

Rancang Bangun Solar Charge Control Untuk PLTS Di Desa Citarate Kecamatan Cilograng

Aliffan Ghino Satrio

Teknik Elektro

Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jl. Sholeh Iskandar Km. 2, Kedungbadak, Kota

Bogor 16162 Jawa Barat, Indonesia

email : aliffan.gs@gmail.com

Joki Irawan

Teknik Elektro

Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jl. Sholeh Iskandar Km. 2, Kedungbadak, Kota

Bogor 16162 Jawa Barat, Indonesia

email : joki.irawan@uika-bogor.ac.id

Abstract – Rancang bangun *solar charge control* di desa citarate kecamatan cilograng dengan tujuan penelitian, yaitu perangkaian dan pengukuran panel surya yang dirangkai secara seri, perolehan bentuk fisis *solar charge control*, pemrograman *solar charge control* berbasis mikrokontroler arduino uno dan, pengukuran kinerja alat *solar charge control*. Perolehan hasil dan analisa, yaitu bentuk alat *solar charge control* dengan baterai 80 volt DC, pengujian baterai 80 volt DC dengan resistor keramik sebagai beban. Tahapan pada pemrograman berbasis arduino IDE dilakukan melalui penentuan algoritma program, penulisan sintaks, kompilasi dan pengunggahan struktur sintaks ke modul arduino uno. Pengukuran kinerja *solar charge control* dengan tegangan solar panel, pemrograman mikrokontroler berbasis arduino uno menggunakan *software* arduino IDE untuk pengontrol sistem kerja alat. Pengawatan komponen elektronika pada alat *solar charge control*. Kinerja pada sistem *solar charge control* diukur berdasarkan proses uji yang diamati melalui beberapa tahapan, yaitu pengukuran tegangan baterai tertampil secara aktual pada *liquid crystal display*, pengukuran kondisi tegangan baterai.

Keywords: *panel surya, solar charge control, arduino uno, dan mikrokontroler.*

Abstract – *The design and construction of solar charge control in Citarate village, Cilograng sub-district with research objectives, namely assembling and measuring solar panels arranged in series, obtaining the physical form of solar charge control, programming solar charge control based on the Arduino Uno microcontroller and, measuring the performance of solar charge control tools . Obtaining results and analysis, namely the form of a solar charge control tool with an 80 volt DC battery, testing an 80 volt DC battery with a ceramic resistor as a load. The stages in programming based on the Arduino IDE are carried out through determining the program algorithm, writing syntax, compiling and uploading the syntax structure to the Arduino Uno module. Measuring the performance of solar charge control with solar panel voltage, microcontroller programming based on Arduino Uno using Arduino IDE software to control the working system of the tool. Wiring of electronic components on solar charge control devices. The performance of the solar charge control system is measured based on the test process which is observed through several stages, namely measuring the actual displayed battery voltage on the*

liquid crystal display, measuring the condition of the battery voltage.

Keywords: *solar panel, solar charge control, arduino uno, and microcontroller.*

I. LATAR BELAKANG

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia [1]. Kebutuhan akan energi listrik tidak dapat dipisahkan lagi dalam semua aspek kehidupan [2]. Sebagian besar sumber pembangkit listrik berasal dari bahan bakar fosil sebagai sumber utama dalam proses pembangkitan listrik, bisa diatasi dengan energi alternatif [3]. Energi yang bersumber dari cahaya matahari yang ketersediaannya tidak terbatas [4]. Pembangkit listrik tenaga surya adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan matahari menjadi energi listrik sehingga menjadi suatu pembangkit terbarukan, lebih efisien, dan dapat memenuhi kebutuhan akan listrik yang ramah lingkungan [5].

Pemanfaatan panel surya merupakan solusi yang tepat. Pemanfaatan panel surya untuk keperluan rumah tangga seperti pompa dan lainnya [6]. Begitu pula yang dimanfaatkan oleh masyarakat desa citarate kecamatan cilograng yang memiliki potensi besar dalam mengubah energi matahari menjadi energi listrik karena letak pantai sangat terbuka sehingga dapat menerima sinar matahari yang berkesinambungan sepanjang tahunnya [7]

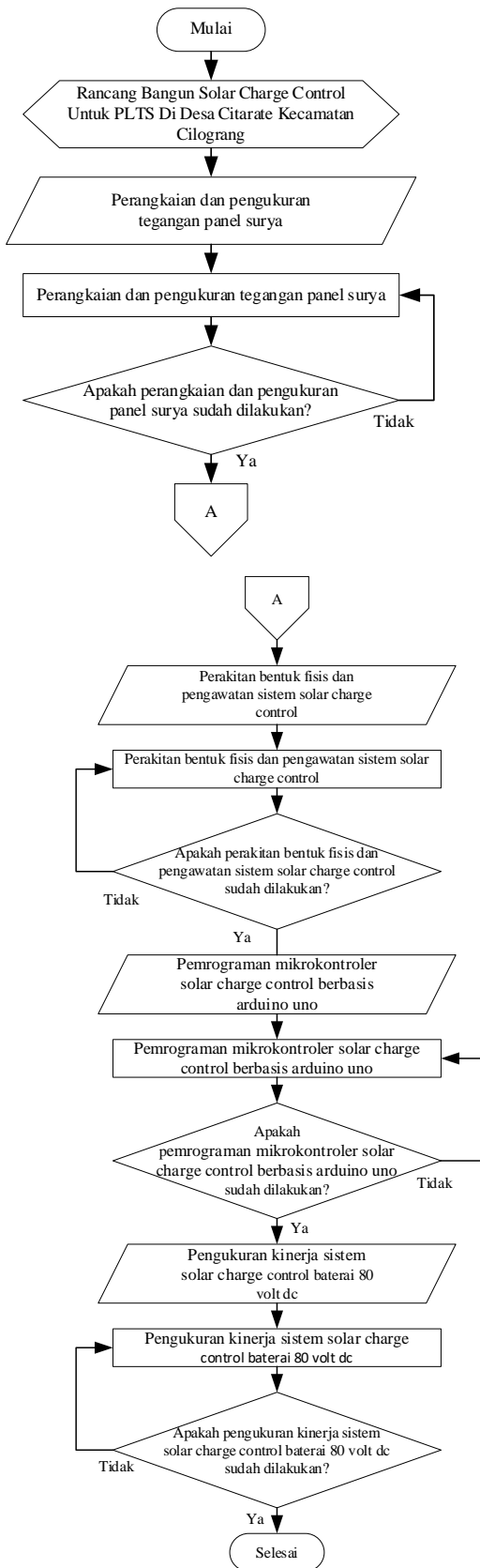
Energi listrik yang dihasilkan tidak semuanya langsung digunakan pada peralatan elektronik tetapi sebagian tersimpan dalam sebuah baterai [8]. Untuk mencegah kerusakan baterai, dibutuhkan sebuah alat pengendali yang berfungsi untuk menghentikan proses pengisian ketika baterai terisi penuh dan mengisi kembali ketika baterai hampir kosong [9].

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan langkah-langkah untuk pencapaian pada penelitian

A. *Diagram Alir Metode Penelitian*

Diagram alir metode penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

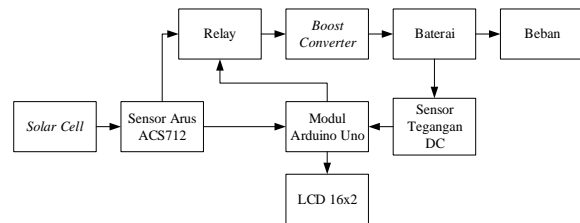


Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

Berdasarkan Gambar 1. Diagram alir metode penelitian dapat dijelaskan, bahwa metode penelitian berisi (i) perangkaian dan pengukuran panel surya, (ii) perakitan bentuk fisis dan pengawatan sistem *solar charge control*, (iii) pemrograman mikrokontroler *solar charge control* berbasis arduino uno dan, (iv) pengukuran kinerja *solar charge control* baterai 80 volt DC.

B. *Diagram Blok Alat*

Perancangan alat dibuat dalam bentuk blok diagram. Hal ini bertujuan unruk memudahkan dalam proses perancangan sistem. Setiap blok rangkaian atau sub sistem mempunyai fungsi masing-masing dan dapat beroperasi sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Diagram blok alat dapat dilihat pada gambar 2.

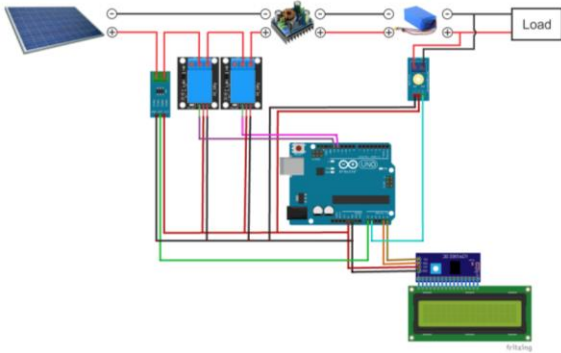


Gambar 2. Diagram blok alat

Berdasarkan Gambar 2. Diagram blok alat dapat dijelaskan, bahwa pengintegrasian dari sejumlah komponen elektronika, rangkaian elektronika, dan subsistem pendukung didasarkan pada tujuan dan metode penelitian. Panel surya sebagai sumber tegangan listrik untuk pengisian baterai, tegangan panel surya akan dinaikkan digunakan *boost converter*. Sensor arus digunakan untuk monitoring arus. Relay terpasang berfungsi untuk menyambung dan memutus arus dari panel surya. *Liquid crystal display* terpasang berfungsi untuk menampilkan nilai tegangan baterai, pengukuran nilai tegangan dilakukan dengan *input port analog to digital converter*.

C. *Pengawatan Sistem Solar Charge Control*

Komponen elektronika terpasang pada sistem alat, pengawatan sistem alat, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

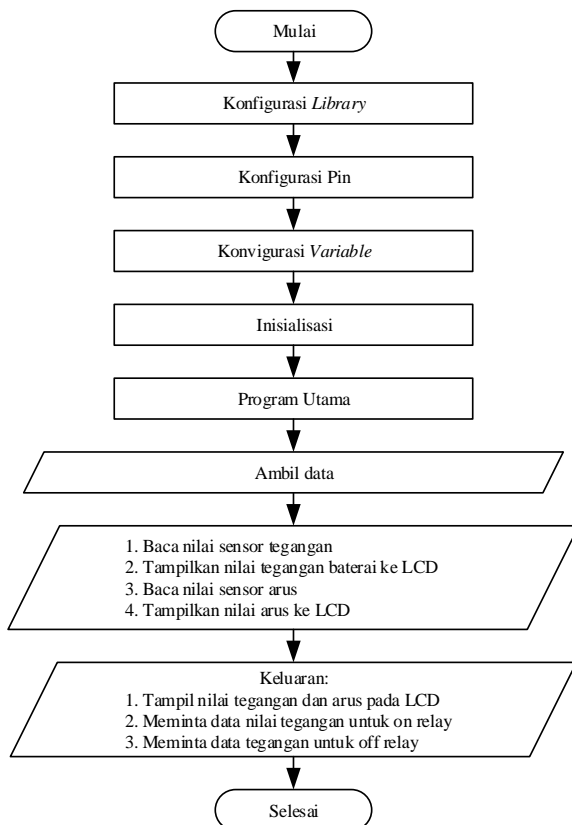


Gambar 3. Pengawatan *solar charge control*

Berdasarkan Gambar 3. Pengawatan *solar charge control* dapat dijelaskan, bahwa panel surya sebagai sumber tegangan listrik untuk pengisian baterai, tegangan panel surya akan dinaikkan dengan digunakan *boost converter*. Sensor arus digunakan untuk monitoring arus. Relay terpasang berfungsi untuk menyambung dan memutus arus dari panel surya ketika tegangan baterai, perintah dikirim dari mikrokontroler yang telah diisi program berupa perintah. *Liquid crystal display* terpasang berfungsi untuk menampilkan nilai tegangan baterai.

D. Pemrograman Mikrokontroler Arduino Uno

Penentuan algoritma dan sintaks pemrograman mikrokontroler dengan *software* arduino IDE sebagai inti pengoperasian modul mikrokontroler arduino uno. Tampilan penentuan algoritma dalam bentuk diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan algoritma berbentuk diagram alir

Berdasarkan program sistem *solar charge control* dapat dijelaskan, bahwa pemrograman pada mikrokontroler dilakukan sesuai konsep pada sistem, kontrol relay, sensor arus dan tegangan akan ditampilkan ke *liquid crystal display*.

E. Resistor Keramik Sebagai Beban

Resistor keramik digunakan pada penelitian sebagai beban bertujuan untuk mengurangi kapasitas tegangan baterai sebelum uji pengisian baterai. Pengujian dilakukan menggunakan varian resistor 5 watt 10 ohm dan 5 watt 180 ohm. Resistor dirangkai secara seri, perolehan jumlah resistor yang digunakan dapat ditentukan menggunakan rumus:

1) 5 watt 10 ohm

$$V = 80 \text{ volt}, P = 5 \text{ watt}, R = 10 \text{ ohm}$$

Nilai arus dengan resistor 10 ohm :

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{80}{10} = 8 \text{ ampere}$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$5 = I^2 \cdot 10$$

$$I^2 = 5/10$$

$$I = \sqrt{0.5}$$

$$I = 0,70 \text{ ampere}$$

Nilai resistansi:

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{80}{0,70} = 114,2 \text{ ohm}$$

Jumlah resistor:

$$114,2 = n \cdot R$$

$$114 = n \cdot 10 \text{ ohm}$$

$$n = 11,4$$

Dari langkah perhitungan untuk mencari jumlah resistor varian 5 watt 10 ohm diperoleh nilai 11,4. Maka jumlah resistor yang digunakan 11 resistor dirangkai seri dan jumlah keseluruhan nilai resistor 55 watt 110 ohm.

2) 5 watt 180 ohm

$V = 80$ volt, $P = 5$ watt, $R = 180$ ohm

Nilai arus dengan resistor 180 ohm :

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{80}{180} = 0,4 \text{ ampere}$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$5 = I^2 \cdot 180$$

$$I^2 = 5/180$$

$$I = \sqrt{0.027}$$

$$I = 0,16 \text{ ampere}$$

Nilai resistansi:

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{80}{0,16} = 500 \text{ ohm}$$

Jumlah resistor:

$$500 = n \cdot R$$

$$500 = n \cdot 180 \text{ ohm}$$

$$n = 2,7$$

Dari langkah perhitungan untuk mencari jumlah resistor varian 5 watt 180 ohm diperoleh nilai 2,7. Maka jumlah resistor yang digunakan 3 resistor dirangkai seri dan jumlah keseluruhan nilai resistor 15 watt 540 ohm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bentuk Fisis Solar Charge Control

Bentuk alat *solar charge control* terbuat dari bahan akrilik yang dipotong untuk penjaan komponen elektronika. Bentuk alat *solar charge control* baterai 80 vdc seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bentuk fisis *solar charge control*

B. Pemrograman Mikrokontroler Arduino Uno

Pemrograman pada sistem *solar charge control* berfungsi sebagai perintah kepada perangkat

elektronika supaya dapat beroperasi sesuai dengan prinsip kerjanya. Nilai tegangan yang masuk akan diolah perangkat berdasarkan pemrograman dengan keluaran berupa data digital. Tahapan pada pemrograman berbasis arduino IDE, (i) penulisan sintaks, dan (ii) *compiling* dan *uploading* struktur sintaks ke modul arduino seperti ditunjukkan pada gambar 6, 7, 8.

```

Bekas Sunting Sketch Alat Bantuan
-----
Vidana
#include <Robojax_AllegroACS_Current_Sensor.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //memasukkan library LiquidCrystal
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //definisikan pin pada lcd

#define pinA1 A1 //mendefinisikan port A1 dengan nama pinA1

int adcVal; //membuat variable integer dengan nama adcVal
float volt; //membuat variable float dengan nama volt
float arus; //membuat variable float dengan nama arus
float voltI; //membuat variable float dengan nama voltI
const int VIN = A0;
//const int pinA1 = A1;
const int relay_a=12;
const int relay_b=13;
const float VCC = 5.0;
const int MODEL = 2;

Robojax_AllegroACS_Current_Sensor robojax(MODEL,VIN);

void setup() {
  pinMode(relay_a,OUTPUT);
  pinMode(relay_b,OUTPUT);
  lcd.begin(); // inisialisasi lcd I2C
  //lcd.begin(); // inisialisasi lcd I2C
}

```

Gambar 6. Penulisan sintaks

Langkah penentuan algoritma dan penulisan sintaks berbasis arduino IDE, merupakan upaya perolehan sejumlah *source code* sebagai inti dari pengoprasian modul arduino.

```

Bekas Sunting Sketch Alat Bantuan
-----
Vidana
#include <Robojax_AllegroACS_Current_Sensor.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //memasukkan library LiquidCrystal
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //definisikan pin pada lcd

#define pinA1 A1 //mendefinisikan port A1 dengan nama pinA1

int adcVal; //membuat variable integer dengan nama adcVal
float volt; //membuat variable float dengan nama volt
float arus; //membuat variable float dengan nama arus
float voltI; //membuat variable float dengan nama voltI
const int VIN = A0;
//const int pinA1 = A1;
const int relay_a=12;
const int relay_b=13;
const float VCC = 5.0;
const int MODEL = 2;

Robojax_AllegroACS_Current_Sensor robojax(MODEL,VIN);

void setup() {
  pinMode(relay_a,OUTPUT);
  pinMode(relay_b,OUTPUT);
  lcd.begin(); // inisialisasi lcd I2C
  //lcd.begin(); // inisialisasi lcd I2C
}

Sketch uses 7530 bytes (23%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Variable global menggunakan 902 byte (44%) dari memori dinamis, meninggalkan 1146 byte untuk variabel lokal.

```

Gambar 7. Proses *compiling*

```

Bekas Sunting Sketch Alat Bantuan
-----
Vidana
#include <Robojax_AllegroACS_Current_Sensor.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //memasukkan library LiquidCrystal
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //definisikan pin pada lcd

#define pinA1 A1 //mendefinisikan port A1 dengan nama pinA1

int adcVal; //membuat variable integer dengan nama adcVal
float volt; //membuat variable float dengan nama volt
float arus; //membuat variable float dengan nama arus
float voltI; //membuat variable float dengan nama voltI
const int VIN = A0;
//const int pinA1 = A1;
const int relay_a=12;
const int relay_b=13;
const float VCC = 5.0;
const int MODEL = 2;

Robojax_AllegroACS_Current_Sensor robojax(MODEL,VIN);

void setup() {
  pinMode(relay_a,OUTPUT);
  pinMode(relay_b,OUTPUT);
  lcd.begin(); // inisialisasi lcd I2C
  //lcd.begin(); // inisialisasi lcd I2C
}

Sketch uses 7530 bytes (23%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Variable global menggunakan 902 byte (44%) dari memori dinamis, meninggalkan 1146 byte untuk variabel lokal.

```

Gambar 8. Proses *uploading*

Berdasarkan gambar 7 dan 8 dapat dijelaskan, bahwa program pada mikrokontroler telah dilakukan proses *compiling* untuk pengecekan sintaks, tahap selanjutnya, yaitu proses *uploading* program ke dalam memori modul mikrokontroler.

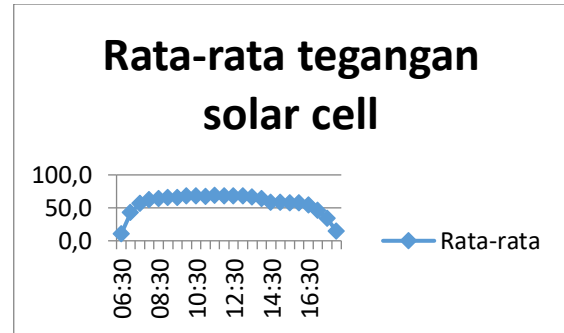
C. Pengukuran Tegangan Panel Surya

Pengukuran tegangan panel surya dilakukan bertempat di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor, 4-6 Juli 2022. Hasil pengukuran dapat ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Tegangan panel surya

Jam	Teagangan (Volt)			
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Rata-rata
6:30	9.4	11.4	10.9	10.6
7:00	29.9	42.6	56.2	42.9
7:30	55.3	56.6	58.7	56.9
8:00	66	58.1	63.5	62.5
8:30	66.2	61.3	66.2	64.6
9:00	67.2	65.2	64.8	65.7
9:30	67.3	65.8	65.3	66.1
10:00	67.2	68.1	68.7	68.0
10:30	68.6	68.1	68.8	68.5
11:00	68.9	68.4	64.4	67.2
11:30	69.5	69.7	67	68.7
12:00	68.7	68.4	68.6	68.6
12:30	68.5	67.1	67.9	67.8
13:00	68.8	68.3	66.8	68.0
13:30	68.8	68.2	63.4	66.8
14:00	68.4	67.4	56.9	64.2
14:30	67.3	66.8	42.6	58.9
15:00	66.4	66.9	42.8	58.7
15:30	66.1	67.2	39.7	57.7
16:00	64.9	67.2	40	57.4
16:30	58.8	64.8	40.8	54.8
17:00	52.4	46.7	40	46.4
17:30	30.7	30.6	40.2	33.8
18:00	18.6	14.2	10.8	14.5

Berdasarkan hasil pengambilan data tegangan panel surya diperoleh grafik dari pengukuran yang ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Tegangan rata-rata

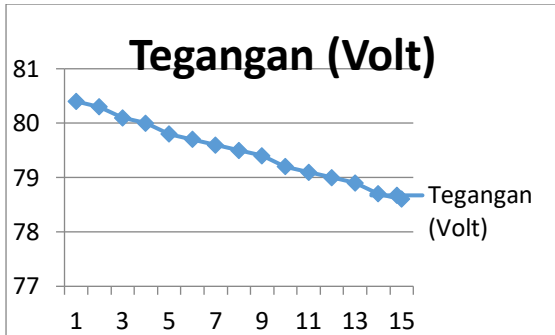
D. Pengujian Baterai Menggunakan Resistor Keramik Sebagai Beban

Dalam pengujian baterai menggunakan resistor keramik sebagai beban untuk mengurangi tegangan baterai yang akan digunakan untuk pengujian pengisian baterai resistor keramik dirangkai seri digunakan dua jenis varian resistor, yaitu (i) 5 watt 180 ohm dan (ii) 5 watt 10 ohm. Pengujian baterai dengan varian resistor 5 watt 180 ohm dan 5 watt 10 ohm dapat ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Resistor 15 watt 540 ohm

Resistor 5 watt 180 ohm x 3 (15 watt 540 ohm)		
Waktu (menit)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
0	80.4	0.137
30	80.3	0.139
60	80.1	0.141
90	80	0.141
120	79.8	0.137
150	79.7	0.141
180	79.6	0.141
210	79.5	0.137
240	79.4	0.141
270	79.2	0.137
300	79.1	0.137
330	79	0.137
360	78.9	0.141
390	78.7	0.138
410	78.6	0.136

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 dengan nilai total resistor 15 watt 540 ohm, diperoleh grafik penurunan tegangan yang ditunjukkan pada Gambar 10.

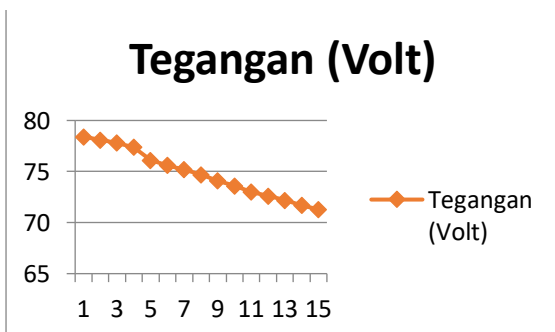


Gambar 10. Resistor 5 watt 540 ohm

Tabel 3. Resistor 55 watt 110 ohm

Resistor 5 watt 10 ohm x 11 (55 watt 110 ohm)		
Waktu (menit)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
0	78.4	0.627
30	78.1	0.626
60	77.8	0.627
90	77.4	0.625
120	76.1	0.626
150	75.6	0.626
180	75.2	0.626
210	74.7	0.626
240	74.1	0.626
270	73.6	0.626
300	73	0.621
330	72.6	0.628
360	72.2	0.625
390	71.7	0.626
410	71.3	0.626

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 dengan nilai total resistor 55 watt 110 ohm, diperoleh grafik penurunan tegangan yang ditunjukkan pada gambar 11.



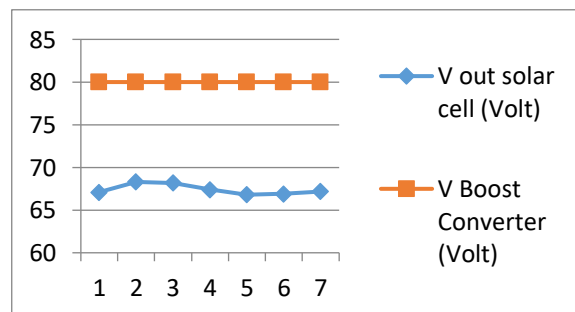
Gambar 11. Resistor 55 watt 110 ohm

ke baterai. Besar tegangan listrik yang dibutuhkan untuk mengisi baterai 80 volt adalah sama dengan 80 volt tidak boleh lebih terlalu besar atau jauh melebihi 80 volt untuk menjaga keawetan baterai. Dalam pengujian ini menggunakan *boost converter* untuk penstabil tegangan yang di keluarkan di angka 80 volt untuk pengisian baterai. Pengujian dan analisa sistem alat *solar charge control* dapat ditunjukkan pada Tabel.4

Tabel 4. Pengujian dan analisa sistem *solar charge control*

Uji pengisian baterai ke-1			
Jam	V out solar cell (Volt)	V Boost Converter (Volt)	V Baterai (Volt)
12:30	67.1	80	71.6
13:00	68.3	80	71.6
13:30	68.2	80	71.6
14:00	67.4	80	71.6
14:30	66.8	80	71.6
15:00	66.9	80	71.6
15:30	67.2	80	71.6
Uji pengisian baterai ke-2			
Jam	V out solar cell (Volt)	V Boost Converter (Volt)	V Baterai (Volt)
11:00	68.5	80	71.8
11:30	68.8	80	71.8
12:00	68.8	80	71.8
12:30	68.4	80	71.8
13:00	67.3	80	71.8
13:30	66.4	80	71.8
14:00	66.1	80	71.8

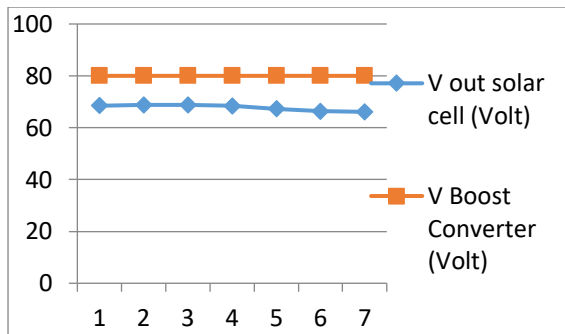
Berdasarkan data di tabel 4 diperoleh grafik data yang dapat ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12. Grafik uji pengisian baterai ke-1

E. Pengujian Dan Analisa Sistem Alat Solar Charge Control

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan panel surya ketika melakukan pengisian



Gambar 13. Grafik uji pengisian baterai ke-2

Berdasarkan perolehan data, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan panel surya saat melakukan pengisian ke baterai. Besar tegangan listrik yang dibutuhkan untuk mengisi baterai 80 volt. Tegangan yang digunakan tidak disarankan lebih besar atau jauh melebihi 80 volt agar kesehatan baterai terjaga.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sesuai dengan sasaran penelitian. Keterwujudan sistem alat *solar charge control* baterai 80 volt dc, melalui tiga tahapan (i) perolehan bentuk fisis *solar charge control*, (ii) pemrograman mikrokontroler untuk pengontrol sistem alat.

Pemrograman sistem *solar charge control* melalui tahapan pemrograman mikrokontroler, pemrograman berbasis arduino IDE untuk mikrokontroler melalui sejumlah tahapan, yaitu (i) penentuan algoritma dan sintaks, (ii) *compiling* dan *uploading* sintaks ke memori modul arduino.

Kinerja sistem *solar charge control* diukur berdasarkan proses uji yang diamati melalui beberapa tahapan, yaitu (i) pengukuran tegangan baterai tertampil pada *liquid crystal display*, (ii) kondisi tegangan baterai pada saat uji pengisian sebesar 71.6 volt, tegangan masuk 80 volt.

V. REFERENCES

- [1] R. W. Arismunandar and D. Hendarto, "Rancang Bangun Sistem Pengisian Daya Perangkat Gadget Berbasis Panel Surya Sebagai Sumber Listrik Alternatif Di Fasilitas Umum," *JuTEKS*, Vol. 4, No. 2, Oktober 2017 <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/Ranc.>, vol. 4, no. 2, pp. 46–53, 2017.
- [2] H. Meilani and D. Wuryandani, "Potensi Panas Bumi Sebagai Energi Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Di Indonesia," *J. Ekon. dan Kebijak. Publik*, vol. 1, no. 1, pp. 47–74, 2010.
- [3] Putra, Yandrika. "Merancang Panel Kontrol Untuk Pompa Air dan Motor Pengerak Solar Cell." *Elektron: Jurnal Ilmiah* 6, no. 1 (2014): 1-15.
- [4] Hani, Slamet. "Pembangkit Listrik energi matahari sebagai penggerak pompa air dengan menggunakan solar cell." *Jurnal Teknologi Technoscintia* (2015): 157-163.

[5] A.I. Ramadhan, E. Diniardi, dan S.H. Mukti. (2016, Desember). Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP. *TEKNIK*. 37.(2), hlm. 59-63.

[6] Mosey, Handy Indra Regain. "Simulasi dan Pembuatan Rangkaian Sistem Kontrol Pengisian Baterai untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya." *Jurnal Ilmiah Sains* (2016): 30-34.

[7] T. Elektro, F. Teknik, and U. Udayana, "RANCANG BANGUN BATERAI CHARGE CONTROL UNTUK SISTEM PENGANGKAT AIR BERBASIS ARDUINO UNO MEMANFAATKAN SUMBER PLTS," vol. 3, no. 1, pp. 26–32, 2016.

[8] Ihsan, Ario Amri, WALUYO WALUYO, and SITI SAODAH. "Perancangan dan Realisasi Solar Charge Controller Maximum Power Point Tracker dengan Topologi Buck Converter untuk Charger Handphone." *REKA ELKOMIKA* 3, no. 2 (2015).

[9] F. Muliawati and I. Gunawan, "Rancang Bangun Buckboost Konverter Untuk Aplikasi Generator Fluks Aksial Magnet Permanen (FAMP)," *Univ. Ibn Khaldun Bogor*, no. i, pp. 23–29, 2016.