

PERANCANGAN SOLAR CHARGE CONTROLLER UNTUK PENERANGAN JALAN UMUM OTOMATIS BERTENAGA SURYA

SOLAR CHARGE CONTROLLER DESIGN FOR AUTOMATIC SOLAR STREET LIGHT

Alvin Surya Trisna¹, Angga Rusdinar², Mohamad Ramdhani³

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

¹alvinst.ns@gmail.com ²anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id ³mohamadramdhani01@gmail.com

Abstrak

Saat ini penggunaan panel surya sebagai sumber energi terbarukan semakin meningkat. Penggunaan *photovoltaic* (PV) yang mudah dan efisien mampu menarik peminat untuk beralih ke sumber energi terbarukan sehingga perlahan sumber energi tak terbarukan akan ditinggalkan. Sistem penerangan jalan umum yang ada saat ini mulai menggunakan panel surya. Panel PV mampu mengolah masukan tegangan berdasarkan dari intensitas radiasi matahari dan dipengaruhi juga oleh temperatur udara..

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk merancang *solar charge controller* berbasis *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) untuk dapat digunakan dalam penerangan jalan umum otomatis. Penelitian dilakukan dengan menerapkan algoritma MPPT dengan metode *Perturb & Observe* (P&O).

Pada penelitian yang dilakukan ditemukan bahwa hasil pengujian pada saat siang hari aki yang berkapasitas 17AH dapat terisi penuh dalam 9,71 jam. Pada saat malam hari baterai yang terisi penuh dapat menyuplai beban berupa lampu LED dengan daya 30 watt selama 8 jam dan 50 watt selama 4 jam.

Kata Kunci: *Solar Charge Controller, Maximum Power Point Tracking, Perturb & Observe, Photovoltaic.*

Abstract

At present the use of solar panels as a renewable energy source is increasing. The use of an easy and efficient photovoltaic (PV) panel can attract interested people to switch to renewable energy sources, so that non-renewable energy sources will slowly be abandoned. The existing public street lighting systems are starting to use solar panels. PV panels are capable of processing input voltages based on the intensity of solar radiation and are also influenced by air temperature.

The research aimed to design a Maximum Power Point Tracking (MPPT) based solar charge controller to be used in automatic public street lighting. The study was conducted by applying the MPPT algorithm with the Perturb & Observe (P&O) method.

In the research conducted it was found that the results of testing during the daytime the battery with a capacity of 17AH can be fully charged in 9.71 hours. At night the fully charged battery can supply a load of LED lights with 30 watts of power for 8 hours and 50 watts for 4 hours.

Keywords: *Solar Charge Controller, Maximum Power Point Tracking, Perturb & Observe, Photovoltaic.*

1. Pendahuluan

Saat ini pemanfaatan Energi terbarukan mulai diterapkan, salah satu sumber energi terbarukan yang paling sering dimanfaatkan adalah sumber energi yang berasal dari cahaya atau radiasi matahari. Solar PV merupakan penghasil sumber energi listrik terbarukan yang sangat potensial digunakan di Indonesia mengingat Indonesia merupakan negara yang dilintasi garis khatulistiwa, sehingga energi listrik yang dihasilkan dapat dalam jumlah yang besar [1]. Sistem panel surya (PV) adalah sistem yang menerapkan pemanfaatan energi matahari sebagai sumber utama. Panel surya memiliki fungsi mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Media penyimpanan untuk dapat menampung muatan listrik yang dihasilkan panel surya adalah Baterai.

Pada sistem Penerangan jalan umum ini menggunakan jenis *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) yang memiliki fungsi menelusuri titik daya maksimal yang dapat dikeluarkan PV. Keunggulan jenis MPPT dibandingkan dengan jenis PWM adalah MPPT dapat mengonversi tegangan yang berlebih menjadi arus yang tinggi ke baterai sedangkan jenis PWM tidak dapat melakukan konversi tersebut sehingga jenis PWM lebih lama dalam proses pengisian baterai.

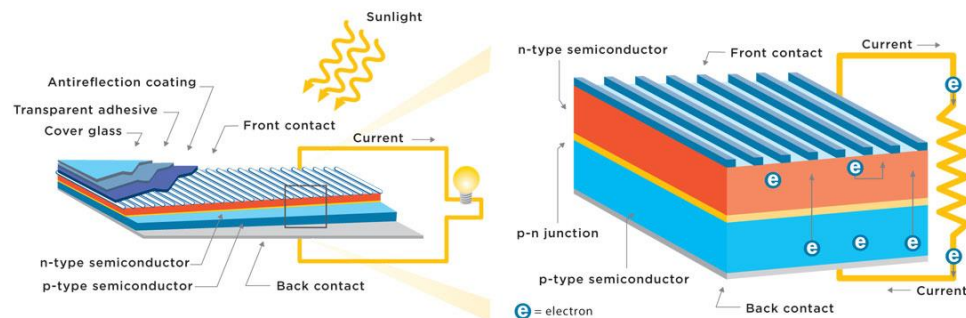
Pada pengerjaan Tugas Akhir ini akan dirancang sistem penerangan jalan umum otomatis. Saat mendesain atau membuat perubahan dalam penerangan jalan, penting untuk terlebih dahulu memahami persyaratan cahaya di jalan [2]. Desain penerangan jalan hemat energi yang efektif mengintegrasikan teknologi lampu yang efisien, ketinggian dan penempatan tiang yang optimal, distribusi cahaya yang efisien, dan estetika saat menggunakan energi terkecil dan memenuhi persyaratan untuk visibilitas dan tingkat cahaya yang sesuai [3]. Hasil yang diinginkan nantinya dapat dimanfaatkan untuk penerangan jalan umum di dalam maupun di luar kampus Universitas Telkom

2. Dasar Teori

2.1. Sel Surya

Sel Surya adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek fotovoltaiik. Yang dimaksud dengan efek fotovoltaiik adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, sel surya sering disebut juga dengan Sel fotovoltaiik (PV). Panel surya mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses elektrokimia juga dikenal sebagai proses fotovoltaiik (PV) [4].

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Biasanya, array PV diatur dalam koneksi seri dan paralel dari sel fotovoltaiik. Koneksi paralel sel fotovoltaiik menyebabkan peningkatan arus sedangkan sambungan seri sel fotovoltaiik mengontrol tegangan. Irradiansi, suhu dan arus yang diambil dari sel adalah faktor utama daya yang diambil dari panel surya [5].



Gambar 1 Rangkaian panel surya

2.2. Solar Charge Controller

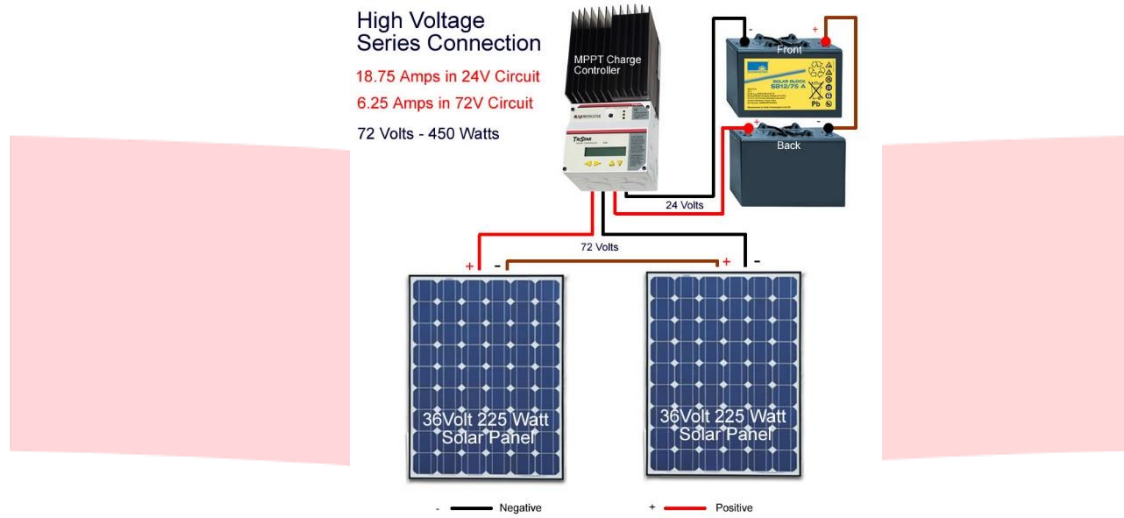
Solar charge controller pada dasarnya adalah pengatur tegangan dan arus, untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan. *Solar Charge Controller* Ini mengatur tegangan dan arus yang datang dari panel surya dan pergi ke baterai [6].

Solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti. Cara deteksi adalah melalui pemantauan tegangan baterai. Untuk mendapatkan daya maksimum dari sel fotovoltaiik, menggunakan sistem *maximum power point tracking* (MPPT)[7]

2.3. Maximum Power Point Tracking

MPPT adalah singkatan Maximum Power Point Tracking, terdiri dari perangkat elektronika yang berfungsi sebagai pengatur pengisian baterai, dimana sistem ini dapat mengoptimalkan kinerja antara array panel surya dengan baterai.

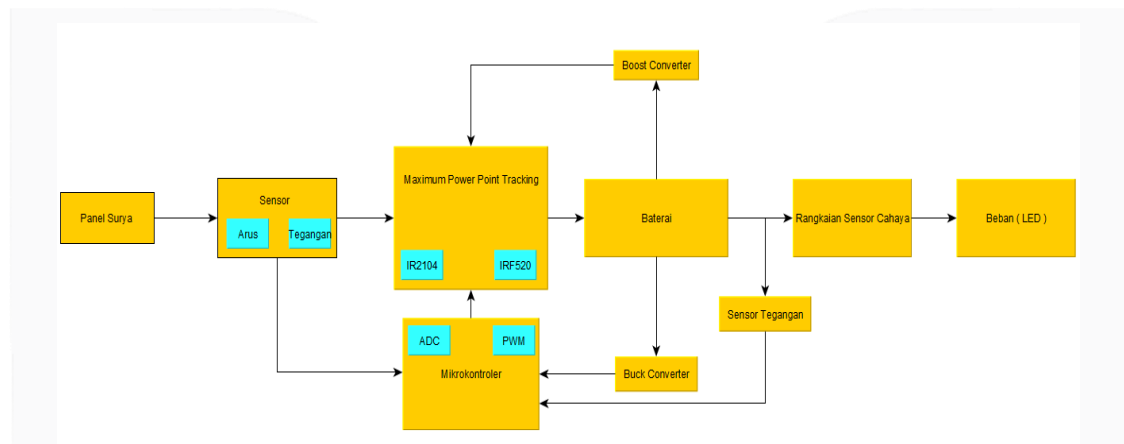
MPPT adalah sistem elektronik lengkap yang memvariasikan kelistrikan titik operasi dari modul itu mampu memberikan daya maksimum yang tersedia ke beban [8]



Gambar 2 Maximum Power Point Tracking

3. Perancangan Sistem

Berikut adalah diagram blok sistem penerangan jalan umum otomatis. Diagram blok digambarkan secara ringkas, dari gabungan sebab dan akibat antara masukan dan keluaran.



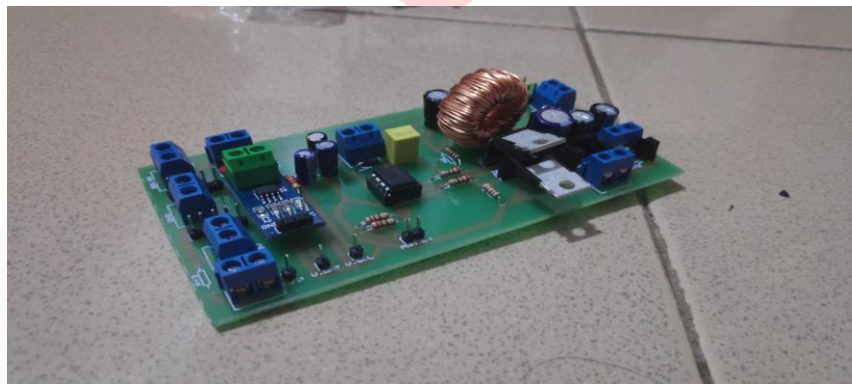
Gambar 3 Diagram blok sistem

3.1. Perancangan Perangkat Keras

Komponen utama untuk mengkonversi energi adalah panel PV. Panel PV yang digunakan untuk mengkonversi energi adalah jenis polycrystalline. Jenis polycrystalline terbuat dari kristal silikon blok-cast. Elektron yang ada akan terjebak dalam batas butir kristal individu dalam panel, hal ini menyebabkan efisiensinya akan lebih rendah. Jenis panel PV yang digunakan adalah *Polycrystalline* pabrikan *GH Solar*, karena sederhana dalam pembuatannya serta harga yang terjangkau.



Gambar 4 Panel PV



Gambar 5 Rangkaian MPPT

Rangkaian utama dari rangkaian MPPT adalah Rangkaian *half bridge driver* berguna sebagai saklar. Rangkaian *half bridge driver* menggunakan resistor, induktor, mosfet, IR2104 dan dioda dalam pengaplikasiannya.

Baterai yang akan digunakan adalah jenis baterai *lead acid*. Baterai aki bisa diterapkan dalam sistem pengisian baterai . serta beban yang digunakan untuk menerangi jalan sekitar adalah Lampu LED dengan mode siang, malam dan transisi

4. Hasil Pengujian dan Analisis

Untuk tipe panel surya jenis *polycrystalline* hanya memiliki efisiensi sebesar 14,4% - 21,7% sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh produk pembuatnya. Artinya panel surya dengan jenis ini hanya mampu mengubah seluruh cahaya yang diterima panel surya sebesar nilai tersebut yaitu 14,4% - 21,7%. Maka dari itu panel bertipe tersebut hanya mampu menghasilkan daya yang kecil dikarenakan efisiensi yang ada pada panel PV tersebut. Dalam pengujian ini panel surya memiliki daya sebesar 50Wp.

P_{max} = Daya maksimum

I = Intensitas Matahari watt/m²

A = Luas Penampang Panel (m²)

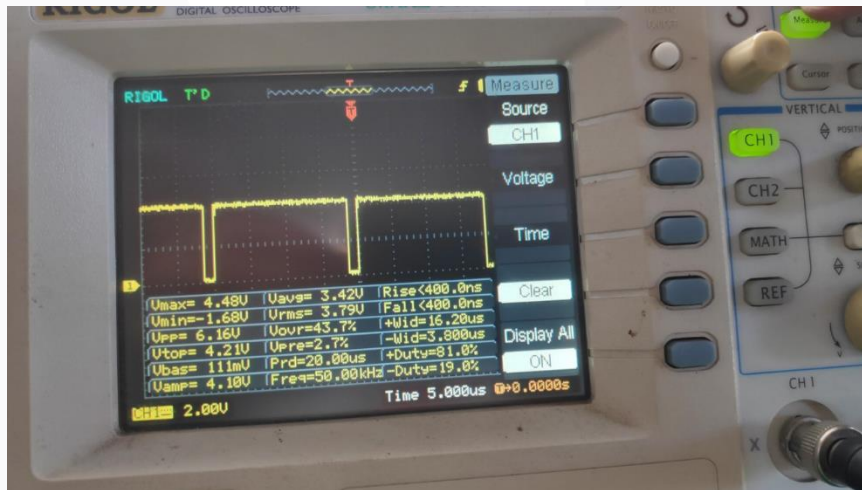
$$\eta = \frac{P_{max}}{I \times A} \times 100\% = \frac{50 \text{ watt}}{1000 \text{ watt} / m^2 \times 0.31 m^2} \times 100\% = 16,13\%$$

Tabel 1 Pengujian Panel PV

Jam	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)
06.00	13,22	0,45	5.949
07.00	14,55	0,65	9.4575
08.00	18,43	2,17	39,9931
09.00	19,87	2,11	41,9257
10.00	20,15	2,21	44,5315
11.00	21,30	2,15	45,795
12.00	20,45	2,23	45,6035

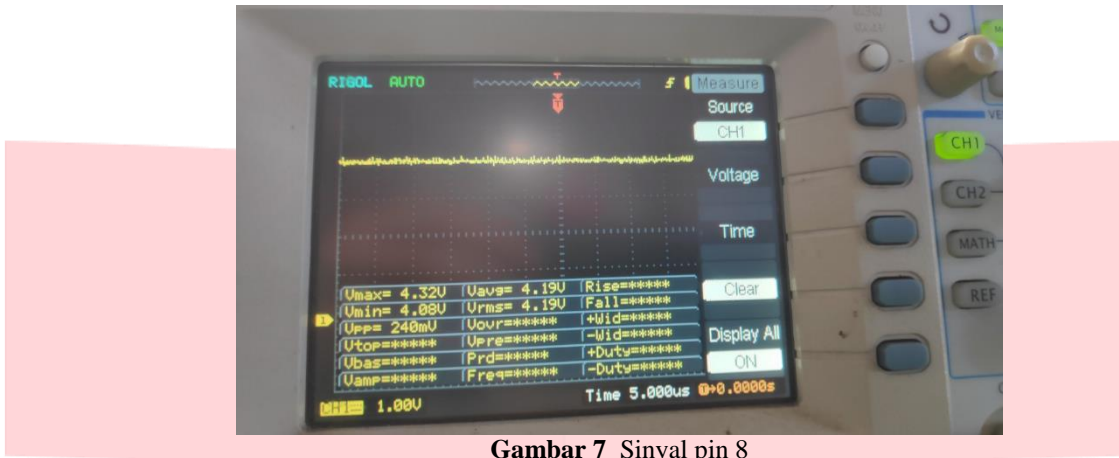
Dari data yang telah didapatkan diatas ada faktor yang menyebabkan efisiensi dari panel PV tidak maksimum diantaranya yaitu:

1. Posisi panel surya tidak selalu presisi dibawah sinar matahari, karena posisi peneliti saat ini berada dipulau jawa yaitu dibawah garis khatulistiwa maka posisi panel PV harus miring 15 derajat kearah utara
2. Faktor Cuaca juga dapat mempengaruhi kinerja dari panel surya
3. Faktor suhu panel juga dapat mempengaruhi kinerja dari panel surya
4. Faktor terhalang bayangan objek juga dapat mempengaruhi kinerja panel
5. Jenis dan spesifikasi panel PV yang digunakan saat penelitian



Gambar 6 Sinyal PWM pin 9

Gambar 6 merupakan hasil sinyal dari osiloskop di PIN PWM Arduino ketika sedang melakukan proses pengisian daya ke baterai, dapat dilihat bahwa PWM (*duty cycle*) dapat bekerja untuk mengatur berapa daya yang harus dikeluarkan oleh *charger* ke baterai



Gambar 7 Sinyal pin 8

Gambar 7 merupakan sinyal yang didapatkan dari pin 8 arduino adalah 255, PWM berfungsi untuk mengatur apakah mosfet harus terbuka atau tertutup, ketika proses pengisian daya ke baterai, mosfet akan terbuka dan ketika proses pengisian selesai atau baterai sudah penuh maka mosfet akan tertutup. Berikut ini adalah hasil dari pengujian yang telah dilakukan dalam pengisian baterai

Tabel 2 Pengujian pengisian daya baterai

Hari Ke	Data									
	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	V: 11.5 Vp: 14.4 I: 0.7	V: 11.6 Vp: 16.5 I: 1.5	V: 11.9 Vp: 20.3 I: 1.7	V: 12.3 Vp: 20.2 I: 1.7	V: 12.8 Vp: 20.6 I: 1.6	V: 13.0 Vp: 20.2 I: 1.8	V: 13.2 Vp: 20.2 I: 1.7	V: 13.4 Vp: 19.2 I: 1.6	V: 13.7 Vp: 18.2 I: 1.4	V: 13.8 Vp: 18.8 I: 1.0
2	V: 11.4 Vp: 14.1 I: 0.7	V: 11.5 Vp: 18.4 I: 1.3	V: 11.7 Vp: 20.3 I: 1.6	V: 11.9 Vp: 20.2 I: 1.7	V: 12.1 Vp: 20.7 I: 1.8	V: 12.5 Vp: 20.6 I: 1.8	V: 12.9 Vp: 20.2 I: 1.7	V: 13.2 Vp: 19.9 I: 1.6	V: 13.4 Vp: 18.1 I: 1.5	V: 13.7 Vp: 19.8 I: 1.0
3	V: 11.3 Vp: 14.6 I: 0.6	V: 11.5 Vp: 18.4 I: 1.4	V: 11.8 Vp: 20.7 I: 1.8	V: 12.1 Vp: 20.3 I: 1.7	V: 12.4 Vp: 20.1 I: 1.7	V: 12.8 Vp: 20.0 I: 2.0	V: 13.2 Vp: 20.0 I: 2.3	V: 13.5 Vp: 19.1 I: 2.0	V: 13.7 Vp: 18.5 I: 2.1	V: 13.9 Vp: 18.3 I: 1.7
4	V: 11.5 Vp: 14.3 I: 0.5	V: 11.6 Vp: 17.3 I: 1.3	V: 11.8 Vp: 20.6 I: 1.8	V: 12.0 Vp: 20.5 I: 1.9	V: 12.4 Vp: 20.1 I: 1.8	V: 12.7 Vp: 20.8 I: 2.1	V: 13.0 Vp: 20.1 I: 2.13	V: 13.3 Vp: 19.3 I: 2.27	V: 13.5 Vp: 18.1 I: 2.13	V: 13.5 PWM:0
5	V: 11.1 Vp: 14.7 I: 0.4	V: 11.2 Vp: 17.7 I: 1.4	V: 11.4 Vp: 20.6 I: 1.7	V: 11.7 Vp: 20.3 I: 1.8	V: 12.0 Vp: 20.1 I: 1.8	V: 12.3 Vp: 20.5 I: 2.15	V: 12.5 Vp: 20.7 I: 2.16	V: 12.9 Vp: 19.3 I: 2.23	V: 13.3 PWM:0	V: 13.3 PWM:0

Dari data diatas dapat dihitung lama pengisian baterai aki:

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengisian (hour)} &= (\text{kapasitas aki [AH]} / \text{ arus SCC [AH]}) + 20\% (\text{kapasitas aki [AH]} / \text{ arus SCC [AH]}) \\ &= (17\text{Ah} / 2,1 \text{ A}) + 20/100 (17\text{Ah} / 2,1\text{A}) \\ &= 9,71 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jadi total pengisian waktu yang dibutuhkan untuk pengisian aki dengan kapasitas 17Ah adalah 9,71 jam jika charger selalu menyuplai arus sebesar 2,1A. dalam pengimplementasian yang sudah dilakukan arus yang didapatkan selama periode pengisian tidak selalu stabil sehingga pengisian baterai aki menjadi lama.

Hasil dari pengujian lampu LED dapat menyala. Terdapat dua mode yaitu mode malam dan mode siang. Ketika mode malam lampu LED menyala Sedangkan pada saat siang hari lampu LED mati. Sistem tersebut bekerja secara otomatis.



Gambar 8 lampu PJU

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisis serta pengimplementasian rangkaian *solar charge controller* dan lampu LED yang ada menggunakan panel surya dengan memanfaatkan energi matahari pada sistem tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Rangkaian *solar charge controller* yang dibuat dapat melakukan pengisian baterai disaat siang hari.
2. Rangkaian lampu otomatis dapat berfungsi dalam tiga mode yaitu mode siang, malam dan transisi.
3. *Solar charge controller* dapat melakukan proteksi terhadap baterai dalam hal pengisian dan penggunaan daya berlebih.
4. Total pengisian daya baterai dari kosong hingga penuh membutuhkan waktu setidaknya 9,71 jam jika ampere konstan 2,1 A.
5. Proses penyuplaian beban dapat dilakukan selama 8 jam penuh jika daya beban sebesar 30W dan 4 jam jika daya beban sebesar 50W.

5.2. Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjut, pembuatan sistem sangat disarankan untuk

1. Memastikan daya beban yang akan digunakan karena sangat berpengaruh dalam pemilihan baterai dan komponen pada *solar charge controller*.
2. Memerhatikan spesifikasi pada panel surya dan mengurangi faktor yang akan memperburuk kinerja panel.
3. Meninjau kembali algoritma MPPT agar dapat bekerja lebih maksimal.
4. Percobaan pada rangkaian harus diuji secara berkala agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] P. Eka, Wicaksana. R, Windarko. N, Efendi. Z, "Pemodelan dan prediksi daya Output photovoltaic secara real time berbasis mikrokontroler." *Proc. – 2015 int. Conf ISSN 2015*, vol 4, no 2, pp. 190, 2015
- [2] Dr. Ajay Mathur, "Energy Efficient Street Lighting" in guidelines, vol. 2. New Delhi: ECO III Press, pp. 1-2 2010
- [3] George, E, Pataki, "A how-to guide to effective energy-efficient street lighting for planners and engineers". 2002.
- [4] Thakur. Tharang, "Solar Power Charge Controller." *Global Journal of Researches in Engineering*, vol.16, no. 8, pp. 13, 2016.
- [5] M. S. Buday, "Measuring irradiance, temperature and angle of incidence effects on photovoltaic modules in Auburn Hills, Michigan," University of Michigan, 2011.
- [6] Osaretin C.A. dan Edeko F.O. , "Design and Implementation of a Solar Charge Controller With Variable Output." *Journal of Electrical and Electronic Engineering*, vol.12, no. 2, pp. 40-41, Nov. 2015
- [7] A. R. Reisi, M. H. Moradi, dan S. Jamasb, "Classification and comparison of maximum power point tracking techniques for photovoltaic system: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 19, pp. 433-443, 2013
- [8] Esham T, Chapman "P.L. Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques." *IEEE Trans. Energy Conversion*, 439–449. 2007.
- [9] S. K. Mahapatro, "Maximum Power Point Tracking (MPPT) Of Solar Cell Using Buck-Boost Converter," di *International Journal of Engineering Research and Technology*, 2013.
- [10] Anuj Kumar Palariya¹, Anurag Choudhary, Akhilendra Yadav, "modelling, control and simulation of mppt for wind energy conversion using matlab/simulink" di *The Engineering Journal of Application & Scopes (TEJAS)* Volume 1, Issue 2, ISSN-2456-0472, July 2016.