

## THE ELECTROMAGNETIC WIRELESS CHARGING SYSTEM: ELECTROMAGNETIC WIRELESS CHARGING SYSTEM

Henna Nurdiansari<sup>1</sup>, Agus Dwi Santoso<sup>1</sup>, Nafis Julian Rahman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Nautika, Politeknik Pelayaran Surabaya

Email korespondensi: henna.nurdiansari@poltekel-sby.ac.id.

### ABSTRAK

*Electromagnetic Wireless Charging System merupakan sistem transfer pengisian daya secara nirkabel, yang bertujuan untuk menurunkan resiko sengatan listrik atau konsleting, menyediakan kemudahan pengguna alat elektronik dalam transmisi pengisian daya dan penghematan bahan pembuatan kabel. Wireless charging didasari oleh konsep dasar medan dekat gelombang elektromagnetik dan kuatnya coupling dari resonansi magnetic, menggunakan sifat induksi elektromagnetik yang ditimbulkan oleh kumparan pengirim dan penerima, sehingga dapat menghantarkan tegangan dan arus listrik. Elektromagnetik Wireless Charging System ini dapat dibagi menjadi beberapa step atau blok. Blok rangkaian osilator digunakan sebagai pembangkit gelombang yang menghasilkan gaya gerak listrik dengan output berupa gelombang AC. Pada blok selanjutnya Coil pemancar dan coil penerima mempunyai peranan sebagai media pengirim dan penerima gelombang AC. Untuk mencapai target output arus DC berupa tegangan 5 V, digunakan blok diode bridge sebagai penyearah gelombang AC menjadi DC. Pada blok akhir didapatkan tegangan DC 5V yang dapat dialirkan kepada beban yang pada penelitian ini berupa telepon genggam atau handphone.*

**Kata kunci :** *Wireless Charging, rangkaian oscillator, gelombang electromagnetic, resonansi magnetic. gelombang AC dan DC.*

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi nirkabel atau wireless semakin meningkat pesat dilatar belakang oleh kebutuhan manusia terhadap teknologi elektronika, teknologi telekomunikasi, teknologi listrik, energi alternative dan teknologi pengisian daya baterai, sehingga mendorong diciptakannya metode pengisian daya (charging) baru tanpa menggunakan kabel yang menyajikan kemudahan bagi pengguna. Kemudahan yang akan didapatkan dengan metode pengisian daya

(charging) tanpa menggunakan kabel adalah untuk menurunkan resiko sengatan listrik atau konsleting, menyediakan kemudahan pengguna alat elektronik dalam transmisi pengisian daya dan penghematan bahan pembuatan kabel.

Konsep teknologi transmisi daya nirkabel masih jarang diterapkan, namun memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan di dunia industri dan masyarakat. Hal ini karena konsep pengisian daya (charging) tanpa menggunakan kabel menekankan efisiensi dari segi biaya dengan meminimalkan penggunaan

kabel sebagai penyalur daya utama listrik dari sumber ke pengguna/beban. Beberapa penelitian sebelumnya membahas tentang efisiensi dari daya yang dikirim secara nirkabel. Telah dibuktikan bahwa transfer energi non radiative power dan kopling yang kuat antara 2 buah lilitan dengan jarak yang bervariasi dapat dilakukan. Teknologi tersebut lebih efisien dibandingkan dengan *inductive magnetic coupling* (Ho et al., 2011). Kopling resonansi magnetik didasarkan pada kopling gelombang evanescent yang menghasilkan dan mentransfer energi listrik antara dua kumparan resonansi melalui medan magnet yang bervariasi atau berosilasi. Karena dua koil beresonansi pada frekuensi resonansi yang sama, dan memiliki efisiensi transfer energi yang tinggi maka memperkecil nilai kebocoran ke eksternalitas non-resonansi. Resonator yang digabungkan secara magnetis mampu untuk mentransfer daya pada jarak yang lebih jauh daripada kopling induktif, dengan efisiensi yang lebih tinggi daripada pendekatan radiasi RF (Shinohara, 2012). Selain itu, kopling resonansi magnetik dapat diterapkan antara satu resonator pemancar dan banyak resonator penerima (Shinohara, 2011). Sehingga magnetic resonant coupling dapat digunakan untuk pengisian daya secara masal atau lebih dari satu perangkat. Jarak efektif transfer daya dapat lebih diperpanjang sejauh batas yang ditoleransi sesuai perhitungan. Caranya dengan menggunakan kopling resonansi magnetik yang beroperasi pada frekuensi tinggi, dimana frekuensi tinggi berbanding lurus dengan quality yang dimiliki, sehingga jika kopling beroperasi pada Megahertz (MHz) maka *factor quality* nya bernilai tinggi pula. Tingginya nilai quality pada resonansi magnetic membantu mengatasi masalah penurunan tajam koefisien kopling dan membantu efisiensi pengisian daya.

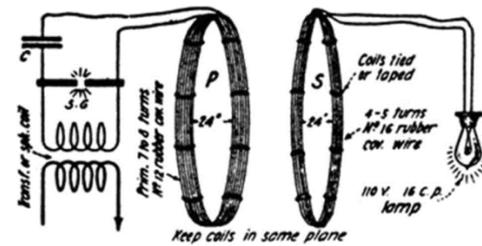
Pada penelitian sebelumnya (Hui, 2013), (Lu et al., 2016) menyatakan bahwa sistem wireless charging dengan memanfaatkan gelombang radio frekuensi (RF) yang disebut dengan *RF energy harvesting* merealisasikan pengisian daya nirkabel ini untuk di ujicobakan sebagai pengisi daya wireless pada telepon

genggam atau handphone.

## TINJAUAN PUSTAKA

*Wireless power transfer* merupakan salah satu metode baru dalam pengisian daya baik pada telepon seluler, electric vehicle, dan lain sebagainya. Nicola Tesla telah melakukan pengujian wireless power transfer dengan menggunakan dua pasang lilitan yang diberi jarak tertentu dengan beban lampu.

Transfer daya nirkabel nonradiatif bergantung pada kopling magnetik medan dekat dari loop konduktif. Energi ditransfer melalui jarak yang relatif pendek, yang merupakan urutan dimensi (seperti jari-jari atau diameter) dari koil yang digabungkan. Pemindahan daya radiasi bergantung pada eksitasi frekuensi tinggi dari sumber daya, dan daya radiasi dipancarkan dari antena yang menyebar melalui media (seperti vakum atau udara) dalam jarak jauh (yaitu berkali-kali lebih besar dari dimensi antena) dalam bentuk gelombang elektromagnetik.



Gambar 1. Kopling Induktif

Konsep "osilasi trafo" melampaui prinsip induksi magnetik murni, dan lebih tepatnya, mengacu pada penggunaan resonansi magnetik antara dua resonator koil yang digabungkan secara magnetis. Kombinasi penggunaan induksi magnetik, sirkuit yang disetel, dan frekuensi operasi resonansi telah menjadi tema umum dalam penyelidikan daya nirkabel dan radionya. Penggunaan frekuensi resonansi adalah untuk mengurangi kebocoran impedansi jalur aliran daya. Kopling Induktif didasarkan pada induksi medan magnet yang menghantarkan energi listrik antara dua kumparan. Gambar 1 menunjukkan model referensi kopling induktif. *Induktif Power Transfer* (IPT) terjadi ketika kumparan primer

pemancar energi menghasilkan medan magnet yang bervariasi secara dominan melintasi kumparan sekunder penerima energi di dalam medan, umumnya kurang dari panjang gelombang. Daya medan dekat magnet kemudian menginduksi tegangan atau arus melintasi kumparan sekunder penerima energi di dalam medan. Tegangan ini dapat digunakan untuk mengisi daya perangkat nirkabel atau sistem penyimpanan.

Frekuensi pengoperasian kopling induktif biasanya dalam kisaran Kilo Hertz (KHz). Kumparan sekunder harus disetel pada frekuensi operasional untuk meningkatkan efisiensi pengisian. Faktor quality biasanya dirancang dalam nilai kecil (misalnya, di bawah 10) karena daya yang ditransfer akan melemah dengan cepat bila nilai kualitas lebih besar. Karena kurangnya kompensasi dari faktor kualitas tinggi, jarak pengisian daya yang efektif umumnya berada dalam jarak 20 cm. Radio Frequency Identification (RFID) adalah contoh implementasi yang mengupayakan perpanjangan jarak pengisian hingga puluhan centimeter, dengan mengorbankan efisiensi yang berkurang (contoh mengurangi efisiensi sebesar 1-2% ) dengan daya yang diterima dalam kisaran mikro watt  $\mu W$ .

Meskipun jangkauan transmisi bersifat terbatas, namun daya pengisian yang efektif bisa sangat tinggi, misalnya, pengisian daya pada level kilowatt (Kwatt) untuk pengisian ulang kendaraan listrik.

Keuntungan kopling induktif magnetik meliputi kemudahan penerapan, pengoperasian yang mudah, efisiensi tinggi dalam jarak dekat (biasanya kurang dari diameter coil) dan keamanan yang terjamin. Oleh karena itu, ini sistem elektromagnetik wireless charging ini akan populer untuk perangkat seluler.

Perhitungan besaran (k) koefisien kopling antara pemancar dan penerima yang dibuat dalam kumparan primer yang digabungkan ke dalam kumparan sekunder dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut,

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \dots \dots \dots (1)$$

dimana,

M adalah induktansi timbal balik antara kumparan;

L1 dan L2 adalah induktansi dari masing-

masing kumparan.

Berdasarkan rumus perhitungan tersebut dan untuk memaksimalkan hasil maka upaya pemilihan radius kumparan dan jumlah lilitan juga dapat dilakukan.

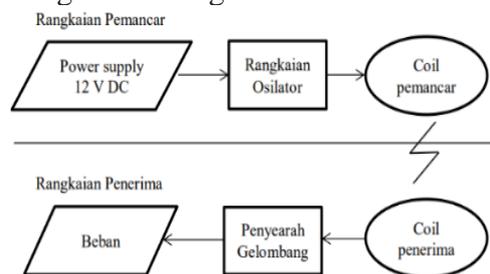
Ketika fluks yang dihasilkan oleh coil pemancar hanya pada sisi pemancar saja dan tidak ada fluks yang sama antara kedua coil, maka koefisien kopling adalah nol (0). Dan koefisien kopling bernilai satu (1) ketika semua fluks yang dibuat oleh coil pemancar ada di coil penerima.

**METODE PENELITIAN**

Elektromagnetik Wireless charging didasari oleh konsep dasar medan dekat gelombang elektromagnetik dan kuatnya coupling dari resonansi magnetic.

Pada Gambar 2 ditunjukkan Diagram blok dari penerima dan pengirim pada wireless charging system. Gelombang elektromagnetik dibangkitkan oleh rangkaian osilator, yang akan diteruskan ke loop kawat. Loop tersebut meradiasikan energi yang nantinya dapat tersambung dengan beban eksternal.

Nonradiatif transfer daya nirkabel bergantung pada medan dekat magnet. Energi ditransfer melalui jarak yang relatif pendek. Transfer daya radiasi bergantung pada eksitasi frekuensi tinggi dari sumber daya, dan radiasi. Daya dipancarkan dari lilitan coil, yang berfungsi sebagai antenna, merambat melalui media (seperti vakum atau udara) dalam bentuk gelombang elektromagnetik.



Gambar 2. Diagram blok Wireless Charging

Sebaliknya, pancaran gelombang akan ditangkap oleh lilitan coil (yang berfungsi sebagai antenna penerima). Gelombang electromagnetic kemudian disearahkan. Sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengisi daya dari beban eksternal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dimana pada pengujian pertama menggunakan kumparan lilitan berjumlah 20 dengan diameter kawat tembaga 0,5 mm dan diameter lilitan bervariasi mulai dari 5 cm, 10cm, 15cm, dan 20 cm. Hasil pengujian ditampilkan pada table di bawah ini

Tabel 1. Pengukuran arus berdasarkan diameter lilitan.

Arus (A)	Diameter lilitan (cm)			
	5	10	15	20
Sekunder	0,11	0,5	1,3	2,2
Primer	3	3	3	3

Tabel 2. Pengukuran tegangan berdasarkan diameter lilitan.

Tegangan (V)	Diameter lilitan (cm)			
	5	10	15	20
Sekunder	5	5	5	5
Primer	12	12	12	12

Selanjutnya pengujian alat menggunakan diameter kumparan 10 cm dengan diameter kawat tembaga 0,5 mm dan jumlah lilitan bervariasi mulai dari 18, 20, 22, dan 24. Hasil pengujian ditampilkan pada table di bawah ini.

Tabel 3. Pengukuran arus berdasarkan jumlah lilitan.

Arus (A)	Jumlah Lilitan			
	18	20	22	24
Sekunder	0,5	0,5	0,5	0,5
Primer	3,22	3	2,82	2,58

Tabel 4. Pengukuran tegangan berdasarkan jumlah lilitan.

Tegangan (v)	Jumlah Lilitan			
	18	20	22	24
Sekunder	5	5	5	5
Primer	12	12	12	12

Dari hasil percobaan dan perbandingan diatas menunjukkan bahwa diameter kawat, diameter lilitan, dan jumlah lilitan pada kumparan untuk penghantar, berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Elektromagnetik *Wireless Charging System* didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem ini terbukti dapat berjalan dengan baik.
2. Tegangan yang didapatkan oleh lilitan sekunder kurang dari 50% daya pancar lilitan primer.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk matching impedance dan matching frekuensi, sehingga daya yang didapatkan lebih maksimal.
4. Diameter lilitan banding lurus dengan arus yang diterima pada lilitan sekunder, namun jumlah lilitan tidak berpengaruh kepada besar arus pada lilitan sekunder.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ho, S. L., Wang, J., Fu, W. N., & Sun, M. (2011). A comparative study between novel witricity and traditional inductive magnetic coupling in wireless charging. *IEEE Transactions on Magnetics*, 47(5), 1522–1525.  
<https://doi.org/10.1109/TMAG.2010.2091495>
- Hui, S. Y. (2013). Planar wireless charging technology for portable electronic products and Qi. *Proceedings of the IEEE*, 101(6), 1290–1301.

<https://doi.org/10.1109/JPROC.2013.2246531>

Lu, X., Wang, P., Niyato, D., Kim, D. I., & Han, Z. (2016). Wireless Charging Technologies: Fundamentals, Standards, and Network Applications. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 18(2), 1413–1452. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2499783>

Shinohara, N. (2011). Power Without Wires. *IEEE Microwave Magazine*, 12(7), S64–S73. <https://doi.org/10.1109/MMM.2011.942732>

Shinohara, N. (2012). The wireless power transmission: Inductive coupling, radio wave, and resonance coupling. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 1(3), 337–346. <https://doi.org/10.1002/wene.43>

~Halaman Sengaja Dikосongkan~