dan Gelombang Keluaran Sinusoidal", Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- J.Kelly Patrick, *A Practical Guide to Free-Energy Devices*, <http://www.free-energyinfo.co.uk/> di akses pada tanggal 21 Mei 2017.
- Gabrillo, L.J., M.G. Galesand J. A. Hora. 2011. *Enhanced RF to DC converter with LC Resonant Circuit*. 1st International Conference in Applied Physics and Materials Science.

Kusumadjati, Adhi. 2014. *Efisiensi Rangkaian Joule Thief dengan Pengaruh Diameter Toroid Pada Baterai A3*. Jurnal Penelitian Kelompok Peneliti muda Universitas Negeri Jakarta.

Hanum Nayomi, 2013. *Peluang Pemanfaatan Lampu LED Sebagai Sumber Penerangan*. Skripsi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Indonesia.