

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian yang Relevan

Dalam penelitian ini, penulis mengacu pada jurnal dan buku yang relevan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Berikut penelitian yang relevan sebagai bahan acuan penelitian. Contoh jurnal atau buku yaitu Dewa Made Wisnu Wibisana, Sabriansyah Rizqika Akbar (2017) dengan judul “Perangkat Lunak Otomasi Simulasi Penerimaan Daya Dinamis pada Wireless Power” : Transfer simulasi juga menunjukkan bahwa efisiensi transfer daya nirkabel diperoleh pada saat kendaraan berada pada kumparan pertama mendapatkan rata-rata efisiensi sebesar 97,56%, lalu saat kendaraan berada pada kumparan kedua dengan rata-rata efisiensi sebesar 80,72%, dan saat kendaraan berada pada kumparan ketiga dengan rata-rata efisiensi sebesar 63,88%.

Kedua, dari Shu-Yuen Ron Hui et al (2023) dengan judul “Wireless Power Transfer: A Paradigm Shift for the Next Generation” Dengan mentransfer sebagian besar fungsi kontrol ke sisi pemancar berdasarkan kembar digital di sisi primer, produsen sirkuit pemancar dapat bertanggung jawab atas kontrol optimal, sementara produsen sirkuit penerima hanya perlu menangani fungsi perlindungan utama, seperti perlindungan korsleting dan suhu berlebih pada beban baterai, sedangkan umpan balik komunikasi yang cepat tidak diperlukan.

Ketiga, dari Indra Hartanto Tambunan et al dengan judul “Perancangan dan Implementasi Prototipe Wireless Power Transfer pada Sepeda Motor Listrik” : Dalam mengoptimalkan performa sistem WPT, dimensi dan konfigurasi lilitan memegang peranan krusial; ekspansi diameter serta densitas lilitan pada koil receiver secara efektif memperluas fluks magnetik yang tertangkap sehingga menghasilkan daya keluaran yang lebih besar. Namun, efisiensi ini sangat sensitif terhadap pemisahan spasial, di mana peningkatan jarak antar-koil menjadi faktor utama penyebab degradasi daya keluaran akibat meningkatnya fluks bocor pada medium perantara.

Keempat, dari Hendry Dharmawan et al (2023) dengan judul “Rancang Bangun Wireless Power Transmission Untuk Beban (Lampu) Yang Bergerak “ : Metode yang dilakukan yaitu dengan membuat sebuah prototipe dengan konsep transformator yang memanfaatkan udara sebagai media induksinya, kemudian membandingkan kinerja dari rangkaian penerima dengan variasi tiga jumlah lilitan yang berbeda yaitu lebih sedikit, sama banyak, dan lebih banyak dari jumlah lilitan pada kumparan pemancar.

Kelima, dari Sherly Puspita Rahman et al dengan judul “Perancangan dan Realisasi Prototipe Sistem Transfer Daya Listik Nirkabel untuk Mengisi Baterai Handphone” : mengonfirmasi bahwa rancang bangun sistem yang dikembangkan mampu menyalurkan energi secara nirkabel ke beban perangkat seluler dengan batasan mekanis tertentu. Secara spesifik, jarak transmisi efektif diidentifikasi berada pada jangkauan maksimum 2 cm guna menjamin ketersediaan tegangan output sebesar 5 Volt, yang merupakan syarat minimum bagi pengontrol pengisian daya baterai agar dapat beroperasi secara optimal dalam proses pengisian energi.

Keenam, dari Aganti Mahesh et al dengan judul “Inductive Wireless Power Transfer Charging for Electric Vehicles—A Review” : Integrasi sistem pengisian daya dua arah memungkinkan kendaraan listrik untuk berperan lebih dari sekadar alat transportasi, melainkan sebagai aset penyimpanan energi terdistribusi yang mendukung keberlanjutan elektrifikasi. Sistem ini memfasilitasi penyerapan kelebihan beban dari energi hijau, seperti tenaga surya dan angin, untuk kemudian dialirkan kembali ke jaringan listrik saat terjadi lonjakan permintaan, yang pada akhirnya memperkuat ketahanan energi dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya terbarukan dalam jangka panjang.

Ketujuh, dari Jason Pries et al dengan judul “A 50-kW Three-Phase Wireless Power Transfer System Using Bipolar Windings and Series Resonant Networks for Rotating Magnetic Fields” : Sistem dalam mentransfer daya hingga 50 kW dengan efisiensi 95% pada jarak 150 mm memberikan bukti kuat atas skalabilitas teknologi

WPT induktif ini untuk infrastruktur pengisian daya masa depan. Dengan kepadatan daya yang mencapai 195 kW/m^2 dan daya spesifik $3,65 \text{ kW/kg}$, teknologi ini tidak hanya menawarkan performa elektrik yang unggul, tetapi juga menunjukkan efisiensi ruang dan berat yang krusial bagi integrasi sistem pada kendaraan listrik komersial guna mendukung mobilitas berkelanjutan.

Kedelapan, dari Mohammad Haerinia, and Reem Shadid dengan judul “Wireless Power Transfer Approaches for Medical Implants: A Review” Evaluasi terhadap performa transmisi energi mengungkapkan bahwa implementasi WPT berbasis induktif menawarkan optimasi efisiensi transfer daya hingga 95%, yang memberikan margin keunggulan yang sangat lebar dibandingkan dengan metode alternatif lainnya, di mana efisiensi untuk WPT berbasis gelombang mikro tercatat sebesar 78%, sistem berbasis ultrasonik sebesar 50%, dan arsitektur hibrida yang hanya mencapai efisiensi terendah pada tingkat 17%.

Kesembilan, dari Haipeng Dai et al dengan judul “Safe Charging for Wireless Power Transfer” : Melalui rangkaian hasil simulasi yang dilakukan secara ekstensif, ditemukan bahwa performa dari kerangka kerja yang kami usulkan menunjukkan korelasi yang sangat kuat dengan solusi optimal, di mana selisih penyimpangan hanya tercatat sebesar 6,7% pada parameter $\epsilon = 0,1$ dengan capaian yang secara signifikan mengungguli algoritma greedy konvensional yang menunjukkan degradasi performa hingga 34,6% di bawah hasil yang diperoleh oleh solusi kami, sehingga mengukuhkan efektivitas algoritma yang diusulkan dalam mendekati nilai teoretis terbaik.

Dan yang kesepuluh, dari Manik Dautta et al dengan judul “Wireless Qi-Powered, Multinodal and Multisensory Body Area Network for Mobile Health” : Melalui optimalisasi transmisi daya tinggi pada standar Qi, sistem ini mendemonstrasikan fleksibilitas operasional yang luar biasa dalam mendukung jaringan sensor nirkabel berskala besar. Konfigurasi ini memungkinkan satu pemancar tunggal untuk menyuplai daya ke 12 sensor dan 6 node penginderaan pada jarak jangkauan

mencapai 60 cm sebuah pencapaian jarak yang krusial untuk aplikasi praktis tanpa mengorbankan integritas data, sebagaimana dibuktikan oleh frekuensi pengambilan sampel yang konsisten pada tingkat 20 Hz.

Berdasarkan jurnal ilmiah yang telah dikumpulkan dari berbagai sumber kredibel, penulis mendapatkan pandangan tentang perkembangan teknologi transmisi daya nirkabel saat ini. Seluruh referensi tersebut menjadi pandangan untuk melakukan penelitian wireless power transfer, penulis berupaya mengintegrasikan solusi-solusi teknis yang ada untuk mengatasi kendala efisiensi pada kondisi misalignment, sehingga diharapkan dapat menghasilkan sebuah sistem pengisian daya kendaraan listrik skala kecil yang baik.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Wireless Power Transfer (WPT)

Sistem ini memanfaatkan prinsip elektromagnetik, di mana energi listrik dikonversi menjadi gelombang elektromagnetik dan kemudian dipancarkan ke perangkat penerima yang berada dalam jarak tertentu. *Wireless Power Transfer (WPT)* memiliki berbagai aplikasi, mulai dari pengisian daya ponsel dan perangkat wearable hingga pengisian kendaraan listrik. Dengan kemajuan teknologi, semakin banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, memungkinkan kenyamanan dan fleksibilitas dalam penggunaan perangkat elektronik. Selain itu, pengembangan teknologi ini juga berpotensi mengurangi penggunaan kabel, yang dapat mengurangi limbah elektronik dan meningkatkan efisiensi energi.

Pengetian Wireless Power Transfer (WPT) merupakan teknologi yang memungkinkan transfer energi listrik tanpa kontak fisik, umumnya menggunakan kopling magnetik resonan (Magnetic Resonant Coupling/MRC). Sistem WPT terdiri dari transmitter (TX) dan receiver (RX) coil yang bekerja pada frekuensi resonan untuk mencapai efisiensi tinggi. Prinsip dasar WPT didasarkan pada hukum Faraday tentang induksi elektromagnetik, di mana daya ditransfer melalui medan magnet yang berubah-ubah.

Meskipun Wireless Power Transfer (WPT) memiliki banyak keunggulan, namun tantangan yang perlu diatasi, seperti efisiensi transfer energi yang masih perlu ditingkatkan, serta keselamatan dan biaya implementasi. Penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam bidang ini sangat penting untuk mengatasi kendala-kendala tersebut, serta untuk mengeksplorasi inovasi baru yang dapat meningkatkan performa dan penerimaan teknologi ini di masyarakat. Dimasa datang Wireless Power Transfer (WPT) memiliki potensi untuk diterapkan di berbagai bidang, mulai dari pengisian kendaraan listrik hingga solusi energi untuk perangkat yang semakin berkembang. Dengan demikian, penting bagi peneliti dan praktisi untuk terus menggali dan berinovasi dalam teknologi ini, sehingga dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap efisiensi energi, keberlanjutan, dan kemajuan teknologi.

2.2.2. Penyelarasan (Alignment) Optimal pada Wireless Power Transfer (WPT)

Penyelarasan menentukan transfer energi, bahkan dapat menurunkan kinerja sistem secara drastis yang merupakan tantangan utama dalam WPT secara luas. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan hardware yang inovatif. Penyelarasan optimal (optimal alignment) merujuk pada posisi relatif coil TX dan RX yang memaksimalkan koefisien kopling (k). Dalam desain, alignment dapat dicapai melalui konfigurasi coil seperti DD (Double-D), BP (Bipolar), atau circular coil. Implementasi melibatkan optimasi parameter seperti ukuran coil, frekuensi operasi, dan kompensasi misalignment. Metode penggunaan algoritma Maximum Power Point Tracking (MPPT) yang disesuaikan untuk terus tercapainya penggunaan secara optimal. Secara keseluruhan, perancangan dan implementasi penyelarasan optimal merupakan kunci untuk mengatasi inefisiensi yang menjadi penghambat utama adopsi massal Wireless Power Transfer (WPT).

Melalui integrasi sensor canggih dan algoritma kontrol real-time seperti MPPT yang termodifikasi, sistem ini menyediakan sebuah solusi yang tangguh dan adaptif. Dengan memastikan koil tetap berada pada posisi optimalnya secara konsisten, hasil akhir yang dicapai adalah peningkatan efisiensi transfer daya yang substansial. Kontribusi ini tidak hanya memperkaya literatur teknis, tetapi juga membuka prospek

baru bagi aplikasi WPT di berbagai sektor, mulai dari pengisian daya kendaraan listrik nirkabel hingga perangkat medis implant menjadikan transmisi daya tanpa kabel sebagai teknologi yang andal, efisien, dan siap pakai di masa depan. Dengan demikian, implementasi solusi penyelarasan yang efisien akan meningkatkan keandalan dan memperluas jangkauan aplikasi praktis dari sistem Wireless Power Transfer (WPT) secara signifikan mengurangi kerugian energi dan memungkinkannya beroperasi pada titik efisiensi tertingginya secara konsisten.

2.2.3. Pengaruh Jarak dan Misalignment terhadap Kinerja Sistem

Untuk mengatasi tantangan utama dalam implementasi Wireless Power Transfer (WPT) khususnya terhadap pergeseran posisi dan variasi jarak, pada upaya batas toleransi operasional dan mengembangkan strategi mitigasi terhadap efek negatifnya pada efisiensi sistem. Dalam pengertian ini Jarak (distance) dan misalignment (penyimpangan posisi) secara signifikan memengaruhi kinerja Wireless Power Transfer (WPT), terutama efisiensi transfer daya, faktor daya (power factor), dan arus bocor (leakage flux). Saat jarak meningkat (misalnya dari 0 mm ke 6 mm), (k) menurun secara eksponensial, menyebabkan penurunan efisiensi hingga 50% atau lebih. Misalignment lateral (offset x-y) mengurangi penurunan fluks magnetik yang tumpang tindih, sementara misalignment angular (rotasi) memengaruhi simetri medan.

Variasi jarak dan ketidak selarasan terhadap kinerja Wireless Power Transfer (WPT). Bahwa penurunan koefisien kopling (k) akibat perubahan posisi spasial adalah penyebab utama dari berkurangnya efisiensi transfer daya dan stabilitas daya output. Temuan ini memberikan data empiris yang spesifik mengenai batas toleransi operasional Wireless Power Transfer (WPT) yang sangat penting untuk perancangan. Kontribusi utama yang dihasilkan adalah basis pengetahuan esensial untuk mengembangkan strategi mitigasi adaptif, yang pada akhirnya akan secara signifikan meningkatkan keandalan dan efisiensi Wireless Power Transfer (WPT), memajukan kesiapan teknologi ini untuk diimplementasikan secara luas dalam aplikasi berskala besar dan kritis di masa depan.

2.2.4. XKT – 510



Gambar 2.1 XKT - 510

Implementasi IC XKT-510 dalam sistem pengisian induksi memberikan keuntungan ganda berupa simplisitas sirkuit yang signifikan dan kecerdasan operasional yang tinggi. Dengan kapabilitas untuk menangani arus output hingga 1A pada rentang tegangan 5-12V DC, chip ini menawarkan fleksibilitas luar biasa dalam mengintegrasikan transmisi daya nirkabel ke dalam sistem pengisian baterai perangkat portabel yang kompak. Desain minimalis ini tidak hanya mereduksi dimensi fisik perangkat, tetapi juga meminimalkan potensi kegagalan komponen (MTBF), sehingga meningkatkan reliabilitas sistem secara keseluruhan dalam jangka panjang.

2.2.4.1 Karakteristik XKT – 510

Berikut adalah karakteristik berdasarkan *datasheet* dari XKT -510 :

- Fungsi pengaturan tegangan catu daya yang beradaptasi secara otomatis Sehingga dapat bekerja pada rentang tegangan yang luas
- Penguncian frekuensi otomatis
- Beban uji negatif otomatis
- Kontrol daya otomatis
- Transmisi daya kecepatan tinggi
- Konversi energi elektromagnetik yang efisien
- Sistem deteksi cerdas, bebas debugging

- Tegangan kerja: DC 3~15V
- Frekuensi kerja: 0~5MHZ
- Suhu kerja : -55°C hingga 125°C
- Sangat terintegrasi, hanya beberapa komponen periferal umum
- SOP-8

2.2.4.2 Blok Diagram XKT - 510

Berikut adalah Blok Diagram berdasarkan datasheet dari XKT – 510:

Table 2.1 Blok Diagram XKT - 3201

Pin	Pin Configurasi	
1	VDD	V+
2	NC	NC
3	OUT	Output
4	GND	Ground
5	AO	Funtion to adjus
6	AIN	Measured voltage switch
7	FIN	The rate of detection
8	NC	NC

2.2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan XKT – 510

Serta terdapat juga Kelebihan dan Kekurangan XKT 510 :

Kelebihan :

- 1 Sangat Terintegrasi & Mudah Digunakan: IC ini membutuhkan sedikit komponen eksternal (peripheral) untuk membuat pemancar nirkabel, sehingga mempermudah perancangan (desain) bagi pemula atau DIYers.
- 2 Fitur Otomatis: Dilengkapi dengan fitur automatic frequency lock, automatic power control, dan deteksi beban (automatic negative detection load).

- 3 Rentang Tegangan Kerja Luas: Bekerja dengan baik pada tegangan DC 5V hingga 12V (maksimum 15V).
- 4 Stabilitas Tinggi: Diketahui memiliki keandalan dan stabilitas yang baik untuk transfer energi elektromagnetik.
- 5 Ukuran Ringkas: Dikemas dalam SOP-8 yang kecil, cocok untuk perangkat portabel.

Kekurangan :

- 1 Arus Keluaran Terbatas: Output arus umumnya rendah, sekitar 500mA - 800mA (tergantung modul dan komponen), tidak cocok untuk pengisian daya cepat ponsel modern.
- 2 Jarak Pengisian Dekat: Efektif pada jarak dekat, umumnya antara 1-20 mm, sehingga posisi kumparan harus presisi.
- 3 Efisiensi Tergantung Koil: Kinerja sangat bergantung pada kecocokan koil (kumparan) pemancar dan penerima yang digunakan.
- 4 Hanya Pemancar (Transmitter): Chip ini fokus pada sisi pemancar daya, membutuhkan IC atau sirkuit penerima terpisah di sisi perangkat yang diisi daya.

2.2.5. XKT – 3201



Gambar 2.2 XKT - 3201

XKT-3201 merupakan sirkuit terintegrasi (integrated circuit) penerima daya nirkabel berperforma tinggi yang dikembangkan oleh Taidacent/Xinketai dengan spesialisasi pada transmisi arus besar. Arsitektur IC ini dirancang secara spesifik untuk mengakomodasi kebutuhan pengisian daya pada aplikasi jarak menengah, yang memungkinkan efisiensi transfer energi tetap terjaga meskipun terdapat celah udara (air gap) yang signifikan antara unit pemancar dan penerima.

2.2.5.1 Karakteristik XKT – 3201

Berikut adalah Karakteristik berdasarkan *datasheet* XKT – 3201 :

- Aplikasi: Khusus untuk modul pengisian nirkabel arus tinggi.
- Tegangan Input: 4.5V hingga 30V.
- Tegangan Output: 1.2V hingga 21V (dapat disesuaikan).
- Arus Output Maksimal: 3.5A.
- Frekuensi Kerja: 170kHz.
- Fitur: Tegangan konstan (CV).
- Jarak Kerja: Efektif pada jarak 5cm hingga 9cm (contoh hasil: 5V/2A).
- Suhu Operasional: -20°C hingga 80°C.

2.2.5.2 Blok Diagram XKT – 3201

Berikut adalah Blok Diagram berdasarkan *datasheet* dari XKT – 3201:

Table 2.2 Blok Diagram XKT – 3201

Pin	Pin Konfigurasi	
1	FB	Feedback Voltage
2	NC	NC
3	IS	Supply Current
4	VIN	V+
5	OUT	Output
6	NC	NC

7	GND	Ground
8	NC	NC

2.2.5.3 Kelebihan dan Kekurangan XKT – 3201

Serta terdapat juga Kelebihan dan Kekurangan XKT 3201 :

Kelebihan :

- 1 Efisiensi Tinggi & Stabil: Menggunakan solusi chip yang dirancang untuk tegangan output konstan, memberikan daya yang stabil ke perangkat.
- 2 Tegangan Output Bisa Diatur: Output dapat disesuaikan (5V, 9V, atau 12V) melalui penyesuaian nilai resistor R2 pada papan, membuatnya fleksibel untuk berbagai kebutuhan baterai.
- 3 Ukuran Komponen Kecil: Transmitter (pemancar) dan receiver (penerima) berukuran ringkas, cocok untuk produk yang membutuhkan efisiensi ruang.
- 4 Arus Cukup Tinggi: Mampu menangani arus pengisian hingga .
- 5 Jarak Pengisian Optimal: Memiliki rentang jarak pengisian yang efektif, umumnya 2-10mm, sehingga tidak harus menempel sangat rapat.

Kekurangan :

- 1 Suhu Sensitif: Seperti kebanyakan komponen pengisian daya, kinerja dan keamanan baterai yang diisi sangat bergantung pada manajemen termal, karena chip dapat sensitif terhadap panas.
- 2 Memerlukan Penyesuaian DIY: Untuk mendapatkan tegangan tertentu (contoh: 9V atau 12V), pengguna harus mengubah resistor R2, yang membutuhkan keahlian menyolder.
- 3 Komponen Terbatas: Komponen pendukung seperti koil (L1) dan kapasitor (C1, C2, C3) harus diperhatikan ukurannya agar tidak mengurangi stabilitas output.
- 4 Jarak Terbatas: Meskipun lebih baik dari beberapa kompetitor, efisiensi transfer daya akan turun drastis jika jarak antara koil transmitter dan receiver terlalu jauh.

2.2.6. Resistor



Gambar 2.3 Resistor

Resistor adalah komponen listrik sederhana yang digunakan dalam rangkaian. Resistor mengatur seberapa banyak arus mengalir dan mengubah level tegangan. Resistor membantu rangkaian bekerja dengan aman dan benar. Misalnya, resistor dalam pembagi tegangan membagi tegangan. Resistor memungkinkan berbagai bagian rangkaian bekerja sebagaimana mestinya. Resistor menurunkan arus untuk komponen yang rapuh seperti LED. Resistor menghentikan panas berlebih atau kerusakan. Tanpa resistor, rangkaian tidak dapat mengendalikan daya dengan baik. Resistor sangat penting untuk membuat rangkaian bekerja dengan andal.

2.2.6.1 Karakteristik Resistor

Karakteristik utama resistor, yaitu sebagai berikut:

- Resistansi terhadap daya listrik yang dapat boros
- Koefisien suhu, desah listrik, dan induktansi.
- Resistor bersifat resistif.
- Terbuat dari bahan karbon.

2.2.6.2 Kelebihan dan Kekurangan Resistor

Serta terdapat Kelebihan dan Kekurangan Resistor :

Kelebihan:

- 1 Membatasi Arus & Membagi Tegangan : Fungsi utama yang sangat baik untuk melindungi komponen sensitif.

- 2 Pasif: Tidak membutuhkan sumber daya eksternal atau energi tambahan untuk bekerja.
- 3 Murah & Tersedia Banyak : Sangat mudah ditemukan dan harganya terjangkau.
- 4 Ukuran Kecil : Cocok untuk aplikasi rangkaian modern yang padat.
- 5 Kestabilan Tinggi : Jenis film logam (metal film) menawarkan stabilitas dan akurasi tinggi.

Kekurangan :

- 1 Disipasi daya / panas : Mengubah energi listrik menjadi panas, yang jika berlebihan dapat merusak komponen lain.
- 2 Toleransi Nilai : Nilai resistansi aktual bisa berbeda dari nilai nominalnya, mengurangi akurasi.
- 3 Noise : Resistor jenis karbon dapat menghasilkan derau sinyal.
- 4 Tidak Efisien : Dapat menyebabkan penurunan energi pada aplikasi daya tinggi.
- 5 Kapasitansi/Induktansi Parasit : Resistor lilitan kawat tidak cocok untuk aplikasi frekuensi sangat tinggi (di atas 200 kHz).
- 6 Stabilitas Suhu : Beberapa jenis resistor, khususnya komposisi karbon, kurang stabil terhadap perubahan suhu yang ekstrem.

2.2.7. Kapasitor



Gambar 2.4 Kapasitor

Kapasitor, atau kondensator, merupakan komponen elektronika pasif yang merepresentasikan elemen penyimpanan energi elektrostatik melalui pembentukan medan listrik di antara dua pelat konduktor yang dipisahkan oleh material dielektrik. Dalam arsitektur sirkuit, komponen ini memegang peranan vital tidak hanya dalam akumulasi muatan untuk periode transien, tetapi juga sebagai instrumen kritis dalam pemrosesan sinyal seperti filtrasi kebisingan (noise filtering), penghubung antar-tingkat (coupling), serta regulasi stabilitas tegangan guna mencegah fluktuasi daya yang tidak diinginkan. Besarnya kemampuan penyimpanan ini diukur dalam satuan Farad (F), yang mencerminkan rasio muatan listrik terhadap beda potensial yang diberikan.

2.2.7.1 Karakteristik Kapasitor

Berikut adalah detail karakteristik kapasitor:

- Kapasitansi (C): Kemampuan menyimpan muatan listrik.
- Tegangan Kerja (Voltage Rating): Tegangan maksimum yang aman untuk kapasitor; melebihi batas ini dapat menyebabkan kerusakan dielektrik.
- Toleransi : Penyimpangan nilai aktual dari nilai nominal, umum berkisar $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, atau hingga -20% hingga $+80\%$ pada tipe tertentu.
- Polaritas : Kapasitor elektrolit memiliki kutub (+) dan (-) yang harus dipasang benar, sedangkan kapasitor keramik/film umumnya non-polar.
- Karakteristik Frekuensi : Kapasitor nyata memiliki Equivalent Series Resistance (ESR) dan Equivalent Series Inductance (ESL) yang membatasi kinerjanya pada frekuensi tinggi.
- Arus Bocor (Leakage Current): Arus kecil yang lolos melalui dielektrik meskipun kapasitor bertindak sebagai rangkaian terbuka pada DC.
- Koefisien Suhu : Nilai kapasitansi dapat berubah seiring perubahan suhu lingkungan.

2.2.7.2 Kelebihan dan Kekurangan Kapasitor

Serta terdapat Kelebihan dan Kekurangan Kapasitor :

Kelebihan :

- 1 Pengisian/Pengosongan Cepat: Mampu melepaskan energi secara instan, penting untuk aplikasi seperti lampu flash kamera atau spot welding.
- 2 Umur Panjang & Andal: Tidak memiliki komponen mekanis yang bergerak, sehingga jarang rusak jika digunakan dalam batas normal.
- 3 Filter & Pengkondisi Sinyal: Sangat efektif menghilangkan noise (riak) pada arus searah (DC) dan memblokir DC sambil melewatkan arus bolak-balik (AC).
- 4 Perawatan Minimal: Umumnya tidak memerlukan pemeliharaan khusus.
- 5 Rentang Nilai Luas: Tersedia dalam berbagai nilai kapasitansi (farad) untuk aplikasi kecil hingga besar.

Kekurangan :

- 1 Kepadatan Energi Rendah: Menyimpan jauh lebih sedikit energi total dibandingkan baterai dalam ukuran fisik yang sama.
- 2 Pelepasan Daya Sendiri (Self-Discharge): Energi yang tersimpan dapat perlahan habis jika tidak digunakan.
- 3 Sensitif terhadap Panas & Tegangan: Jika suhu naik atau voltase melebihi batas maksimum, kapasitor dapat meledak atau rusak.
- 4 Kebocoran Arus: Tidak sempurna sebagai penyimpan, selalu ada sedikit arus yang bocor melalui bahan dielektrik.
- 5 Kapasitas Terbatas: Untuk aplikasi berenergi tinggi, memerlukan bank kapasitor yang besar dan berat.

2.2.7.3 Fungsi Utama Kapasitor

Serta terdapat Fungsi utama Kapasitor :

- Filter Frekuensi: Memblokir arus bolak-balik (AC) berfrekuensi tinggi sambil membiarkan arus searah (DC) atau frekuensi rendah lewat.
- Penyimpan Energi: Menyediakan energi cadangan dalam sirkuit catu daya (switching power supply) untuk menjaga aliran arus tetap stabil.

- Penalaan (Tuning): Bersama kapasitor, digunakan dalam sirkuit radio untuk memilih frekuensi tertentu.
- Kopel Magnetik: Menjadi dasar kerja transformator (trafo) untuk menaikkan atau menurunkan tegangan.

2.2.8. Coil WPT



Gambar 2.5 Coil WPT

Coil WPT (Wireless Power Transfer) adalah komponen induktor (kumparan) yang dirancang khusus untuk mentransmisikan daya listrik nirkabel melalui medan magnet, umumnya terdiri dari material tembaga, pelindung ferit, dan menggunakan Litz wire untuk efisiensi tinggi.

2.2.8.1 Karakteristik Coil WPT

Berikut adalah Karakteristik Diode :

- Struktur: Terdiri dari kumparan pemancar (transmitter) dan penerima (receiver).
- Material: Umumnya menggunakan kabel Litz (banyak helai kecil) untuk mengurangi efek kulit (skin effect) dan meningkatkan faktor kualitas (Q-factor) pada frekuensi tinggi.
- Ferrite Plate: Pelat ferit sering digunakan di bawah kumparan untuk memfokuskan fluks magnetik dan meningkatkan induktansi.
- Pemodelan: Sering dimodelkan dalam FEMM (Finite Element Method Magnetism) sebagai masalah aksisimetris, dengan memperhatikan induktansi, resistansi DC, dan frekuensi kerja (contoh: 100 kHz).

2.2.9. Dioda



Gambar 2.6 Dioda

Dioda adalah komponen elektronika aktif dua terminal (anoda dan katoda) yang bertindak sebagai penyearah arus, membolehkan arus mengalir ke satu arah (panjar maju) dan menghambatnya dari arah berlawanan (panjar mundur). Umumnya terbuat dari material semikonduktor silikon atau germanium, komponen ini berfungsi krusial dalam perlindungan rangkaian, penyearah arus AC ke DC, dan sakelar elektronik.

2.2.9.1 Karakteristik Diode

Berikut adalah Karakteristik Diode :

- Panjar Maju (Forward Bias): Arus mengalir mudah saat anoda positif dan katoda negatif.
- Panjar Mundur (Reverse Bias): Arus terhambat, namun jika tegangan terlalu tinggi bisa merusak.
- Kerusakan: Dapat korsleting (menghantar dua arah) atau terbuka (arus tidak mengalir) akibat panas/arus berlebih.

2.2.9.2 Fungsi Utama Dioda

Serta terdapat Fungsi Utama Dioda :

- Dioda Penyearah (Rectifier) : Mengubah arus AC menjadi DC, contoh: 1N4007.
- Dioda Zener : Mengamankan rangkaian dan menstabilkan tegangan.

- LED (Light Emitting Diode) : Memancarkan cahaya saat dialiri arus.
- Dioda Photo (Photodiode) : Sensor peka cahaya.
- Dioda Bridge : Penyearah arus penuh yang sering digunakan dalam catu daya.

2.2.10. Volt meter



Gambar 2.7 Volt meter

Voltmeter didefinisikan sebagai perangkat pengukur beda potensial yang bekerja dengan prinsip perbandingan dua titik potensial dalam sirkuit AC maupun DC. Karakteristik impedansi masukan yang tinggi pada voltmeter memungkinkannya dipasang secara paralel tanpa membebani arus rangkaian secara signifikan. Baik dalam bentuk analog yang bersifat kontinu maupun digital yang menawarkan presisi tinggi, instrumen ini merupakan alat bantu utama dalam kegiatan pemeliharaan, analisis performa sirkuit, serta langkah preventif untuk memastikan seluruh komponen bekerja pada rentang tegangan yang sesuai dengan spesifikasinya.

2.2.10.1 Prinsip Kerja Voltmeter

Prinsip kerja voltmeter adalah harus dihubungkan secara paralel dengan rangkaian tempat tegangan diukur. Hal ini karena voltmeter memiliki resistansi yang sangat tinggi .

2.2.11. Adaptor



Gambar 2.8 Adaptor

Adaptor merupakan suatu perangkat yang memiliki fungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi DC. Hal ini yang dimaksud adalah tegangan arus listrik bolak balik atau AC akan diubah menjadi tegangan arus listrik yang searah atau DC. Secara prinsip kerja, adaptor ini juga bisa berfungsi sebagai alat catu daya.

Alat ini secara umumnya akan membantu seluruh perangkat elektronik yang membutuhkan catu daya. Adaptor memiliki dua varian, yakni adaptor switching dan adaptor trafo step down. Alat ini juga termasuk ke dalam catu daya atau power supply yang sudah sesuai voltasenya dengan berbagai peralatan elektronik.

2.2.11.1 Fungsi Adaptor

Terdapat beberapa fungsi adaptor yang lainnya, seperti adaptor memiliki fungsi sebagai alat untuk menyambungkan sumber pada tegangan DC.

Alat ini mempunyai peran untuk membuat arus tegangan listrik dapat mengalir sesuai dengan kebutuhan perangkat yang akan Anda gunakan. Pada prinsipnya, arus listrik PLN akan disalurkan menggunakan sistem arus bolak-balik atau sistem AC. Sementara itu jenis tegangan searah atau DC biasanya berguna untuk peralatan listrik yang ada di rumah.

2.2.11.2 Jenis Adaptor

Terdapat 2 jenis adaptor sejauh ini, yakni adaptor konvensional dan adaptor switching. Berikut ini penjelasan lebih lanjutnya:

- Adaptor Travo Step Down atau Konvensional, yang menggunakan transformator step down untuk membuat tegangan AC menurun menjadi tegangan DC.
- Adaptor Switching sebagai penyempurna adaptor konvensional. Tidak perlu lagi membutuhkan transformator step down.
- Lalu, Adaptor Inverter bekerja merubah tegangan DC dengan kapasitas kecil menjadi tegangan AC yang lebih besar.
- Adaptor DC Konverter dapat mengubah dan mengalirkan tegangan DC besar menjadi tegangan DC lebih kecil.

- Adaptor Power Supply, mampu mengubah tegangan listrik AC dengan kapasitas besar menjadi tegangan DC dengan kapasitas lebih kecil.

2.2.11.3 Cara Kerja Adaptor

Setelah tahu apa itu adaptor, Anda juga harus tahu cara kerja adaptor, berikut ini cara kerjanya:

- Awalnya PLN akan menyalurkan aliran arus listrik lewat sumber tegangan dan akan masuk menuju transformator.
- Setelah itu arus listrik yang masuk ke dalam transformator akan berubah menjadi arus searah atau DC sampai masuk ke dalam switching.
- Kemudian arus listrik akan masuk ke dalam blok inverter, tegangan DC akan berubah kembali menjadi arus tegangan AC.
- Tegangan arus AC akan masuk ke dalam blok regulator lalu akan berlanjut proses oleh diode half wave, elco, dan juga penyearah. Arus tegangan listrik selanjutnya akan berubah kembali menjadi searah.
- Arus listrik DC masuk ke dalam IC dan akan mengalir pada perangkat elektronik dan daya akan menyesuaikan dengan kebutuhan pemakaian atau perangkat tersebut.

2.2.12. Baterai Lithium



Gambar 2.9 Baterai Lithium

Baterai lithium (atau lithium-ion battery) adalah jenis baterai isi ulang (rechargeable) yang menggunakan ion lithium sebagai pembawa muatan listrik antara dua elektroda, yaitu anoda dan katoda. Saat baterai diisi daya, ion lithium

berpindah dari katoda ke anoda melalui elektrolit, dan sebaliknya saat digunakan. Proses bolak-balik ini memungkinkan baterai lithium menyimpan serta melepaskan energi dengan sangat efisien. Karena kepadatan energinya tinggi, bobotnya ringan, dan efisiensinya stabil, baterai lithium kini menjadi standar global dalam teknologi penyimpanan energi modern.

2.3. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini untuk mengatasi polusi dan efek rumah kaca melalui metode Wireless Power Transfer (WPT). Dalam hal ini, penggunaan Mobil Listrik (EV) terus meningkat signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Meskipun Mobil Listrik (EV) didukung dengan penyediaan pengisi daya konvensional, seperti portabel charger atau wall charger berdaya 7 hingga 11 kW yang menggunakan kabel, sistem pengisian konduktif ini memiliki sejumlah kekurangan yaitu mencakup potensi penghambatan transfer daya yang dapat mengurangi efisiensi pengisian seiring waktu. Permasalahan inilah yang mendorong perlunya inovasi sistem pengisian daya yang lebih baik. Teknologi Wireless Power Transfer (WPT) berbasis resonansi magnetik sebagai solusi yang optimal. Memberikan keunggulan berupa kemudahan dan keamanan. Pengguna hanya perlu memarkirkan mobil untuk memulai pengisian.

Sehingga penelitian ini memfokuskan pada Rancang Bangun Prototipe Sistem Wireless Power Transfer (WPT) untuk mengatasi keterbatasan pengisian konduktif dan mengoptimalkan proses transfer daya. Untuk memaksimalkan efisiensi daya pada prototipe Wireless Power Transfer (WPT), sistem kontrol harus secara aktif memandu coil pemancar dan penerima ke posisi optimal. Maka Jarak dan misalignment yang tidak tepat pada sistem Wireless Power Transfer (WPT) secara langsung melemahkan transfer daya dan menyebabkan fluktuasi medan magnet pada sisi penerima. Konsekuensinya, efisiensi transfer daya dan stabilitas tegangan output akan menurun. Penurunan ini akan semakin signifikan seiring bertambahnya jarak dan tingkat misalignment.

Sehingga dapat mengembangkan model teknis prototipe Wireless Power Transfer (WPT) yang teruji dan mampu beroperasi pada skala daya yang relevan untuk

pengisian baterai EV. Hasil pengujian kinerja, terutama pada aspek efisiensi, stabilitas daya keluaran, diharapkan dapat menjadi rekomendasi yang dapat digunakan dimasa depan. Penelitian ini memberikan landasan ilmiah bagi pengembangan dan implementasi infrastruktur pengisian Mobil Listrik nirkabel di Indonesia di masa mendatang.