

# Kinerja Charger Controller dan Akumulator di Kampus III Universitas PGRI Semarang

Edi Winambo

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro Universitas PGRI Semarang  
Jl. Sidodadi Timur No.24-Dr.Cipto Semarang, 50125, Indonesia

\*Corresponding author. Email:ediwinambo@gmail.com

## ABSTRAK

Penggunaan energi listrik semakin bertambah seiring dengan perkembangan teknologi. Padahal sumber daya alam saat ini semakin berkurang, sedangkan penggunaan energi listrik bahan bakar fosil dalam jangka panjang akan menguras sumber daya alam. Krisis energi dunia dan tingginya harga sumber energi (Minyak) menyebabkan inovasi dalam pemanfaatan sumber energi alternatif murah yang ramah lingkungan seperti energi surya. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan berbagai terobosan oleh berbagai pihak, baik itu pemerintah maupun masyarakat. Salah satu terobosan yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang sangat besar adalah energi matahari. Penelitian ini mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dilakukan di Kampus III Universitas PGRI Semarang Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah : Untuk mengetahui efisiensi dari charger controller dan accumulator

**Kata Kunci:** charger, controller, akumulator, PLTS

## PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik semakin bertambah seiring dengan perkembangan teknologi. Padahal sumber daya alam saat ini semakin berkurang, sedangkan penggunaan energi listrik bahan bakar fosil dalam jangka panjang akan menguras sumber daya alam. Dalam kasus ini, perlu mengembangkan energi alternatif yang dihasilkan dari sumber daya alam yang melimpah. Pemanfaatan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan perlu dioptimalkan, Indonesia memiliki sumber daya Energi baru terbarukan (EBT) yang lengkap dari langit, bumi, hingga air, sehingga dapat segera menjadi EBT yang utama. Pemanfaatan energi terbarukan is a must, tidak lagi sekedar alternatif tetapi harus menjadi mainstream. (Prasetyo, 2018). Energi listrik alternatif yang dihasilkan panel surya telah digunakan sebagai solusi energi terbarukan untuk menunjang kehidupan manusia. Pembangunan pembangkit listrik tenaga surya membutuhkan perencanaan yang sangat baik agar tidak menimbulkan dampak yang berlebihan bagi lingkungan. Untuk membangun suatu pembangkit listrik tenaga surya memerlukan investasi awal yang cukup mahal. Sehingga perlu dirancang komponen pembangkit listrik tenaga surya yaitu salah satunya solar charge controller yang handal, optimal, dan ekonomis sehingga diperoleh perencanaan pembangunan plts yang optimal (Mufit, 2017). Krisis energi dunia dan tingginya harga sumber energi (Minyak) menyebabkan inovasi dalam pemanfaatan sumber energi alternatif murah yang ramah lingkungan seperti energi surya. Kesadaran masyarakat yang ditunjang dengan kondisi geografis Indonesia yang terletak di khatulistiwa menciptakan perkembangan dalam pembangunan maupun inovasi teknologi yang berhubungan dengan energi surya, salah satunya PLTS. (Muttaqin, 2017). Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan berbagai terobosan oleh berbagai pihak, baik itu pemerintah maupun masyarakat. Salah satu terobosan yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang sangat besar adalah energi matahari. Energi matahari adalah salah satu energi baru dan terbarukan yang secara aktif dikembangkan di Indonesia sebagai negara tropis. Letak Indonesia yang berada pada daerah khatulistiwa, maka wilayah Indonesia selalu disinari matahari selama 10-12

jam dalam sehari (Widodo dkk, 2009). Potensi sumber energi matahari Indonesia rata-rata sekitar 4,8 kWh/M2/hari, setara dengan 112.000 GWp, akan tetapi baru dimanfaatkan sekitar 10 MWp (Syafii, 2015). Untuk memanfaatkan potensi energi matahari sebagai sumber energi listrik diperlukan sel surya (photovoltaic/PV) sebagai piranti untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik (Asy'ari and Widodo, 2019). Energi surya adalah salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini. Energi ini merupakan salah satu alternatif pembangkit energi listrik yang sangat baik untuk masa kini dan masa depan. Alat untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik adalah panel surya. Pada tugas akhir kali ini, akan diteliti tentang pemanfaatan solar sel atau panel surya yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik sebagai sumber listrik tegangan DC yang dapat digunakan untuk mengisi atau charging baterai. Akan tetapi, kondisi negara Indonesia adalah negara yang sangat luas dan terdiri dari beribu-ribu pulau dan dengan penyebaran penduduk yang tidak merata serta masih banyak daerah-daerah yang terpencil yang menjadikan kendala utama untuk melakukan pendistribusian pembangkit listrik ke setiap pelosok-pelosok negeri kita ini. Maka wajar kalau kita masih banyak menjumpai masyarakat di pedesaan, pesisir pantai dan daerah pegunungan yang belum merasakan penerangan listrik dan tidak terjangkau oleh pembangkit listrik negara (PLN). (Rusman, 2017)

## STUDI PUSTAKA

**Daya listrik** adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit atau rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik, sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut.

Rumus daya listrik adalah :

$$P = V \cdot I \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

P : Daya (Watt)

V : Beda potensial (Volt)

I : Arus (A)

Misalkan suatu potensial  $v$  dikenakan ke suatu beban daya maka mengalirlah arus dc agar energi matahari yang diberikan ke masing-masing aliran yang menghasilkan arus listrik, karena energi matahari sangat penting untuk masyarakat di pedalaman pedesaan, seperti di papua bagian pinggiran kota belum ada listrik untuk itu energi matahari sangat membutuhkan bagi masyarakat di pelosok desa agar bisah dapat penerangan dari energi matahari menjadi energi listrik. (Wanimbo E).

**Charger Controller** Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (Kelebihan pengisian karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya/solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt. Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage.
2. Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak 'full discharge', dan overloading.
3. Monitoring temperatur baterai

Untuk membeli solar charge controller yang harus diperhatikan adalah:

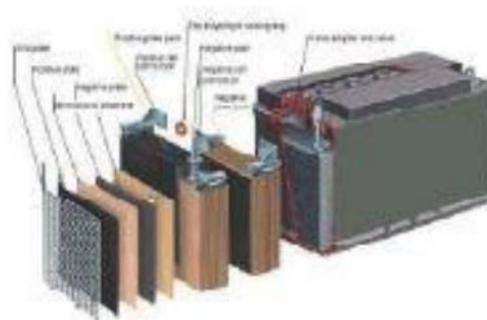
1. Voltage 12 Volt DC / 24 Volt DC
2. Kemampuan (dalam arus searah) dari controller. Misalnya 5 Ampere, 10 Ampere, dsb.
3. Full charge dan low voltage cut.

Seperti yang telah disebutkan di atas solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. Solar charge controller akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan di isi kembali.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari : 1 input yang terhubung dengan output panel surya / solar cell, 1 output yang terhubung dengan baterai dan 1 output yang terhubung dengan beban (load). Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada 'diode protection' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya ke baterai, bukan sebaliknya. Charge Controller bahkan ada yang mempunyai lebih dari sumber daya, yaitu bukan hanya berasal dari matahari, tapi juga bisa berasal dari tenaga angin ataupun mikro hidro. Di pasaran sudah banyak ditemui charge controller 'tandem' yaitu mempunyai input yang berasal dari matahari dan angin. Untuk ini energi yang dihasilkan menjadi berlipat ganda karena angin bisa bertiup kapan saja, sehingga keterbatasan waktu yang tidak

bisa disuplai energi matahari secara full, dapat disupport oleh tenaga angin. Bila kecepatan rata-rata angin terpenuhi maka daya listrik per bulannya bisa jauh lebih besar dari energi matahari. (teknologi sel surya 2552).

### Baterai/ Accumulator



**Gambar 2.1** Accumulator

(Menurut Sadewo 2017), baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Prinsip kerjanya mengubah energi listrik menjadi energi kimia pada saat menyimpan, dan mengubah energi kimia menjadi energi listrik pada saat digunakan. Proses elektrokimia reversible merupakan proses didalam baterai dapat berlangsung perubahan kimia menjadi tenaga listrik (Proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (Proses pengisian) dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan di dalam sel. Pengertian baterai berdasarkan SNI 8395:2017 adalah alat yang terdiri dari satu atau lebih sel dimana energi kimia diubah menjadi energi listrik dan digunakan sebagai penyimpan energi listrik. Tanpa baterai maka energi surya hanya dapat digunakan pada saat ada sinar matahari saja karena tidak ada alat penyimpan energinya. Baterai atau aki berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia yang akan digunakan untuk menyuplai (menyediakan) listrik pada komponen-komponen kelistrikan.

Dalam sistem energi surya, baterai berfungsi untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika panel surya tidak mengeluarkan daya atau dalam kata lain panel surya tidak terkena paparan sinar matahari. Selain itu baterai digunakan untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panel surya setiap kali daya melebihi beban. Ketika adanya matahari dan panel menghasilkan daya listrik, daya yang tidak digunakan dengan segera dipergunakan untuk mengisi daya baterai. Ketika tidak adanya matahari, permintaan daya listrik disediakan oleh baterai

Kemampuan dari suatu baterai ditentukan oleh kapasitasnya yang diukur dalam satuan Ampere/hour dengan persamaan dibawah ini:

$$Ah = I \times t \text{ (2.2)}$$

Dimana : Ah (Ampere Hourse) : kapasitas baterai

I : kuat arus (ampere)

t : waktu (jam/detik)

Setiap baterai terdiri dari terminal positif( Katoda) dan terminal negative (Anoda) serta Elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Output arus listrik dari baterai adalah arus searah atau disebut juga dengan arus DC (Direct Current). Pada umumnya, Baterai terdiri dari 2 Jenis utama yaitu baterai Primer yang hanya dapat sekali pakai (single use battery) dan baterai Sekunder yang dapat diisi ulang (rechargeable battery).

#### Karakteristik Baterai

Baterai ini tidak memiliki caps/ katup, tidak ada akses ke elektrolit dan total sealed. Dengan demikian baterai jenis ini tidak memerlukan maintenance. Baterai Deep Cycle, adalah baterai yang cocok untuk sistem solar cell, karena dapat discharge sejumlah arus listrik secara konstan dalam waktu yang lama. Umumnya baterai deep cycle dapat discharge sampai dengan 80% kapasitas baterai. Dengan perencanaan kapasitas dan maintenance yang baik, baterai jenis ini dapat bertahan selama kurang lebih 10 tahun. Untuk mengetahui waktu dalam proses pengisian baterai, dapat menggunakan rumus berikut :

Lama pengisian arus :

$$ta = \frac{Ah}{A}$$

Keterangan :

ta = Lamanya pengisinya arus (jam)

Ah = Besarnya kapasitas baterai (ampere hours)

A = Besarnya arus pengisian ke baterai (ampere)

Lamanya pengisian daya:

$$td = \frac{\text{Daya Ah}}{\text{Daya A}}$$

Keterangan :

td = Lamanya pengisian daya (jam) Daya

Ah = Besar daya Ah x tegangan baterai (Watt hours) Daya

A = Besar daya A x besar tegangan baterai (Watt)

(Menurut Sutedjo dkk 2010), DC-DC converter merupakan suatu rangkaian listrik yang mentransfer energi dari sumber tegangan dc ke beban. Pada banyak aplikasi industri, diperlukan untuk mengubah sumber tegangan dc tetap menjadi sumber tegangan dc yang bersifat variable. Dalam sistem perubahan daya DC atau DC to DC konverter, terdapat dua tipe yaitu tipe linier dan tipe peralihan atau tipe switching (DC chopper). Tipe linier merupakan cara termudah untuk mencapai tegangan keluaran yang bervariasi, namun kurang diminati karena tingginya daya yang

hilang (power loss) pada transistor (VCE\*IL) sehingga berakibat rendahnya efisiensi. Sedangkan pada tipe switching, tidak ada daya yang diserap pada transistor sebagai switch. Ini dimungkinkan karena pada waktu switch ditutup tidak ada tegangan yang jatuh pada

transistor, sedangkan pada waktu switch dibuka, tidak ada arus listrik mengalir. Iniberarti semua daya terserap pada beban, sehingga efisiensi daya menjadi 100%. Namun pada prakteknya, tidak ada switch yang ideal. Pada tipe switching, fungsi transistor sebagai electronic switch yang dapat dibuka (off) dan ditutup (on). Jika switch ditutup maka tegangan keluaran akan sama dengan tegangan masukan, sedangkan jika switch dibuka maka tegangan keluaran akan menjadi nol. Dengan demikian tegangan keluaran yang dihasilkan akan berbentuk pulsa. Pertama, energi ditransfer melalui suatu piranti elektronik (switch device) ke piranti penyimpan energi. Kemudian, energi dikirimkan ke beban dari piranti penyimpan energi. Induktor dan kapasitor biasanya digunakan sebagai penyimpan energi. Proses transfer energi ini menghasilkan tegangan keluaran yang ditentukan oleh tegangan input dan duty ratio rangkaian switching. Secara umum, DC to DC konverter berfungsi untuk mengkonversikan daya listrik searah kebentuk daya listrik searah lainnya yang terkontrol arus, atau tegangan, atau arus dan tegangan. Ada lima rangkaian dasar dari converter DC- DC non-isolasi, yaitu buck, boost, buck-boost, cuk, dan sepic. Pada penelitian ini, rangkaian DC to DC konverter yang akan diuji merupakan rangkaian buck-boost converter. Tegangan dc masukan dari proses DC to DC konverter tersebut berasal dari sumber tegangan DC yang dihasilkan oleh modul surya. (Asy'ari and Widodo, 2019)

#### Efisiensi Charger Controller

Energy cahaya matahari yang di terima oleh sel surya dapat diubah menjadi energy listrik, Semakin besar energy cahaya yang diserap maka semakin besar energy listrik yang dapat di hasilkan. Maka konversi energy inipun memiliki nilai efisiensi didalamnya.

Efisiensi keluaran Maksimum ( $\eta$ ) didefinisikan sebagai persentase keluaran daya Minimum terhadap energy cahaya.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$\eta$  = Efisiensi sel surya (%)

Pout = Daya yang dibangkitkan oleh sel surya (Watt)

Pin = Daya yang diterima akibat radiasi matahari (Watt)

#### METODE/DESAIN

Penelitian mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini dilakukan di Kampus III Universitas PGRI Semarang pada awal bulan Agustus sampai dengan akhir September. Dalam penelitian tersebut mengalami beberapa kendala yaitu cuaca, yang menjadikan intensitas cahaya matahari tidak stabil.



Gambar 3.1 Flow Chart

**Analisa Data**

Untuk mengetahui hubungan dalam koneksi energy matahari Sel surya perlu dilakukan uji, pengujian menggunakan uji kualitatif. Diantaranya uji yang dilakukan :

1. Menghitung luas area untuk pemasangan PLTS berdasarkan data dimensi dari panel surya
2. Menghitung pemakaian energy listrik rumah tangga.

Setelah pemasangan Panel surya selesai, maka akan diuji tingkat efisiensinya :

1. Menghitung pemakaian listrik sebelum terpasang PLTS
2. Menghitung pemakaian listrik setelah terpasang PLTS
3. Menghitung tingkat efisiensi pembangkit listrik hybrid PLN Solar cell
4. Menghitung Pay back period

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Penelitian ini memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Kampus III Universitas PGRI Semarang, Energi cahaya matahari untuk mengisi energi pada Akumulator 70Ah yang akan digunakan sebagai sumber energy listrik. Tegangan DC 11 volt pada akumulaoor sebelum mengisi energy matahari, setelah solar control charger terhubung ke akumulator mengisi tegangan DC menjadi 12 volt. Selain itu pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian alat controll charger panel surya pada pembangkit listrik tenaga surya, dapat dilihat pada Tabel 4.1 Hasil penelitian PLTS.

**Hasil Pengukuran Tegangan**

**Tabel 4.1** Hasil Pengukuran Charger Controller dan accumulator

No	Waktu	Iin	Vin	Pin	Iout	Vout	Pout	Efisiensi
1	08.00	0,2	19,51	3,902	0,02	12,56	0,2512	6%
2	08.30	0,2	19,52	3,904	0,02	12,57	0,2514	6%
3	09.00	0,3	19,55	5,865	0,03	12,57	0,3771	6%
4	09.30	0,07	19,74	1,3818	0,02	12,57	0,2514	18%
5	10.00	0,09	19,61	1,7649	0,04	12,57	0,5028	28%
6	10.30	0,11	19,87	2,1857	0,06	12,58	0,7548	35%
7	11.00	0,13	19,89	2,5857	0,08	12,58	1,0064	39%
8	11.30	0,15	19,86	2,979	0,13	12,59	1,6367	55%
9	12.00	0,17	19,89	3,3813	0,15	12,59	1,8885	56%
10	12.30	0,19	19,88	3,7772	0,18	12,59	2,2662	60%
11	13.00	0,21	19,91	4,1811	0,29	12,61	3,6569	87%
12	13.30	0,23	19,96	4,5908	0,28	12,7	3,556	77%
13	14.00	0,21	19,82	4,1622	0,26	12,65	3,289	79%
14	14.30	0,16	19,76	3,1616	0,16	12,59	2,0144	64%
15	15.00	0,12	19,67	2,3604	0,13	12,58	1,6354	69%
16	15.30	0,2	19,64	3,928	0,12	12,58	1,5096	38%
17	16.00	0,3	19,6	5,88	0,12	12,57	1,5084	26%
18	16.30	0,4	18,85	7,54	0,09	12,53	1,1277	15%
19	17.00	0,5	15,58	7,79	0,06	12,03	0,7218	9%

Pengukuran Daya Input Yang dilakukan pertama kali pada penelitian ini adalah memasang kabel NYA dari solar cell ke control charger untuk mengukur arus I in dan V in pada control charger dan mengukur tegangan I out dan V out pada accumulator. Dengan begitu dapat terhitung daya input dengan rumus,

$$\text{Daya input } \eta = \frac{P \text{ Out}}{P \text{ In}}$$

Dari rumus tersebut, didapat nilai daya input seperti pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel, 4.2** Hasil pengukuran nilai daya input.

No	Waktu	Iin	Vin	Pin
1	08.00	0,2	19,51	3,902
2	08.30	0,2	19,52	3,904
3	09.00	0,3	19,55	5,865
4	09.30	0,07	19,74	1,3818
5	10.00	0,09	19,61	1,7649
6	10.30	0,11	19,87	2,1857
7	11.00	0,13	19,89	2,5857
8	11.30	0,15	19,86	2,979
9	12.00	0,17	19,89	3,3813
10	12.30	0,19	19,88	3,7772
11	13.00	0,21	19,91	4,1811
12	13.30	0,23	19,96	4,5908
13	14.00	0,21	19,82	4,1622
14	14.30	0,16	19,76	3,1616
15	15.00	0,12	19,67	2,3604
16	15.30	0,2	19,64	3,928
17	16.00	0,3	19,6	5,88
18	16.30	0,4	18,85	7,54
19	17.00	0,5	15,58	7,79

Tabel 4.3 Hasil pengukuran nilai daya output.

No	Waktu	Iout	Vout	Pout
1	08.00	0,02	12,56	0,2512
2	08.30	0,02	12,57	0,2514
3	09.00	0,03	12,57	0,3771
4	09.30	0,02	12,57	0,2514
5	10.00	0,04	12,57	0,5028
6	10.30	0,06	12,58	0,7548
7	11.00	0,08	12,58	1,0064
8	11.30	0,13	12,59	1,6367
9	12.00	0,15	12,59	1,8885
10	12.30	0,18	12,59	2,2662
11	13.00	0,29	12,61	3,6569
12	13.30	0,28	12,7	3,556
13	14.00	0,26	12,65	3,289
14	14.30	0,16	12,59	2,0144
15	15.00	0,13	12,58	1,6354
16	15.30	0,12	12,58	1,5096
17	16.00	0,12	12,57	1,5084
18	16.30	0,09	12,53	1,1277
19	17.00	0,06	12,03	0,7218

**Perhitungan Nilai Input dan Output**

Setelah diketahui nilai daya input, dilanjutkan dengan perhitungan daya output, dengan rumus,

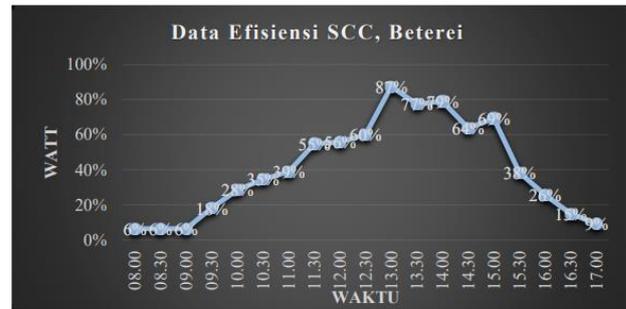
Daya input  $\eta$

$$\frac{Pout}{Pin}$$

Maka dengan rumus tersebut, terhitung nilai Daya output seperti pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan nilai daya input dan output.

No	Waktu	Pin	Pout	Efisiensi
1	08.00	3,902	0,2512	6%
2	08.30	3,904	0,2514	6%
3	09.00	5,865	0,3771	6%
4	09.30	1,3818	0,2514	18%
5	10.00	1,7649	0,5028	28%
6	10.30	2,1857	0,7548	35%
7	11.00	2,5857	1,0064	39%
8	11.30	2,979	1,6367	55%
9	12.00	3,3813	1,8885	56%
10	12.30	3,7772	2,2662	60%
11	13.00	4,1811	3,6569	87%
12	13.30	4,5908	3,556	77%
13	14.00	4,1622	3,289	79%
14	14.30	3,1616	2,0144	64%
15	15.00	2,3604	1,6354	69%
16	15.30	3,928	1,5096	38%
17	16.00	5,88	1,5084	26%
18	16.30	7,54	1,1277	15%
19	17.00	7,79	0,7218	9%



Gambar 4.1 Grafik Efisiensi Controll Charger dan Acumulator.

**Data Efisiensi Charger Controller dan Acumulator**

Dari perhitungan efisiensi control charger dan accumulator, maka seperti yang terlihat pada Gambar 4.1. maka dapat dilihat bahwa dari awal pengukuran pada pukul 08 : 00 sd 09 : 00, menunjukkan efisiensi yang rendah sekitar 6%, kemudian efisiensi meningkat setelah waktu tersebut, nilai rata - rata efisiensi maksimal solar charger controller adalah 87% pada rentang waktu 13 : 00 sampai dengan 15: 00 dengan nilai maksimal 38% pada pukul 15 : 30 sampai dengan pukul 17 : 00 adalah nilai maksimal.

Table 4.5 Nilai Total, Maksimum, Minimum dan Rata-Rata.

Nilai	$\eta = \frac{Pout}{Pin}$	Satuan
Max	7,79	Watt
Min	0,2512	Watt
Avg	2,72438	Watt

**KESIMPULAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis keseluruhan yang telah dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dibangun rancang charger controller yang dapat diaplikasikan oleh solar cell ke dalam charger controller dan accumulator untuk mengatur batas tegangan minimum dan maksimum ke accumulator.
2. Daya output yang dihasilkan oleh charger controller dari inputan. Hal ini terjadi dikarenakan pengaruh cuaca tidak menstabilkan tegangan ketika proses pengisian.
3. Daya yang dihasilkan oleh charger controller dengan kapasitas efisiensi 87% vdc dapat mengisi aki melalui berkapasitas 12 v 70Ah melalui charger lama pengisian selama 3 jam dengan tegangan yang kurang stabil.

**REFERENSI**

- [1] Asy'ari, H. and Widodo, D. A. (2019) 'Pengisian Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Pada Sistem Energi Surya', *Edu Elekrika Journal*, 8(2), pp. 91–95
- [2] HARYANTI, M., YULIANTI, B. and ... (2021) 'Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Solar Cell 50 Watt', *Jurnal ...*, pp. 129–141. Available at: <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtin/article/view/821>.
- [3] Mufit, C. (2017) 'Rancang Bangun Solar Charge Controller Dengan Mode Fast PWM Menggunakan Atmega 16', p. 87. Available at: <http://repository.its.ac.id/46949/>.
- [4] Muttaqin, R. (2017) 'Analisa Performansi dan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Departemen Teknik Fisika FTI-ITS', p. 120. Available at: <http://repository.its.ac.id/47444/>.
- [5] Prasetyo, K. A. (2018) 'Pengembangan Alat Control Charging Panel Surya Menggunakan Aduino Nano Untuk Sepeda Listrik Niaga', *Jurnal Edukasi Elektro*, 2(1), pp. 50–58. doi: 10.21831/jee.v2i1.19947.
- [6] Raban, R., Kurniawan, E. and Sunarya, U. (2015) 'Desain Dan Implementasi Charger Baterai Portable Menggunakan Modul Ic X16009E1 Sebagai Boost Converter Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya', *e-Proceeding of Engineering*, 2(2), pp. 1900–1908. Available at: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiP3aPYjbTgAhUKP48KHeFICgEQFjABegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fopenlibrary.telkomuniversity.ac.id%2Fpustaka%2Ffiles%2F102722%2Fjurnal\\_eproc%2Fdesain-dan-implementasi-charger-baterai-port](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiP3aPYjbTgAhUKP48KHeFICgEQFjABegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fopenlibrary.telkomuniversity.ac.id%2Fpustaka%2Ffiles%2F102722%2Fjurnal_eproc%2Fdesain-dan-implementasi-charger-baterai-port)
- [7] Rusman, R. (2017) 'Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 Wp', *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2). doi: 10.24127/trb.v4i2.75
- [8] (2552) ' (Solar Cell)', , pp. 4–29. Available at: <http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm>.