

ANALISIS PERANGKAT TRANSMISI UNTUK WIRELESS ENERGY TRANSFER

Ngurah Tegar Mahardika¹⁾ Yuwono Marta Dinata²⁾ Susijanto Tri Rasmana³⁾

Program Studi/Jurusan Sistem Komputer

STMIK STIKOM Surabaya

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)ngurahmahardika@gmail.com, 2)yuwono@stikom.edu, 3)susyanto@stikom.edu

Abstract: Wireless technology is an electronic technology without using any wire. Wireless technology has been known for communication or even a controller. This time, wireless technology can be used in a movement of energy as known as wireless energy transfer. Wireless energy transfer has some kind of mechanism, one of them is an inductive resonant coupling. This technology works with a resonance coupling between a LC circuit coil. Inductive resonant coupling affords transmitting an energy by magnetic field that produced by an electric current. Efficiency in resonant inductive coupling is based on the distance between the transmitting coil to the receiving coil, the value of the transmitted energy, and the transmission frequency. The shorter of the distance between the transmitting coil to the receiving coil, will produce a greater efficiency value. This occurs when the voltage value is transmitted (V_{in}) equally and use the frequency 40.58 KHz, 90.73 KHz, or 128.31 KHz. The biggest of the transmitted power (P_{in}), will produce a smaller efficiency value. This occurs when the distance between the transmitting coil to the receiving coil equally and use the frequency 128.31 KHz. The biggest of the frequency transmission value, will produce a greater efficiency value. This occurs when the distance between the transmitting coil to the receiving coil and the voltage value is transmitted (V_{in}) equally.

Keywords: Wireless Energy Transfer, Inductive Resonant Coupling, Energy Transmission.

Wireless technology atau teknologi nirkabel, atau lebih sering disingkat *wireless* adalah teknologi elektronika yang beroperasi tanpa kabel. *Wireless technology* telah dikenal dapat dimanfaatkan untuk komunikasi maupun pengontrolan. Untuk komunikasi, *wireless communication* merupakan transfer informasi berupa apapun, secara jarak jauh tanpa menggunakan kabel. Misalnya telepon seluler, jaringan komputer nirkabel dan satelit. Pengontrolan secara jarak jauh tanpa kabel merupakan salah satu contoh teknologi nirkabel. Misalnya penggunaan *remote* TV, mobil kontrol, dan *remote* untuk membuka pintu garasi mobil (Proboyekti, 2007). Berkat perkembangan teknologi yang semakin maju, teknologi nirkabel saat ini dapat diterapkan pada proses perpindahan daya atau disebut juga *wireless energy transfer*.

Wireless energy transfer akan sangat berguna untuk banyak peralatan. Nantinya diharapkan semua peralatan elektronik menggunakan sistem *wireless* saat melakukan pengisian daya. Apalagi telah diketahui seluruh perangkat elektronik memerlukan daya listrik agar dapat bekerja.

Beberapa waktu yang lalu para peneliti telah mencoba untuk mentransfer energi secara *wireless* dengan beberapa macam mekanisme. Salah satu mekanisme tersebut adalah *inductive resonant coupling* (Herrera, Torres, Leal, & Angel, 2010).

Herrera menyebutkan teknologi *inductive resonant coupling* merupakan suatu teknologi untuk mentransfer energi secara *wireless* dengan menggunakan sebuah koil sebagai pemancar dan koil lainnya sebagai penerima. Teknologi ini bekerja dengan prinsip

ketika dua koil (resonator) memiliki frekuensi resonansi yang sama, mereka dapat dihubungkan dengan cara resonansi kemudian satu koil dapat memancarkan energi ke yang lain. Frekuensi resonansi adalah frekuensi dimana periode getaran sama dengan frekuensi di mana obyek mencapai tingkat penyerapan energi tertinggi.

Teknologi *inductive resonant coupling* merupakan teknologi baru dan perlu diketahui efisiensi daya yang berhasil dikirimkan dari proses transmisi daya. Untuk mengetahui efisiensi tersebut, diperlukan adanya akuisisi data berdasarkan parameter jarak antara koil pemancar dengan koil penerima, frekuensi transmisi dan juga berdasarkan parameter daya yang diberikan pada sumber. Dengan diketahuinya efisiensi dari daya yang berhasil dikirimkan, proses pengembangan pada teknologi ini dapat dilakukan dengan mudah dan teknologi ini bisa diterapkan pada perangkat elektronik yang memiliki karakteristik kebutuhan daya masing – masing.

Wireless Energy Transfer

Pengiriman daya dengan teknologi nirkabel merupakan perkembangan dari konsep elektromagnetik yang telah dibahas pada subbab sebelum – sebelumnya. Konsep ini telah mendasari proses transmisi daya yang pernah dilakukan oleh ilmuwan Nikola Tesla dan teknologi transmisi listrik *microwave*. Kedua macam teknologi itu merupakan bentuk transfer daya menggunakan radiasi.

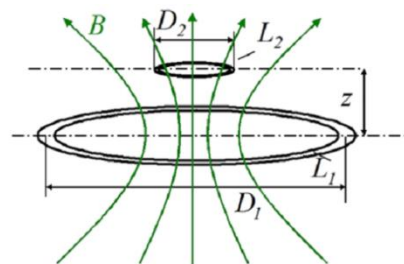
Radiative transfer digunakan dalam komunikasi nirkabel, namun teknologi itu tidak terlalu cocok untuk transmisi listrik karena efisiensi yang rendah dan kerugian radiasi karena sifat *omnidirectionalnya*. Sebuah teknologi alternatif diperlukan dengan ketentuan jarak interaksi antara sumber dengan perangkat berdekatan, sehingga menghasilkan transfer daya yang efisien (Sibakoti & Hambleton, 2011).

Dalam beberapa waktu yang lalu para peneliti telah mencoba untuk mentransfer energi secara *wireless* dengan beberapa macam mekanisme (Herrera, Torres, Leal, & Angel, 2010), seperti :

- *Laser beam*. *Laser beam* adalah sinar laser koheren yang mampu untuk membawa energi yang sangat tinggi. Teknologi ini diciptakan oleh NASA pada tahun 2003.
- Gelombang radio dan *microwaves*. Dengan menggunakan teknologi *microwaves* ini, energi listrik yang sangat tinggi dapat dikirimkan melalui jarak jauh.

- *Inductive resonant coupling*. Teknologi ini bekerja dengan menggunakan efek kopling resonansi antara dua gulungan sirkuit LC.
- “*Strong*” *electromagnetic resonance*. Teknologi ini merupakan perkembangan dari *inductive resonant coupling*. Teknologi ini mampu mengirim energi listrik lebih jauh hingga beberapa puluh sentimeter.

Inductive resonant coupling adalah sebuah sistem yang dapat mengirimkan daya nirkabel. Hal ini dicapai dengan menghubungkan sumber daya ke *inductive coupling system* dan menggunakan medan magnet untuk mentransfer energi melalui udara. *Coupling system* menggunakan komponen koil pemancar (L_1) yang mengirimkan energi ke komponen koil penerima. Hal ini dilakukan dengan melewati arus listrik pada koil L_1 , dan menciptakan medan magnet B . koil L_2 menciptakan sinyal energi menggunakan medan magnet B tersebut. Gambar 1 menunjukkan cara kerja dari *inductive resonant coupling* berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sasur.



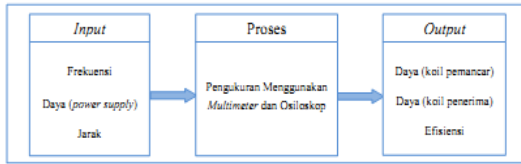
Sumber : (Sasur, 2011)

Gambar 1 Inductive Coupling System

Efisiensi sistem didasarkan pada ukuran rasio D_2/D_1 dari dua koil dan jarak antara dua koil (z). Saat rasio D_2/D_1 berkurang, efisiensi juga akan berkurang. Jika jarak antara dua koil bertambah, efisiensi akan berkurang. Sumber daya tersambung ke koil pemancar, kemudian secara nirkabel akan mentransfer daya ke koil penerima. Energi ini kemudian akan masuk ke pengisian baterai perangkat (Sasur, 2011).

MODEL PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan dapat dijelaskan dengan lebih baik melalui blok diagram seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Sistem Blok Diagram Penelitian

Blok diagram diatas merupakan proses penelitian yang dilakukan setelah sistem *inductive resonant coupling* diimplementasikan. Berikut adalah keterangan dari setiap blok dari sistem blok diagram pada Gambar 2.

1. Input

Pada blok input terdiri dari tiga parameter yaitu frekuensi, daya (*power supply*), dan jarak. Frekuensi merupakan besarnya nilai frekuensi gelombang yang digunakan pada koil pemancar. Daya (*power supply*) merupakan besarnya nilai daya listrik yang diberikan menggunakan *power supply*. Jarak merupakan jarak antara koil pemancar dan koil penerima. Tiga parameter ini nantinya akan diubah – ubah untuk mengetahui apakah nilai dari tiap parameter tersebut berpengaruh terhadap efisiensi transmisi daya.

2. Proses

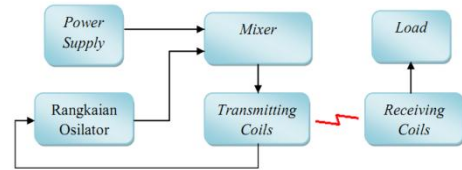
Proses yang dilakukan adalah pengukuran pada koil pemancar dan koil penerima untuk mendapatkan nilai daya listrik pada dua koil tersebut. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan nilai dari parameter – parameter pada blok input yang berbeda – beda. Pengukuran dilakukan menggunakan osiloskop untuk mendapatkan nilai tegangan efektif (V_{rms}) dan multimeter untuk mendapatkan arus efektif (I_{rms}).

3. Output

Berdasarkan proses pengukuran yang telah dilakukan, akan di dapatkan daya pada koil pemancar dan daya pada koil penerima. Dari dua nilai parameter daya tersebut nantinya akan digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai efisiensi pada tiap pengukuran yang telah dilakukan.

Pengimplementasian Sistem

Pengimplementasian dari sistem *inductive resonant coupling* diperlukan untuk melakukan proses penelitian. Hal ini diperlukan agar mendapatkan hasil dari proses penelitian yang ilmiah. Sistem tersebut akan diimplementasikan sesuai dengan blok diagram yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Blok Diagram Sistem *Inductive Resonant Coupling*

Sumber listrik (*power source*) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari *power supply*. *Power supply* ini mampu menghasilkan daya yang fleksibel, sehingga daya bisa diatur sesuai kebutuhan penelitian. Untuk ukuran – ukuran jumlah daya yang digunakan pada penelitian ini akan dibahas pada bab selanjutnya.

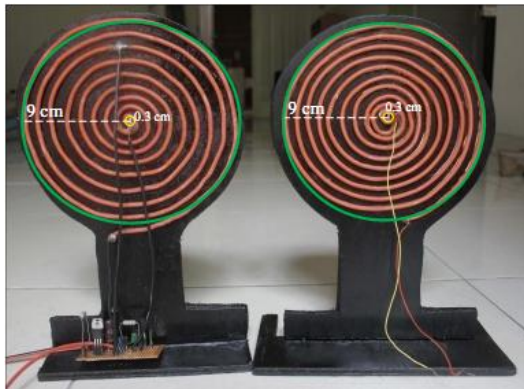
Daya listrik yang dihasilkan oleh *power supply* akan masuk ke rangkaian *mixer*. Rangkaian *mixer* ini merupakan sebuah transistor yang dijadikan titik temu pencampuran daya antara daya listrik yang dihasilkan oleh *power supply* dengan daya yang dihasilkan oleh rangkaian osilator. Rangkaian osilator ini dapat bekerja karena mendapatkan daya yang berasal dari daya *feedback* koil pemancar. Dalam penelitian ini rangkaian osilator berfungsi sebagai rangkaian yang mengolah daya listrik agar *fluks* yang terdapat pada koil pemancar tetap stabil.

Koil pemancar sendiri mendapatkan daya yang merupakan hasil dari rangkaian *mixer*. Daya yang melewati koil ini akan membangkitkan *fluks* di sekitar koil tersebut. Perputaran dari *fluks* ini akan menyebabkan bangkitnya daya listrik pada koil penerima. Daya listrik pada koil penerima akan memasuki *load* (beban). Daya tersebut selanjutnya dapat diukur menggunakan osiloskop maupun *multimeter* yang diletakkan pada *load*. Penjelasan lebih jauh mengenai rangkaian – rangkaian yang digunakan pada penelitian ini akan dibahas pada subbab berikutnya.

Koil Pemancar dan Koil Penerima

Koil pemancar dan koil penerima yang digunakan terbuat dari kabel *NYA* dengan ukuran diameter kabel 4 mm yang dibentuk *multiple circle*. Kedua koil ini mampu menerima tegangan maksimal hingga 750 V. Koil pemancar terdiri dari 9 lilitan dan koil penerima terdiri dari 10 lilitan. Jari – jari terluar dari kedua koil yang digunakan adalah 9 cm. Sedangkan jari – jari terdalam dari kedua koil yang digunakan adalah 0.3 cm. Gambar 4 menunjukkan koil

yang digunakan.



Gambar 4 Koil Pemancar dan Koil Penerima

Koil pemancar merupakan bagian dari perangkat transmisi listrik yang berperan utama dalam menginduksikan listrik. Oleh karena itu perlu diketahui besarnya nilai induktansi dari koil pemancar yang digunakan.

Tabel 3.1 menampilkan nilai dari parameter – parameter penyusun rumus dan perhitungan dari nilai induktansi pada koil pemancar.

Tabel 1 Perhitungan Nilai Induktansi pada Koil Pemancar

Parameter	Koil Pemancar
$r = \text{jari - jari terluar koil}$	9 cm
$n = \text{jumlah lilitan}$	9 lilitan
$d = r - (\text{jari - jari terdalam koil})$	8.7 cm
$L = \text{induktansi}$ $L = \frac{r^2 n^2}{(2r + 2.8d) \cdot 10^{-5}}$	$L = \frac{9^2 9^2}{(2(9) + 2.8(8.7)) \cdot 10^{-5}}$ $L = 0.00154 \text{ H}$

HASIL DAN PEMBAHASAN Proses Perhitungan Frekuensi

Pada Tabel 2 akan menampilkan nilai – nilai dari parameter yang digunakan pada rumus dan proses perhitungan frekuensi.

Tabel 2 Perhitungan Frekuensi

Frekuensi 1	Frekuensi 2	Frekuensi 3
$L = 0.00154 \text{ H}$	$L = 0.00154 \text{ H}$	$L = 0.00154 \text{ H}$
$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$ $C = \frac{1}{\frac{1}{1} + \frac{1}{1}}$ $C = 2 \text{ nF} = 2 \times 10^{-9} \text{ F}$	$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$ $C = \frac{1}{\frac{1}{1.8} + \frac{1}{1.8}}$ $C = 1.11 \text{ nF} = 1 \times 10^{-9} \text{ F}$	Kapasitor yang digunakan hanya pada C_1 , yaitu sebesar 10 nF. $C = C_1 = 10 \text{ nF}$
$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(0.00154 \cdot (2 \times 10^{-9}))}}$ $f = 90.73 \text{ KHz}$	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(0.00154 \cdot (1 \times 10^{-9}))}}$ $f = 128.31 \text{ KHz}$	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(0.00154 \cdot (10 \times 10^{-9}))}}$ $f = 40.58 \text{ KHz}$

Hasil Pengujian Perangkat Transmisi

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai dari tegangan yang ditransmisikan (V_{in}), tegangan yang berhasil ditransmisikan (V_{out}), arus yang ditransmisikan (I_{in}), dan arus yang berhasil ditransmisikan (I_{out}). Nilai ini didasarkan pada perubahan yang diberikan pada nilai tegangan pada power supply, frekuensi yang digunakan dan jarak antara koil pemancar dan koil penerima. Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9, Tabel 10, dan Tabel 11 menampilkan nilai – nilai dari tegangan dan arus dari hasil pengujian.

Tabel 3 Nilai – Nilai Tegangan dan Arus dari Hasil Pengujian 1 dengan Frekuensi 90.73 KHz dan $V_{in} = 5.37 \text{ V}$

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar		Pada Koil Penerima	
	I_{in} (A)	V_{in} (V)	I_{out} (A)	V_{out} (V)
3	0.01	5.37	0.0047	7.84
6	0.01	5.37	0.0009	5.02
9	0.01	5.37	0.0003	2.88
12	0.01	5.37	0.00003	1.69
15	0.01	5.37	0.00001	1.17
18	0.01	5.37	0.000001	0.80
21	0.01	5.37	0.0000007	0.61
24	0.01	5.37	0.0000005	0.42
27	0.01	5.37	0.0000003	0.40
30	0.01	5.37	0.0000001	0.39

Tabel 4 Nilai – Nilai Tegangan dan Arus dari Hasil Pengujian 2 dengan Frekuensi 90.73 KHz dan $V_{in} = 7.97 \text{ V}$

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar		Pada Koil Penerima	
	I_{in} (A)	V_{in} (V)	I_{out} (A)	V_{out} (V)
3	0.02	7.97	0.0072	9.84
6	0.02	7.97	0.0014	5.57
9	0.02	7.97	0.0003	3.11
12	0.02	7.97	0.0001	2.00
15	0.02	7.97	0.00002	1.23
18	0.02	7.97	0.000003	0.97
21	0.02	7.97	0.000001	0.71
24	0.02	7.97	0.0000007	0.53
27	0.02	7.97	0.0000003	0.44
30	0.02	7.97	0.0000001	0.39

Tabel 5 Nilai – Nilai Tegangan dan Arus dari Hasil Pengujian 3 dengan Frekuensi 90.73 KHz dan $V_{in} = 9.01$ V

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar		Pada Koil Penerima	
	I_{in} (A)	V_{in} (V)	I_{out} (A)	V_{out} (V)
3	0.02	9.01	0.0079	10.89
6	0.02	9.01	0.0016	6.46
9	0.02	9.01	0.0003	4.01
12	0.02	9.01	0.0001	2.43
15	0.02	9.01	0.00002	1.52
18	0.02	9.01	0.000004	1.10
21	0.02	9.01	0.000001	0.78
24	0.02	9.01	0.0000007	0.53
27	0.02	9.01	0.0000005	0.49
30	0.02	9.01	0.0000002	0.28

Tabel 6 Nilai – Nilai Tegangan dan Arus dari Hasil Pengujian 1 dengan Frekuensi 128.31 KHz dan $V_{in} = 5.88$ V

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar		Pada Koil Penerima	
	I_{in} (A)	V_{in} (V)	I_{out} (A)	V_{out} (V)
3	0.01	5.88	0.0060	10.43
6	0.01	5.88	0.0014	4.17
9	0.01	5.88	0.0001	2.16
12	0.01	5.88	0.000002	1.27
15	0.01	5.88	0.0000008	0.83
18	0.01	5.88	0.0000004	0.54
21	0.01	5.88	0.0000002	0.42
24	0.01	5.88	0.0000001	0.36
27	0.01	5.88	0.0000001	0.35
30	0.01	5.88	0.0000001	0.33

Tabel 7 Nilai – Nilai Tegangan dan Arus dari Hasil Pengujian 2 dengan Frekuensi 128.31 KHz dan $V_{in} = 6.70$ V

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar		Pada Koil Penerima	
	I_{in} (A)	V_{in} (V)	I_{out} (A)	V_{out} (V)
3	0.02	6.70	0.0076	9.88
6	0.02	6.70	0.0017	5.35
9	0.02	6.70	0.0001	2.43
12	0.02	6.70	0.000004	1.49
15	0.02	6.70	0.0000009	0.95
18	0.02	6.70	0.0000007	0.69
21	0.02	6.70	0.0000004	0.49
24	0.02	6.70	0.0000001	0.39
27	0.02	6.70	0.0000001	0.35
30	0.02	6.70	0.0000001	0.33

Tabel 8 Nilai – Nilai Tegangan dan Arus dari Hasil Pengujian 3 dengan Frekuensi 128.31 KHz dan $V_{in} = 8.13$ V

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar		Pada Koil Penerima	
	I_{in} (A)	V_{in} (V)	I_{out} (A)	V_{out} (V)
3	0.03	8.13	0.0085	11.68
6	0.03	8.13	0.0021	5.32
9	0.03	8.13	0.0001	2.73
12	0.03	8.13	0.000005	1.66
15	0.03	8.13	0.000001	1.01
18	0.03	8.13	0.0000008	0.73
21	0.03	8.13	0.0000005	0.52
24	0.03	8.13	0.0000003	0.42
27	0.03	8.13	0.0000001	0.36
30	0.03	8.13	0.0000001	0.34

Tabel 9 Nilai – Nilai Tegangan dan Arus dari Hasil Pengujian 1 dengan Frekuensi 40.58 KHz dan $V_{in} = 5.08$ V

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar		Pada Koil Penerima	
	I_{in} (A)	V_{in} (5.08V)	I_{out} (A)	V_{out} (V)
3	0.015	5.08	0.0030	6.18
6	0.015	5.08	0.0008	2.54
9	0.015	5.08	0.0005	1.67
12	0.015	5.08	0.0001	1.04
15	0.015	5.08	0.00002	0.65
18	0.015	5.08	0.000009	0.48
21	0.015	5.08	0.000001	0.39
24	0.015	5.08	0.0000007	0.29
27	0.015	5.08	0.0000007	0.27
30	0.015	5.08	0.0000005	0.26

Tabel 10 Nilai – Nilai Tegangan dan Arus dari Hasil Pengujian 2 dengan Frekuensi 40.58 KHz dan $V_{in} = 6.39$ V

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar		Pada Koil Penerima	
	I_{in} (A)	V_{in} (V)	I_{out} (A)	V_{out} (V)
3	0.025	6.39	0.0042	3.53
6	0.025	6.39	0.0006	2.23
9	0.025	6.39	0.0011	1.80
12	0.025	6.39	0.00015	0.80
15	0.025	6.39	0.00006	0.70
18	0.025	6.39	0.00002	0.47
21	0.025	6.39	0.00001	0.32
24	0.025	6.39	0.000007	0.30
27	0.025	6.39	0.000004	0.29
30	0.025	6.39	0.000001	0.28

Tabel 11 Nilai – Nilai Tegangan dan Arus dari Hasil Pengujian 3 dengan Frekuensi 40.58 KHz dan $V_{in} = 7.24$ V

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar		Pada Koil Penerima	
	I_{in} (A)	V_{in} (V)	I_{out} (A)	V_{out} (V)
3	0.035	7.24	0.0082	5.67
6	0.035	7.24	0.0008	2.83
9	0.035	7.24	0.0014	1.47
12	0.035	7.24	0.0002	0.83
15	0.035	7.24	0.00008	0.70
18	0.035	7.24	0.00003	0.51
21	0.035	7.24	0.00001	0.33
24	0.035	7.24	0.000009	0.30
27	0.035	7.24	0.000005	0.28
30	0.035	7.24	0.000004	0.28

Hasil Perhitungan Daya Listrik dan Efisiensi Daya

Proses perhitungan daya (Pin dan Pout) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus (1).

$$P = I \times V \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

$$P = \text{Daya (W)}$$

$$I = \text{Arus (A)}$$

$$V = \text{Tegangan (V)}$$

Sesuai dengan rumus tersebut, maka diperlukan nilai tegangan dan arus pada titik yang ingin diketahui dayanya. Oleh karena itu, proses perhitungan daya ini menggunakan nilai dari tegangan dan arus yang telah didapat pada tahap pengujian perangkat transmisi.

Sedangkan untuk perhitungan efisiensi dapat menggunakan rumus (2). Rumus tersebut didasarkan pada pernyataan tingkat efisiensi akan 100 %, jika daya yang ditransmisikan (Pin) pada koil pemancar akan sama dengan daya yang berhasil ditransmisikan (Pout) pada koil penerima.

$$efisiensi = \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \right) \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

efisiensi = efisiensi transmisi daya

P_{in} = daya yang ditransmisikan pada koil pemancar (W)

P_{out} = daya yang berhasil ditransmisikan pada koil penerima (W)

Tabel 12, Tabel 13, dan Tabel 14 menampilkan hasil perhitungan daya dan efisiensi berdasarkan kesamaan parameter uji pada beberapa frekuensi.

Tabel 12 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi Berdasarkan Kesamaan Parameter Uji pada Frekuensi 40.58 KHz

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar			Pada Koil Penerima			efisiensi
	I _{in} (A)	V _{in} (V)	P _{in} (W)	I _{out} (A)	V _{out} (V)	P _{out} (W)	
3	0.015	5.08	0.0762	0.003	6.18	0.01854	24.33%
3	0.025	6.39	0.15975	0.0042	3.53	0.014826	9.28%
3	0.035	7.24	0.2534	0.0082	5.67	0.046494	18.35%
6	0.015	5.08	0.0762	0.0008	2.54	0.002032	2.67%
6	0.025	6.39	0.15975	0.0006	2.23	0.001338	0.84%
6	0.035	7.24	0.2534	0.0008	2.83	0.002264	0.89%
9	0.015	5.08	0.0762	0.0005	1.67	0.000835	1.10%
9	0.025	6.39	0.15975	0.0011	1.8	0.00198	1.24%
9	0.035	7.24	0.2534	0.0014	1.47	0.002058	0.81%
12	0.015	5.08	0.0762	0.0001	1.04	0.000104	0.14%
12	0.025	6.39	0.15975	0.00015	0.8	0.00012	0.08%
12	0.035	7.24	0.2534	0.0002	0.83	0.000166	0.07%
15	0.015	5.08	0.0762	0.00002	0.65	0.000013	0.02%
15	0.025	6.39	0.15975	0.00006	0.7	0.000042	0.03%
15	0.035	7.24	0.2534	0.00008	0.7	0.000056	0.02%
18	0.015	5.08	0.0762	0.00009	0.48	0.0000432	0.01%
18	0.025	6.39	0.15975	0.00002	0.47	0.0000094	0.01%
18	0.035	7.24	0.2534	0.00003	0.51	0.0000153	0.01%
21	0.015	5.08	0.0762	0.000001	0.39	0.00000039	0.00%
21	0.025	6.39	0.15975	0.00001	0.32	0.0000032	0.00%
21	0.035	7.24	0.2534	0.00001	0.33	0.0000033	0.00%
24	0.015	5.08	0.0762	0.0000007	0.29	0.000000203	0.00%
24	0.025	6.39	0.15975	0.000007	0.3	0.0000021	0.00%
24	0.035	7.24	0.2534	0.000009	0.3	0.0000027	0.00%
27	0.015	5.08	0.0762	0.0000007	0.27	0.000000189	0.00%
27	0.025	6.39	0.15975	0.000004	0.29	0.00000116	0.00%
27	0.035	7.24	0.2534	0.000005	0.28	0.0000014	0.00%
30	0.015	5.08	0.0762	0.0000005	0.26	0.00000013	0.00%
30	0.025	6.39	0.15975	0.000001	0.28	0.00000028	0.00%
30	0.035	7.24	0.2534	0.000004	0.28	0.00000112	0.00%

Tabel 13 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi Berdasarkan Kesamaan Parameter Uji pada Frekuensi 90.73 KHz

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar			Pada Koil Penerima			efisiensi
	I _{in} (A)	V _{in} (V)	P _{in} (W)	I _{out} (A)	V _{out} (V)	P _{out} (W)	
3	0.01	5.37	0.0537	0.0047	7.84	0.036848	68.62%
3	0.02	7.97	0.1594	0.0072	9.84	0.070848	44.45%
3	0.02	9.01	0.1802	0.0079	10.89	0.086031	47.74%
6	0.01	5.37	0.0537	0.0009	5.02	0.004518	8.41%
6	0.02	7.97	0.1594	0.0014	5.57	0.007798	4.89%
6	0.02	9.01	0.1802	0.0016	6.46	0.010336	5.74%
9	0.01	5.37	0.0537	0.0003	2.88	0.000864	1.61%
9	0.02	7.97	0.1594	0.0003	3.11	0.000933	0.59%
9	0.02	9.01	0.1802	0.0003	4.01	0.001203	0.67%
12	0.01	5.37	0.0537	0.00003	1.69	0.0000507	0.09%
12	0.02	7.97	0.1594	0.0001	2	0.0002	0.13%
12	0.02	9.01	0.1802	0.0001	2.43	0.000243	0.13%
15	0.01	5.37	0.0537	0.00001	1.17	0.0000117	0.02%
15	0.02	7.97	0.1594	0.00002	1.23	0.0000246	0.02%
15	0.02	9.01	0.1802	0.00002	1.52	0.0000304	0.02%
18	0.01	5.37	0.0537	0.000001	0.8	0.0000008	0.00%
18	0.02	7.97	0.1594	0.000003	0.97	0.00000291	0.00%
18	0.02	9.01	0.1802	0.000004	1.1	0.0000044	0.00%
21	0.01	5.37	0.0537	0.0000007	0.61	0.000000427	0.00%
21	0.02	7.97	0.1594	0.000001	0.71	0.00000071	0.00%
21	0.02	9.01	0.1802	0.000001	0.78	0.00000078	0.00%
24	0.01	5.37	0.0537	0.0000005	0.42	0.00000021	0.00%
24	0.02	7.97	0.1594	0.0000007	0.53	0.000000371	0.00%
24	0.02	9.01	0.1802	0.0000007	0.53	0.000000371	0.00%
27	0.01	5.37	0.0537	0.00000003	0.44	0.00000012	0.00%
27	0.02	7.97	0.1594	0.0000003	0.44	0.000000132	0.00%
27	0.02	9.01	0.1802	0.0000005	0.49	0.000000245	0.00%
30	0.01	5.37	0.0537	0.00000001	0.39	0.000000039	0.00%
30	0.02	7.97	0.1594	0.0000001	0.39	0.000000039	0.00%
30	0.02	9.01	0.1802	0.0000002	0.28	0.000000056	0.00%

Tabel 14 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi Berdasarkan Kesamaan Parameter Uji pada Frekuensi 128.31 KHz

Jarak (cm)	Pada Koil Pemancar			Pada Koil Penerima			efisiensi
	I _{in} (A)	V _{in} (V)	P _{in} (W)	I _{out} (A)	V _{out} (V)	P _{out} (W)	
3	0.01	5.88	0.0588	0.006	10.43	0.06258	106.43%
3	0.02	6.7	0.134	0.0076	9.88	0.075088	56.04%
3	0.03	8.13	0.2439	0.0085	11.68	0.09928	40.71%
6	0.01	5.88	0.0588	0.0014	4.17	0.005838	9.93%
6	0.02	6.7	0.134	0.0017	5.35	0.009095	6.79%
6	0.03	8.13	0.2439	0.0021	5.32	0.011172	4.58%
9	0.01	5.88	0.0588	0.0001	2.16	0.000216	0.37%
9	0.02	6.7	0.134	0.0001	2.43	0.000243	0.18%
9	0.03	8.13	0.2439	0.0001	2.73	0.000273	0.11%
12	0.01	5.88	0.0588	0.000002	1.27	0.00000254	0.00%
12	0.02	6.7	0.134	0.000004	1.49	0.00000596	0.00%
12	0.03	8.13	0.2439	0.000005	1.66	0.0000083	0.00%
15	0.01	5.88	0.0588	0.0000008	0.83	0.000000664	0.00%
15	0.02	6.7	0.134	0.0000009	0.95	0.000000855	0.00%
15	0.03	8.13	0.2439	0.000001	1.01	0.00000101	0.00%
18	0.01	5.88	0.0588	0.0000004	0.54	0.000000216	0.00%
18	0.02	6.7	0.134	0.0000007	0.69	0.000000483	0.00%
18	0.03	8.13	0.2439	0.0000008	0.73	0.000000584	0.00%
21	0.01	5.88	0.0588	0.0000002	0.42	0.000000084	0.00%
21	0.02	6.7	0.134	0.0000004	0.49	0.000000196	0.00%
21	0.03	8.13	0.2439	0.0000005	0.52	0.00000026	0.00%
24	0.01	5.88	0.0588	0.0000001	0.36	0.000000036	0.00%
24	0.02	6.7	0.134	0.0000001	0.39	0.000000039	0.00%
24	0.03	8.13	0.2439	0.0000003	0.42	0.000000126	0.00%
27	0.01	5.88	0.0588	0.0000001	0.35	0.000000035	0.00%
27	0.02	6.7	0.134	0.0000001	0.35	0.000000035	0.00%
27	0.03	8.13	0.2439	0.0000001	0.36	0.000000036	0.00%
30	0.01	5.88	0.0588	0.0000001	0.33	0.000000033	0.00%
30	0.02	6.7	0.134	0.0000001	0.33	0.000000033	0.00%
30	0.03	8.13	0.2439	0.0000001	0.34	0.000000034	0.00%

Berdasarkan Tabel 12, Tabel 13, dan Tabel 14 dapat dilihat jarak antara koil pemancar dengan koil penerima, nilai daya yang ditransmisikan (P_{in}), dan frekuensi transmisi mempengaruhi besarnya nilai efisiensi. Saat

parameter – parameter pengukuran tersebut diberikan nilai yang berbeda, akan menghasilkan nilai efisiensi yang berbeda pula. Berikut ini penjelasan lebih rinci mengenai pengaruh parameter – parameter pengukuran yang digunakan terhadap efisiensi berdasarkan Tabel 12, Tabel 13, dan Tabel 14 :

Pengaruh jarak antara koil pemancar dengan koil penerima terhadap efisiensi.

Semakin pendek jarak antara koil pemancar dengan koil penerima, akan menghasilkan nilai efisiensi yang semakin besar pula. Hal ini terjadi pada saat nilai tegangan yang ditransmisikan (V_{in}) sama dan menggunakan frekuensi 40.58 KHz, 90.73 KHz atau 128.31 KHz.

Pengaruh nilai daya yang ditransmisikan (P_{in}) terhadap efisiensi.

Semakin besar daya yang ditransmisikan (P_{in}), akan menghasilkan nilai efisiensi yang semakin kecil. Hal ini terjadi pada saat jarak antara koil pemancar dengan koil penerima sama dan menggunakan frekuensi 128.31 KHz.

Namun pernyataan tersebut tidak berlaku pada saat jarak antara koil pemancar dengan koil penerima sama dan menggunakan frekuensi 40.58 KHz atau 90.73 KHz. Hal ini terjadi dikarenakan oleh nilai arus yang ditransmisikan (I_{in}) yang berbeda pada saat menggunakan frekuensi 90.73 KHz, 128.31 KHz dan 40.58 KHz.

Nilai I_{in} dipengaruhi oleh transistor yang digunakan pada bagian pemancar. Prinsip kerja transistor seperti *switch* atau keran air. Jadi saat perbandingan arus antara bagian *collector* dengan *basis* menyebabkan jalur *output* terbuka lebar, maka arus yang dihasilkan pada bagian *emitter* akan besar. Begitu juga sebaliknya saat perbandingan arus antara bagian *collector* dengan *basis* menyebabkan jalur *output* sempit, maka arus yang dihasilkan pada bagian *emitter* akan kecil.

Pengaruh frekuensi transmisi terhadap efisiensi.

Semakin besar nilai frekuensi transmisi yang digunakan, maka nilai efisiensi semakin besar pula. Hal ini terjadi pada saat jarak antara koil pemancar dengan koil penerima dan nilai tegangan yang ditransmisikan (V_{in}) sama.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan analisa dan perhitungan dari

hasil pengujian perangkat transmisi :

- Semakin pendek jarak antara koil pemancar dengan koil penerima, akan menghasilkan nilai efisiensi yang semakin besar pula. Hal ini terjadi pada saat nilai tegangan yang ditransmisikan (V_{in}) sama dan menggunakan frekuensi 40.58 KHz, 90.73 KHz atau 128.31 KHz.
- Semakin besar daya yang ditransmisikan (P_{in}), akan menghasilkan nilai efisiensi yang semakin kecil. Hal ini terjadi pada saat jarak antara koil pemancar dengan koil penerima sama dan menggunakan frekuensi 128.31 KHz.
- Semakin besar nilai frekuensi transmisi yang digunakan, maka nilai efisiensi semakin besar pula. Hal ini terjadi pada saat jarak antara koil pemancar dengan koil penerima dan nilai tegangan yang ditransmisikan (V_{in}) sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, O. (2004). *Dasar - Dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Danfar. (2009, Maret 28). *Definisi / Pengertian Efektifitas*. Diakses Januari 10, 2014, dari Education, Business, Communication and Information: www.dansite.wordpress.com
- Giancoli, D. C. (2001). *Fisika*. Jakarta: Erlangga.
- Green, D. (1982). *Pedoman Elektronika I*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Gunawan, P. N. (2011). Laporan Praktikum Rangkaian Listrik dan Rangkaian Logika. *Power Supply* , 1,6.
- Hayt, W. H. (1990). *Elektromagnetika Teknologi, Edisi 4 Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Herrera, J. R., Torres, H. R., Leal, H. V., & Angel, A. d. (2010). Experiment about wireless energy transfer. *Proceedings of 1st International Congress on Instrumentation and Applied Sciences* , 1.
- Kesler, D. M. (2013). Highly Resonant Wireless Power Transfer: Safe, Efficient, and over Distance. *Witricity* , 16.
- Lee, G., Waters, B. H., Shi, C., Park, W. S., & Smith, J. R. (2013). Design Considerations for asymmetric Magnetically Coupled Resonators used in Wireless Power Transfer Application. *biowireless - wireless power coil design* , 3.
- Li, X., Yang, Y., & Gao, Y. (2013). visual prosthesis wireless energy transfer system optimal modeling. *Lietal. BioMedical Engineering OnLine 2014, 13:3* , 4.

- Murod, H. (2005). Perancangan Sistem Akuisisi Data Menggunakan Masukan Soundcard. 1.
- Pamungkas, D. S. (2010, Februari 28). *Osilasi Harmonik (Fisika)*. Diakses Januari 15, 2014, dari Uung.BLOG: <http://www.blog.ub.ac.id>
- Proboyekti, U. (2007). Pengantar Teknologi Informasi. *Teknologi Nirkabel : Telepon Seluler (Ponsel)*, 1.
- Purnama, A. (2012, Februari 17). *Konsep Dasar Penyearah Gelombang (Rectifier)*. Diakses Januari 11, 2014, dari Elektronika Dasar: <http://www.elektronika-dasar.web.id>
- Sasur, R. (2011). *Wireless Energy Transfer*. California: California Polytechnic State University.
- Sibakoti, M. J., & Hambleton, J. (2011). *Wireless Power Transmission Using Magnetic Resonant*. 1.
- Soedjojo, P. (2004). *Fisika Dasar*. Yogyakarta: ANDI.