

ANALISA DAN PEMBUATAN PROTOTYPE RANGKAIAN TRANSFER ENERGI LISTRIK WIRELESS

Siska Cahyaningsih¹, IA. Daryanto.D²

¹Alumni ²Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Suryadarma, Jakarta

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat memberikan kemudahan bagi manusia dalam melakukan aktifitas sehari-hari. Kemajuan teknologi saat ini antara lain telah mengarah kepada pengembangan transmisi energi listrik wireless. Pada tugas akhir ini akan dibahas tentang analisa dan pembuatan prototype rangkaian transfer energi listrik wireless menggunakan teknik resonansi kopling magnetik dimana teknik ini dapat meningkatkan jarak antara modul pengirim dengan modul penerima. Dalam proses perancangan dan perakitan diperoleh nilai frekuensi resonansi yang dihitung sebesar 147,275 KHz sedangkan pada pengukuran didapat 141,6 KHz dengan variabel nilai kapasitor dan induktor yang digunakan sebesar 5,6 nF dan 0,209 mH. Sedangkan frekuensi resonansi pada receiver didapat sebesar 144,1 KHz dengan variabel nilai kapasitor dan induktor sebesar 3,3 nF dan 0,351 mH. Receiver mampu menerima tegangan sebesar 21,3 Volt pada jarak 0 cm, 1,92 Volt pada jarak 11 cm secara vertikal, dan 2,51 Volt pada jarak 12 cm secara horizontal.

Keyword: Wireless Transfer Power, Resonansi Kopling Magnetik, Frequency Resonansi

I. PENDAHULUAN

Pengiriman energi listrik nirkabel atau dikenal dengan *Wireless Transfer Energy* adalah suatu proses transmisi tenaga listrik dari sumber listrik untuk penggunaan utama tanpa menggunakan kabel atau konduktor sebagai perantaranya. Transfer energi listrik nirkabel menggunakan prinsip resonansi, dimana proses bergetarnya suatu benda karena ada benda lain yang bergetar pada frekuensi tertentu.

Prinsip kerja transfer energi listrik *wireless* hampir sama dengan dengan prinsip kerja transformator. Proses terjadinya transfer energi, ketika sumber tegangan menyalurkan arus bolak – balik ke kumparan *Transmitter* (Tx), maka

rangkaian Tx akan menghasilkan medan magnet di sekeliling kumparan, kemudian menginduksi kumparan *Receiver* (Rx). Hasil induksi bersama, menghasilkan medan magnet di kumparan Rx. Selanjutnya medan magnet menghasilkan tegangan yang dapat digunakan untuk penggunaan perangkat elektronik.

II. METODE PENELITIAN

Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan melaksanakan identifikasi terhadap masalah yang ada, yaitu bagaimana mendapatkan informasi

mengenai transfer energi listrik tanpa menggunakan kabel (*wireless*)

Langkah kedua yaitu melakukan pembatasan masalah pada lingkup perancangan model alat untuk transfer energi listrik tanpa menggunakan kabel (*wireless*).

Langkah ketiga adalah dengan melakukan studi literatur, dalam hal ini literature yang digunakan tidak hanya diambil dari perpustakaan saja, tetapi juga melalui pencarian informasi melalui internet dan studi lapangan.

Langkah keempat melakukan perancangan alat dan melakukan pemilihan komponen elektronika yang dipakai dalam pembuatan model alat transfer energi listrik tanpa menggunakan kabel (*wireless*).

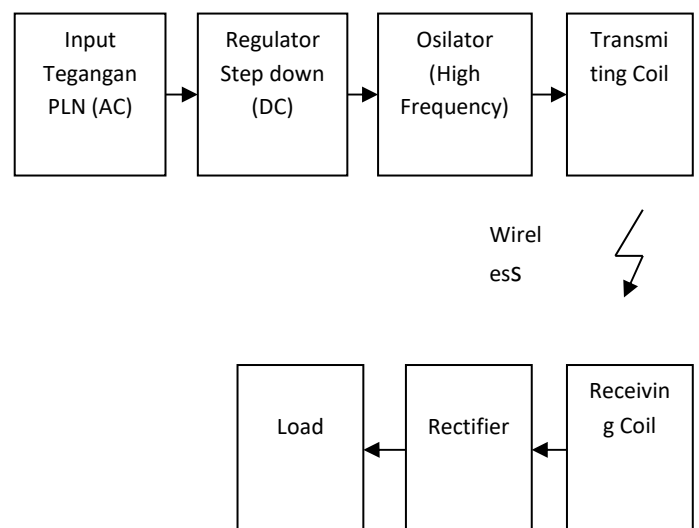
Langkah kelima melakukan pembuatan model alat transfer energi listrik tanpa menggunakan kabel (*wireless*) yang terdiri dari pembuatan hardware dan software dan melakukan pengujian alat dengan mengukur PH basa dan PH asam, untuk melihat apakah alat dapat berfungsi dengan baik.

III. PERANCANGAN DAN ANALISA

3.1 Blok Diagram Sistem pengisian Daya Wireless

Sumber tegangan berasal dari listrik PLN yang diubah menjadi tegangan 12V

dengan power supply DC, setelah mendapat suplai tenaga dari power supply maka sinyal listrik dapat masuk ke rangkaian osilator yang akan mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan frekuensi tertentu dan dapat dirambatkan ke coil primer untuk di resonansikan ke coil sekunder, setelah coil sekunder beresonansi dengan coil primer lalu sinyal listrik yang memiliki frekuensi tertentu diubah menjadi arus searah menggunakan rectifier agar mendapatkan arus DC.

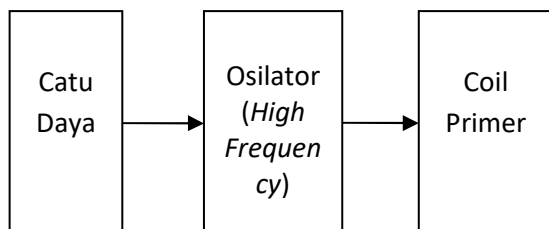


Gambar 1. Diagram Blok Sistem pengisian Daya Wireless

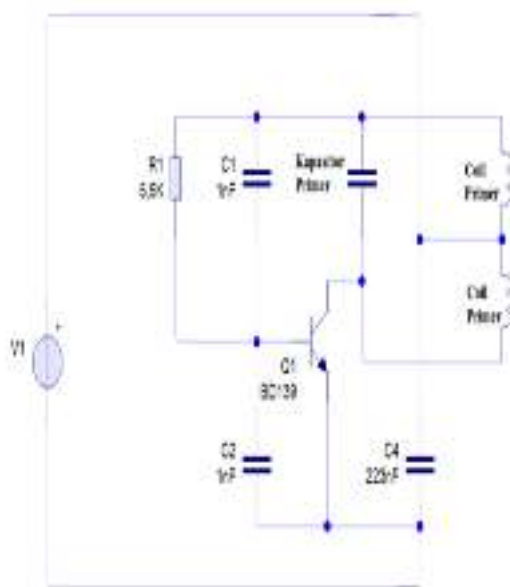
3.2 Perancangan Modul Pengiriman

Modul pengiriman berfungsi sebagai media pengirim tegangan melalui medan magnet. Berikut terdiri dari beberapa komponen:

1. Induktor : Dengan koil berbentuk lingkaran dengan diameter 9 cm, dibentuk menjadi selenoid tanpa inti, menggunakan kawat email berdiameter 3 mm, dengan nilai induktansi 0.209 mH.
2. Kapasitor : bernilai 5,6 nF agar bisa didapatkan nilai frekuensi resonansi yang dibutuhkan.



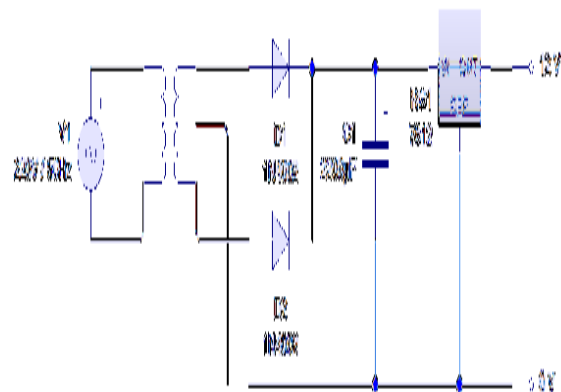
Gambar 2. Modul Sistem Pengiriman



Gambar 3. Wiring Diagram Modul Pengiriman

3.3 Rangkaian Catu Daya

Catu daya adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk piranti lain, terutama daya listrik. Pada sistem ini, catu daya yang dibuat adalah catu daya dengan keluaran 12 VDC. Komponen yang digunakan dalam rangkaian catu daya 12 VDC yaitu transformator, dioda N4002, kapasitor 2200 μ F, dan IC 7812.



Gambar 4. Rangkaian Catu Daya

3.4 Pengujian dan pengukuran

3.4.1 Pengujian Catu Daya

Dari hasil pengujian catu daya 12 VDC, didapat tegangan *input* untuk regulator 7812 yaitu sebesar 12,4 volt. Sedangkan tegangan *output* dari regulator 7812 yaitu sebesar 12,3 volt.

Perhitungan *error* dan tingkat akurasi untuk hasil pengukuran tegangan

input regulator 7812 adalah sebagai berikut:

$$\text{Error} = \frac{|\text{Nilai pada Multimeter} - \text{Nilai Acuan}|}{\text{Nilai Acuan}} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = \frac{|12,4 - 12|}{12} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = \frac{0,4}{12} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = 0,033 \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = 3,33\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - \text{error}$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - 3,33\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 96,67\%$$

Perhitungan *error* dan tingkat akurasi untuk hasil pengukuran tegangan *output* regulator 7812 :

$$\text{Error} = \frac{|\text{Nilai pada Multimeter} - \text{Nilai Acuan}|}{\text{Nilai Acuan}} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = \frac{|12,3 - 12|}{12} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = \frac{0,3}{12} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = 0,025 \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = 2,5\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - \text{error}$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - 2,5\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 97,5\%$$

Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh nilai tingkat akurasi untuk tegangan *input* regulator 7812 sebesar 96,67% dan tingkat akurasi untuk tegangan *output* regulator 7812 sebesar 97,5%. Hal ini berarti catu daya sudah dianggap baik untuk digunakan karena nilai tingkat akurasi yang diperoleh lebih dari 80%.

3.4.2. Pengujian Modul Pengiriman dan Penerima

Perhitungan *error* dan tingkat akurasi untuk pengukuran dengan perhitungan frekuensi resonansi *transmitter* adalah sebagai berikut:

$$\text{Error} = \frac{|\text{Nilai Perhitungan} - \text{Nilai Pengukuran}|}{\text{Nilai Pengukuran}} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = \frac{|147,275 - 141,6|}{141,6} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = \frac{5,675}{141,6} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = 0,04007 \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = 4,007\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - \text{error}$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - 4,007\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 95,993\%$$



Gambar 5. Pengujian Frekuensi Modul Pengiriman

Perhitungan *error* dan tingkat akurasi untuk pengukuran dengan perhitungan frekuensi resonansi *receiver* adalah sebagai berikut :

$$\text{Error} = \frac{|\text{Nilai Perhitungan} - \text{Nilai Pengukuran}|}{\text{Nilai Pengukuran}} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = \frac{|147,928 - 144,1|}{144,1} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = \frac{3,828}{144,1} \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = 0,0265 \cdot 100\%$$

$$\text{Error} = 2,65\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - \text{error}$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - 2,65\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 97,35\%$$



Gambar 6. Pengujian Frekuensi Modul Penerima

3.4.3. Pengujian Tegangan Terhadap Jarak

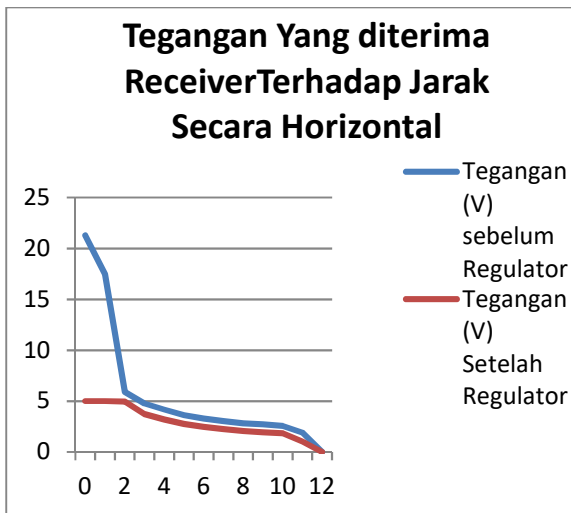
Receiver masih dapat menerima tegangan dari transmitter sampai dengan jarak 11 cm secara horizontal. nilai tegangan maksimal bernilai 21,3V pada jarak 0 cm, dan 0V pada jarak 12 cm. pada ujung keluaran regulator 7805, masih dapat memberikan output tegangan 1,01V pada jarak 11 cm.

Tabel 1. Tegangan yang diterima *receiver* terhadap jarak secara vertikal pada titik output dioda

| No | Jarak (cm) | Tegangan [titik output dioda](V) |
|----|------------|----------------------------------|
| 1 | 0 | 21.3 |
| 2 | 1 | 17.46 |
| 3 | 2 | 5.89 |
| 4 | 3 | 4.77 |
| 5 | 4 | 4.16 |
| 6 | 5 | 3.61 |
| 7 | 6 | 3.30 |
| 8 | 7 | 3.04 |
| 9 | 8 | 2.82 |
| 10 | 9 | 2.71 |
| 11 | 10 | 2.56 |
| 12 | 11 | 1.92 |
| 13 | 12 | 0 |

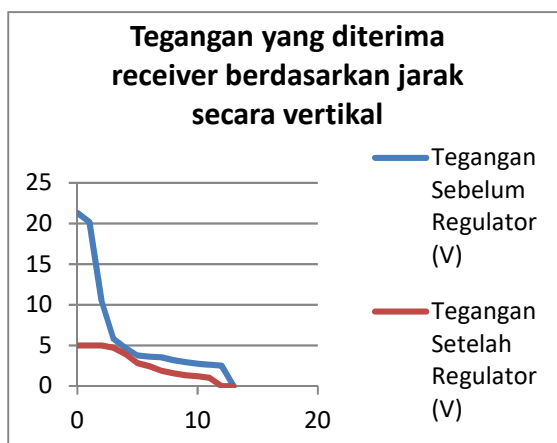
Tabel 2. Tegangan yang diterima *receiver* terhadap jarak secara vertikal pada titik output regulator

| No | Jarak (cm) | Tegangan [Setelah Regulator](V) |
|----|------------|---------------------------------|
| 1 | 0 | 5 |
| 2 | 1 | 5 |
| 3 | 2 | 4,97 |
| 4 | 3 | 3,74 |
| 5 | 4 | 3,21 |
| 6 | 5 | 2,74 |
| 7 | 6 | 2,48 |
| 8 | 7 | 2,25 |
| 9 | 8 | 2,07 |
| 10 | 9 | 1,95 |
| 11 | 10 | 1,83 |
| 12 | 11 | 1,01 |
| 13 | 12 | 0 |



Gambar 7. Grafik terhadap Jarak secara Vertikal

Jarak maksimal yang dapat diterima oleh coil receiver sejauh 11 cm dengan nilai tegangan sebesar 1,92 VDC tetapi hanya bisa memberikan nilai keluaran pada regulator sebesar 1,01 VDC. Sedangkan pada jarak 0 cm, receiver dapat menerima tegangan sebesar 21,3 VDC dan regulator dapat memberikan nilai keluaran 5 VDC.



Gambar 8. Tegangan yang diterima terhadap jarak secara Horizontal

Nilai tegangan terhadap jarak secara vertikal, semakin jauh titik pusat antara transmitter dan receiver, nilai tegangan yang diterima oleh receiver semakin kecil. Pada jarak 12cm diukur dari titik tengah transmitter dengan titik tengah receiver, tegangan yang masih bisa diterima oleh receiver sebesar 2,51V. Ini membuktikan bahwa receiver dan transmitter masih mampu beresonansi meskipun titik tengah coil transmitter dan receiver sudah tidak sejajar.

Tabel 3. Tegangan yang diterima receiver terhadap jarak secara Horizontal pada titik output dioda.

| No | Jarak (cm) dari titik tengah transmitter | Tegangan [titik output dioda](V) |
|----|--|----------------------------------|
| 1 | 0 | 21,3 |
| 2 | 1 | 20,2 |
| 3 | 2 | 10,45 |
| 4 | 3 | 5,83 |
| 5 | 4 | 4,68 |
| 6 | 5 | 3,78 |
| 7 | 6 | 3,63 |
| 8 | 7 | 3,52 |
| 9 | 8 | 3,19 |
| 10 | 9 | 2,93 |
| 11 | 10 | 2,77 |
| 12 | 11 | 2,63 |
| 13 | 12 | 2,51 |
| 14 | 13 | 0 |

Receiver masih dapat menerima tegangan dari transmitter sampai dengan jarak 11 cm secara vertikal, diukur pada titik tengah transmitter terhadap titik tengah receiver. Pada tabel 4.3 diukur pada ujung keluaran dioda, dan didapatkan nilai tegangan maksimal bernilai 21,3V pada

jarak 0 cm antara titik tengah transmitter dan titik tengah receiver, dan 0V pada jarak 13 cm antara titik tengah transmitter dan titik tengah receiver.

Tabel 4. Tegangan yang diterima receiver terhadap jarak secara vertikal setelah regulator

| No | Jarak (cm) dari titik tengah transmitter | Tegangan [titik output regulator](V) |
|----|--|--------------------------------------|
| 1 | 0 | 5 |
| 2 | 1 | 5 |
| 3 | 2 | 5 |
| 4 | 3 | 4,73 |
| 5 | 4 | 3,94 |
| 6 | 5 | 2,84 |
| 7 | 6 | 2,43 |
| 8 | 7 | 1,89 |
| 9 | 8 | 1,57 |
| 10 | 9 | 1,35 |
| 11 | 10 | 1,22 |
| 12 | 11 | 1,01 |
| 13 | 12 | 0 |

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perhitungan dan pembuatan, sistem dari transfer energi listrik tanpa kabel ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- Hasil perhitungan Frekuensi pemancar diperoleh 147,275 KHz.
- Hasil perhitungan lilitan pemancar dan penerima diperoleh: coil primer memiliki nilai induktansi 0,209 mH sedangkan coil sekunder memiliki nilai induktansi sebesar 0,351 mH.
- Agar bekerja pada frekuensi 147,275 KHz, nilai kapasitor yang digunakan

pada transmitter sebesar 5,6 nF, dan receiver sebesar 3,3 nF.

- Tegangan output yang dihasilkan oleh transmitter sebesar 12 VDC, dan dapat diterima oleh receiver pada jarak 0 cm sebesar 21 VDC.
- Jarak maksimal receiver menerima tegangan output dari transmitter sejauh 10 cm, dengan tegangan yang diterima sebesar 2,67 VDC.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, O, *Dasar – Dasar Elektronika*, Erlangga, Jakarta, 2004.
- Boeche, Frederick J dan Eugene Hecht, *Fisika Universitas*, Edisi X, Erlangga, Jakarta, 2006.
- Daryanto, *Keterampilan Kejuruan Teknik Elektronika*, Satu nusa, Bandung.
- Edminister, Joseph A dan Marjuno M.Sc, *Elektromagnetika*, Erlangga, Jakarta
- Grancoli, Douglas C, *Fisika Jilid 2*, Edisi 5, Erlangga, Jakarta, 2001.
- Hartanto, *Perancangan Dan Realisasi Pengisi Daya Baterai Handphone Secara Wireless Menggunakan Teknik Resonansi Coupling Magnetik*, Universitas Telkom, 2015.

7. Hayt, W. H, *Elektromagnetika Teknologi*, Edisi 4 Jilid 2, Erlangga, Jakarta 1990.
8. Hayt, W. H, Jack E. Kemmerly, *Rangkaian Listrik*, Edisi keenam Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
9. Hayt, W. H, Jack E. Kemmerly, *Rangkaian Listrik*, Edisi keempat Jilid2, Erlangga, Jakarta.
10. Mahadika, Ngurah Tegar, *Analisa Perangkat Transmisi Untuk Wireless Energy Transfer*, STMIK STIKOM Surabaya.
11. Prambudi, Irwan, *Transmisi Daya Tanpa Kabel Untuk Pengisian Baterai Secara Otomatis Dengan Kombinasi Induksi Magnetik dan Resonansi Pada Sisi Transmitter*, Politeknik Negeri Surabaya.
12. Pynanjung, Pramushinta Arum, *Optimasi Rangkaian Dan Material Kumparan Pada Rangkaian Transfer Listrik Tanpa Kabel Terhadap Jarak Jangkauan Pengiriman Energi Listrik*, Universitas Tanjungpura Pontianak.
13. Young, Hugh D dan Roger Freedman, *Fisika Universitas*, Edisi X jilid2. JakartaErlangga, 2001.