

Rancang Bangun Wireless Power Transfer (WPT) Menggunakan Prinsip Resonansi Induktif Elektromagnetik dan Blocking Oscillator dengan Coil Berbentuk Spiral Mendatar

Arief Karyadi Prasajo¹, Indra Surjati²

^{1,2}Magister Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri

Universitas Trisakti Jakarta

e-mail: ¹ariefkaryadi@yahoo.com, ²indra@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan jaman, teknologi pun semakin maju dan menuntut manusia menciptakan suatu teknologi mutakhir untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan maupun hanya sekedar gaya hidup untuk memanjakan diri dalam menjalani aktivitas kesehariannya. Transfer daya tanpa kabel merupakan suatu sistem transfer daya tanpa menggunakan kabel yang terhubung secara langsung antara sumber tegangan dengan perangkat elektronika yang diharapkan bisa mempermudah dan meningkatkan kualitas hidup manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah *wireless power transfer*. Dalam hal ini digunakan metode atau prinsip resonansi induktif elektromagnetik diantara beberapa metode lainnya antara lain melalui gelombang radio dan sinar laser. Hasil utama yang ingin dicapai berupa memberikan informasi bahwa ternyata energi bisa disalurkan tanpa menggunakan media kabel secara langsung. Adanya transfer energi nirkabel ini membuktikan bahwa energi dari gelombang elektromagnetik yang ada disekitar kita bisa dipanen kembali menjadi sumber energi alternatif dan ini sangat menjanjikan.

Kata kunci: *wireless power transfer, blocking oscillator, coil.*

ABSTRACT

Along with the development of the technology even more advanced and requires humans to create the latest technology to simplify and accelerate work and just a lifestyle to indulge themselves in undergoing their daily activities. Cordless power transfer is a system of power transfer without using cables that are directly connected between voltage sources and electronic devices that are expected to simplify and improve the quality of human lives. This study aims to design a wireless power transfer. In this case the method or principle of electromagnetic inductive resonance is used among several other methods including radio waves and laser light. The main results to be achieved are providing information that it turns out that energy can be channeled without using cable media directly. This wireless energy transfer proves that the energy from electromagnetic waves around us can be harvested again into alternative energy sources and this is very promising.

Keywords: *wireless power transfer, blocking oscillator, coil*

PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya gaya hidup modern dan persaingan perusahaan-perusahaan elektronik berteknologi tinggi untuk memanjakan konsumennya menuntut sebuah perangkat elektronik yang *user friendly*, yakni yang mudah dibawa kemana-mana, mudah dalam penggunaannya dan banyak manfaatnya, serta tidak ketinggalan sebuah perangkat yang mudah dalam pengisian ulang energi listrik pada baterainya.

Untuk memenuhi kebutuhan pengisian ulang energi listrik pada baterai yang sesuai dengan era modern, penelitian ini akan merancang sistem perangkat yang dapat menstransmisikan energi listrik dari sumber listrik ke baterai atau beban tanpa menggunakan kabel yang terhubung secara fisik. Metode ini lebih dikenal dengan Transfer Daya Nirkabel atau *Wireless Power Transfer (WPT)*. Prinsip kerja yang akan digunakan yaitu resonansi induktif elektromagnetik menggunakan *blocking oscillator* dengan *coil* berbentuk spiral.

Metode *WPT* ini sudah diaplikasikan berdasarkan pada berbagai referensi penelitian yang telah dilakukan dengan prinsip kerja yang berbeda-beda dan efisiensi yang berbeda pula.

Pada penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat besar di bidang transfer energi listrik tanpa kabel yang aman dari sifat radiaktif, rangkaian elektronika yang sederhana dan mudah didapat dipasaran Indonesia. Selain itu diharapkan dapat diaplikasikan oleh semua masyarakat umum serta untuk dapat dikembangkan lebih baik lagi.

Untuk lebih jelasnya penelitian ini akan diterangkan di sub metode penelitian bagaimana perangkat *WPT* dirancang dan diuji. *Output* hasil penelitian akan dituangkan di Sub Hasil

dan pembahasan. Kesimpulan secara keseluruhan dari penelitian ini akan disajikan di bab kesimpulan.

A. LANDASAN TEORI

A.1 Induksi Elektromagnetik

Induksi Elektromagnetik adalah gejala timbulnya gaya gerak listrik (ggl) di dalam suatu kumparan bila terdapat perubahan fluks magnetik pada kumparan tersebut atau bila konduktor bergerak relatif melintasi medan magnet. Sedangkan yang dimaksud dengan Fluks magnetik (Φ) adalah banyaknya medan magnet (B) yang melewati suatu luasan bidang (A) yang tegak lurus garis gaya magnetik, dapat dirumuskan dengan :

$$\Phi = BA \dots\dots\dots(1)$$

A.2 Resonansi

Resonansi adalah proses bergetarnya suatu benda dikarenakan adanya benda lain yang bergetar, hal ini terjadi karena suatu benda bergetar pada frekuensi yang sama atau kelipatan bilangan bulat dari frekuensi benda tersebut [1].

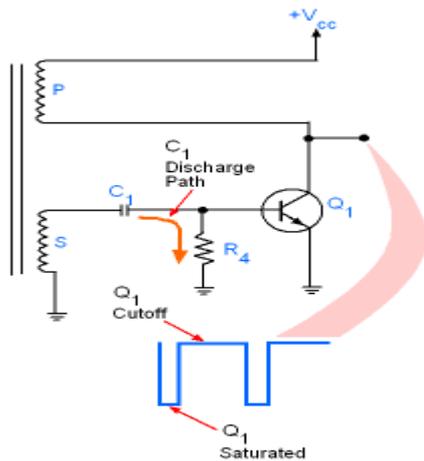
Resonansi pada rangkaian *AC* merupakan keadaan dimana reaktansi induktif (X_L) dan reaktansi kapasitif (X_C) memiliki nilai yang sama satu sama lain ($X_L = X_C$). Ketika rangkaian *AC* dalam keadaan resonansi maka reaktansi akan sama dengan '0' (Nol), ($X = X_L - X_C = 0$). Frekuensi resonansi (F_{res}) merupakan frekuensi dimana keadaan resonansi tercapai, dimana fase tegangan dan arus *AC* berbeda 90° satu sama lain.

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(2)$$

A.3 Blocking Oscillator

Blocking oscillator merupakan salah satu dari beberapa jenis osilator yang

prinsip kerjanya memanfaatkan induktor sebagai jantung vibrasi voltasenya. *Blocking oscillator* adalah salah satu bentuk osilator yang paling sederhana yang mampu menghasilkan osilasi mandiri melalui penggunaan beberapa komponen pasif (resistor, kapasitor dan inductor/transformator) dan komponen aktif tunggal (transistor) [2].



Gambar 1. Rangkaian *Blocking Oscillator*

Rangkaian dasar dari *blocking oscillator* seperti pada gambar 1 dengan cara kerja sebagai berikut :

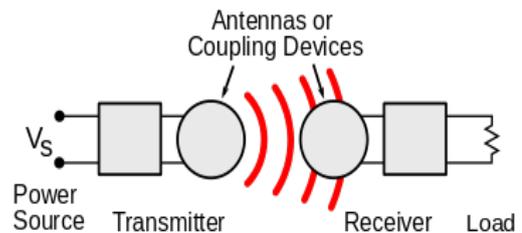
Ketika rangkaian dihidupkan *base* Q_1 mendapat tegangan positif dari rangkaian bias maju sehingga Q_1 konduksi. Arus listrik *collector* mengalir melalui lilitan primer P. Aliran arus ini menimbulkan induksi tegangan positif pada lilitan sekunder S yang dihubungkan ke *base* Q_1 melalui C_1 . Akibatnya Q_1 cepat saturasi, dalam keadaan saturasi induksi tegangan jatuh menimbulkan tegangan negatif pada S, mendorong Q_1 cut off. C_1 membuang muatan negatifnya melalui R_1 . Ketika muatan Q_1 habis, Q_1 kembali konduksi. Proses yang sama berulang. Lama C_1 *discharge* (C_1 *cutoff*/frekuensi) ditentukan nilai RC. Output gelombang

segi empat diambil dari *collector* seperti pada gambar 1.

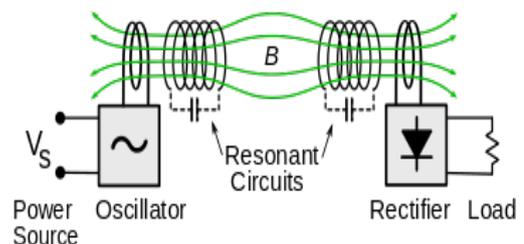
A.4 Wireless Power Transfer (WPT)

WPT adalah proses di mana energi listrik yang ditransmisikan dari sumber listrik ke beban tanpa menggunakan media kabel yang terhubung secara langsung. Dengan kata lain *WPT* memungkinkan untuk memasok listrik melalui celah udara, tanpa memerlukan kabel pembawa arus yang terhubung langsung ke beban.

WPT dapat memberikan tenaga dari sumber listrik ke baterai atau perangkat yang kompatibel tanpa konektor fisik seperti kabel. *WPT* bisa mengisi ulang ponsel dan tablet, alat elektronika lainnya, bahkan alat transportasi yang berbasis elektrik hingga *microchip implant* yang ditanam di tubuh manusia.



Gambar 2. Blok Diagram Umum Sistem WPT



Gambar 3. Diagram Resonansi Induktif Medan Elektromagnetik Sistem WPT

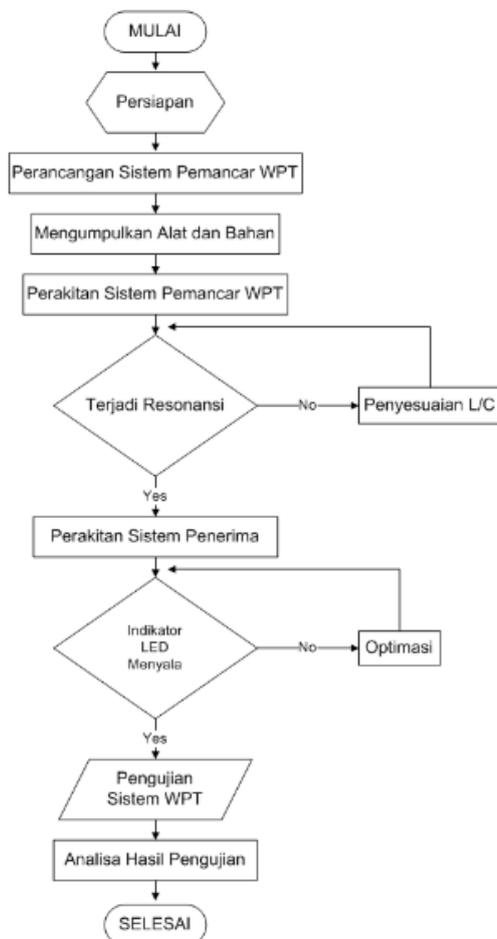
Penggunaan resonansi induktif medan elektromagnetik untuk meningkatkan *bandwidth* gelombang medan elektromagnetik dengan menggunakan frekuensi yang sama

antara sinyal pengirim dan sinyal penerima, sehingga jarak pengiriman energi listrik *wireless* menjadi lebih jauh dengan efisiensi daya yang lebih tinggi (Gambar 3). Frekuensi yang digunakan menggunakan frekuensi tinggi menggunakan rangkaian osilator (variasi dan gabungan dari komponen kapasitor, induktor, dan transistor).

B. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir metode penelitian dapat disajikan pada gambar 4.

FLOWCHART PERANCANGAN



Gambar 4. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan diawali dengan studi literatur yaitu dengan mempelajari literatur yang

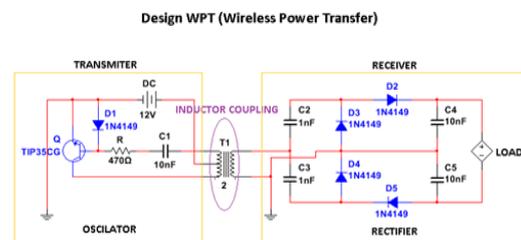
terkait dengan *WPT*, bagaimana cara merancang perangkat *WPT* dan cara pengujiannya serta hal lainnya.

Setelah mempelajari literatur, tahap berikutnya yaitu merancang sistem perangkat *WPT*.

Untuk mendapatkan perancangan rangkaian sistem perangkat *WPT* yang optimum terlebih dahulu dirancang menggunakan software NI Multisim Ver.14.1 yang kemudian dicetak dan dirangkai pada papan *PCB*.

C. RANCANG BANGUN, UJI DAN UKUR SERTA ANALISA SISTEM

C.1 Rancang Bangun



Gambar 5. Rancangan *WPT*

Sistem perangkat *WPT* terdiri dari empat bagian utama antara lain :

1. Sumber tegangan *DC* yang akan mensuplai tegangan ke osilator. Pada penelitian ini digunakan 12 V.
2. Rangkaian *transmitter* terdiri dari rangkaian pembangkit tegangan arus bolak-balik dengan frekuensi tertentu dan rangkaian *blocking oscillator* (L-C) sebagai penghasil frekuensi resonansi magnetik yang akan mengirimkan daya listrik ke rangkaian *receiver*.
3. Rangkaian *receiver* terdiri dari suatu rangkaian L-C dengan frekuensi resonansi yang sama atau mendekati dengan rangkaian pemancar, sebagai penangkap resonansi induktif elektromagnetik dari rangkaian pemancar untuk menerima daya listrik yang akan disalurkan menuju beban.

4. *Inductor Coupling* terdiri dari *inductor transmitter* dan *inductor receiver*. *Inductor transmitter* menggunakan kabel *Unshielded Twisted-Pair (UTP)* berinti 8 yang dibentuk spiral mendatar dengan jumlah 30 lilitan. *Inductor receiver* menggunakan kabel telepon berinti 2 yang dibentuk spiral mendatar juga dengan jumlah 30 lilitan.

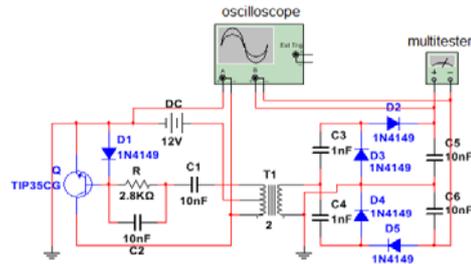


Gambar 6. Realisasi Coil Transmitter



Gambar 7. Realisasi Coil Receiver

C.2 Uji dan Ukur



Gambar 8. Skema Pengukuran Rangkaian WPT

Tabel 1. Pengukuran Tegangan Output

Ch.	R - C	Vout (volt)	Frek. Resonansi (KHz)	Grafik Osc.	Eff (%)	Catatan
B	Seri	28.35	25.641	Resonansi	236.25	F stabil, V turun/stabil
9 μH	Paralel	24.025	10.417	Resonansi	200.2083	F tdk stabil, V turun
C	Seri	31.25	28.571	Resonansi	260.4167	F stabil, V turun/stabil
2.09 mH	Paralel	22.7	11.111	Resonansi	230.8333	F tdk stabil, V turun
D	Seri	33.99	33.333	Resonansi	283.25	F stabil, V turun/stabil
2.01 mH	Paralel	32.525	12.048	Resonansi	271.0417	F tdk stabil, V turun
E	Seri	40.075	42.419	Resonansi	333.9583	F stabil, V turun/stabil
1.39 mH	Paralel	39.5	13.333	Resonansi	329.1667	F stabil, V turun/stabil
F	Seri	44.525	47.691	Resonansi	371.0417	F turun, V turun/stabil
846 μH	Paralel	45.75	14.085	Resonansi	381.25	F tdk stabil, V turun
G	Seri	43.075	-	?	358.9583	F stabil, V turun/stabil
486 μH	Paralel	55.475	17.241	Resonansi	462.2917	F tdk stabil, V turun
H	Seri	37.375	-	?	311.4583	F naik, v turun/stabil
238 μH	Paralel	63.6	20.408	Resonansi	530	F stabil, V turun/stabil

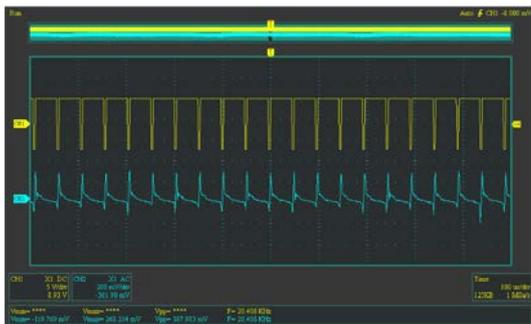
Tabel 2 Hasil Ukur Rata-Rata Tegangan Output Terhadap Jarak pada Sistem WPT

No.	Jarak (cm)	Vout (volt)	Eff (%)	Catatan
1	0	63.6	530	LED terang
2	5	33.7	280.8333	LED terang
3	10	13.866667	115.5556	LED terang
4	15	7.1	59.16667	LED terang
5	20	3.466667	28.88889	LED terang
6	25	2.196667	18.30556	LED agak redup
7	30	1.6933333	14.11111	LED redup
8	35	1.53	12.75	LED redup
9	40	1.496667	12.47222	LED redup
10	45	1.476667	12.30556	LED redup
11	50	1.46	12.16667	LED redup

Dari tabel 2 dapat ditunjukkan nilai tegangan output rata-rata terbesar yaitu 63.6 Volt dengan efisiensi terbesar yaitu 530 % artinya 5 kali lebih besar dari tegangan inputnya yang beresonansi di frekuensi 20.408 kHz dan pada jarak terdekat atau kumparan transmitter dan kumparan receiver menempel.

Sedangkan nilai dimana tegangan *input* 12 Volt relatif sama dengan tegangan output ± 13.86 Volt dengan nilai efisiensi 115.55 % adalah pada jarak ± 10 cm. Setelah jarak 10 cm tegangan berangsur-angsur turun hingga *LED* tidak dapat menyala lagi pada jarak lebih dari 50 cm.

C.3 Analisa Sistem



Gambar 9. Grafik V input dan V output pada Oscilloscope

Dari Tabel 1 menunjukkan dari beberapa nilai induktansi yang diuji coba ditemukan bahwa peningkatan frekuensi resonansi relatif sebanding dengan tegangan *output* yang dikeluarkan atau frekuensi naik maka tegangan outputnya juga naik. Apabila frekuensi pengirim dan frekuensi penerima tidak sama atau bukan kelipatannya maka tidak akan terjadi resonansi antara *transmitter* dan *receiver*, mengakibatkan *coil* pada penerima tidak terinduksi.

D. KESIMPULAN

Berhasil melakukan rancang bangun sebuah *prototype* sistem *WPT* dengan efisiensi 530% yakni bisa mengeluarkan daya output 63.6 Watt yakni 5 kali lipat lebih dari daya inputnya yang hanya 12 Watt dengan arus *input* dan *output* sebesar 1 Ampere.

1. Dengan berhasilnya membuat sebuah perangkat sistem *WPT* dengan

efisiensi tinggi dan masih memungkinkan untuk ditingkatkan lagi dayanya dengan cara meningkatkan daya inputnya sehingga sangat menjanjikan untuk dijadikan sebagai media alternatif penyalur daya listrik selain dengan kabel.

2. Untuk nilai induktansi *coil transmitter* berukuran 238 μH dan nilai induktansi *coil receiver* sebesar 250 μH setelah diberikan tegangan *input* sebesar 12 Volt *DC*, perangkat ini bekerja pada frekuensi resonansi 20.408 kHz.
3. Hal ini tentunya dapat dikembangkan lagi dengan menyesuaikan ukuran *coil* dan tegangan inputnya sehingga terjadi resonansi induktif elektromagnetik yang dapat menghantarkan daya listrik sesuai kebutuhan dengan sistem *wireless*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Professor Sherman, Derin and Fawwaz T Ulaby. 2001. "*Magnetic Resonance. Science : Fundamentals of Applied Electromagnetics*". USA: Prentice Hall, 2001.
- [2] S.K.Subhani,et.al,2011. "*Electronic Circuits IP*",Departement Electronics and Communication Engineering, Bapatla Engineering College, Bapatla,2011