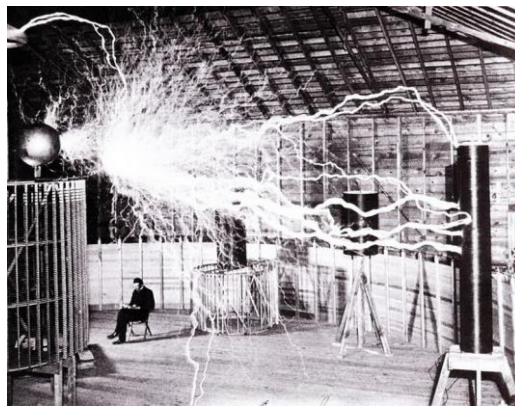


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transfer Daya Nirkabel

2.1.1 Sejarah dan Aplikasi Transfer Daya Nirkabel



Gambar 2.1 Tesla duduk di laboratorium dengan temuan "Tesla Coil" yang menghasilkan jutaan volt [5]

Pionir *wireless power transfer* (WPT) atau transfer daya nirkabel adalah seorang ilmuwan keturunan Serbia-Amerika, Nikola Tesla pada pergantian abad ke 20 periode 1891-1904. Penemuannya diawali oleh keberhasilan menciptakan *Tesla Coil*, yaitu sebuah *electrical resonant transformer circuit* yang dapat menghasilkan *high-voltage*, *low-current*, dan HF AC. Hasil temuan tersebut mendorongnya untuk melanjutkan percobaan *wireless power transfer* atau transfer daya nirkabel menggunakan gelombang elektromagnetik dengan jarak jangkauan yang luas agar dapat menginduksi beban-beban listrik dari jarak jauh. Proyeknya adalah sistem distribusi daya nirkabel yang mampu mengirimkan daya secara langsung ke rumah-rumah dan pabrik. Seperti kita ketahui, dalam percobaan

Michael Faraday arus listrik dapat dihasilkan dari gelombang elektromagnetik yang arahnya berubah-ubah terhadap waktu.



Gambar 2.2 Menara Wardenclyffe Tesla di Shohreham Long Island [5]

Meski merupakan sebuah prestasi besar, namun proyek Tesla tidak didanai oleh J. Pierpont Morgan. Hal ini menyebabkan proyek tersebut dihentikan dan dikenal dengan nama *Wardenclyffe Tower*. Dalam kiriman suratnya kepada Morgan, Tesla dianggap pemimpi karena mengungkapkan bahwa komunikasi nirkabel dan transmisi tenaga listrik nirkabel mampu dilakukan oleh Wardenclyffe.

Dalam perkembangannya di abad 21, teknologi ini diperkenalkan kepada publik pada tahun 2007 di sesi demonstrasi *Highly Resonance Wireless Power Concept* oleh sekelompok tim dari MIT (Massachusetts Institute of Technology). Pada sesi demonstrasi, mereka menyalakan sebuah lampu pijar 60 watt dengan jarak 2 meter tanpa kabel secara sederhana, efisien, dan aman. Demonstrasi tersebut kemudian menjadi populer di media, kalangan peneliti dan industri selanjutnya beramai-ramai mengembangkan, memperbaiki dan berinovasi dengan teknologi tersebut. Namun, hingga saat ini belum terdapat penyusunan standar

internasional seperti halnya Wi-Fi untuk mendukung ekosistem teknologi transfer daya nirkabel sepenuhnya. Sejauh ini, terdapat tiga standar dalam teknologi terkait, yaitu Qi, PMA (*Power Matter Alliance*) *Powermat*, dan A4WP (*Alliance for Wireless Power*). Namun, kini A4WP dan PMA telah bersatu untuk membangun komunitas dan lingkungan transfer daya nirkabel secara lebih meluas. [6]



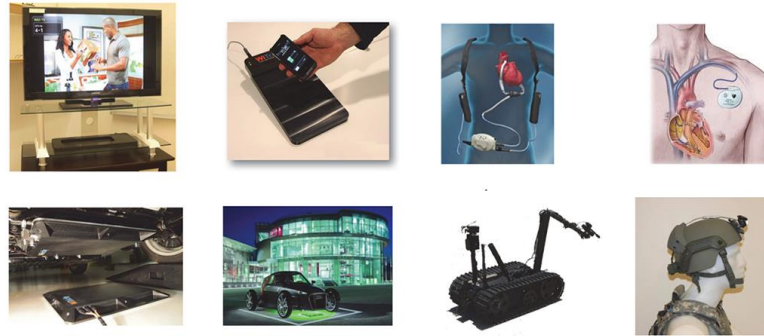
Gambar 2.3 Demonstrasi Tim MIT *Highly Resonant Wireless Power Transfer* [6]



Gambar 2.4 *Landscape* standar *wireless power* saat ini [6]

Adapun aplikasi teknologi transfer daya nirkabel pada berbagai bidang paling banyak dikembangkan oleh produsen elektronik, alat kesehatan, kendaraan listrik, dan alat pertahanan militer. Bukan hal yang mustahil jika di masa depan

teknologi juga diterapkan pada pembangkit listrik, karena semakin pentingnya kebutuhan akan teknologi nirkabel .



Gambar 2.5 Penggunaan teknologi *wireless power* [6]

Dalam perkembangannya, kemajuan teknologi WPT dewasa ini semakin pesat. Berbagai penelitian dilakukan untuk menyempurnakan teknologi ini dalam hubungan jarak dan efisiensi yang kini masih rendah [7]

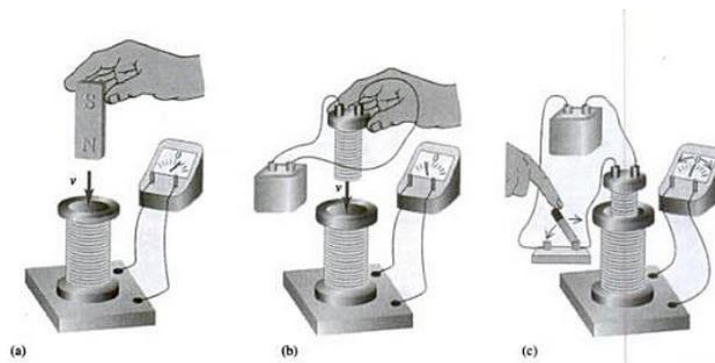
Menurut buku *Wireless Power Transfer – Principles and Engginering Explorations*, tujuan penelitian-penelitian tentang transfer daya nirkabel yang dilakukan di seluruh dunia adalah untuk meningkatkan efisiensi (>70%) dalam mentransfer daya besar (>100W) dengan meningkatkan jarak yang lebih jauh (>10m). Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi dalam hal-hal berikut [8]:

1. Geometris yang berbeda dari koil.
2. Menggunakan material baru untuk meningkatkan efisiensi.
3. Sistem multi resonansi induksi.

2.1.2 Prinsip Induksi Elektromagnetik

Induksi elektromagnetik adalah peristiwa timbulnya GGL (Gaya Gerak Listrik) pada suatu kawat penghantar atau kumparan akibat mengalami perubahan garis-garis gaya magnet (fluks magnetik). Menurut percobaan Michael Faraday,

medan magnet yang berubah-ubah nilai fluksnya dapat menghasilkan arus listrik. Faraday menyimpulkan medan magnet konstan tidak dapat menghasilkan arus, namun perubahan fluks medan magnetik di dalam suatu rangkaian bahan penghantar akan menimbulkan tegangan induksi pada rangkaian tersebut (hukum Faraday). [9]



Gambar 2.6 Percobaan Faraday [7]

$$V_{induksi} = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

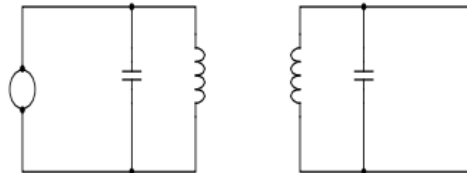
$$\Phi = BA$$

Dimana :

- $V_{induksi}$ = Tegangan Induksi (Volt)
- N = Jumlah Lilitan
- B = Medan Magnetik (Tesla)
- A = Fluks Magnetik (Weber)
- Φ = Luas Kumparan (Meter persegi)

Secara umum, induksi resonansi magnetik merupakan fenomena yang terjadi pada kopling induksi yaitu peristiwa perpindahan energi listrik dari suatu tempat ke tempat lain yang memiliki frekuensi resonansi alami yang sama. Frekuensi resonansi alami dalam hal ini merupakan rangkaian resonator LC yang

terdiri dari komponen kapasitif dan induktif [10]-[11]. Gambar 2.7 merupakan sistem umum dari sistem transfer daya listrik nirkabel berdasarkan prinsip induksi resonansi magnetik, sebagai berikut:



Gambar 2.7 Induksi resonansi magnetik

Rangkaian LC dalam kasus ini adalah penghasil sinyal frekuensi resonansi dan penangkap sinyal frekuensi resonansi. Sebagai penghasil sinyal frekuensi resonansi, komponen kapasitif dan induktif saling mengisi energi secara bergantian sehingga menghasilkan sinyal osilasi berfrekuensi tertentu.

Rangkaian LC sebagai penangkap energi dari *transmitter* berupa sinyal frekuensi resonansi, terdiri dari rangkaian kombinasi komponen induktif (L) dan kapasitif (C) yang memiliki nilai frekuensi resonansi yang sama sehingga disebut rangkaian resonansi. Berdasarkan teori resonansi gelombang, jika gelombang bergetar diterapkan di dekat sistem LC *receiver* dengan frekuensi getaran yang sama dengan atau hampir sama dengan frekuensi resonansi sistem LC *receiver* tersebut, maka sistem LC *receiver* akan ikut bergetar dan menghasilkan energi dalam bentuk gelombang listrik sinusoidal berfrekuensi sama dengan frekuensi resonansi sistem LC dan amplitudo gelombang yang dihasilkan akan mencapai titik maksimum [12]-[13].

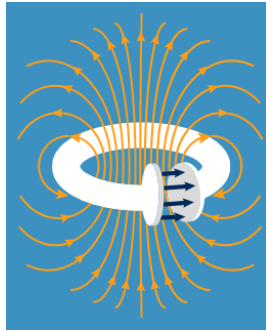
Pada saat *transmitter* dari alat transfer daya tanpa kabel menghasilkan getaran elektromagnetik berfrekuensi tertentu dan terpancar ke ruang sekitar melalui antena *transmitter* maka beberapa *receiver* terhubung ke beban yang memiliki frekuensi resonansi yang sama dengan frekuensi dari getaran gelombang magnetik yang dihasilkan oleh *transmitter* akan terinduksi pada jarak tertentu dan menghasilkan arus ke beban.

2.1.3 Induktansi

Timbulnya induktansi karena adanya medan magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik (dijelaskan oleh hukum Biot-Savart). Hukum Biot-Savart menyatakan bahwa gaya gerak listrik akan dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar yang berada di antara medan magnetik. Supaya suatu rangkaian elektronika mempunyai nilai induktansi, maka sebuah komponen bernama induktor digunakan dalam rangkaian tersebut. Sebuah induktor adalah komponen elektronika pasif dua terminal yang menyimpan energi dalam medan magnet.

2.1.3.1 Induktansi Sendiri (*Self Inductance*)

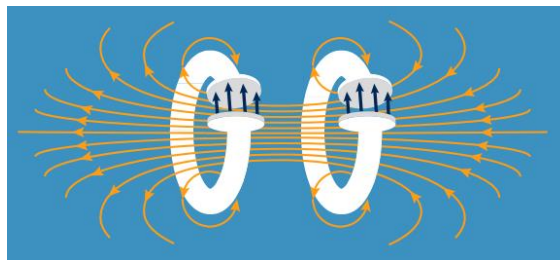
Induktansi sendiri adalah munculnya tegangan listrik pada suatu kumparan pada saat terjadinya perubahan arus. Apabila suatu kumparan berpotongan dengan medan magnet, maka akan terjadi tegangan pada kawat tersebut.



Gambar 2.8 Induktansi sendiri [6]

2.1.3.2 Induktansi Bersama (*Mutual Inductance*)

Induktansi bersama terdiri dari dua buah kumparan yang saling berdekatan. Apabila kumparan N_1 dialiri arus listrik maka timbul fluks magnetik. Fluks magnetik pada kumparan N_1 akan merambat ke kumparan N_2 dan menimbulkan induksi medan magnet pada kumparan N_2 . Fluks medan magnet pada kumparan N_2 akan menghasilkan gaya gerak listrik induksi pada rangkaian kumparan N_2 .



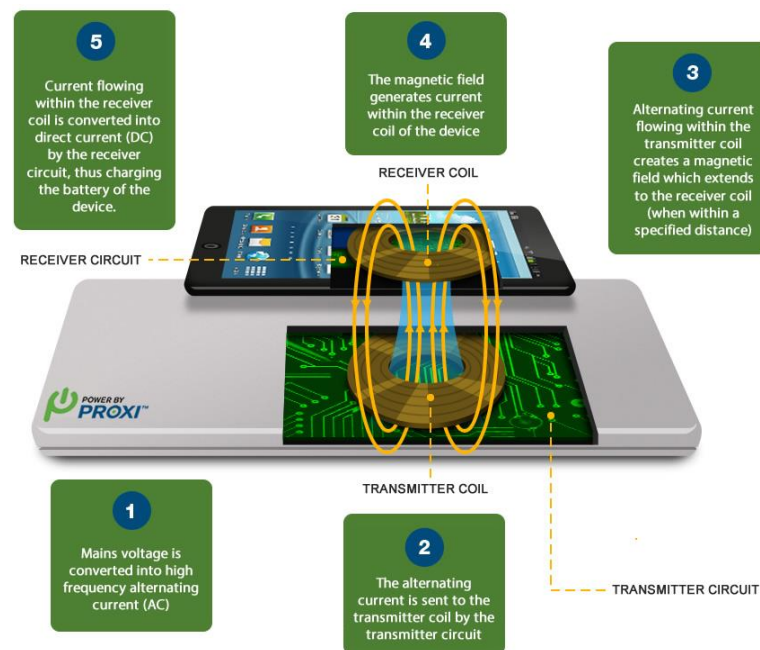
Gambar 2.9 Induktansi bersama [6]

Tegangan induksi bersama didefinisikan ketika arus (I) mengalir melalui kumparan, maka di sekeliling kumparan akan timbul fluks magnetik (Φ). Berdasarkan hukum Faraday, pada kumparan yang mengalami perubahan medan magnet akan menghasilkan tegangan induksi sebesar V yang sebanding dengan perkalian jumlah belitan N dengan perubahan fluks (Φ) per waktu.

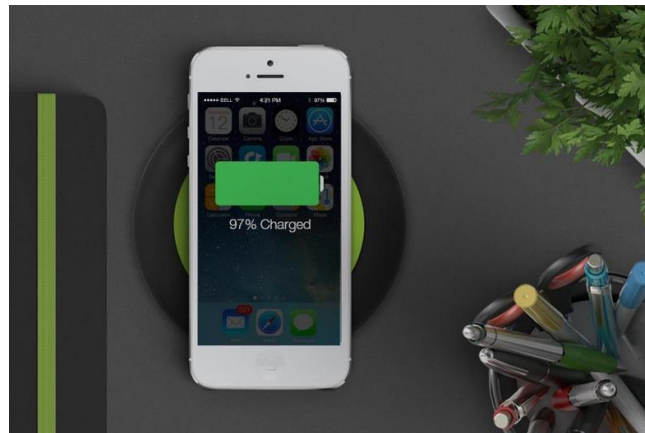
2.2 Pengisian Daya Nirkabel pada Telepon Genggam

2.3 Cara Kerja Pengisian Daya Nirkabel

Pengisian daya nirkabel atau *wireless charging* didasarkan pada prinsip *wireless power* atau *magnetic resonance* – di mana listrik ditransfer antara dua benda melalui kumparan. *Wireless charging* terdiri dari kumparan primer sebagai *charger* (biasanya berbentuk papan atau silinder tipis), sedangkan kumparan sekunder terletak pada bagian belakang ponsel. Diagram di bawah menunjukkan proses transfer daya nirkabel ke-5 langkah:



Gambar 2.10 Pengisian daya nirkabel menggunakan *power bank* [4]



Gambar 2.11 Pengisian baterai telepon genggam dengan konsep nirkabel [3]

1. Tegangan listrik diubah menjadi bolak-balik pada frekuensi tinggi *current* (AC).
2. Arus bolak-balik (AC) yang dikirim ke kumparan pemancar oleh rangkaian pemancar. Arus bolak-balik kemudian menginduksi medan magnet berubah dalam kumparan pemancar.
3. Arus bolak-balik yang mengalir dalam kumparan pemancar menginduksi medan magnet yang meluas ke kumparan penerima (ketika dalam jarak tertentu).
4. Medan magnet menghasilkan arus dalam kumparan penerima perangkat. Proses dimana energi ditransmisikan antara pemancar dan penerima kumparan juga disebut sebagai kopling magnet atau resonansi dan dicapai oleh kedua kumparan beresonansi pada frekuensi yang sama.
5. Arus yang mengalir dalam kumparan penerima diubah menjadi arus searah (DC) dengan rangkaian penerima, yang kemudian dapat digunakan untuk mengisi baterai.

Melalui proses yang diuraikan di atas, daya dapat ditransfer dengan aman melalui celah udara dan juga melalui benda non-logam yang mungkin ada di antara kumparan yaitu kayu, plastik, granit. Penambahan ekstra (lebih besar) gulungan transmitter juga dapat memperluas jangkauan di mana daya dapat ditransfer.

2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Pengisian Daya Nirkabel

Kelebihan:

1. Tidak perlu menghubungkan kabel dan colokan USB ke *smartphone*, sehingga lebih cepat.
2. Terhindar dari kerusakan konektor USB karena sering dipergunakan untuk mengisi baterai.
3. Lebih hemat kabel *charger* akibat kerusakan USB mini pada bagian pengisian.
4. Praktis karena dapat menghentikan *charging* saat *smartphone* berbunyi dengan hanya menjauhkan dari charger dan mengisi kembali baterai setelah selesai menggunakan *smartphone* terutama pada jenis baterai Litium.
5. Dapat ditempatkan di berbagai tempat umum seperti *airport*, *cafe*, restoran dan mall untuk umum tanpa perlu menyediakan berbagai macam *charger* dengan colokan berbeda untuk setiap merek telepon genggam.

Kekurangan:

1. *Charger wireless* tidak seefisien *charger* kabel dalam hal efisiensi waktu. Waktu yang dibutuhkan, dibandingkan langsung mengisi daya dengan kabel, untuk saat ini pengisian secara nirkabel masih relatif lebih lama.
2. Penggunaan listrik juga lebih besar dari pada penggunaan pada jenis kabel. Hal ini disebabkan oleh karena sebagian energi diubah menjadi panas.
3. Jenis *charger* ini juga memiliki harga yang sedikit lebih mahal karena mengandalkan teknologi yang lebih rumit dari pada *charger* umum.
4. *Charger wireless* membuat telepon atau *smartphone* tampak lebih tebal dan berat dibandingkan *charger* biasa. Unit *charger* umumnya ditempatkan di belakang *casing* yang lebih tebal, sehingga membuat *smartphone* terasa lebih tebal dan berat.
5. Meskipun dinamakan *wireless charging*, tidak berarti teknologi ini dapat dengan mudah mengisi daya baterai *smartphone* dengan sembarang sinyal *wireless* atau Wi-Fi yang ada seperti halnya saat ingin mengakses melalui *hotspot* di kafe atau kantor.
6. Teknologi ini membutuhkan alat tambahan yang biasanya berbentuk *dock* atau pelat yang tersambung ke arus listrik.
7. Tidak semua *smartphone* dapat diisi daya baterai dengan menggunakan alat *wireless charging* karena harus ada perangkat keras berupa *receiver* di telepon genggam tersebut.

2.2.3 Manfaat Pengisian Daya Nirkabel

1. Kenyamanan yang lebih besar dan dapat digunakan di mana pun untuk pengisian daya perangkat sehari-hari
2. Menghilangkan bunga api dan puing-puing yang berhubungan dengan kontak kabel
3. Pengisian nirkabel untuk telepon genggam maupun *tablet*