

MINI REVIEW: WIRELESS CHARGING SEBAGAI INOVASI PENGEMBANGAN TEKNOLOGI ELEKTROMAGNETIK DALAM MENUJU ERA SOCIETY 5.0

Yulianto Agung Rezeki^{1*}, Aisha Zahra², Amanda Alya Kamilla³, Fadhila Ramadhani⁴

^{1,2,3,4}Pendidikan Fisika, Universitas Sebelas Maret, Jawa Tengah, Indonesia

Corresponding author email: yarezeki@staff.uns.ac.id

Info Artikel

Diterima:
13 November 2022
Disetujui:
25 Desember 2022
Dipublikasikan:
31 Desember 2022

Abstrak:

Wireless charger merupakan teknologi yang dapat mentransfer energi melalui celah udara tanpa menggunakan kabel. Teknologi ini penting dalam menyongsong perkembangan teknologi lain pada industri 5.0 karena keefektifannya. Namun, dalam pemahaman dan pengembangan terkait dengan *wireless charger* masih sangat minim, terutama di Indonesia. Artikel yang mengulas tentang *wireless charger* juga masih sangat terbatas jumlahnya. Oleh karena itu, pada artikel ini kami menyajikan ulasan terkait dengan *wireless charger*, perkembangan *wireless charger* sebagai penerapan elektromagnetik, serta memaparkan kelebihan dan kekurangan *wireless charger* menggunakan metode *literature study*. *Wireless charger* merupakan salah satu topik yang dibahas pada materi elektromagnetika. Oleh karena itu, informasi dalam artikel ini dapat digunakan sebagai referensi pendidik dalam membelajarkan peserta didik pada materi elektromagnetika.

Kata kunci: pengisi daya nirkabel, elektromagnet, pengisian, teknologi, industri 5.0

Abstract :

Wireless charger is a technology that can transfer energy through the air gap without using cables. This technology is important in facing the development of other technologies in industry 5.0 because of its effectiveness. However, the understanding and development related to wireless chargers is still very minimal, especially in Indonesia. Articles that review wireless chargers are also still very limited in number. Therefore, in this article, we present a review related to wireless chargers, the development of wireless chargers as an electromagnetic application, and describe the advantages and disadvantages of wireless chargers using literature study method. Wireless charger is one of the topics discussed in electromagnetics material. Therefore, the information in this article can be used as a reference for educators in teaching students about electromagnetics material.

Keywords: wireless charger, elektromagnetic, charging, technology, industry 5.0

Pendahuluan

Pengembangan teknologi pada era *society* 5.0 dimaknai dengan tingginya persaingan di berbagai sektor yang bersentuhan langsung dengan kebutuhan masyarakat. Oleh karena itu, saat ini

masyarakat dituntut untuk dapat hidup berdampingan dengan teknologi. Gagasan tentang memindahkan gaya tanpa kabel, telah ada sejak akhir tahun 1890-an. Gagasan ini diprakarsai oleh Nikola Tesla yang berkeinginan menghilangkan kebutuhan kabel untuk mengisi daya gadget. Nikola Tesla memulainya dengan menyalakan bola lampu listrik dari jarak jauh di Lab Colorado Springs miliknya menggunakan elektrodinamika penerimaan (kopling induktif penuh) (Tesla, 1917).

Pengembangan teknologi pada industri 5.0 mendorong manusia untuk menciptakan inovasi teknologi yang lebih efektif dalam penggunaannya. *Wireless charger* menjadi salah satu inovasi yang lebih efektif untuk menggantikan charger konvensional. *Wireless charging* atau pengisian daya tanpa kabel yang memanfaatkan elektromagnetik di dalam sistemnya sehingga tidak memerlukan kabel dalam penggunaannya (Lu et al., 2016). Hal ini tentu akan memberikan kontribusi untuk keefektifan dalam pengisian daya baik dalam rumah tangga ataupun tempat kerja. Pengisian daya secara wireless akan lebih memudahkan karena daya yang hilang dapat direduksi dengan efisiensi yang tinggi dan aman digunakan karena tidak adanya hubungan logam secara langsung (Barman et al., 2015; Z. Zhang & Chau, 2015).

Pada tahun 2020, Alhamrouni et al. melakukan studi mengenai aplikasi induksi kopling pada *wireless power transfer*, yaitu melakukan simulasi menggunakan program MATLAB untuk mempelajari pengaruh perubahan diameter kumparan, koefisien induktansi timbal balik dan perubahan jarak antara kumparan pada parameter seperti induktansi diri dan induktansi timbal balik dari kumparan berpasangan. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa parameter-parameter tersebut sangat berpengaruh terhadap kinerja wireless power transfer (Alhamrouni et al., 2020). Namun, artikel dalam Bahasa Indonesia yang membahas mengenai *wireless charger* sebagai inovasi baru dalam pengisian daya masih sangat sedikit. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk memaparkan terkait teknologi *wireless charger*.

Tujuan penulisan artikel ini secara spesifik adalah: (1) memaparkan terkait perkembangan *wireless charger*, (2) menjelaskan komponen utama penyusun *wireless charger*, (3) menjelaskan cara kerja *wireless charger* sebagai pengisi daya nirkabel, (4) menjelaskan aplikasi *wireless charger* itu sendiri, dan (5) memaparkan kelebihan dan kekurangan *wireless charger*. *Wireless charger* juga merupakan salah satu topik kajian pada konsep elektromagnetika, sehingga artikel ini dapat digunakan oleh pendidik untuk mengajarkan konsep elektromagnetika kepada peserta didik.

Metode Penelitian

Pendekatan kuantitatif merupakan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini. *Literature study* sebagai metode pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan artikel ini (Socrates & Mufit, 2020). Artikel-artikel yang berhubungan dengan perkembangan teknologi *wireless charger* disusun dan dijadikan sebagai rujukan dalam penulisan artikel. Artikel-artikel yang digunakan sebagai referensi telah dipublikasikan dalam jurnal maupun prosiding baik nasional maupun internasional.

Sumber literatur diadopsi dan diidentifikasi berdasarkan judul dan abstrak. Instrumen yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah lembar *roster* yang digunakan untuk memilah beberapa literatur yang didapat sehingga memiliki keterkaitan dengan topik yang ditulis. Prosedur lengkap dari metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut: (1) menetapkan topik, (2) mengumpulkan artikel sesuai dengan topik terkait, (3) mengelompokkan artikel yang telah sesuai dengan topik terkait, (4) menganalisis artikel yang relevan, dan (5) menyusun artikel.

Hasil Pembahasan

Wireless charger

Wireless charger atau disebut juga transfer daya nirkabel (Gambar 1) merupakan suatu teknologi yang memungkinkan sumber daya mentransfer energi elektromagnetik melalui celah beban listrik tanpa perlu menghubungkan kabel (Lu et al., 2016). Secara singkat, *wireless charger* adalah teknologi transmisi daya melalui celah udara ke perangkat listrik untuk tujuan pengisian energi. Pada *wireless charger* listrik ditransfer antara dua benda melalui kumparan dalam kekuatan nirkabel atau teori resonansi magnetik menjadi dasar untuk mengisi daya nirkabel (S. Zhang et al., 2018).

Perkembangan *wireless charger* menjadi salah satu inovasi dalam bidang teknologi dengan tujuan untuk meningkatkan keefektifan karena keunggulannya yang tidak menggunakan kabel, tanpa kontak, catu daya yang andal dan berkelanjutan, serta kemudahan perawatan (Dai et al., 2017; S. Zhang et al., 2018). Pemanfaatan teknologi *wireless charger* sebagai pengisi daya mulai dari daya rendah sampai daya tinggi sudah banyak dimanfaatkan. Pemanfaatan dengan daya rendah contohnya yaitu pengisian daya pada sikat gigi. Sementara itu, pemanfaatan dengan daya tinggi terdapat pada pengisian mobil (Z. Zhang & Chau, 2015). Pengisian daya handphone menjadi salah satu pemanfaatan yang paling populer dari teknologi ini.



Gambar 1. *wireless charger*

Perkembangan *Wireless charger*

Heinrich Rudolf Hertz adalah orang yang pertama kali mengkonfirmasi keberadaan radiasi elektromagnetik secara eksperimental dan telah mentransmisikan listrik melalui celah minimal menggunakan osilator dengan menghubungkannya dengan kumparan induksi pada tahun 1888 (Kraus, 1988). Selanjutnya pada tahun 1886, Nikola Tesla sebagai pencipta listrik arus bolak balik menjadi orang pertama yang melakukan percobaan transfer daya nirkabel berdasarkan teknologi gelombang mikro serta merealisasikan transfer gelombang mikro sinyal melalui jarak sekitar 48 kilometer (Tesla, 1917). Pada tahun 1899, Nikola Tesla mencapai terobosan besar yaitu dapat mengirimkan 108 volt daya listrik frekuensi tinggi pada jarak 25 mil untuk menyalakan 200 lampu dan menjalankan motor listrik (Tesla, 1917).

Sekitar waktu yang sama, Tesla juga memberikan kontribusi besar untuk mempromosikan kemajuan medan magnet dengan memperkenalkan “Tesla Coil”. Kemudian, dua tahun setelahnya Tesla membangun Menara Wardenclyffe untuk mentransfer energi listrik tanpa kabel melalui ionosfer pada tahun 1901. Namun, keterbatasan teknologi pada kesalahan sistem karena medan listrik yang sangat besar, ide ini tidak dikembangkan dan dikomersialkan. Lalu pada tahun 1920 sampai tahun 1930-an, magnetron ditemukan untuk mengubah listrik menjadi gelombang mikro yang memungkinkan nirkabel transfer daya jarak jauh. Namun tidak ada metode untuk mengubah gelombang mikro kembali menjadi listrik sehingga pengembangan pengisian nirkabel ditinggalkan.

Sampai tahun 1964, saat itu WC Brown merupakan insinyur terkemuka nirkabel praktis, menyadari bahwa konversi gelombang mikro menjadi listrik melalui rectenna (Rectifier Antenna) yang merupakan suatu antena memiliki kemampuan untuk mengkonversi gelombang elektromagnetik menjadi sumber tegangan DC (Suryanto, 2018). Brown mendemonstrasikan kepraktisan daya gelombang mikro transfer dengan menyalakan helikopter model, yang mengilhami penelitian lebih lanjut dari pesawat bertenaga gelombang mikro selama tahun 1980-an dan 1990-an di Jepang dan Kanada.

Pada tahun 1968, diperkenalkan sebuah satelit bertenaga surya atau SPS yang merupakan kekuatan penyokong lain untuk gelombang mikro jarak jauh transfer daya. SPS ditempatkan di orbit Bumi stasioner geo untuk mengumpulkan energi sinar matahari, dan mentransmisikannya kembali ke bumi melalui pancaran elektromagnetik. Pada tahun 1975, Brown memancarkan 30kW pada jarak 1 mil pada 84% dengan *Venus Site of JPLs Goldstone Facility*.

Pada tahun 1990-an, dengan meningkatnya popularitas ledakan perangkat elektronik portable menyebabkan produk pengisian nirkabel yang dipasarkan mulai bermunculan. Pendekatan pengisian *Mini Review: Wireless ... (Yulianto Agung Rezeki, dkk) hal:138-146*

nirkabel berbasis jarak jauh dan jarak dekat mengalami kemajuan. Pada tahun 2007, Kurs mengusulkan teknologi *Witricity* yang secara eksperimental menunjukkan melalui eksperimen bahwa pengisian nirkabel bebas radiatif jarak menengah tidak hanya praktis tetapi juga efisien. Selain itu, sistem pengisian nirkabel radiasi sistem Cota, dan sistem sensor pengisian nirkabel *Powercast*.

Perkembangan teknologi *wireless charging* semakin maju dengan dua arah, yaitu *radiative wireless charging* (atau *radio frequency (RF) based wireless charging*) dan *non-radiative wireless charging* (atau *coupling-based wireless charging*). Pengisian nirkabel radiasi menggunakan gelombang elektromagnetik, biasanya gelombang RF atau gelombang mikro, sebagai media untuk mengirimkan energi dalam bentuk radiasi. Energi ditransmisikan berdasarkan medan listrik gelombang elektromagnetik yang bersifat radiasi. Karena masalah keamanan yang ditimbulkan oleh paparan RF, pengisian nirkabel radiasi biasanya beroperasi di area berdaya rendah. Misalnya, radiasi RF omnidirectional hanya boleh untuk aplikasi node sensor dengan konsumsi daya hingga 10 mW. Sedangkan, pengisian nirkabel non-radiatif didasarkan pada penggabungan medan magnet antara dua kumparan dalam jarak dimensi kumparan untuk transmisi energy. Oleh karena itu, medan magnet gelombang elektromagnetik jauh lebih cepat melemah dibandingkan medan listrik akibat jarak transfer daya sebagian besar terbatas.

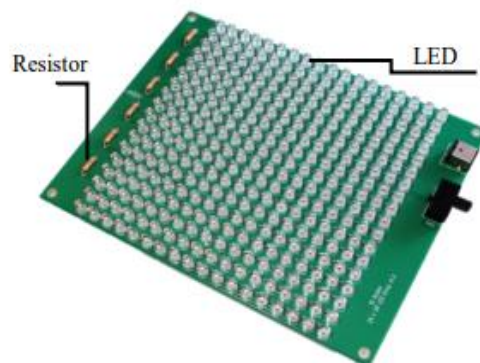
Belakangan ini, misalnya *Wireless Power Consortium (WPC)*, *Power Matters Alliance (PMA)*, dan *Alliance for Wireless Power (A4WP)*, telah dibentuk untuk mengembangkan standar internasional untuk pengisian nirkabel. Saat ini, standar tersebut telah diadopsi di banyak produk elektronik yang tersedia di pasar, seperti ponsel dan pengisi daya nirkabel yang ditunjukkan (Lu et al., 2016).

Komponen *Wireless charger*

Komponen pengisi daya nirkabel dibagi menjadi dua bagian, bagian pengirim dan penerima.

1. Bagian pengirim (transmitter)

Energi listrik yang dipancarkan diperkuat oleh rangkaian power amplifier, setelah itu energi tersebut diubah menjadi energi cahaya oleh rangkaian pemancar LED. Bagian ini juga memiliki pola yang ditunjukkan pada Gambar 2 untuk menghilangkan panas dari komponen dan mencegah beberapa komponen dari panas berlebih. Bagian penembus dibuat dengan penutup yang dilapisi dengan lapisan plastik yang mencegah pengguna dari sengatan listrik. Pada bagian ini, pemancar terhubung langsung ke jaringan listrik rumah, yang hanya aktif ketika mendeteksi perangkat yang siap diisi. Konstruksi kubus pemancar dapat dijelaskan pada Gambar 2 (Abdilah et al., 2019).



Gambar 2. Transmitter

2. Bagian Penerima (Receiver)

Bagian penerima adalah bagian energi cahaya yang dikirim oleh pemancar kemudian ditangkap dan dikembalikan menjadi listrik menggunakan sel *Photovoltaic*. Penerima ini dihubungkan ke konektor micro-USB tipe B, yang biasanya digunakan oleh ponsel pintar dan perangkat elektronik berdaya rendah lainnya. Konversi energi kemudian distabilkan oleh rangkaian stabilisasi tegangan untuk mencegah tegangan berlebih pada perangkat yang sedang diisi, meningkatkan rasa aman dan nyaman pengguna (Abdilah et al., 2019).

Cara kerja *Wireless charger*

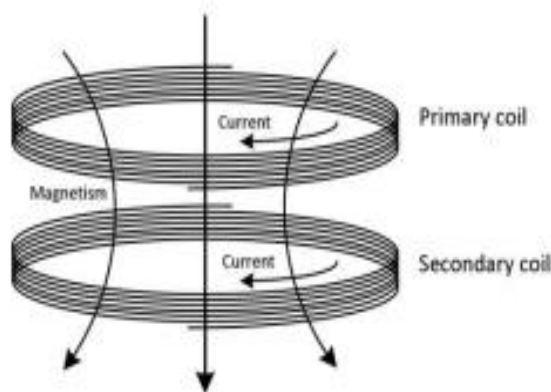
Pengisian nirkabel biasanya dilakukan melalui tiga teknik, yaitu, kopling induktif magnetik, kopling resonansi magnetik, dan radiasi RF.

1. Kopling Induktif

Berdasarkan induksi medan magnet, kopling induktif mentransmisikan energi listrik antara dua kumparan (Gambar 3). Kopling induksi antara dua kumparan dikenal luas dalam bentuk transformator (Mayordomo et al., 2013). Ketika kumparan primer dari pemancar energi menghasilkan medan magnet yang sangat bervariasi di seluruh kumparan sekunder penerima energi di dalam medan, umumnya kurang dari panjang gelombang, ini dikenal sebagai *Inductive Power Transfer* (IPT) (Lu et al., 2016).

Gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh kumparan primer akan digunakan untuk mentransmisikan daya listrik. Hal ini disebabkan karena fluks magnet akan dihasilkan saat arus melewati konduktor (kumparan). Sehingga fluks magnet yang dihasilkan oleh kumparan primer akan berpindah ke kumparan sekunder (Alhamrouni et al., 2020). Kumparan sekunder sebagai penerima energi di dalam medan kemudian menginduksi tegangan atau arus karena daya magnet medan dekat. Tegangan atau arus ini dapat digunakan untuk menyalakan sistem penyimpanan atau perangkat nirkabel. Selanjutnya, jika beban membutuhkan supply DC, maka penyearah akan mengubah arus AC menjadi DC.

Keuntungan dari kopling induktif, antara lain kesederhanaan penerapannya, kemudahan penggunaan, efisiensi tinggi pada jarak dekat (biasanya kurang dari diameter kumparan), dan jaminan keamanan. Oleh karena itu, teknik ini cocok dan banyak digunakan pada perangkat seluler (Lu et al., 2016).



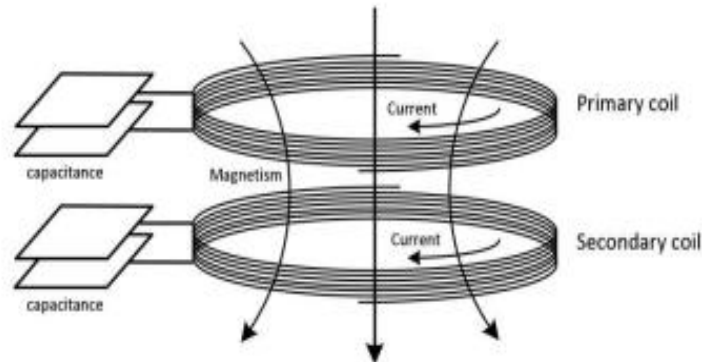
Gambar 3. Kopling Induksi

2. Kopling Resonansi Magnetik

Sistem nirkabel berbasis kopling resonansi yang kuat dikembangkan oleh tim ilmuwan MIT di bawah arahan Marin Soljacic pada tahun 2007 (Kurs et al., 2007). Kopling resonansi magnetik menciptakan dan mentransmisikan energi listrik antara dua kumparan resonansi melalui medan magnet yang berfluktuasi atau berosilasi (Gambar 4). Sistem *wireless charging* yang digabungkan resonansi dirancang untuk secara efisien bertukar energi antara dua objek dengan membentuk kopling magnet yang kuat di antaranya yang kemudian beresonansi pada frekuensi yang sama. Melalui medan magnet yang berfluktuasi atau berosilasi, kumparan pembawa arus menyebabkan fenomena ini terjadi (Barman et al., 2015). Kopling yang kuat antara dua kumparan resonansi yang berjalan pada frekuensi resonansi yang sama memungkinkan efisiensi transfer energi yang besar dengan kebocoran minimal ke eksternalitas non-resonansi.

Prinsip operasi umum dari seluruh mekanisme kopling resonansi adalah bahwa kumparan primer yang dibebani kapasitor akan berosilasi untuk menghasilkan medan magnet ketika disuplai oleh energi input. Pada frekuensi operasi, energi akan bergerak bolak-balik antara medan listrik melintasi kapasitor dan medan magnet induksi dalam induktor. Kecepatan di mana osilasi ini menghilang karena kerugian resistif dan radiasi diatur oleh faktor Q. Ketika kedua kumparan disetel ke frekuensi yang sama, medan induksi kumparan primer cukup berkurang, memungkinkan lebih banyak energi yang diserap daripada yang hilang selama setiap siklus. Jadi, sebagian besar energi masih dapat ditransfer (Barman et al., 2015).

Resonator yang digabungkan secara magnetis sebelumnya telah terbukti mampu mentransfer daya pada jarak yang lebih jauh daripada kopling induktif dan dengan efisiensi yang lebih tinggi daripada teknik radiasi RF (Barman et al., 2015). Satu resonator pemancar dan banyak resonator penerima juga dapat digabungkan melalui resonansi magnetik sehingga memungkinkan untuk pengisian simultan dari banyak perangkat.



Gambar 4. Kopling Resonansi Magnetik

3. Radiasi RF (*Radio Frequency*)

Dalam mode radiasi elektromagnetik, energi listrik umumnya diubah menjadi energi elektromagnetik, seperti gelombang mikro atau sinar laser, yang kemudian dapat dipancarkan ke luar sebelum diterima dan selanjutnya diproses menjadi energi listrik menggunakan antena penyearah silikon di penerima (Wei et al., 2014). RF (*radio frequency*) atau gelombang mikro yang tersebar digunakan oleh radiasi RF sebagai saluran untuk mengangkut energi radiasi. Transmisi RF atau microwave line-of-sight biasanya berjalan melalui ruang dengan kecepatan cahaya. Frekuensi RF atau microwave biasanya berada di antara 300 MHz dan 300 GHz. Gelombang elektromagnetik lainnya, seperti inframerah dan sinar-X, dapat digunakan untuk transfer energi (Lu et al., 2016). Namun, tidak umum digunakan karena masalah keamanan terutama dalam untuk kesehatan (Miller et al., 2019).

Aplikasi Wireless Charger

Wireless Power Transfer (WPT) merupakan metode transfer daya listrik dari sumber tegangan menuju ke beban tanpa menggunakan konduktor kawat tembaga. WPT digunakan untuk mentransfer daya dalam kasus saat interkoneksi kabel yang merepotkan, berbahaya, dan tidak memungkinkan. Pengisian energi listrik nirkabel memanfaatkan dua rangkaian dimana salah satu rangkaian berperan sebagai pengirim (*transmitter*) dan rangkaian lain sebagai penerima (*receiver*), WPT terbagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan klasifikasi:

1. Medan Dekat (*Near Field*)

Teknik ini mengirimkan energi dengan jarak dekat oleh medan magnetik menggunakan prinsip kopling induktif antara kumparan atau dalam beberapa peralatan oleh medan listrik menggunakan kopling kapasitif antara elektroda. Fokus pengembangan teknik ini adalah *charging* untuk perangkat komunikasi mobile ini seperti ponsel, pemutar musik digital dan komputer portable (Jawad et al., 2017).

2. Medan jauh/ *Power Beaming*

Energi listrik ditransmisikan menggunakan sinar (*beams*) dari radiasi elektromagnetik seperti gelombang mikro atau sinar laser. Aplikasi yang diusulkan untuk tipe ini adalah satelit tenaga surya dan pesawat drone *wireless power*. Radiasi gelombang mikro bekerja pada medan jauh (*far-field*) berkurang berdasarkan timbal balik kuadrat dari jarak *charging* dan penyerapan radiasi tidak mempengaruhi transmitter.

3. Efek fotolistrik

Efek fotolistrik membutuhkan foton dengan energi dari beberapa elektron volt sampai lebih dari MeV. Fenomena ini dimana cahaya fotokonduktif (juga dikenal sebagai fotokonduktivitas atau photoresistivity), efek fotovoltaiik, dan efek foto elektrokimia. Cahaya dipandang sebagai kuantum energi yang hanya memiliki energi yang diskrit bukan kontinu yang dinyatakan sebagai $E = hf$.

Sehingga dapat dituliskan sebagai Energi cahaya = energi ambang + energi kinetik maksimum elektron seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1), (2), dan (3)

$$E = W_0 + E_{km} \quad (1)$$

$$hf = hf_0 + E_{km} \quad (2)$$

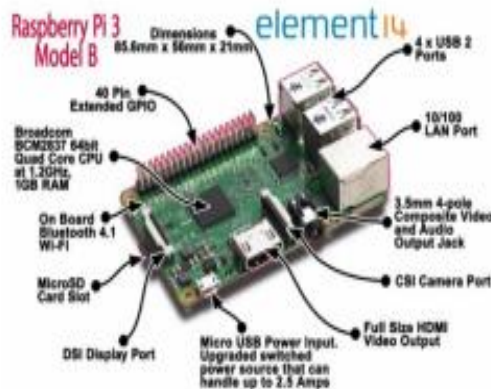
$$E_{km} = hf - hf_0 \quad (3)$$

4. Rangkaian LC

Elemen rangkaian yang menyimpan energi didalam suatu medan magnetik adalah induktor sedangkan elemen rangkaian yang menyimpan energi dalam suatu medan listrik disebut kapasitor. Rangkaian LC adalah salah satu rangkaian listrik yang bisa digunakan sebagai osilator atau penghasil osilasi yang terdiri dari induktor (L) dan kapasitor (C).

5. Raspberry Pi 3

Raspberry Pi adalah sebuah komputer papan tunggal (*single-board computer*) atau SBC berukuran kartu kredit. Desain Raspberry Pi yang ditunjukkan pada Gambar 5 didasarkan seputar SoC (*system-on-a-chip*) Broadcom BCM2835, yang telah menanamkan prosesor ARM1176JZF-S dengan 700 MHz, VideoCore IV GPU, dan 256 Megabyte RAM (model B). Raspberry Pi 3 memiliki 4 USB port, 40 pin GPIO, Full HDMI port, Port Ethernet, Combined 3.5mm audio jack and composite video, Camera interface (CSI), Display interface (DSI), slot kartu Micro SD dan VideoCore IV 3D graphics core. Perangkat ini menggunakan kartu SD untuk booting dan penyimpanan jangka panjang.



Gambar 5. Raspberry Pi 3

Kelebihan dan Kekurangan Wireless charger

Setiap teknologi tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan, tak terkecuali pada teknologi *wireless charger*. *Wireless charger* memiliki beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan charger konvensional, antara lain (Lu et al., 2016):

1. Keramahan pengguna ditingkatkan karena beban kabel penghubung dihilangkan.
2. Memungkinkan desain dan produksi perangkat yang jauh lebih kecil tanpa pemasangan baterai.
3. Menawarkan peningkatan daya tahan produk (seperti tahan air dan tahan debu) sebagai perangkat bebas kontak.
4. Meningkatkan keserbagunaan, terutama untuk perangkat yang perlu mengganti baterai atau menghubungkan koneksi untuk pengisian daya mahal, berisiko, atau tidak praktis (misalnya, sensor yang ditanamkan pada tubuh).
5. *Wireless charger* dianggap lebih fleksibel dan hemat energi karena dapat memasok daya sesuai kebutuhan dengan mengisi daya perangkat secara *on-demand*.

Sementara itu, kekurangan dari *wireless charger* di antaranya adalah (Lu et al., 2016):

1. Dibandingkan dengan pengisian kabel, pengisian nirkabel biasanya memiliki biaya implementasi yang lebih besar.
2. Penerima daya nirkabel harus ditanamkan di dalam perangkat seluler.
3. Pengisi dengan *wireless charger* seringkali mengeluarkan lebih banyak panas daripada pengisi daya konvensional sehingga biaya penggunaan akan lebih banyak dibandingkan dengan *charger* konvensional.

Selain itu, terdapat pula beberapa alasan yang membuat wireless charger belum dimanfaatkan secara penuh:

1. Masih terdapat banyak perdebatan terkait dengan radiasi dari *wireless charger* memiliki dampak buruk untuk kesehatan, sehingga beberapa orang masih takut untuk menggunakannya.
2. Pengisian dengan *wireless charger* membuat hp cenderung lebih panas.
3. Pemasangan *wireless charger* pada HP memakan biaya yang cukup banyak sehingga tidak semua HP terdapat perangkat penerima daya nirkabel

Kesimpulan

Wireless charger atau disebut juga transfer daya nirkabel, merupakan suatu teknologi yang memungkinkan sumber daya mentransfer energi elektromagnetik melalui celah udara ke beban listrik tanpa perlu menghubungkan kabel. Keefektifan penggunaan teknologi ini, dapat membantu dalam perkembangan teknologi pada industri 5.0 dimasa yang akan datang. Komponen utama *charger wireless* dibagi menjadi 2 yaitu bagian pengirim dan bagian penerima. Pengisian nirkabel dapat dilakukan melalui tiga teknik lainnya, yaitu, kopling induktif magnetik, kopling resonansi magnetik, dan radiasi RF non-direktif. Kelebihan dan kekurangan pasti selalu dimiliki oleh masing-masing teknologi tak terkecuali *wireless charger*. Informasi mengenai *wireless charger* ini masih jarang ditemui, sehingga artikel ini dapat menjadi referensi bagi peneliti yang akan meneliti mengenai *wireless charger*. Selain itu, *wireless charger* merupakan salah satu topik yang di bahas pada materi elektromagnetika. Oleh karena itu, informasi dalam artikel ini dapat digunakan sebagai referensi pendidik dalam membelajarkan peserta didik pada materi elektromagnetika.

Referensi

- Abdilah, B. R., Sari, D. M., Amali, F. N., & Zahra, A. A. (2019). Charger Wireless Berdaya Rendah Bermedium Cahaya Dengan Metode Power Beaming. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 8(2), 187–192.
- Alhamrouni, I., Iskandar, M., Salem, M., Awal, L. J., Jusoh, A., & Sutikno, T. (2020). Application of inductive coupling for wireless power transfer. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 11(3). <https://doi.org/10.11591/ijpeds.v11.i3.pp1109-1116>
- Barman, S. Das, Reza, A. W., Kumar, N., Karim, M. E., & Munir, A. B. (2015). Wireless powering by magnetic resonant coupling: Recent trends in wireless power transfer system and its applications. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 51).
- Dai, H., Wang, X., Liu, A. X., Ma, H., & Chen, G. (2017). Optimizing wireless charger placement for directional charging. *Proceedings - IEEE INFOCOM*.
- Jawad, A. M., Nordin, R., Gharghan, S. K., Jawad, H. M., & Ismail, M. (2017). Opportunities and challenges for near-field wireless power transfer: A review. In *Energies* (Vol. 10, Issue 7).
- Kraus, J. D. (1988). Heinrich Hertz—Theorist and Experimenter. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 36(5).
- Kurs, A., Karalis, A., Moffatt, R., Joannopoulos, J. D., Fisher, P., & Soljačić, M. (2007). Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonances. *Science*, 317(5834).
- 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).
- Mayordomo, I., Drager, T., Spies, P., Bernhard, J., & Pflaum, A. (2013). An overview of technical challenges and advances of inductive wireless power transmission. In *Proceedings of the IEEE* (Vol. 101, Issue 6).
- Miller, A. B., Sears, M. E., Morgan, L. L., Davis, D. L., Hardell, L., Oremus, M., & Soskolne, C. L. (2019). Risks to health and well-being from radio-frequency radiation emitted by cell phones and other wireless devices. In *Frontiers in Public Health* (Vol. 7, Issue AUG).
- Socrates, T. P., & Mufit, F. (2020). Efektivitas Penerapan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Augmented Reality: Studi Literatur. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2003), 96–101.
- Suryanto, F. A. (2018). *Perancangan Rectenna Sebagai Pemanen Energi Elektromagnetik Pada Frekuensi GSM 900 MHz*. Universitas Brawijaya.

- Tesla, N. (1917). *Apparatus for Transmitting Electrical Energy*.
- Wei, X., Wang, Z., & Dai, H. (2014). A critical review of wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonances. In *Energies* (Vol. 7, Issue 7).
- Zhang, S., Qian, Z., Wu, J., Kong, F., & Lu, S. (2018). Wireless Charger Placement and Power Allocation for Maximizing Charging Quality. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 17(6).
- Zhang, Z., & Chau, K. T. (2015). Homogeneous Wireless Power Transfer for Move-and-Charge. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 30(11).