

# Simulasi Kopling Magnetik Transfer Energi Nirkabel (*Wireless Power Transfer*)

Affan Bachri, Zainal Abidin <sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Lamongan

## Abstrak

Salah satu metode untuk menyalurkan energi tanpa kabel adalah dengan kopling induksi magnetik. Secara umum tembaga sebagai unsur paling penting dalam menghasilkan fluks magnetik dalam bentuk koil atau kumparan. Tembaga tersebut digunakan sebagai media transfer listrik karena bahannya yang terdiri atas banyak elektron yang bisa bergerak bebas. Simulasi kopling magnetik dengan Multisim 12.00 menunjukkan bahwa kumparan pemancar (*transceiver*) menginduksi kumparan penerima (*receiver*) dan terjadi transfer energi.

Kata kunci : *kopling magnetik, transfer energi nirkabel, multisim*

## Abstract

One method for energy transfer wireless is magnetic induction couplings. In general, copper is the most important element in producing magnetic flux in the form of coils or coils. Copper is used as an electrical transfer media because the material consists of many electrons that can move freely. Magnetic coupling simulation with Multisim 12.00 shows that the transmitter coil induces a receiver coil and energy transfer occurs.

Keywords: *magnetic coupling, wireless energy transfer, multisim*

## PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik sudah menjadi kebutuhan primer bagi manusia, dalam setiap bidang energi listrik menjadi kebutuhan utama penunjang energi pada sistem. Sumber-sumber energi dikembangkan mulai dari sumber energi minyak bumi dan batu bara hingga energi terbarukan dalam setiap aspek dalam usaha konversi energi listrik. Dalam upaya untuk melakukan efisiensi dan kemudahan dalam transformasi energi, telah mulai dikembangkan kembali penyaluran energi tanpa kabel (*wireless power transfer*).

Salah satu metode untuk menyalurkan energi tanpa kabel adalah dengan kopling induksi magnetik. Secara umum tembaga sebagai unsur paling penting dalam menghasilkan fluks magnetik dalam bentuk koil atau kumparan. Tembaga tersebut digunakan sebagai media transfer listrik karena bahannya yang terdiri atas banyak elektron yang bisa bergerak bebas. Pada saat tembaga dihubungkan dengan sumber listrik aliran elektron dapat bergerak dengan bebas pada bahan tersebut. Namun seiring dengan

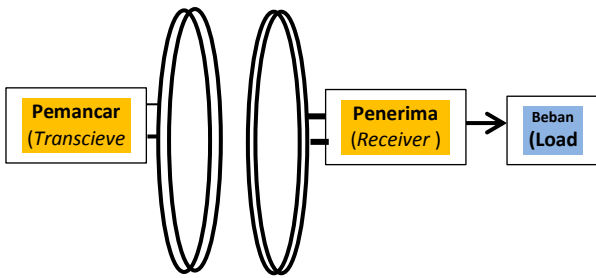
perkembangan teknologi saat ini telah dikembangkan transfer daya listrik nirkabel. Selain meningkatkan kepraktisan hal ini juga dapat menjadi penghematan terhadap bahan-bahan untuk pembuatan kabel sebagai media penyaluran daya. [1]

Kopling magnetik merupakan teknologi tanpa yang paling banyak digunakan; Aplikasinya meliputi pengisian perangkat genggam seperti telepon tag RFID, dan pengisian daya untuk peralatan medis *implant* seperti alat pacu jantung buatan, ataupun kendaraan listrik. [1] dan [3]. Dalam teknik medan jauh atau radiasi, atau juga disebut *power beam*, daya dipindahkan oleh sinar radiasi elektromagnetik seperti gelombang mikro atau sinyal laser. Teknik ini bisa mentransfer energi jarak jauh akan tetapi harus diarahkan ke penerima (*receiver*).

## METODOLOGI

Metode yang dibangun dalam diskusi ini adalah mengimplementasikan metode sederhana dari kopling magnetik dengan model simulasi Multisim.

**Skematik Blok Transfer Energi Nirkabel**



**Gambar 1. Diagram Blok Sistem WPT**

Dari gambar 1, sistem utama pembentukan sistem kopling magnetik dalam transfer energi nirkabel (*wireless power transfer*) adalah pemancar magnetik (*tranciever*), penerima (*receiver*) dan beban (*load*).

Beberapa teori mendasar dalam kopling magnetik adalah terjadinya resonansi frekuensi dan nilai kuat medan magnet yang sama pada kedua kumparan (koil).

Pada kumparan besar medan magnet adalah :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{l} \dots\dots\dots(1)$$

Nilai frekuensi pada kumparan :

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

Faktor kualitas pada resonator kumparan :

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- B = kuat medan (wb/m<sup>2</sup>)
- μ<sub>0</sub>= permeabilitas ( 4π x10<sup>-7</sup>)
- I = kuat arus listrik (A)
- N = jumlah lilitan
- l = panjang kumparan
- f = frekuensi (Hz)
- L = induktansi (Henry)
- C = Kapasitor
- Q = faktor kualitas

Gaya magnet pada kumparan :

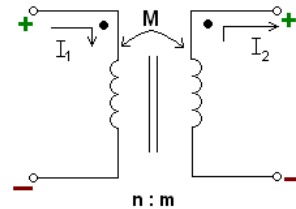
$$E_{mg} = qv \times B \dots\dots\dots(4)$$

- E<sub>mg</sub> = Gaya Magnet
- B = Kuat medan
- q = muatan

Fluk magnet pada kumparan :

$$\phi = B \cdot A \dots\dots\dots(5)$$

- φ = fluks
- A = luas permukaan



**Gambar 2. Induktansi bersama**

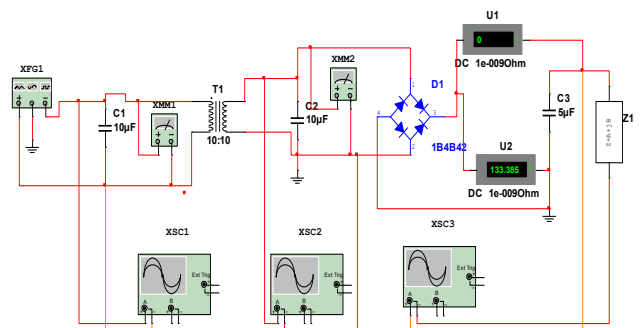
Gaya gerak listrik induksi selalu membangkitkan arus yang medan magnetnya berlawanan dengan sumber perubahan fluks magnetik (*Hukum Lenz*).

Perubahan fluks disebabkan :

- a. Koil tidak berubah terhadap fluks dan magnetik fluks berubah terhadap waktu
- b. Fluk tidak berubah terhadap waktu dan koil bergerak pada fluks tersebut.
- c. Kedua perubahan tersebut muncul bersamaan, koil bergerak dalam waktu yang terus berjalan.

Kumparan pada pemancar (*tranciever*) akan menghasilkan fluks terhadap waktu yang menginduksi kumparan kedua (*receiver*) sehingga muncul arus induksi pada kumparan kedua sehingga akan menghasilkan transfer energi pada kedua kumparan tersebut [8].

Model kopling magnetik tersebut salah satunya dapat dijelaskan dengan mengimplementasikan simulasi dalam software Multisim. Adapun model desain dapat dilihat pada gambar 2 berikut :



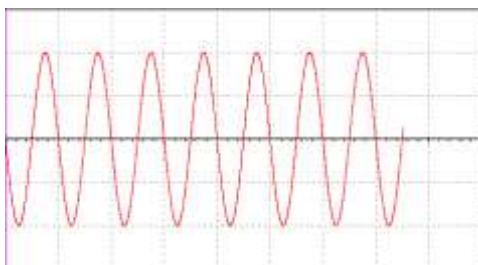
**Gambar 3. Diagram Blok Pengujian Kopling Magnetik dengan Simulink**

**Alat dan Bahan simulasi :**

- Sumber : Generator Fungsi
- Voltmeter
- Osiloskop
- Ammeter
- Trafo dengan perbandingan 10:10
- Diode Bridge
- C1, C2 = 10uF
- C3 = 5uF

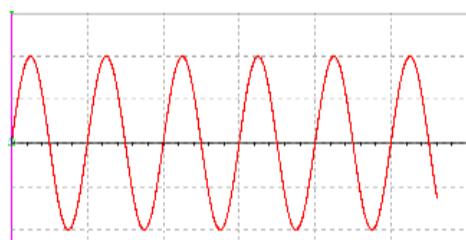
**HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Output Osiloskop pada sisi Primer**



**Gambar 4. Sinyal Output Osiloskop I pada sisi pemancar induktif**

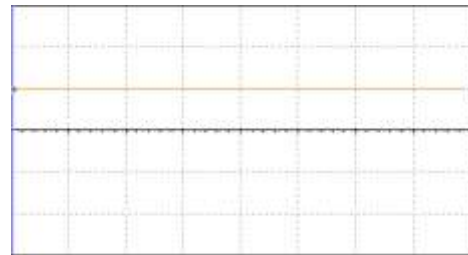
Gambar 4 menunjukkan bahwa pulsa sinus yang dibangkitkan dari generator pulsa yang mengalir menghasilkan arus dengan gelombang sinus yang menginduksi kumparan pada sisi pemancar (*tranciever*).



**Gambar 5. Sinyal Output Osiloskop II pada sisi penerima induktif**

Gambar 5 menunjukkan kumparan pemancar menginduksi kumparan kedua (receiver) sehingga terjadi kopling magnetik. Tegangan dan arus juga memiliki gelombang sinus yang

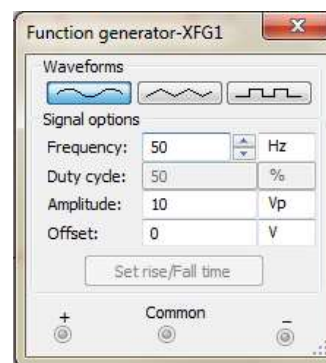
memiliki nilai yang sama dengan sisi pemancar (*tranciever*).



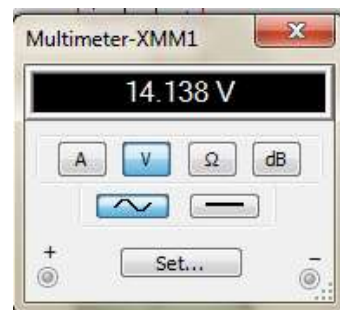
**Gambar 6. Sinyal output Osiloskop pada Beban**

Gambar 6 adalah deteksi sinyal pada sisi beban yang merupakan konversi gelombang sinus ke gelombang arus searah (DC) yang akan ditransfer ke beban.

**Setting Generator Fungsi**

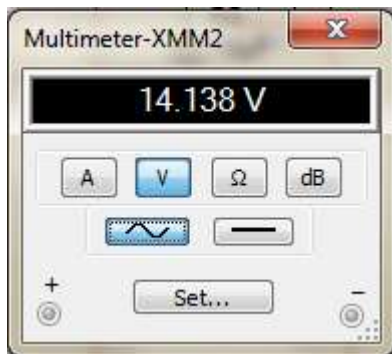


**Gambar 7. Setting Generator Fungsi Output Tegangan Pada Voltmeter Sisi Pemancar dan Penerima**



**Gambar 8. Hasil Ukur Tegangan pada sisi Pemancar (Primer)**

Gambar 8 adalah hasil ukur tegangan pada sisi pemancar (*transceiver*) dengan setting gelombang sinus dari generator pulsa. Gambar 9 juga menampilkan tegangan dengan nilai yang sama dengan pemancar dikarenakan jumlah atau prosentase kumparan yang sama.



**Gambar 9. Hasil ukur Tegangan pada sisi Penerima (sekunder)**

Pada pengujian sederhana dengan variasi perbedaan jarak antara kumparan pemancar dan kumparan penerima. Adapun pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel hasil penelitian sebelumnya sebagai berikut :

**Tabel 1. Pengujian sederhana pemancar dan penerima dengan variasi jarak**

Jarak (cm)	Vpp (AC)	F (MHz)	DC output
1.0	0.01	1.2	4.50
1.5	0.01	1.2	4.36
2.0	0.01	1.2	4.21
2.5	0.01	1.2	3.96
3.0	0.01	1.2	3.93
3.5	0.01	1.2	3.89
4.0	0.01	1.2	3.88
4.5	0.01	1.2	3.84
5.0	0.01	1.2	3.79

(sumber : Fareq, 2014)

Dari tabel pengujian tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin ada penambahan jarak antara pemancar dan penerima, maka nilai tegangan pada sisi beban semakin menurun.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

a. Simulasi kopling magnetik menggunakan Multisim menunjukkan bahwa terjadi fluksi magnetik pada kumparan sisi primer (pemancar) dan menginduksi sisi sekunder

(penerima) dan terjadi transfer energi pada kedua kumparan.

b. Semakin jauh jarak antara kumparan pemancar dan kumparan penerima, maka nilai transfer energi semakin kecil

**Referensi :**

- [1] Supriyadi\*, Edi Rakhman, Suyanto, Arif Rahman, & Noor Cholis Basjaruddin, 2017. *Transfer Daya Nirkabel dengan Kopling Induksi*, Jurnal Teknoka : Politeknik Bandung
- [2] M Fareq, M Fitra, M Irwanto, Syafruddin Hasan, M Arinal. 2014. *Low wireless power transfer using Inductive Coupling for mobile phone charger*. School of Electrical System Engineering Universiti Malaysia Perlis
- [3] A. Kumar, "WiTricity : Wireless Power Transfer By Non-radiative Method," *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 2014.
- [4] E. Wong, "A Review on Technologies for Wireless Electricity," Hongkong, 2013.
- [5] S. F. Bush, *Smart Grid: Communication-Enabled Intelligence for the Electric Power Grid*, Wiley, 2014.
- [6] A. Gopinath, "All About Transferring Power Wirelessly," *Electronics For You E-zine (EFY Enterprises Pvt. Ltd.)*, pp. 52-56, 16 January 2015.
- [7] Saputro, Agus Heru. 2018. *Desain WPE dengan Koil / Toroid dan Selenoid Menggunakan Teknik Resonansi Induksi Elektromagnetik*
- [8] Roncbak Oscar, 2013. *Optimalized of Wireless Power System*. Master Thesis, Luka University of Technology Sweden
- [9] Zhen Ning Low, "Design and Test of a High Power High Efficiency Loosely Coupled Planar Wireless Power Transfer System" *IEEE transactions on industrial electronics*, vol. 56, no. 5, May 2009.
- [10] K. Oguri, "Power supply coupler for battery charger", US patent 6 356049, 2000.
- [11] Y. Yang and M. Jovanovic, "Contactless electrical energy transmission system", US Patent 6 301 128, 2000.
- [12] H. J. Brockmann and H. Turtiainen, "Charger with inductive power transmission for batteries in a mobile electrical device", US Patent 6 118249, 1999

- [13] E. Sazonov och M. R. Neuman, *Wearable Sensors: Fundamentals, Implementation and Applications*, Elsevier, 2014.
- [14] S. Davis, "Wireless power minimizes interconnection problems," *Power Electronics Technology (Penton Electronics Group)*, pp. 10-14, 2011.
- [15] R. P. Puers, *Omnidirectional Inductive Powering for Biomedical Implants*, Springer Science & Business Media, 2008.
- [16] D. C. Giancoli, *Physics: Principles with Applications (Fifth ed.)*, New Jersey, United States: Pearson/Prentice Hall, 1998.
- [17] T. V. Wilson, "How Wireless Power Works," 1 Juni 2014. [Online]. [Diunduh 11 Juni 2017].
- [18] S. S. Valtchev, E. N. Baikova och L. R. Jorge, "Electromagnetic Field as the Wireless Transporter of Energy," *Facta Universitatis Ser. Electrical Engineering*, vol. 25, nr 3, pp. 171-181, 2012.
- [19] I. Darmawan, "Pengembangan Inverter 12 VDC ke 220 VAC 50Hz dengan Penguat Akhir H-Bridge Mosfet," Universitas Indonesia Departemen Teknik Elektro, Depok, 2012.