

PERANCANGAN OTOMASISASI PENGISIAN BATERAI DENGAN SURBER ENERGI SURYA

Hanggun Syahadad¹⁾, Azriyenni Azhari Zakri²⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, Riau

Email: hangguns@gmail.com; azriyenni@eng.unri.ac.id

ABSTRACT

A charger controller is required in the process of charging batteries that use solar energy through solar panels. The battery charging process can use more than one battery, in this study using two batteries. For this reason, it is necessary to design a battery charging automation device with a solar energy source to facilitate the battery charging process. The charging method is run alternately on two batteries that will be charged based on the preset low voltage sensor. The initial voltage value on the battery is used to calculate the battery's State of Charge (SOC) capacity. In this study, we will observe the filling process of two batteries of 12 Volt Lead Acid types, having a battery capacity of 3.5 Ah and 7.2 Ah with a source of 100 Wp solar panels. An Arduino microcontrollers is invoked as control systems for reading voltage and current sensors as detectors during battery charging. The test results obtained that the first battery is filled with 12.3 Volt for battery voltage at 69.4% SOC reading, then 12.82 Volt second battery with 84.9% SOC reader. The duration of the first battery charging is for 90 minutes with an average current value of 0.7 Ampere at 100% battery of SOC. The second battery starts charging after the battery is full when the relay has moved automatically to charge the second battery. The duration of second battery is charging for 60 minutes with an average current of 0.17 Ampere at 94% SOC. All measurement results, during the test are run directly recorded by the data logger and stored on the SD Card.

Keywords: Arduino, Control Charge, Data Logger, Current Sensor, Voltage Sensor

PENDAHULUAN

Panel surya sering digunakan oleh kebanyakan orang sebagai sumber energi cadangan namun tidak jarang didaerah terpencil menggunakan panel surya sebagai energi utamanya. Energi listrik dari panel surya tidak semuanya langsung digunakan pada peralatan elektronik tetapi sebagian dapat disimpan dalam sebuah baterai agar dapat digunakan ketika malam hari atau pada saat dibutuhkan.

Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan energi, akan tetapi baterai tidak dapat menyuplai energi secara terus menerus. Ini dikarenakan daya yang dapat dihasilkan baterai terbatas. Untuk mengatasi permasalahan ini maka dibutuhkan sumber yang dapat mengisi baterai agar daya baterai terisi kembali (Wahyudi Putra, 2017).

Permasalahan yang terjadi adalah disaat sedang tidak menggunakan energi listrik namun disaat yang sama panel surya mampu menghasilkan listrik apalagi jika panel surya yang digunakan mempunyai kapasitas yang besar maka dibutuhkan suatu sistem pengisian baterai agar energi dapat tersimpan secara maksimal.

Untuk mengetahui kinerja dari baterai maka perlu dilakukan estimasi parameter kapasitas baterai untuk mencegah baterai mengalami *overcharging*. Sensor digunakan untuk mengawasi baterai bekerja secara optimal serta memberikan informasi kapasitas baterai. *State of charge* (SOC) merupakan parameter penting sebagai acuan untuk membangun sistem pengontrolan pengisian baterai.

Berkaitan dengan hal itu pada penelitian ini akan dirancang suatu alat pengisian baterai secara otomatis menggunakan sumber energi surya. Alat

ini mampu mengisi beberapa baterai berdasarkan level tegangan yang paling rendah hasil dari monitoring baterai, kemudian nilai tersebut digunakan untuk estimasi SOC baterai, sehingga jika salah satu baterai penuh (SOC=100%) maka pengisian berhenti dan akan mengisi baterai berikutnya yang level tegangannya rendah. Mikrokontroler arduino menjadi penyimpan logika perintah untuk memutus dan menghubungkan relai berdasarkan estimasi SOC.

Sistem monitoring baterai yang dirancang dapat menampilkan pengukuran arus, tegangan dan SOC baterai selama pengisian melalui LCD serta data dapat disimpan di SD card menggunakan modul Data Logger Shield.

Baterai Lead Acid

Baterai *lead acid* mulai ditemukan pada tahun 1859 oleh Gaston Plante. Baterai ini memiliki kemampuan untuk memasok arus yang tinggi dan harga yang relatif murah dibanding baterai dengan teknologi terbaru, sehingga baterai *lead acid* pada awalnya banyak digunakan untuk kendaraan bermotor yang memerlukan arus tinggi. Pada saat ini teknologi untuk baterai tipe *lead acid* berkembang dengan berbagai jenis salah satunya *Absorbed glass mat (AGM)* dan *Valve regulated lead acid (VRLA)*.

Struktur utama penyusun baterai *Lead Acid* sama dengan baterai pada umumnya yang terdiri dari katoda sebagai elektroda positif dan anoda sebagai elektroda negatif dan elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar muatan. Plat yang digunakan pada baterai *lead acid* adalah *Sponge lead (Pb)* sebagai plat negatif dan *lead oxide (PbO₂)* sebagai plat positif. Proses *charging* dan *discharging* pada baterai *lead acid* terjadi melalui adanya perpindahan elektron diantara elektroda positif dan negatif melalui elektrolit (Anggita Bayu, 2017).

Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai merupakan kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah). Setiap sel memiliki tegangan sebesar 2 Volt, jika dipakai terus menerus maka tegangan akan terus turun dan kapasitas efektif sudah terpakai semuanya bila tegangan sel telah menyentuh 1,75 Volt (Roal, 2015).

$$Ah = \text{Kuat Arus (ampere)} \times \text{waktu (hours)} \quad (1)$$

Dimana :

Ah = kapasitas baterai aki

I = kuat arus (ampere)

T = waktu (jam/detik)

State of charge (SOC)

State of Charge diartikan sebagai sisa kapasitas di dalam sel baterai terhadap total kapasitas baterai dalam bentuk persentase. *State of Charge* merupakan parameter yang sangat penting pada performa baterai karena pada bagian dalam baterai tidak dapat diakses sehingga SOC tidak dapat diukur secara langsung. Salah satu cara yang dapat dilakukan dengan mengestimasi pengukuran variasi pada baterai, seperti tegangan dan arus. Informasi SOC yang akurat sangat diperlukan sebagai gambaran dari performa baterai dan acuan untuk sistem manajemen baterai (Anggita Bayu, 2017).

Arduino

Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328, mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input analog*, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol *reset*. Bentuk fisik dari Arduino Uno R3 *board* ditunjukkan pada Gambar 1. Semua 14 pin digital pada Arduino Uno *board* dapat digunakan sebagai *input* dan *output* dan beroperasi pada tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* (Djatomiko, 2017).



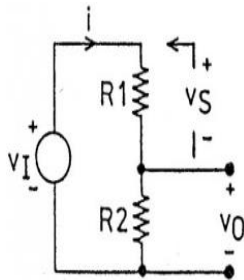
Gambar 1. Arduino Uno Board

Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah suatu alat yang mengukur tegangan pada alat elektronik. Sensor tegangan umumnya berupa sebuah rangkaian pembagi tegangan. Dengan menggunakan perhitungan :

$$V_o = V_i \left(\frac{R_2}{R_2 + R_1} \right) \quad (2)$$

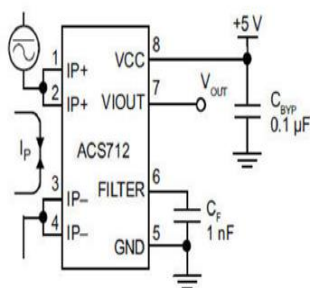
Tegangan pada baterai akan di konversikan ke dalam tegangan yang dapat di baca mikrokontroler yaitu 0 – 5 volt. Lalu tegangan diterjemahkan menjadi satuan digital melalui mikrokontroler agar dapat kita atur lebih lanjut (Riandanu Aldy Sadewo, 2017)



Gambar 2. Sensor Tegangan

Sensor Arus

ACS712 merupakan suatu IC terpaket yang mana berguna sebagai sensor arus menggantikan transformator arus yang relatif besar dalam hal ukuran. Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor efek *hall* lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik disekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. Nilai variabel dari sensor ini merupakan input untuk mikrokontroler yang kemudian diolah (Riandanu Aldy Sadewo, 2017).



Gambar 3. Sensor Arus

Tegangan Open Circuit

Metode Tegangan *Open Circuit* digunakan untuk melakukan estimasi SOC dari hubungan linier tegangan terhadap SOC dari baterai. Metode ini merupakan metode yang akurat dan sederhana, hanya saja pengukuran SOC dapat dilakukan setelah proses difusi dalam baterai selesai. Metode ini mengacu pada *datasheet* dimana tegangan maksimal baterai mernggambarkan SOC 100% dan tegangan *cut-off* menggambarkan SOC 0% (Anggita Bayu, 2017).

Coulomb Counting

Coulomb Counting adalah metode yang sering digunakan sebagai teknologi untuk estimasi SOC. SOC sebagai rasio kapasitas yang tersedia. Untuk sisa kapasitas baterai dapat dihitung dengan menghitung laju aliran arus pengisian baterai dan mengintegrasikannya dari waktu ke waktu (Ines Baccouche, 2017).

$$SOC = SOC_0 + \frac{\int_{t_0}^{t_0+\tau} I_{bat} \Delta \tau}{Q_{rated}} \times 100 \quad (3)$$

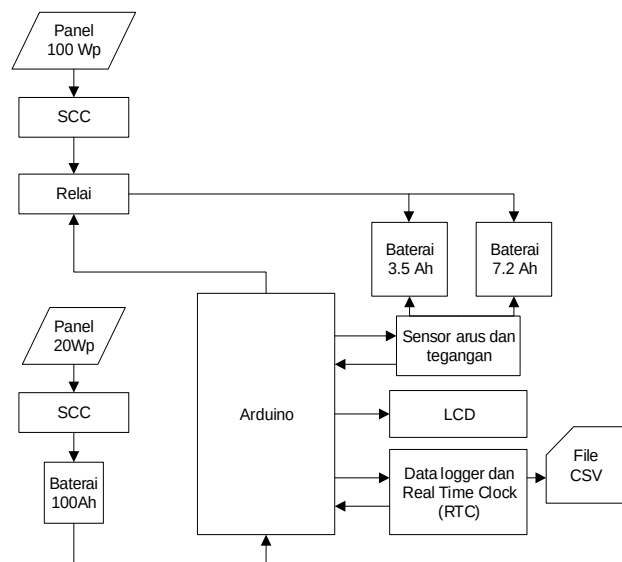
Dimna :

Q = Kapasitas nominal baterai
 SOC_0 = SOC awal sebelum terjadi proses pengisian

I = Besar arus listrik yang masuk atau keluar dari baterai

BAHAN DAN METODE

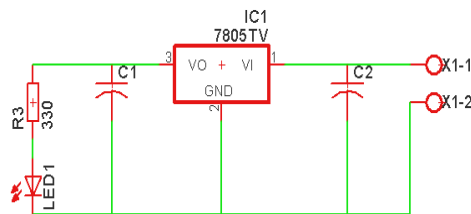
Perancangan sistem otomatisasi pengisian baterai dengan sumber energi surya yang akan dibuat dipresentasikan sesuai dengan blok diagram dan berdasarkan spesifikasi alat sebagai berikut :



Gambar 4. Blok Diagram Perancangan

Pada Gambar 4 dijelaskan bahwa pada perancangan alat pengisian baterai dengan energi surya digunakan sebuah mikrokontroler arduino sebagai pengendali. Mikrokontroler arduino mendapatkan suplai dari rangkaian catu daya. Rangkaian catu daya berfungsi sebagai rangkaian pengatur tegangan agar tegangan yang keluar dari

rangkaian ini tetap, meski nilai masukannya lebih besar dari nilai yang diinginkan. Pada rancangan ini digunakan LM7805 dengan tegangan masukan antara 8V-18V sesuai *datasheet* nya yang memiliki keluaran konstan bernilai 5V sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh mikrokontroler, sensor dan LCD.



Gambar 5. Rangkaian Catu Daya

Sensor arus dan sensor tegangan digunakan sebagai monitoring baterai saat pengisian. Sensor arus menggunakan ACS712 20A yang dilengkapi dengan ADS1115 untuk menambah nilai presisi pengukuran arus ketika pengisian berlangsung. Sensor tegangan yang digunakan adalah rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan resistor 1k dan 12k untuk membaca tegangan baterai agar nilai yang terbaca tidak lebih dari tegangan maksimal.

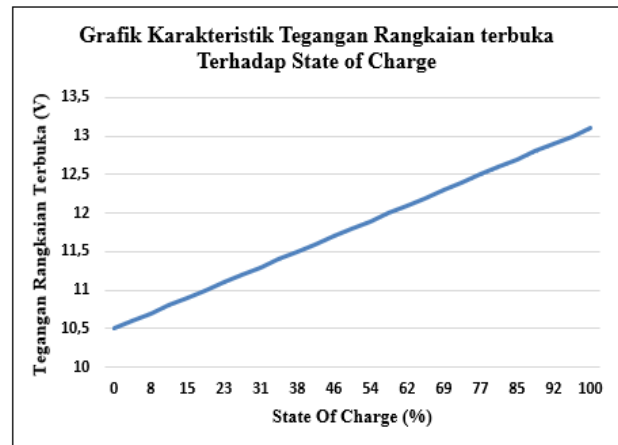
Untuk proses pengisian baterai dibutuhkan sebuah relai. Relai yang digunakan adalah relai DC 5V yang mampu menggerakkan armature relai untuk menghantarkan listrik maksimal 30V 10 A. Proses pengisian baterai terjadi berdasarkan nilai SOC baterai dimana pin pada mikrokontroler arduino akan berlogika *high* atau *low* yang memberi perintah pada transistor C485, sehingga transistor berfungsi sebagai saklar yang akan mengaktifkan dan menonaktifkan *coil relai*.

Data *logger shield* digunakan untuk menentukan waktu pengukuran dan menyimpan data pengukuran kedalam sebuah SD Card. LCD 20x4 memiliki fungsi sebagai media penampil dari nilai pembacaan tegangan dan arus masing-masing baterai.

Setelah memilih komponen-komponen utama diatas maka tugas selanjutnya adalah merangkai komponen tersebut menjadi sebuah perangkat yang sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Tahapan selanjutnya adalah perancangan *software* untuk mikrokontroler arduino dan langkah berikutnya melakukan pengujian alat apakah alat bekerja dengan baik kemudian melakukan kalibrasi alat agar memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan terakhir merangkai alat dengan solar panel.

Metode Perhitungan Pengisian Baterai

Metode rangkaian terbuka atau pengujian hubungan tegangan *Open Circuit* dilakukan dengan cara *discharge* baterai dari 13.1 volt dalam keadaan penuh hingga 10.5 volt dalam kondisi kosong. Sehingga didapat grafik hubungan linier antara SOC terhadap tegangan *open circuit* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Karakteristik Tegangan *Open Circuit* Terhadap *State of Charge*

Titik referensi diperlukan untuk membandingkan hasil SOC. Diketahui bahwa V_{OC} memiliki hubungan linier dengan SOC. Hal ini menyatakan bahwa SOC dari baterai sebanding dengan tegangan baterai saat tanpa beban (V_{OC}) sehingga algoritma dapat dilakukan implementasi pada sistem. Maka didapat persamaan kurva linier sebagai berikut :

$$SOC_0 = 38,46V_{OC} - 403,85 \quad (4)$$

Persamaan diatas digunakan untuk menghitung nilai SOC awal baterai. Dengan mengintegrasikan arus listrik yang mengalir ke baterai dari waktu ke waktu maka didapat muatan listrik total yang masuk ke baterai. Untuk menghitung nilai SOC baterai selama mengalami pengisian menggunakan persamaan (3) dimana arus yang mengalir ke baterai akan dijumlahkan terus persatuan waktu (detik) sampai baterai terisi penuh (SOC = 100%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan perancangan maka tahap selanjutnya adalah pengujian. Pengujian dilakukan pada rangkaian yang telah dibuat untuk mengetahui

sejauh mana kinerja alat dan untuk mengetahui kekurangan dari alat yang dirancang.

Pengujian Rangkaian Sensor

Pengujian rangkaian sensor ini dilakukan untuk melihat apakah tingkat akurasi alat baik dengan melihat berdasarkan galat. Table 1 dan 2 merupakan hasil pengujian sensor tegangan dan arus. Berdasarkan hasil perhitungan galat, sensor bekerja dengan baik karena memiliki galat yang relatif kecil.

Table 1.Hasil Pengujian Sensor Tegangan
Sensor Tegangan

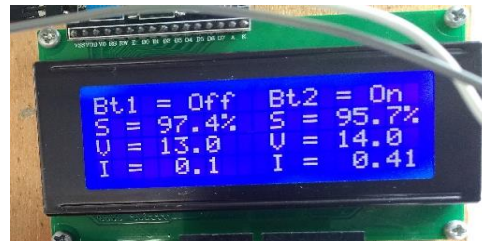
Multimeter (volt)	Sensor (volt)	Galat
13	13,03	0,0023
12	12,02	0,0016
11	10,98	0,002
10	9,95	0,005

Table 2. Hasil Pengujian Sensor Arus
Sensor Arus

Multimeter (Ampere)	Sensor (Ampere)	Galat
0,5	0,49	0,02
1	0,98	0,02
2,5	2,48	0,008
4	3,98	0,005

Pengujian LCD

Rangkaian LCD merupakan perangkat yang berfungsi untuk menampilkan data sesuai dengan perancangan suatu sistem. LCD yang digunakan pada penelitian ini berukuran 20x4 dengan penambahan I2C LCD untuk mengurangi jumlah pin yang digunakan untuk menghubungkan ke arduino. Gambar 7 merupakan hasil dari pengujian rangkaian LCD , dimana pada layar LCD menampilkan hasil monitoring baterai selama pengisian. Indikator yang ditampilkan adalah tegangan, arus,dan SOC masing masing baterai serta memberi informasi baterai yang sedang *charging*.



Gambar 7. Hasil Pengujian LCD

Hasil Perancangan Alat Otomatis

Setelah semua rangkaian bekerja dengan baik maka dilakukan pengujian alat pengisi baterai dengan sumber energi surya. Pengujian keseluruhan sistem dilakukan setelah semua rangkaian dan perangkat lunak diintegrasikan menjadi satu sistem. Pengujian ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa perancangan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengisi baterai 12V 3,5 Ah dan 7,2 Ah menggunakan panel surya 100 Wp. Proses pengujian alat dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Saat Pengisian Baterai

Setiap hasil pengujian direkam menggunakan data logger secara otomatis yang disimpan di dalam SD card. Table 3 merupakan data pengujian yang direkam oleh Data *Logger* selama 20 detik. Jika baterai bernilai 1 maka baterai dalam kondisi mengisi dan 0 dalam kondisi tidak mengisi. Kondisi awal tegangan baterai satu 12,3 sedangkan baterai kedua 12,82 sehingga sensor tegangan mulai membaca tegangan yang paling rendah kemudian hasil pembacaan diolah di mikrokontroler dan mikrokontroler memberi perintah ke relai untuk mengisi baterai satu. Baterai kedua terhubung setelah baterai satu penuh ditandai dengan SOC_{bat1} = 100 %. Saat relai satu putus, SOC_{bat1} seketika naik

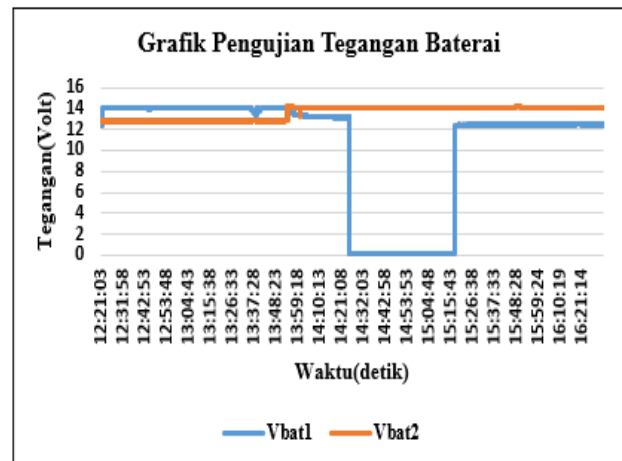
namun setelah beberapa menit akan normal kembali. Baterai satu kemudian di lepas diganti baterai baru yang mempunyai tegangan 12,43 V yang akan di isi kembali setelah baterai kedua penuh.

Table 3. Hasil Pengujian Pengisian Baterai yang direkam oleh *Data logger shield*

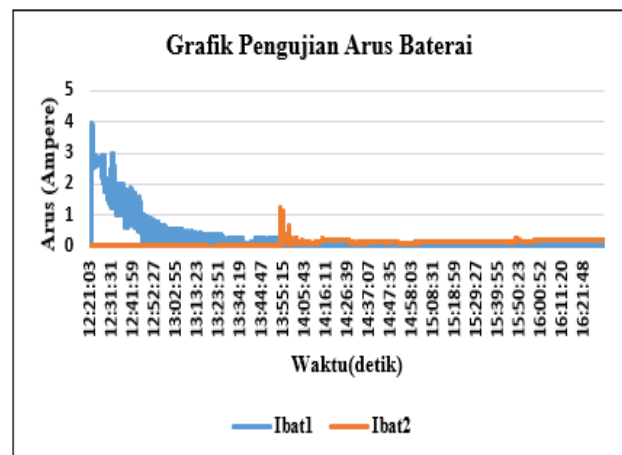
Time	Bat1	V1	I1	SOC1	Bat2	V2	I2	SOC2
12:21:03	0	12.3	0.01	69.39	0	12.82	0	89.12
12:21:04	1	12.3	0.01	69.39	0	12.82	0	89.12
12:21:05	1	12.31	0.02	69.39	0	12.82	0.03	89.12
12:21:06	1	12.31	0.02	69.39	0	12.82	0.02	89.12
12:21:07	1	12.31	0.04	69.39	0	12.82	0.02	89.12
12:21:08	1	12.3	0.04	69.39	0	12.82	0.02	89.12
12:21:09	1	12.3	0.04	69.39	0	12.82	0.02	89.12
12:21:10	1	12.3	0.04	69.39	0	12.82	0.01	89.12
12:21:11	1	12.32	0.04	69.39	0	12.82	0.02	89.12
12:21:12	1	12.31	0.04	69.39	0	12.82	0.02	89.12
12:21:13	1	12.3	0.04	69.39	0	12.82	0.01	89.12
12:21:14	1	12.3	0.04	69.39	0	12.82	0.01	89.12
12:21:15	1	12.3	0.04	69.39	0	12.82	0.02	89.12
12:21:16	1	12.3	0.04	69.39	0	12.82	0.01	89.12
12:21:17	1	12.3	0.04	69.39	0	12.82	0.01	89.12
12:21:18	1	12.3	0.05	69.39	0	12.82	0.01	89.12
12:21:19	1	12.3	0.05	69.39	0	12.82	0.01	89.12
12:21:20	1	12.3	0.05	69.39	0	12.82	0.01	89.12
12:21:21	1	12.3	0.05	69.39	0	12.82	0.01	89.12
12:21:22	1	12.3	0.05	69.39	0	12.82	0.01	89.12

Pengisian baterai berlangsung selama 4 jam dimana baterai yang diisi terlebih dahulu adalah baterai satu karena memiliki tegangan yang lebih rendah dari baterai kedua.

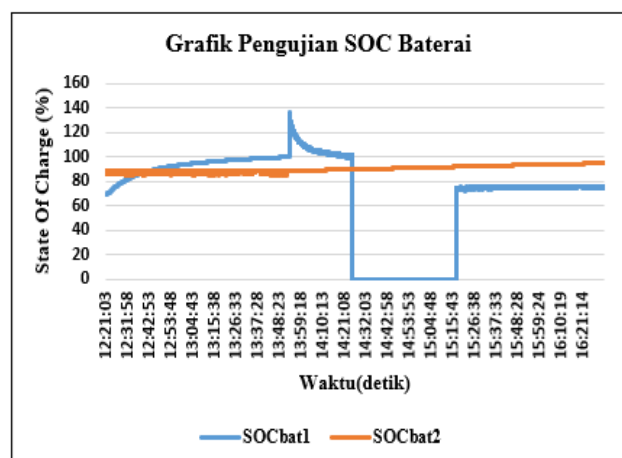
Lama pengisian baterai satu adalah 90 menit dengan rata-rata arus 0,7 A sampai nilai SOC baterai 100%. Baterai kedua mulai mengisi setelah baterai satu penuh dimana relai berpindah secara otomatis mengisi baterai kedua dengan durasi 150 menit dan arus pengisian rata-rata 0,17A sampai SOC baterai 94%. Berikut adalah grafik hasil pengujian saat pengisian berlangsung.



Gambar 9. Grafik Pengujian Tegangan Baterai Saat Pengisian



Gambar 10. Grafik Pengujian Arus Baterai Saat Pengisian



Gambar 11. Grafik Pengujian SOC Baterai Saat Pengisian

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa sistem pengisian baterai dengan alat pengisi baterai otomatis yang telah dibuat mampu mengisi baterai yang berkapasitas 3,5 Ah dan 7,2 Ah secara bergantian berdasarkan level tegangan baterai. Perhitungan *coulomb counting* berguna untuk estimasi nilai SOC baterai selama pengisian berlangsung, dengan menjumlahkan setiap arus yang masuk sampai kapasitas baterai penuh atau SOC baterai 100%. Nilai SOC baterai sangat penting sebagai pemberi informasi ke mikrokontroler untuk memberi perintah ke relai memutus pengisian jika baterai penuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Baccouche, I. dkk .2017. Implementation of an Improved Coulomb-Counting Algorithm Based on a Piecewise SOC-OCV Relationship for SOC Estimation of Li-Ion Battery. International journal of renewable energy research.
- Bayu, A., Dudi, D. and Ahmad,Q. 2017. Perancangan Dan Implementasi Alat Ukur State Of Charge Sistem Pengawasan Pada Baterai Lead Acid Menggunakan Metode Open Circuit Voltage. e-Proceeding of Engineering, 4(1), pp.752-760.
- Djarmiko, W. 2017. Prototipe Resistansi Meter Digital. Seminar Nasional Sains dan Teknologi, pp.1-8.
- Putra,W.,Bachtiar,K.I. and Suhendra,T.(2017). Perancangan Battery Charge Control Unit (Bccu) Untuk Aplikasi Solar Home System (SHS). Teknik Elektro UMRAH, pp.1-10.
- Roal, Mario. 2015. Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS. Jurnal ELKHA, 7(2), pp.12-19.
- Sadewo, A. R., kurniawan,E. and Adam,B.K .2017. Perancangan Dan Implementasi Pengisian Baterai Lead Acid Menggunakan Solar Cell engan Menggunakan Metode Three Steps Charging.eProceedingofEngineering,4(1),pp .26-3