

PERANCANGAN DAN IMPELEMENTASI SISTEM PENGISIAN BATERAI OTOMATIS PADA MOBIL LISTRIK BEBASIS IOT

DESIGN AND IMPLEMENTATION AUTOMATIC CHARGING SYSTEM WITH IOT FOR BATTERY ON ELECTRIC CAR

Irfan Suhendra¹, Angga Rudinar², Muhammad Ary Murtis³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik ELEktro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

irfansuhendra@telkomuniversity.ac.id, anggarusdinar@telkomuniversity.co.id,

arymtri@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi mobil listrik saat ini mengalami banyak kemajuan. Ini disebabkan mobil listrik merupakan salah satu alternatif pada kendaraan masa depan menggunakan energi baterai untuk menggerakannya. Tetapi saat ini banyak terdapat kelemahan mobil listrik khususnya di Indonesia. Salah satunya pengisian daya batrei yang dapat dikatakan belum efektif.

Adapun baterai pada mobil listrik ini terdiri dari 4 baterai 12V yang yang diserikan menajadi 48V dalam proses *charging*. Jenis baterai yang digunakan yaitu Baterai *Sealed Lead Acid* dimana baterai ini merupakan baterai isi ulang elektrolit asam sulfat yang tidak dapat tumpah dikarenakan baterai ini dapat dikoagulasi (mengental). Pada sistem ini digunakan *boost converter* untuk menstabilkan tegangan dari PLN yang akan masuk melalui *charger*. Kemudian pada *monitoring charger*, perlu adanya sistem *Internet of Things* atau singkatan dari IoT untuk mengawasi apakah baterai sudah penuh atau belum. Dan untuk mikrokontroller yang digunakan yaitu ESP32. Selain itu pada sistem IoT ini juga dapat menghitung seberapa keefisienan *charger* setiap pengisiannya. Sehingga pemilik mobil listrik dapat memonitoring pengisian baterai melalui *smartphone* maupun laptop yang terhubung langsung ke internet.

Kata kunci : IoT, *boost converter*, SLA, ESP32

Abstract

The development of electric car technology is currently increasing a lot of progress. This represents an electric car is one alternative to future vehicles using battery energy to move it. But now there are many weaknesses in special electric cars in Indonesia. One of them is battery charging that can be said to be ineffective.

When the battery in this electric car consists of 4 12V batteries, which are equipped with 48V in the charging process. The type of battery used is Battery Sealed Lead Acid where the battery is a sulfuric acid electrolyte rechargeable battery that cannot be stacked because this battery can be coagulated (thickened). In this system a boost converter is used to stabilize the voltage from the PLN that will enter through the charger. Then in monitoring the charger, there needs to be an Internet system Object or an abbreviation of IoT for convenience whether the battery is full or not. And for the microcontroller used is ESP32. In addition to this the IoT system can also calculate the efficiency of the charger for each charging. Related cell phone owners can monitor the battery via a smartphone or laptop connected to the internet.

Keywords: IoT, *boost converter*, SLA, ESP32

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi mobil listrik saat ini mengalami banyak kemajuan. Ini disebabkan mobil listrik merupakan salah satu alternatif kendaraan masa depan dengan menggunakan baterai sebagai energinya. Mobil listrik sangat populer pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20, tetapi kepopularitasannya kembali menurun karena teknologi mesin pembakaran dalam yang semakin maju dan kendaraan bahan bakar bensin yang semakin murah.[1]

Mobil listrik memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan mobil bermesin pembakaran dalam biasa. Diantaranya adalah mobil listrik tidak menghasilkan emisi kendaraan bermotor.

Selain itu mobil listrik juga dapat memberikan dampak yang baik terhadap lingkungan seperti mengurangi polusi udara dan efek rumah kaca.[2]

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem charging otomatis dan pengontrolan pengisian baterai melalui *smartphone*. Sehingga ketika pemilik mobil listrik sedang melakukan pengisian daya pada baterai, pemilik tidak perlu lagi menunggu dan lupa untuk menghentikan pengisian daya tersebut. Karena dengan adanya *Internet of Things* pengisian dapat dikontrol hanya dengan menggunakan *smartphone*. Dan ketika pengisian baterai telah penuh, maka charger akan otomatis melepas dengan sendirinya kemudian informasi dari charger akan terhubung langsung ke *smartphone*.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Baterai Sealed Lead Acid

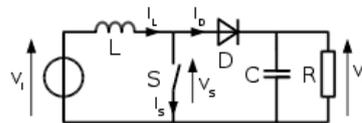
VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) yang sering disebut SLA (*Sealed Lead Acid*) merupakan baterai isi ulang yang memiliki elektrolit asam sulfat dikoagulasi (mengental) sehingga tidak dapat tumpah ketika keadaan baterai dalam posisi terbalik. Baterai jenis ini bersifat tertutup, sehingga penguapan yang dikeluarkan sangat kecil. Maka dari itu baterai ini tidak memerlukan penambahan cairan elektrolit. Proses penguapan pada baterai diatur salah satu komponen pada baterai yang bernama *valve* atau katup [3].

2.2 Rectifier Gelombang Penuh

Penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*) adalah sistem penyearah yang menyearahkan seluruh siklus gelombang sinus menggunakan dua blok dioda yang bekerja secara komplemen. Satu dioda bekerja pada fase siklus positif dan satu dioda bekerja pada fase siklus negatif yang telah dibalik. Oleh karena itu penyearah gelombang penuh identik dengan penggunaan transformator CT (*Center Tap*) yang memiliki dua buah output sinyal AC dengan fase berkebalikan. Rangkaian penyearah dengan output gelombang penuh menghasilkan tegangan DC dengan riak (*ripple*) yang lebih sedikit dibanding penyearah setengah gelombang.

2.3 Boost Converter

Prinsip utama pada penaikan tegangan terletak pada kemampuan induktor sebagai penyimpan energi. Dalam *boost converter*, tegangan *output* akan selalu lebih tinggi dari tegangan input. Gambar 2.3 merupakan cara kerja *boost converter* :

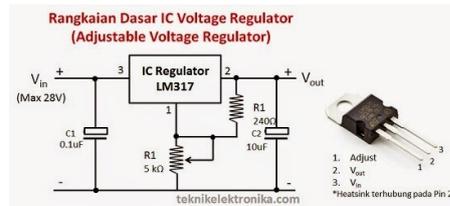


Gambar 2.3 Rangkaian prinsip kerja dasar *boost converter*

Jika saklar ditutup, arus akan mengalir melalui induktor yang searah dengan jarum jam dan kemudian induktor menyimpan energi. Ketika saklar di ON atau saklar S ditutup, maka akan mengakibatkan terjadinya peningkatan arus induktor. Selanjutnya ketika saklar dibuka, arus akan berkurang sebagai impedansi lebih tinggi. Oleh karena itu, perubahan atau pengurangan saat ini akan ditahan oleh induktor. Dengan demikian polaritas akan terbalik, dalam kata lain berarti sisi kiri induktor sekarang dalam keadaan negatif. Kemudian dua sumber akan dalam keadaan seri yang menyebabkan tegangan lebih tinggi dan mengisi kapasitor melalui dioda D. Maka ketika saklar OFF saklar S akan terbuka dan satu-satunya jalan yang ditawarkan untuk arus induktor adalah melalui flyback dioda D, kapasitor C dan beban R.

2.4 Adjustable Voltage Retgulator

IC jenis ini memiliki *range* tegangan output tertentu. Sehingga dapat disesuaikan kebutuhan rangkaian yang dibutuhkan. IC jenis ini juga memiliki dua jenis lagi yaitu Positif *Adjustable Voltage Regulator* dan Negatif *Adjustable Voltage Regulator*. Contoh IC Positif *Adjustable Voltage Regulator* yaitu LM317 yang memiliki *range* tegangan 1,2 volt DC - 37 volt DC sedangkan contoh IC *Negatif Adjustable Voltage Regulator* yaitu LM337 yang memiliki *range* yang sama dengan LM317. IC *Adjustable Regulator* juga dikategorikan sebagai IC *Linear Voltage Regulator*. Dibawah ini merupakan rangkaian dasar IC LM317 beserta bentuk komponennya.



Gambar 2.4.2 Adjustable Voltage Regulator

2.5 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi yang terdapat di dalam chip. Sehingga mikrokontroler ini sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. Pada ESP32 terdapat pin *out* yang dapat dijadikan *input* atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC.

2.6 Relay

Relay adalah saklar elektromagnetik yang menggunakan tegangan DC rendah untuk menghidupkan dan mematikan suatu sistem yang terhubung dengan tegangan DC bertegangan tinggi ataupun tegangan AC. Susunan relay yang paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang digulung pada inti besi. Susunan kontak relay, secara umum terdiri dari :

1. *Normally Open* (NO) : Posisi saklar berada pada keadaan terbuka saat relay dalam keadaan tidak dialiri arus.
2. *Normally Close* (NC) : Posisi saklar berada pada keadaan tertutup saat relay dalam keadaan tidak dialiri arus.

2.7 Sensor Tegangan

Rangkaian sensor untuk mendeteksi perubahan data analog berupa tegangan yang akan diolah oleh ADC pada mikrokontroler menjadi data digital. Kemudian data digital tersebut akan dikirim langsung ke database ThingSpeak dan ditampilkan dalam aplikasi Android. Rangkaian sensor tegangan mengubah nilai tegangan output dari *boost converter* 52V menjadi 3,3V.

2.8 Sensor Arus

Pada tugas akhir digunakan sensor ACS712 dengan pembacaan arus maksimalnya adalah 30A. Gambar III.6 Merupakan sensor ACS712 – 30A :

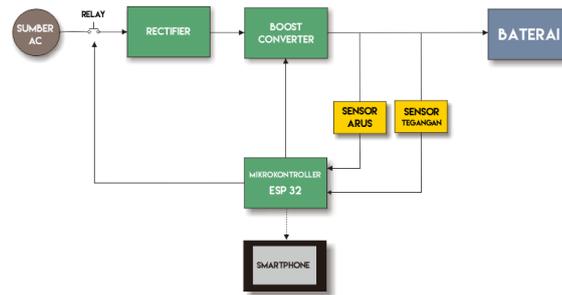


Gambar III.6 Sensor ACS712

3. Perancangan Sistem

3.1. Diagram Blok Sistem

Pada tugas akhir ini dirancang sebuah rangkaian *rectifier* dengan jenis penyearah gelombang penuh sebagai pengubah tegangan AC menjadi tegangan DC pada *charger*. Selain itu dilakukan juga sebuah perancangan sistem dengan metode *boost*. Kemudian untuk memonitor pengisian pada baterai dirancang sebuah sistem IoT untuk mengetahui keadan baterai mobil listrik sudah penuh. Adapun diagram blok rancangan pada tugas akhir ini akan diilustrasikan pada diagram berikut :



Gambar 3.1 Diagram Blok

3.2 Perancangan Rectifier

Perancangan *rectifier* pada sistem *charger* ini menggunakan trafo 1 fasa dengan arus maksimal 2A. Kemudian dirancang penyearah dengan 4 buah dioda untuk merubah sinyal AC menjadi DC. Pada rancangan ini digunakan trafo *step down* untuk menurunkan tegangan dari PLN yang semula 220 Vac menjadi 64 Vac. Kemudian masuk ke dioda untuk disearahkan menjadi tegangan DC yang semula dari tegangan AC pada sumber arus.

Maka perhitungan sesuai dengan persamaan 3.1 adalah:

$$V_L = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$V_m = V_L \sqrt{2} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$V_m = 64 \times \sqrt{2} = 90.51 V_{DC}$$

3.3 Perancangan Boost Converter

Pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem dengan metode *boost* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan input. Adapun *input* pada rangkaian ini adalah 9V yang didapat dari *output* rectifier. Sedangkan keluaran baterai yang diinginkan pada rangkaian *boost converter* adalah 54,6V. Selain itu pada rangkaian ini dipasang kapasitor sebagai filter tegangan input dari *rectifier*.

- Parameter yang digunakan dalam perhitungan :

$$V_{in} = 38,6 \text{ Volt}$$

$$V_{out} = \text{ Volt}$$

$$I_{out} (Max) = 3A$$

$$\eta = 100\%$$

- Mencari nilai arus maksimal pada tegangan keluaran :

$$I_{LOAD(max)} = \frac{2.1A \times V_{IN(min)}}{V_{OUT}}$$

$$= \frac{2.1 \times 38.6}{52}$$

$$= 1,55 \text{ A}$$

- Pemilihan induktor yang didasarkan pada perhitungan 3 parameter yaitu D(max), E.T dan $I_{IND,DC}$
Parameter dengan mencari nilai $D_{(MAX)}$

$$D_{(MAX)} = \frac{V_{OUT} + V_f - V_{IN(MIN)}}{V_{OUT} + V_f - 0,6V}$$

$$= \frac{52 + 0,5 - 38,6}{52 + 0,5 - 0,6}$$

$$= 0,26$$

Nilai V_f didapat dari datasheet LM2577. Jika pada rangkaian memakai dioda Schottky, maka V_f yang dipakai adalah 0,5V. Tetapi jika memakai diode *fast recovery*, maka V_f yang dipakai adalah 0,8V

E.T, merupakan besarnya Tegangan × Waktu pengisian induktor :

$$E.T = \frac{D_{(MAX)} (V_{IN(MIN)} - 0,6V) 10^6}{52000 \text{ Hz}}$$

$$= \frac{0,26 (38,6 - 0,6V) 10^6}{52000 \text{ Hz}}$$

$$= 190$$

$I_{IND,DC}$, merupakan nilai rata-rata arus induktor :

$$\begin{aligned}
 I_{IND,DC} &= \frac{1,05 \times I_{LOAD(MAX)}}{1 - D(MAX)} \\
 &= \frac{1,05 \times 1,55}{1 - 0,26} \\
 &= \frac{1,627}{0,74} \\
 &= 2,19 \text{ A}
 \end{aligned}$$

- Seleksi network (R_C , C_C) dan output kapasitor (C_{OUT})
Mencari nilai maksimum R_C :

$$\begin{aligned}
 R_C &\leq \frac{750 \times I_{LOAD(MAX)} \times V_{OUT}^2}{V_{IN}^2} \\
 &\leq \frac{750 \times 1,55 \times 52^2}{38,6^2} \\
 &\leq 2109,72 \Omega
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai minimal C_{OUT} , terdapat dari persamaan :

$$\begin{aligned}
 C_{OUT} &\geq \frac{0,19 \times L \times R_C \times I_{LOAD(MAX)}}{V_{IN(MIN)} \times V_{OUT}} \\
 &\geq \frac{0,19 \times 470 \times 2200 \times 1,55}{38,6 \times 52} \\
 &\geq 410,22 \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai minimal dari *compentation capacitor* (C_c), terdapat dari persamaan :

$$\begin{aligned}
 C_c &\geq \frac{58,5 \times V_{OUT}^2 \times C_{OUT}}{R_C^2 \times V_{IN(MIN)}} \\
 &\geq \frac{58,5 \times 52^2 \times 0,22}{2200^2 \times 38,6} \\
 &\geq 8,46 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

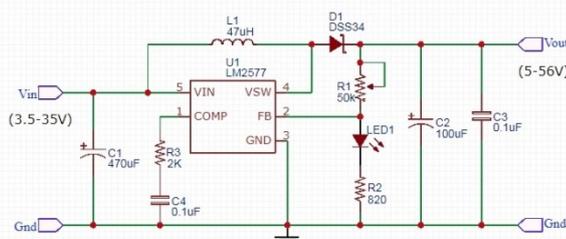
Memilih tegangan *output*, nilai tegangan *output* dapat diperoleh dari perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \frac{R_1}{R_2} &= \frac{V_{OUT}}{1,23V} - 1 \\
 R_2 &= R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{1,23V} - 1 \right) \\
 820 &= R_1 \left(\frac{52}{1,23V} - 1 \right) \\
 R_1 &= \frac{820}{41,27} \\
 R_1 &= 19,86 \Omega
 \end{aligned}$$

- Mencari nilai Ripple Current (I_{RIPPLE}). Perhitungan untuk mencari nilai Ripple sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I_{RIPPLE} &= \frac{I_{LOAD(MAX)} \times D(MAX)}{1 - D(MAX)} \\
 &= \frac{1,55 \times 0,26}{1 - 0,26} \\
 &= 0,54
 \end{aligned}$$

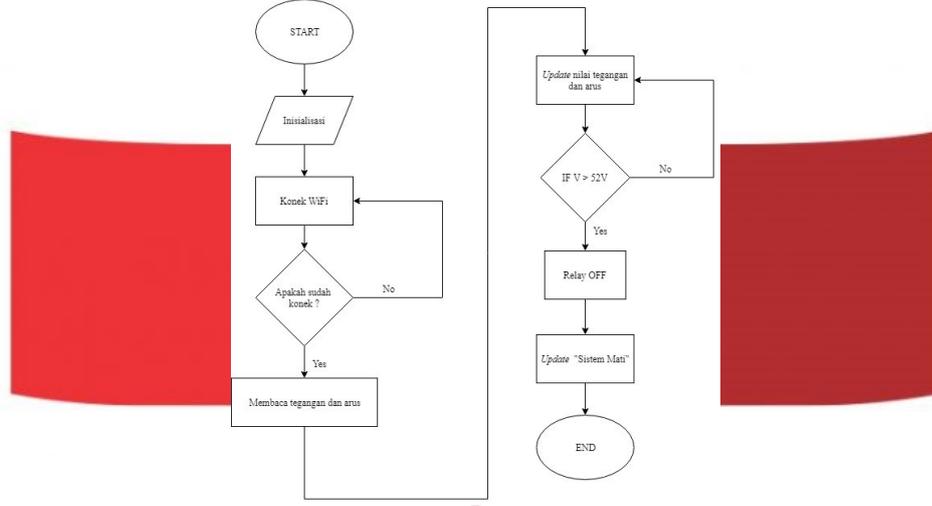
Berikut merupakan rangkaian *boost converter*:



Gambar 3.2 Boost Converter

3.4 Flowchart Program

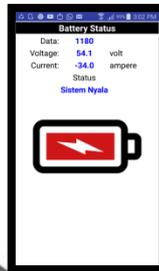
Berikut merupakan flowchat program yang terdapat pada sistem pengisian baterai mobil listrik yang dapat dilihat pada gambar III.8 :



Gambar 3.3 Flowchart Program

3.5 Perancangan Sistem IoT

Agar aplikasi terhubung langsung dengan ThingSpeak, maka terlebih dahulu *smartphone* harus konek ke WiFi. Kemudian setelah data pada ThingSpeak masuk, maka selanjutnya dikirim langsung ke aplikasi android yang telah dibuat. Dan di aplikasi akan ditampilkan tegangan , arus dan data ke berapa yang telah masuk pada program. Ketika tegangan pada sistem >52V maka sistem akan otomatis mati dan informasinya akan langsung *update* pada aplikasi. Selain itu *smartphone* akan memberi *buzzer* berupa pemberitahuan bahwa sistem telah mati. Untuk monitoring pengisian pada sistem, digunakan aplikasi android yang telah diprogram pada MIT Inventor. Gambar 3.4 merupakan desain aplikasi android yang dipakai pada sistem ini :



Gambar 3.4 Tampilan Aplikasi Android *Monitoring Charger*

4. Hasil Percobaan dan Analisis

4.1 Pengujian Tegangan Rectifier

Sumber tegangan input pada tugas akhir ini adalah dari PLN sebesar 220V_{AC} yang kemudian diturunkan menjadi 32V_{AC} menggunakan transformator. Pengukuran nilai tegangan pada transformator ini diukur menggunakan multimeter tipe EXCEL DT-9205A.

Tabel 4.1 Hasil Uji Coba Rectifier

Vin (V)	Vout(V)
12	17
32	43

Dari table 4.1 dapat disimpulkan bahwa tegangan input dari transformator tidak sama dengan output pada rectifier. Ini dikarenakan terdapat *drop* tegangan sebesar 11V yang disebabkan oleh rugi-rugi daya pada rangkaian *rectifier*.

4.2 Pengujian Boost Converter

Pengujian performansi *boost converter* ini dilakukan dengan cara pemberian *input* tegangan pada *boost converter* namun *output* tegangannya tetap atau konstan. Untuk *range input* tegangan pada sistem ini hanya bisa dari tegangan 3,5V – 40V. Pada pengujian ini digunakan trafo yang diubah *output* tegangannya.

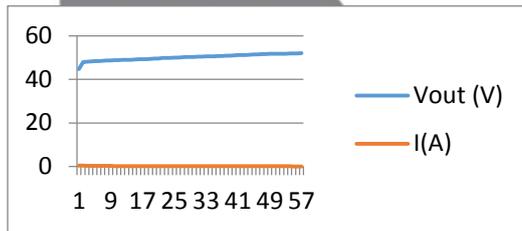
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian *Boost Converter*

Vin (V)	Vout (V)
3.5	52
12	52
18	52
24	52
30	52
35	52
40	52

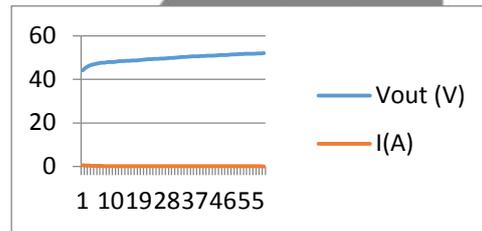
Dapat dilihat pada Tabel 4.2 rangkain *boost converter* pada sistem ini memiliki *output* tegangan yang konstan dengan *input* tegangan yang berubah-ubah.

4.3 Pengujian Sistem Pengisian

Pada tugas akhir ini, penulis dmelakukan pengisian sebanyak dua kali pengisian pada kondisi baterai kosong sampai penuh (40V – 52V). Untuk *discharge* baterai, digunakan motor DC sebanyak 4 buah dengan masing-masing kapasitas motor DC sebesar 24V. Untuk *output* dari sistem digunakan tegangan sebesar 52,2V. Pada pengujian ini diukur dengan multimer dan alat pengukur arus. Dari hasil uji coba terdapat sebuah grafik dari percobaan I dan II



Gambar 4.1 Hasil Percobaan I

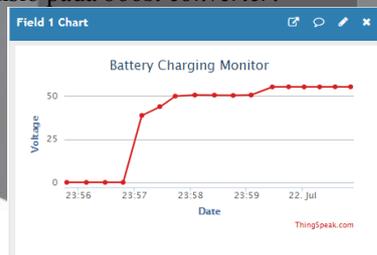


Gambar 4.2 Hasil Percobaan II

Dari percobaan pertama dan kedua dapat dilihat kenaikan signifikan dalam waktu 20 menit sebesar 0,1V. Dan kenaikan tegangan pada baterai pada proses *charging* bergantung pada arus sistem.

4.4 Pengujian Sistem IoT

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pada alat terkirim atau tidak ke *database* melalui jaringan internet. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberi tegangan pada sistem yang diubah tegangnnay melali potensio pada *boost converter*.



Gambar 4.3 Grafik Tegangan ThingSpeak

Dapat dilihat pada grafik tersebut data tegangan yang masuk ke ThingSpeak telah berhasil dan konstan. Untuk delay yang diberi pada saat *update* data yaitu sebesar 20 detik.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan implemetasi dan uji coba pada sistem rangkaian dengan metode *boost converter* dan sistem IoT yang telah direalisasikan, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan antara lain :

1. DC *chooper* dengan metode *boost converter* mampu bekerja dengan baik. Tegangan *input* yang berubah-ubah dapat menstabilkan tegangan *output* yang ke luar dari rangkain *boost converter*.
2. Metode pengisian menggunakan sistem ini sangat efisien untuk usia baterai pada mobil listrik. Karena pada sistem pengisian hanya memberi arus yang kecil yaitu 0,6A maksimal. Hanya saja untuk proses pengisian memerlukan waktu yang sangat lama.
3. Pengisian pada kondisi baterai kosong menjadi *full* bekerja dengan baik. Dalam kata lain arus pada sistem pengisian turun dan tegangan pada pengisian naik. Tegangan rata-rata naik 0,1V setiap 20 menit sekali.
4. Sistem IoT pada perancangan ini berjalan dengan baik. Data yang dikirimkan dari ThingSpeak sesuai dengan Aplikasi Android yang telah dirancang. Untuk delay yang diberi 20 menit. Unntuk pengiriman data yang cepat memerlukan sistem koneksi internet yang baik pula.

5.2 Saran

1. Pemilihan dan perhitungan pada sistem *boost converer* ini harus benar benar diperhatikan sehingga tidak terjadi *over heat* pada IC regulator.
2. Metode pengisian baterai harus sesuai dengan baterai yang digunakan, diharapkan pengisian baterai dapat dikembangkan lagi.
3. Pemilihan mikrokontroler benar-benar diperhatikan agar sesuai dengan kebutuhan di zaman sekarang.
4. Untuk sistem pengisian yang lebih aman pada baterai dapat ditambahkan sistem BMS (*Battery Management System*).

Daftar Pustaka:

- [1] Ahmad, Khumaedi. 2014 Otomatisasi Pengereman Motor DC sebagai Sistem Keamanan Mobil Listrik. Universitas Lampung.
- [2] Boedoyo, Mohammad Sidik. 2008 Penerapan Teknologi Untuk Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca. ISSN 1441-318X
- [3] Prasetyono, Eka.,Fathan, Achmad Haidir Ali., & Windarko Novie Ayub. 2016. Sistem Pengisian Baterai (*Sealed Lead Acid*) SLA Menggunakan InterLeaeved *Buck converter* dengan Kapasitor Berbasis Mikrokontroler. Politkenik Negeri Malang.
- [4] Putra, Bayu Segara. 2015. Desain dan Implementasi Sistem *Monitoring* dan Manajamen Baterai Mobil Listrik. Jurnal Prodi S1 Teknik Elektro Universitas Telkom.
- [5] Tarigan, Bella Sri R. 2017. Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai dari *Solar Cell* Memanfaatkan *Stirling Engine* Berbasis Atmega328. Universitas Sumatra Utara.
- [6] Budiman, Wildan., Hariyanto Nasrun., & Syahrial. 2014. Perancangan dan Realisasi Sistem Pengisian Baterai 12 volt 45 Ah pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro di UPI Bandung. Jurnal Reka Elkomika Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [7] Winhardi. 2013. Desain dan Implementasi Charger Otomatis Untuk Bateri 48 Volt pada Mobil Listrik. Institut Teknologi Telkom Bandung.
- [8] Sadewo Riandanu Aldy. 2017. Perancangan dan Implementasi Pengisian Baterai Lead Acid Menggunakan *Solar Cell* dengan Menggunakan Metode *Three Steps Charging*. Jurnal Prodi S1 Teknik Elektro Universitas Telkom Bandung.
- [9] Umam, Kurniawan Gigih Lutfi. 2018. *Smart* Kandang Ayam Petelur Berbasis *Internet of Trhings* Untuk Mendukung SDGS 2030 (*Sustainable Development Goals*). Jurnal Ilmu Komputer Institut Pertanian Bogor.