

DESAIN DAN IMPLEMENTASI WIRELESS CHARGING UNTUK BATERAI 12 VOLT 12 AMPERE HOUR PADA AUTOMATIC GUIDED VEHICLE

(DESIGN AND IMPLEMENTATION WIRELESS CHARGING FOR 12VOLT 12AMPERE HOUR BATTERY ON AUTOMATIC GUIDED VEHICLE)

Ardian Tirta Wardhana¹,Angga Rusdinar,ST,.,MT,.,PhD²,Zulfi,ST,.,MT³
Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom^{1,2,3}
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia
titto.indo@yahoo.com¹, angga@telkomuniversity.ac.id², zulfi@yahoo.co.id³

Abstrak

Salah satu energi yang saat ini banyak digunakan adalah energi listrik. Secara umum transfer energi listrik yang biasanya digunakan berupa media kabel tembaga. Dengan berkembangnya teknologi saat ini, *Wireless power transfer* merupakan salah satu energi listrik yang ditransmisikan melalui media udara. Sehingga energi listrik dapat ditransmisikan dari suatu sumber listrik menuju beban melalui media udara. Rangkaian penerima pada sistem transmisi energi listrik ini menggunakan prinsip induksi resonansi magnetik.

Pada tugas akhir ini akan dibahas tentang desain dan implementasi *Wireless Charging* baterai 12Volt 12Ampere Hour pada *Automatic Guided Vehicle* (AGV). Sumber tegangan akan dihubungkan dengan rangkaian elektronika dan kawat tembaga. Kawat tembaga tersebut difungsikan sebagai antena pengirim dan penerima yang berguna untuk menghantarkan energi listrik dalam melakukan pengisian baterai 12Volt 12Ampere Hour dengan frekuensi 50KHz. Hasil yang di dapatkan pada tugas akhir ini adalah sebuah *wireless charging* dimana pada jarak lebih dari 20cm antara *coil* primer dan *coil* sekunder memiliki tegangan 0 V, sedangkan pada jarak 0-19cm mempunyai nilai tegangan keluaran yaitu 18,3V-1,99V. Jadi pada *wireless charging* jarak memiliki pengaruh pada nilai tegangan.

Kata kunci : *Wireless Charging*, energi listrik, jarak

Abstract

One of the energy that is currently widely used is electrical energy. In general, the transfer of electrical energy that is usually used in the form of copper cable media. With the current technological developments, *Wireless power transfer* is one of the electrical energy that is transmitted through the medium of air. So that electrical energy can be transmitted from a power source to the load through the medium of air. Receiver circuit in the electrical energy transmission system is using principle of magnetic resonance induction.

In this thesis will discuss the design and implementation of *Wireless Charging Battery 12V 12AH of Automatic Guided Vehicle* (AGV). Voltage source to be connected to electronic circuits and copper wire. The copper wire functioned as an antenna for the sender and receiver are useful for delivering electrical energy in battery charging 12V 12AH with frequency 50KHz. The results of this thesis is a *wireless charging* which at a distance of more than 20cm between the primary coil and the secondary coil has a voltage 0V, while at a distance of 0-19cm has a value of the output voltage is 18,3V - 1,99 V. So the distance of *wireless charging* has an influence on the voltage value.

Keywords : *Wireless Charging*, electrical energy, distance

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju dan penuh inovasi saat ini memberikan banyak kemudahan dan manfaat bagi manusia terutama di bidang elektro industri. Salah satu contoh perkembangan alat elektronika adalah *wireless power transfer*. *Wireless power transfer* merupakan salah satu energi listrik yang ditransmisikan melalui media udara, sehingga energi listrik dapat ditransmisikan dari suatu sumber listrik menuju beban tanpa melalui suatu kabel. Hal tersebut dapat menyebabkan pengurangan penggunaan kabel sebagai media penyaluran daya karena digantikan oleh *wireless power transfer*.

Dalam bidang industri, *wireless power transfer* ini akan digunakan untuk pengisian baterai 12V 12Ah pada *Automatic Guided Vehicle* (AGV) karena *charger* pada baterai 12V 12Ah masih menggunakan kabel sebagai media penyalur daya listrik. Namun, hal tersebut menjadi tidak efisien karena kabel yang terhubung dengan catuan daya pada robot menyulitkan akibat kabel yang kurang rapi. *Wireless power transfer* merupakan salah satu alternatif penyaluran daya listrik tanpa menggunakan kabel. Pengiriman daya listrik tanpa kabel adalah suatu sistem yang memiliki proses dimana daya listrik dapat ditransmisikan dari suatu sumber listrik menuju beban tanpa melalui suatu kabel.

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dibuat suatu alat yang dapat mentransfer daya listrik untuk pengisian baterai tanpa melalui media kabel yang disebut dengan *wireless charging*. *Wireless charging* yang

akan dibuat dalam tugas akhir ini digunakan pada robot AGV dengan memperhitungkan jarak. Jarak pada *wireless charging* tersebut juga memiliki pengaruh pada nilai tegangan. Sesuai dengan hal tersebut, akan didapatkan *wireless charging* yang sesuai untuk robot AGV tanpa menggunakan media kabel dalam hal pengisian baterai.

1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang bentuk alat yang digunakan untuk mengisi baterai 12V 12Ah secara *wireless*.
2. Mengetahui hasil pengujian kinerja alat terhadap lamanya waktu pengisian baterai 12V 12Ah secara *wireless* di bandingkan dengan pengisian secara konvensional
3. Mengetahui hasil pengujian kinerja alat terhadap jarak antar *coil*

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menurunkan resiko sengatan listrik atau korslet saat basah karena tidak ada konduktor yang digunakan pada *wireless charger* konduktif.
2. Pengurangan bahan pembuatan kabel.
3. Lebih mudah dibandingkan harus mencolokkan ke kabel listrik (penting untuk orang cacat).

1.4 Batasan Masalah

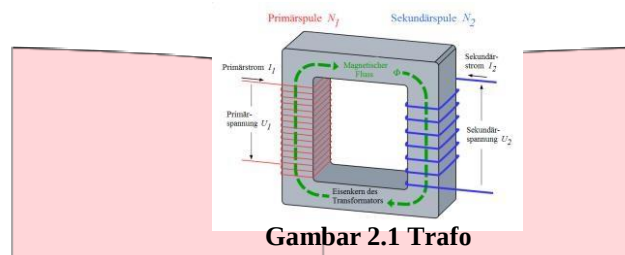
Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Uji coba hanya di lakukan pada baterai 12V 12Ah
2. Jarak jangkauan yang di uji tidak lebih dari 10cm
3. Bentuk *coil* yang di uji hanya *solenoid* 100 kumparan primer 200 kumparan sekunder
4. Tidak berkaitan dengan *wireless* pada sistem komunikasi.

2. Dasar Teori

2.1 Pengertian Wireless Charging

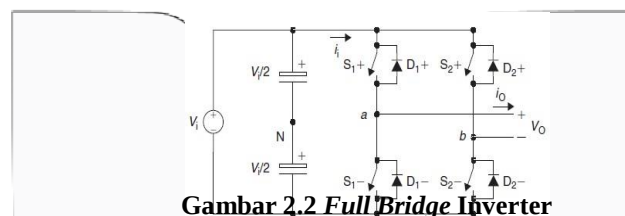
Wireless charging adalah suatu sistem yang memiliki proses dimana energi listrik dapat ditransmisikan dari suatu sumber listrik menuju beban tanpa menggunakan kabel. Alat pengirim daya listrik tanpa kabel ini sangat berbeda dengan prinsip induksi elektromagnetik konvensional, seperti yang digunakan pada trafo, dimana kumparan primer dapat mentransmisikan daya ke kumparan sekunder dalam jarak sangat dekat. [2]



Gambar 2.1 Trafo

2.2 Full Bridge Inverter (Satu Fasa)

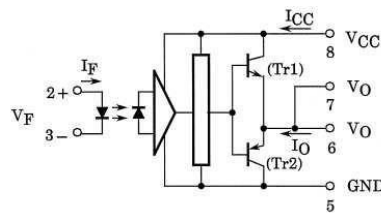
Inverter *full bridge* dengan input sumber tegangan ditunjukkan pada gambar dibawah, dan juga metode *carrier-base PWM* diimplementasikan pada perancangan ini. Dua kapasitor dengan kapasitansi yang besar dibutuhkan untuk menghasilkan titik netral N. Sehingga, setiap kapasitor dapat menyimpan setengah dari nilai tegangan masukan. Empat switch S_{1+} dan S_{1-} , ditambah S_{2+} dan S_{2-} akan diatur dan diaktifkan oleh sinyal PWM. [1]



Gambar 2.2 Full Bridge Inverter

2.3 TLP 250

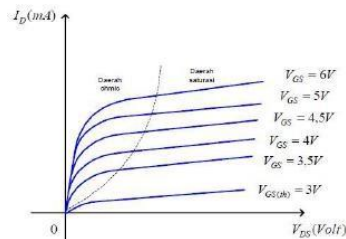
TLP 250 berfungsi sebagai isolasi pemicuan antara rangkaian kontrol dengan rangkaian daya, agar rangkaian tidak berhubungan secara langsung antara rangkaian kontrol dengan rangkaian daya. IC TLP 250 yang merupakan IC *optocoupler* yang diterapkan di rangkain *driver*. Prinsip IC *optocoupler* digunakan pada TLP 250, sehingga TLP 250 dapat digunakan sebagai alat pengaman rangkain kontrol jika mengalami kerusakan pada rangkain daya. [3]



Gambar 2.3 Skematik Driver TLP 250

2.4 Kurva Karakteristik MOSFET Enhancement Mode

Mirip seperti MOSFET *depletion mode*, namun V_{GS} bernilai positif. Garis kurva paling bawah adalah garis kurva dimana transistor ON $\rightarrow V_{GS(th)}$. Parameter yang penting dari E-MOSFET adalah resistansi *drain source* $R_{DS(ON)} \rightarrow 0,3 \Omega$ – puluhan. Untuk aplikasi *power switching*, semakin kecil $R_{DS(ON)}$ semakin baik transistor tersebut. [4]



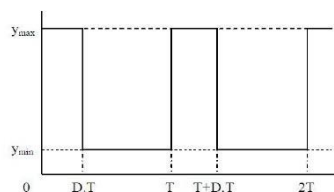
Gambar 2.4 Kurva Karakteristik MOSFET Enhancement Mode

2.5 Mikrokontroler Atmega 8535

Atmega 8535 merupakan salah satu jenis mikrokontroler AVR. Mikrokontroler AVR standar memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit, dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1(satu) siklus *clock*. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedangkan MCS51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*). AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu keluarga Attiny, keluarga AT902xx, keluarga Atmega, dan keluarga AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fungsinya. [5]

2.6 PWM (Pulse Width Modulation)

Pulse width modulation menggunakan gelombang kotak dengan lebar *duty cycle* tertentu menghasilkan nilai rata-rata dari suatu bentuk gelombang. Jika kita menganggap bentuk gelombang kotak $f(t)$ dengan nilai batas bawah y_{min} batas atas y_{max} dan *duty cycle* D , seperti dilihat dalam gambar 2.12. [5]

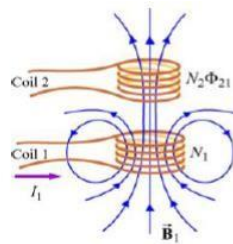


Gambar 2.5 Bentuk Sinyal PWM

Nilai rata - rata dari bentuk gelombang diatas adalah:
$$Y_{rata} = \frac{1}{T} \int_0^T F(t) dt \quad (1)$$

2.7 Mutual Inductance (Induktansi Bersama)

Dua buah kumparan (N_1 dan N_2) yang saling berdekatan akan terjadi Induktansi bersama. Induktansi bersama terjadi ketika kumparan N_1 dialiri arus maka akan 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 . 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 lilitan N dengan perubahan fluks (ϕ) perwaktu. [6]



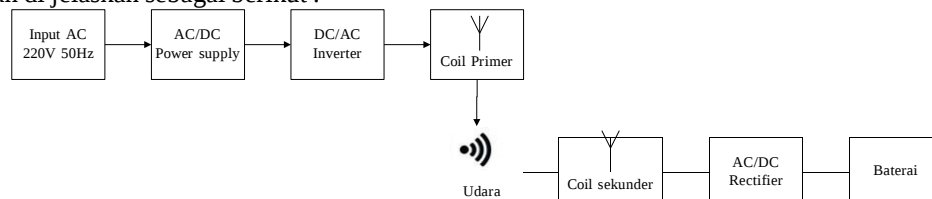
Gambar 2.61 Induksi Bersama

3. Perancangan dan Implementasi Sistem

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan dan implementasi *Wireless Charging* pada AGV meliputi dua bagian *hardware* dan *software*, Perancangan *hardware* pada tugas akhir ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian primer (pengirim) dan bagian sekunder (penerima), pada bagian *software* menggunakan sistem minimum Atmega 8535 berupa *code* yang ditanamkan pada mikrokontroler.

Perancangan sistem kerja alat yang terdiri dari bagian pengirim dan bagian penerima daya listrik secara nirkabel akan di jelaskan sebagai berikut :

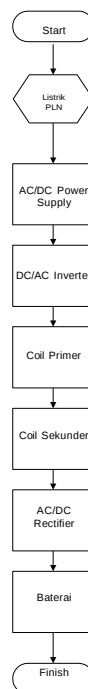


Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Wireless

Input yang berasal dari tegangan AC 220V 50Hz sebagai sumber tegangan dari PLN di ubah teganganya menggunakan *power supply*, sebagai pengubah dan penghantar tegangan AC menjadi DC, Keluaran dari power supply kemudian di teruskan ke DC to AC inverter, kembali ke tegangan AC dengan tegangan input 26V DC menjadi 20V AC 50 KHz yang bertujuan untuk menaikkan frekuensi awal 50HZ menjadi 50KHz menuju coil primer untuk di transmisikan.

Dengan mengguakan media udara sebagai media transmisi. Maka *power transfer* di terima oleh coil sekunder dan diteruskan ke AC to DC *rectifier*. pada *rectifier* tegangan di rubah kembali menjadi DC 16 V sehingga baterai dapat terisi.

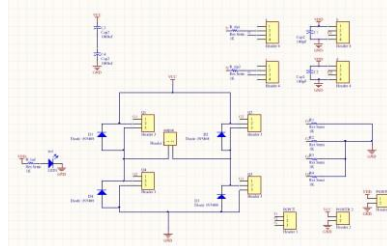
3.2 Flowchart Wireless Charging



Gambar 3. 1 Flowchart Wireless Charging

3.3 Inverter

Dibawah ini menunjukkan rangkaian inverter yang terdiri dari empat buah *MOSFET* IRF P250N sebagai saklar, dan empat buah *diode* FR307MIC sebagai penahan arus balik. Sumber tegangan DC yang bekerja dalam satu periode. Berikut gambar skematik rangkaian *full bridge* inverter :

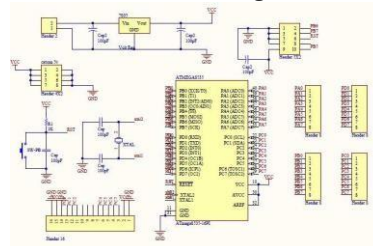


Gambar 3. 2 Full Bridge Inverter

Sehingga inverter di atas memiliki cara kerja sebagai berikut dengan melihat keadaan *MOSFET* Q1, Q2, Q3 dan Q4. Ketika Q1, Q3 diberi masukan logika 1 dan Q2, Q4 diberi masukan logika 0, maka *MOSFET* Q1, Q3 akan menjadi saklar tertutup dan Q2, Q4 akan menjadi saklar terbuka sehingga aliran arus pada siklus positif. Sedangkan ketika Q2, Q4 diberi masukan logika 1 dan Q1, Q3 di beri masukan logika 0, maka *MOSFET* Q2, Q4 menjadi akan menjadi saklar tertutup dan Q1, Q3 menjadi saklar terbuka sehingga arus pada siklus negatif.

3.4 Sistem Minimum Atmega 8535

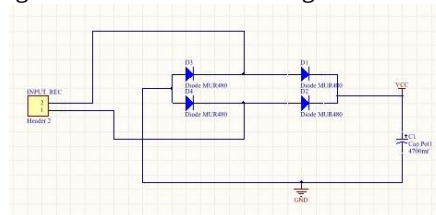
Sistem Minimum Atmega 8535 merupakan *board* untuk menempatkan mikrokontroler Atmega 8535 beserta komponen utamanya, seperti : catu daya, rangkaian osilator dan rangkaian *reset*. Selain komponen utama ada juga komponen pendukungnya, seperti : *Header* untuk port I/O, *Header* untuk port LCD dan *Header* untuk *downloader*. Berikut gambar skematik sistem minimum Atmega 8535:



Gambar 3. 3 Sistem Minimum ATmega 8538

3.5 Rectifier

Rectifier berfungsi sebagai rangkaian penyearah gelombang yang terdiri dari empat dioda *fast recovery* tipe MUR 480 dikonfigurasi secara forward bias yang memiliki batas arus sebesar 4A dan berfungsi sebagai penyearah arus dari tegangan AC menjadi tegangan DC. Rangkaian ini sebuah kapasitor besar 4700mf sebagai filter agar mendapatkan tegangan DC yang stabil. Berikut adalah rangkaian rectifier pada penelitian ini :



Gambar 3. 4 Rectifier Full Bridge

Prinsip kerja rectifier penyearah gelombang penuh dengan empat buah dioda diatas dimulai pada saat *input* memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi forward bias dan D2, D3 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *input* memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D3 pada posisi forward bias dan D1, D4 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D3.

3.6 Perancangan Software

Multiple Pulse Width Modulation adalah teknik pensaklaran dengan *cycle* yang lebih banyak di dalam setengah periode gelombang sinusoidal. Pola pensaklaran ini didapatkan dari hasil membandingkan sinyal kotak dengan sinyal segitiga. Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan mikrokontroler sebagai pembangkit pulsa pensaklaran MPWM dengan memanfaatkan fasilitas timer 1 dengan *mode Phase correct PWM Top = ICR1*. Keluaran PWM harus dibalik (*inverted*) karena MPWM ini akan menjadi masukan *driver* inverter yang keluarannya juga dibalik (*inverted*).

3.7 Coil

Pada perancangan coil menggunakan kawat tembaga 0,7mm, coil ini di gunakan sebagai media perantara yaitu di mana sebagai antena pengirim dan penerima. Sehingga menggunakan rumus berikut untuk menentukan kumparan.



Gambar 3.6 Coil

4. Pengujian dan Analisa

4.1 Pembangkit PWM

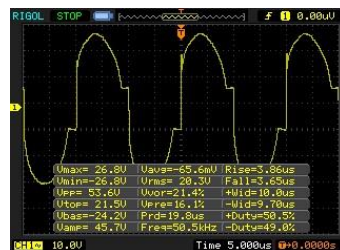
Pada pengujian *software* yaitu pembangkit PWM, dengan frekuensi yang di inginkan yaitu 50 kHz dan duty cycle 50%, pengujian diambil dari keluaran Pin D4 OCR1A dan Pin D5 OCR1B PWM pada mikrokontroler Atmega 8535. Sehingga keluaran dari Pin D4 dan Pin D5 mikrokontroler dapat dilihat menggunakan osiloskop. Berikut adalah keluaran sinyal PWM :



Gambar 4.1 Dua sinyal PMW dari port mikrokontroler ATmega 8535

4.2 Inverter

Pengujian ini menggunakan tegangan *input* 26V DC dan *output* 20,3V AC, berikut gambar keluaran inverter dengan beban coil primer :



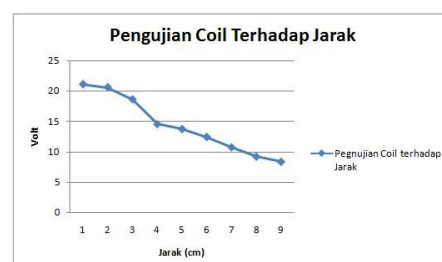
Gambar 4.2 Inverter dengan Coil

4.3 Pengujian Coil

Pada pengujian *coil* menggunakan *input* dari keluaran inverter yaitu sebesar 20,3V. Dengan kumparan primer 100 lilitan dan sekunder 200 lilitan Sehingga di dapatkan data sebagai berikut :

Tabel 1 Pengujian Coil Terhadap Jarak

V input coil	Jarak coil	V output coil	Frekuensi
18,8V	0cm	22,3V	50kHz
18,8V	1cm	21,1V	50kHz
18,8V	2cm	20,6V	50kHz
18,8V	3cm	18,6V	50kHz
18,8V	4cm	14,5V	50kHz
18,8V	5cm	13,7V	50kHz
18,8V	6cm	12,4V	50kHz
18,8V	7cm	10,7V	50kHz
18,8V	8cm	9,15V	50kHz
18,8V	9cm	8,3V	50kHz



Gambar 4.3 Grafik pengujian Coil terhadap jarak

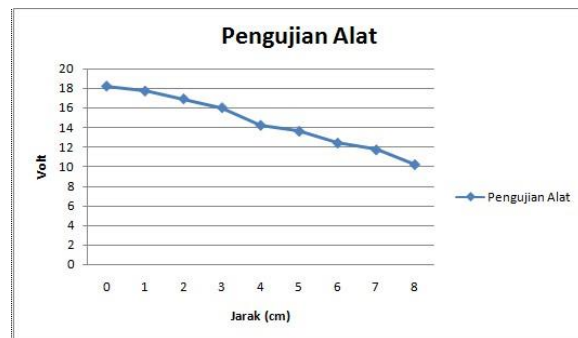
4.3.1 Pengujian Alat keseluruhan

Pengujian alat keseluruhan ini dimana semua alat telah dirakit menjadi satu, *input* tegangan AC PLN 220V 50Hz dirubah menjadi DC oleh *power supply* menjadi 26V kemudian di rubah kembali menjadi tegangan

AC dengan tujuan menaikkan frekuensi menjadi 50KHz dan transmisikan oleh coil primer - sekunder hingga tegangan menjadi DC kembali dan siap untuk melakukan pengisian baterai berikut data yang diperoleh :

Tabel 2 Pengujian Alat

V input	jarak	V output	Frekuensi
26 V	0 cm	18,2 V	50 kHz
26 V	1 cm	17,7 V	50 kHz
26 V	2 cm	16,9 V	50 kHz
26 V	3 cm	16 V	50 kHz
26 V	4 cm	14,2 V	50 kHz
26 V	5 cm	13,6 V	50 kHz
26 V	6 cm	12,4 V	50 kHz
26 V	7 cm	11,7 V	50 kHz
26 V	8 cm	10,2 V	50 kHz



Gambar 4.4 Grafik pengujian alat

4.4 Pengujian Baterai Terhadap Lamanya Waktu

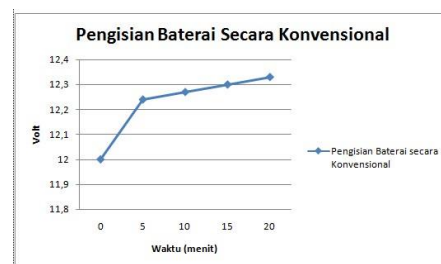
Pengujian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu secara konvensional dan secara wireless berikut data yang diperoleh :

4.4.1 Pengujian Secara Konvensional

Berikut data pengisian baterai secara konvensional :

Tabel 3 Pengisian baterai secara konvensional

No	Waktu (menit)	Tegangan Baterai
1	0	12,00
2	5	12,24
3	10	12,27
4	15	12,30
5	20	12,33



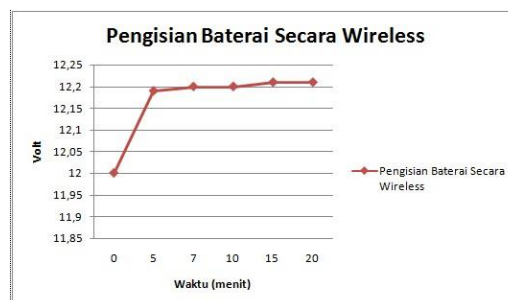
Gambar 4.5 Grafik pengujian Coil terhadap jarak

Dari data di atas dapat diketahui bahwa jarak coil primer dan sekunder mempengaruhi tegangan. Pada jarak 0 - 3 cm mengalami penurunan tegangan yang stabil, jarak 3 - 4 cm mengalami penurunan tegangan yang sangat signifikan, sedangkan pada jarak lebih dari 4 cm tegangan kembali mengalami penurunan tegangan yang stabil. Hal ini disebabkan karena coil sekunder mendapatkan gaya induktansi magnet dengan melihat prinsip arah garis magnet.

4.4.2 Pengujian Secara Wireless

Tabel 4 Pengujian secara wireless

No	Waktu (menit)	Tegangan Baterai
1	0	12,00
2	5	12,19
3	7	12,20
4	10	12,20
5	15	12,21
6	20	12,21



Gambar 4.6 Grafik pengisian baterai secara wireless

5 Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa desain dan implementasi wireless charging diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jarak antara coil mempengaruhi tegangan keluaran, semakin jauh jarak antar coil tegangan semakin berkurang
2. Jarak ideal untuk melakukan pengisian baterai adalah 0 – 3cm
3. Induksi medan magnetik dapat mengirim energi listrik secara *wireless*.
4. Pengisian baterai menggunakan *wireless charging* lebih lama dibandingkan *charger* konvensional.

5.2 Saran

Beberapa saran yang diberikan penulis untuk mengembangkan penelitian ini adalah :

1. Menentukan kembali pada coil yang tepat sebagai median pengirim dan penerima.
2. Diharapkan *wireless charging* selanjutnya mempunyai jarak antara *coil* lebih jauh.
3. Diharapkan ada inovasi baru *wireless charging* sehingga hasilnya akan lebih optimal.
4. Diharapkan komponen yang digunakan bisa lebih baik supaya hasil yang didapat lebih maksimal

Daftar Pustaka

- [1] Rashid, Muhammad H. 2004. *Power Electronics : Power Electronics Circuits, devices, and application 3rd Edition*. New Jersey : Prentice Hall.
- [2] Valone, F, Thomas. 2003. *Tesla's Wireless Energy For the 21st Centur*. ExtraOrdinary Technology Volume 1, Issue 4.
- [3] TOSHIBA, Data Sheet TLP250, www.datasheetcatalog.com
- [4] Ramdhani, Mohamad. *Elektronika 1*. Bandung : Institut Teknologi Telkom.
- [5] Heryanto, Ari dan Adi P, Wisnu. 2008. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535*. Yogyakarta.
- [6] Berri, Herman, dan Nining. 2014 Perancangan sistem transfer energi secara wireless dengan menggunakan teknik resonansi induktif medan elektromagnetik. Lampung.
- [7] Soljac, Marin., André, Kurs., Aristeidis, Karalis., Robert, Moffatt., J, D, Joannopoulos, and Peter, Fisher. 2007. *Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances*. SCIENCE Journal, Vol 317, Cambridge, Massachusetts, United States, pp: 83-86..

