

**Perancangan Solar Charge Controller Pada Solar Home System
Berkapasitas 1300 VA Menggunakan Panel Polikristal
100wattpeak di laboratorium Riset Teknologi Energi**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

OLEH

ROFIQ

03041281419098

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

**Perancangan Solar Charge Controller Pada Solar Home System
Berkapasitas 1300 VA Menggunakan Panel Polikristal
100wattpeak di laboratorium Riset Teknologi Energi**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**


Oleh :
ROFIQ
(03041281419098)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005

Palembang, Oktober 2018

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Ir. Armin Sofijan, M.T.
NIP. 196411031995121001

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tandan Tangan

: 

Pembimbing Utama

: Ir. Armin Sofijan, M.T.

Tanggal

: 18 / 11 / 2018

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rofiq
NIM : 03041281419098
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Solar Charge Controller Pada Solar Home System Berkapasitas 1300 VA Menggunakan Panel Polikristal 100wattpeak di laboratorium Riset Teknologi Energi

Hasil Pengecekan

Software *iThenticate/Turnitin* : 19%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 19 November 2018



NIM. 03041281419098

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul PERANCANGAN SOLAR CHARGE CONTROLLER PADA SOLAR HOME SYSTEM DENGAN MENGGUNAKAN PANEL POLIKRISTAL 100 WATTPEAK DI LABORATORIUM TEKNOLOGI ENERGI. Serta shalawat & salam selalu tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga dan para sahabat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
5. Bapak Ir Armin Sofijan S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta nasihat selama pengerjaan skripsi.
6. Seluruh dosen yang telah banyak memberikan ilmu yang InsyaAllah Bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri Bu Diah , Bpk. Slamet, Bpk. Ruslan yang telah banyak membantu.
7. Orang tuaku tercinta Latifah yang selalu mendoakan serta memberi dukungan, semangat, dan motivasi, kakakku Rifka dan Rifki lalu

adikku Ronia dan Rohib yang selalu menjadi penyemangat di tiap langkah.

8. Sahabat seperjuangan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, Galuh, Danu, Afif, Ihsan, Khalik, Setyawan dan Ryan yang telah menjadi rekan dalam urusan apapun selama perkuliahan yang senantiasa membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2014, tim laboratorium teknologi energi, teman-teman Sekendak Kabah, dan kepada seluruh teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
10. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi ini, yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas kepada pembaca, walaupun dalam penulisannya skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan Penulis. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Terima Kasih.

Wassalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh

Inderalaya, September 2018

Rofiq

ABSTRAK

PERANCANGAN SOLAR CHARGE CONTROLLER PADA SOLAR HOME SYSTEM BERKAPASITAS 1300 VA MENGGUNAKAN PANEL POLIKRISTAL 100WATTPEAK DI LABORATORIUM TEKNOLOGI ENERGI

(Rofiq, 03041281419098, 2018, 51 Halaman)

Pembangkit listrik tenaga surya saat ini mengalami perkembangan yang tinggi seiring bertambahnya jumlah penduduk. Pembangkit listrik solar home system sangat ramah lingkungan dan terhindar dari polusi yang tidak diinginkan karena proses fotovoltaiik hanya memerlukan energy cahaya matahari. Pada pembangkit listrik solar home system ini ada komponen penting sebagai penyimpanan daya yang di dapatkan dari yaitu baterai, jadi sangat perlu menjaga keamanan baterai pada saat pengecasan dan pemakaian. Jadi sangat diperlukan solar charge controller untuk mengatur tegangan input dan tegangan output baterai agar dapat menjaga baterai dari overcharge dan overdischarge. Setelah alat bekerja dengan normal dan sesuai dengan pengujian yang akan dilakukan di Laboratorium Riset Teknologi Energy Teknik Elektro Universitas Sriwijaya. Dari hasil pembahasan dan analisa data didapatkan, alat yang sudah dirancang telah bekerja dengan baik dalam pengambilan data, arus terbesar didapatkan pada hari ketiga tanggal 9 agustus 2018 dengan arus panel sebesar 4,3 ampere pada jam 12 siang dan arus beban pada penelitian ini menggunakan Led 7 watt, 10 watt, dan 15 watt. Arus beban yang didapatkan konstan. Pada penelitian ini dirancang solar charge controller MPPT dengan menggunakan Relay Protection untuk mengatur range tegangan pada baterai secara otomatis dan menambahkan sensor tegangan dengan kapasitas dan program yang lebih akurat, sehingga alat yang dibuat dapat bermanfaat.

Kata Kunci : Pembangkit Listrik Solar Home System, Solar Charge Controller, Baterai, Overcharge, Overdischarge.

ABSTRACT
DESIGN OF SOLAR CHARGE CONTROLLER ON 1300 VA CAPACITY
SOLAR HOME SYSTEM USING 100WATTPEAK POLYKRISTAL PANELS IN
ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY
(Rofiq, 03041281419098, 2018, 51 Pages)

Solar power generation is currently a high development with increasing population. The solar home system is very environmentally friendly and avoids unwanted pollution because the photovoltaic process is only the supply of solar energy. In this home solar power system there are components that are indispensable, so it is necessary to maintain and process the battery. So it is necessary to use a solar charge controller to regulate the input voltage and output voltage of the battery in order to maintain the battery from overcharge and overdischarge. After the tool works normally and in accordance with the testing that will be carried out at the Energy Engineering Research Institute of Electrical Engineering of Sriwijaya University. From the results of the discussion and analysis of the data obtained, the tools that have been used well in data collection, the largest current in the days of August 9 2018 with a current panel of 4.3 amperes at 12 noon and the load current in this study using Led 7 watts, 10 watts, and 15 watts. The load current is constant. In this study MPPT solar charge controllers are designed using Relay Protection to adjust the distance on the battery automatically and add sensors with more accurate capacity and programs, so that the tools made can be useful.

Keywords: Solar Home System Power Plant, Solar Charge Controller, Battery, Overcharge, Overdischarge.

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN | iii |
| PERNYATAAN INTEGRITAS..... | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR RUMUS | xiv |
| DAFTAR GAMBAR..... | xv |
| NOMENKLATUR | xvii |
| | |
| BAB I – PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |

| | |
|---|-----------|
| BAB II – TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Pengertian Umum PLTS | 5 |
| 2.2 Solar Home System (SHS) | 6 |
| 2.3 Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya | 8 |
| 2.3.1 Solar Cell..... | 8 |
| 2.3.2 Baterai..... | 11 |
| 2.3.3 Inverter | 12 |
| 2.3.4 Solar Charge Controller | 13 |
| 2.3.4.1 Teknologi Solar Charge Controller..... | 16 |
| 2.2.4.2. Kapasitas Solar Charge Controller | 16 |
| 2.4 Komponen Solar Charge Controller | 17 |
| 2.4.1 Arduino Nano | 17 |
| 2.4.2 IDE Arduino | 17 |
| 2.4.3 Sensor Arus..... | 18 |
| 2.4.4 Buck-converter | 19 |
| 2.4.5 LCD (Liquid Crystal Display) | 19 |
| 2.4.6 Mosfet..... | 20 |
| 2.4.7 Sensor Tegangan | 21 |
| 2.4.8 Modul SMS | 21 |
| | |
| BAB III. METODOLOGI PENELITIAN | 22 |
| 3.1 Lokasi Penelitian | 22 |
| 3.2 Metode Penelitian..... | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3 Flowchart Penelitian | 23 |
| 3.4 Rencana Waktu Penelitian | 24 |
| 3.5 Prosedur Penelitian..... | 24 |
| | |
| BAB IV – PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA..... | 25 |
| 4.1 Umum | 25 |
| 4.2 Skema Rangkaian Solar Charge Controller | 26 |
| 4.2.1 Rangkaian 3D | 26 |
| 4.2.2 Rangkaian Single Line Diagram..... | 27 |
| 4.3 Pembahasan Solar Charge Controller | 28 |
| 4.4 Pengujian Alat | 34 |
| 4.4.1 Pengujian Overdischarge | 34 |
| 4.4.2 Pengujian Overcharge | 35 |
| 4.4.3 Pengujian Sistem SMS Modul GSM Terhadap Pengecasan Baterai | 36 |
| 4.4.3.1 Pengujian Ketika Pengisian Baterai Bulk..... | 37 |
| 4.4.3.2 Pengujian Ketika Pengisian Baterai Float..... | 37 |
| 4.4.3.3 Pengujian Ketika Proteksi Pada Panel Aktif..... | 38 |
| 4.5 Perolehan Data | 38 |
| 4.5.1 Data Hasil Penelitian..... | 38 |
| 4.5.2 Grafik Dan Analisa Data Yang diperoleh..... | 45 |

| | |
|---|-----------|
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 51 |
| 5.1 Kesimpulan | 51 |
| 5.2 Saran..... | 51 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1. Tabel Waktu Penelitian | 24 |
| Tabel 4.1. Pengujian Overdischarge... .. | 35 |
| Tabel 4.2. Pengujian Overcharge | 36 |
| Tabel 4.3. Data Hari Kamis 7 Agustus 2018..... | 39 |
| Tabel 4.4. Data Hari Jumat 8 Agustus 2018..... | 40 |
| Tabel 4.5. Data Hari Sabtu 9 Agustus 2018..... | 41 |
| Tabel 4.6. Data Hari Minggu 10 Agustus 2018..... | 42 |
| Tabel 4.7. Data Hari Senin 11 Agustus 2018..... | 43 |
| Tabel 4.8. Data Hari Selasa 12 Agustus 2018..... | 44 |

DAFTAR RUMUS

| | |
|----------------|----|
| Rumus 2.1..... | 16 |
|----------------|----|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Skema <i>Instalasi Stand Alone</i> | 8 |
| Gambar 2.2. Struktur Dasar Sel Surya | 9 |
| Gambar 2.3. Jenis Panel Surya..... | 10 |
| Gambar 2.4. Baterai atau Aki | 11 |
| Gambar 2.5. Inverter | 12 |
| Gambar 2.6. <i>Charge Controller</i> Tipe PWM..... | 15 |
| Gambar 2.7. <i>Charge Controller</i> Tipe MPPT | 16 |
| Gambar 2.8. Arduino..... | 17 |
| Gambar 2.9 File Aplikasi IDE Arduino..... | 18 |
| Gambar 2.10. Sensor Arus..... | 18 |
| Gambar 2.11 <i>Buck Converter</i> | 19 |
| Gambar 2.12. LCD | 20 |
| Gambar 2.13. Mosfet | 20 |
| Gambar 2.12. Sensor Tegangan | 21 |
| Gambar 2.12. Modul SMS | 21 |
| Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian | 23 |
| Gambar 4.1. Rangkaian 3D <i>Solar Charge Controller</i> | 26 |
| Gambar 4.2. Single line Diagram | 27 |
| Gambar 4.3. <i>Solar Charge Controller</i> | 28 |
| Gambar 4.4. Arduino Nano Pin Mapping | 29 |
| Gambar 4.5. Arduino Nano | 30 |
| Gambar 4.6. Sensor Tegangan | 31 |
| Gambar 4.7. LCD 16x2..... | 31 |
| Gambar 4.8. Modul GSM SIM800L | 32 |
| Gambar 4.9. <i>Buck Converter</i> DC-DC | 33 |
| Gambar 4.10. Sensor Arus ACS712 | 33 |
| Gambar 4.11. Beban Saat Tegangan Dibawah Setting..... | 35 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.12. Tampilan Saat Baterai penuh | 36 |
| Gambar 4.13. SMS Ketika Bulking | 37 |
| Gambar 4.14. SMS Ketika Floating | 37 |
| Gambar 4.15. SMS Ketika Proteksi Panel Aktif | 38 |
| Gambar 4.16. Grafik Data Hari Kamis 7 Agustus 2018 | 45 |
| Gambar 4.17. Grafik Data Hari Jumat 8 Agustus 2018 | 46 |
| Gambar 4.18. Grafik Data Hari Sabtu 9 Agustus 2018 | 47 |
| Gambar 4.19. Grafik Data Hari Minggu 10 Agustus 2018 | 48 |
| Gambar 4.20. Grafik Data Hari Senin 11 Agustus 2018 | 49 |
| Gambar 4.21. Grafik Data Hari Selasa 12 Agustus 2018 | 50 |

NOMENKLATUR

- kWh* : Energi / Daya per jam (kilo Watt *hour*).
- Wp* : Daya maksimum yang dapat dihasilkan panel surya (Watt *peak*).
- I* : Arus listrik (Ampere).
- V* : Tegangan listrik (Volt).
- P* : Daya listrik (Watt)
-
- Photovoltaic* : Panel surya yang dapat mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik
- On Grid* : Listrik panel surya terhubung dengan jaringan PT. PLN
- Off Grid* : Listrik panel surya tidak terhubung dengan jaringan PT. PLN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi terus meningkat seiring meningkat dengan bertambahnya jumlah penduduk. Peralatan teknologi yang sekarang membutuhkan konsumsi energi listrik yang sangat besar, dimana pembangkit listrik kebanyakan menggunakan bahan baku yang terbatas seperti batubara, minyak bumi, dan sebagainya, yang persediannya semakin menipis dan menimbulkan polusi udara serta pencemaran yang berdampak negatif pada lingkungan. Tetapi energi listrik sekarang menjadi terbatas dikarenakan semakin banyak teknologi-teknologi baru yang memerlukan energi listrik dengan kapasitas lumayan besar, oleh karena itu banyak yang mencari sumber-sumber energi alternatif. Energi alternatif ini sebagai pengganti bahan bakar fosil yang masih ramai dibicarakan. Salah satu sumber energi alternatif adalah memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi listrik atau sering disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Cahaya matahari ini bisa menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang cukup besar, tanpa polusi, tanpa radiasi elektromagnetik, bisa menghemat biaya bagi yang menggunakannya. Jadi pemanfaatan energi matahari ini sangat baik digunakan untuk daerah yang terpencil dan konsumen yang kurang dalam ekonominya dalam arti mereka tidak memerlukan biaya yang cukup besar untuk bisa memakai listrik.

Pada pembangkit listrik tenaga surya ini ada sebuah solar charge controller, yang berfungsi untuk mengendalikan tegangan panel surya dan mengawasi tegangan pada baterai, lalu proses pengosongan baterai pada saat menggunakan beban dengan menggunakan saklar secara otomatis dan, pada saat pengisian penuh

yang diindikasikan dengan lampu indikator yang menyala serta proteksi rangkaian terhadap arus balik dan kesalahan penyambungan polaritas. Solar charge controller ini ada 2 tipe yang sering digunakan yaitu PWM dan MPPT. MPPT atau Maximum Power Point Tracker ini lebih efisien dalam konversi DC ke DC, solar charge control ini bisa menyimpan daya yang tidak digunakan oleh baterai, bila daya tersebut lebih besar dibanding daya yang dihasilkan PV, maka daya akan diambil oleh baterai.[7]

Dengan ini penulis tertarik untuk mengambil judul sebagai tugas akhir yaitu, PERANCANGAN SOLAR CHARGE CONTROLLER PADA SOLAR HOME SYSTEM BERKAPASITAS 1300 VA MENGGUNAKAN PANEL POLIKRISTAL 100WATTPEAK DI LABORATORIUM RISET TEKNOLOGI ENERGI.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh [13] dimana kelemahan solar charge controller yang dibuat tidak dapat mengatur range tegangan secara otomatis yang keluar dari solar charge controller tersebut terhadap pengecasan baterai dari kosong sampai penuh. Sebelumnya ada juga penelitian [7] dimana solar charge controller tersebut memiliki kelemahan pada sensor tegangannya yang tidak akurat dalam membaca tegangan sehingga terjadi permasalahan pada saat pengujian overdischarge dan overcharge.

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari judul skripsi, maka perlu membuat batasan masalah penelitian:

- 1 Jumlah beban yang digunakan yaitu Led 7 Watt, 10 Watt, dan 15 Watt.
- 2 Baterai Lead Acid yang digunakan sebesar 12V dengan kapasitas 150AH.
- 3 Jenis fotovoltaiik yang digunakan adalah polikristal 100WP.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh solar charge controller terhadap solar home system :

- 1 Merancang Solar Charge Controller dengan Performance otomatis untuk mengatur range tegangan terhadap pengecasan baterai dari kosong sampai penuh.
- 2 Untuk mengetahui keakuratan sensor tegangan yang telah di program, pada saat overcharge dan overdischarge.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Bisa memahami konsep dan system dari solar charge controller.
2. Bisa menghemat biaya perawatan baterai.
3. Bisa mengoptimalkan tegangan dan arus yang masuk kedalam baterai.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Pembahasan Tugas Akhir ini secara garis besar tersusun dari 5 (lima) bab, yaitu diuraikan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang pengertian dan hal-hal yang berkenaan dengan energi matahari, pembangkit listrik tenaga surya, komponen penyusun PLTS, Solar charge controller dan rumusan-rumusan atau persamaan-persamaan yang digunakan untuk perancangan solar charge controller dan implementasinya.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang waktu dan tempat penelitian, metode pengambilan data, langkah-langkah penelitian, dan diagram alur penelitian.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini memuat data-data yang dikumpulkan dan hasil penelitian dari perancangan, data tegangan arus daya input dan output, serta bebannya.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup yang merupakan kesimpulan seluruh hasil penelitian serta saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim.2012. *Sistem Off Grid On Grid PLTS*. <http://solarsuryaindonesia.com>, diakses pada tanggal 21 Maret 2018
- [2] Basrunudin. ”*Perancangan Dan Pengaplikasian Solar Charge Controller Pada PLTS 100watt Di Laboratorium Teknologi Energi Teknik Elektro Universitas Sriwijaya*,”*Tek.Elektro Univ.Sriwijaya*,pp.1-48,2018
- [3] Rondic, Dino. “Simple Home Solar Power System Guide,” *Teknol. Elektro*, Halaman 12-32, 2014
- [4] Kho, Dickson.2018. *Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip Kerjanya*. <https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/>, diakses pada tanggal 21 Maret 2018
- [5] H. Hasan. “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *J. Ris. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 10, pp. 169–180, 2012.
- [6] Zulardhi, Faizal. 2011. *Rancang Bangun Charge Controller Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Depok. Universitas Indonesia.
- [7] Anonim.2014. *Solar Charge Controller*.
<http://www.panelsurya.com/index.php/id/solar-controller/12-solar-charge-controller-solar-controller>, diakses pada tanggal 21 Maret 2018
- [8] Bien, Ek. Liem. Dkk., 2008. Perancangan sistem hybrid pembangkit Listrik tenaga surya dengan jala-jala listrik pln untuk rumah perkotaan.*JETri*, Volume 8, Nomor 1,Agustus 2008, Halaman 37-56,ISSN 1412-0372.

- [9] Anonim.2015. *Arduino Uno*. https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno, diakses Pada tanggal 21 Maret 2018
- [10] Saputra, Rico.2015. *Energi Cadangan dengan Sistem Monitoring Berbasis Mikrokontroler*. Disertasi. Teknik Komputer, Politeknik Negri Sriwijaya Palembang.
- [11] Sandi.2016. *Buck Converter*. <http://www.sandielektronik.com/2016/01/buck-converter.html>, diakses pada tanggal 21 Maret 2018
- [12] Sandi.2017. *Tutorial Arduino Mengakses Modul GSM SIM800L*. <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-modul-gsm-sim800l/>, diakses pada tanggal 21 Maret 2018
- [13] Fadhilah, M.Harits.2017. “Perancangan dan Implementasi MPPT Charge Controller Pada Panel Surya menggunakan Mikrokontroler untuk Baterai Sepeda Listrik,” e-Proceeding of Engineering. Vol 4, No 3.