

## Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch

Teten Haryanto<sup>1</sup>, Henry Charles<sup>1</sup>, dan Hadi Pranoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: tetenharyanto0748@gmail.com

**Abstrak** Solar panel merupakan Energi Baru Terbarukan (EBT) yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energinya. Sumber Energi Matahari tersedia gratis di alam, termasuk di Indonesia yang terletak didaerah khatulistiwa dengan potensi energi surya rata-rata 4,5 kWh/m<sup>2</sup> per hari. Saat ini masyarakat Indonesia menggunakan listrik yang sumbernya dari PLN. Apabila terjadi masalah pada jaringan distribusi listrik PLN maka aliran listrik dirumah-rumah akan terputus. Pada saat aliran listrik terputus tersebut terjadi setelah di breakdown kebutuhan yang paling penting adalah penerangan dan charge alat komunikasi. Hal ini juga berlaku saat terjadi bencana alam seperti di Palu 28 September 2018, kondisi di lokasi pada malam hari gelap karena jaringan listrik dari PLN terputus selama 4 hari. Pada penelitian sebelumnya solar panel digunakan sebagai lampu penerangan, pompa aquarium, dan penerangan parkir. Pada penelitian ini solar panel digunakan sebagai emergency ketika sumber aliran listrik dari PLN mengalami masalah. Hasil yang didapat dari perancangan alat ini adalah ketahanan batteray selama 12 jam dengan beban 2 buah lampu DC 5 watt dan 2 buah slot untuk mencharge hp spesifikasi 5 volt. Ketika sumber listrik dari PLN terputus, maka akan segera pindah ke sumber panel surya dengan waktu 01,43 detik.

**Kata kunci:** solar panel, energi surya, PLN, switch power.

**Abstract** The solar panel is a New Renewable Energy (EBT) that uses sunlight as its energy source. Solar Energy Sources are available free in nature, including in Indonesia, which is located in the equator with an average solar energy potential of 4.5 kWh / m<sup>2</sup> per day. At present the people of Indonesia use electricity from PLN. If there is a problem with the PLN electricity distribution network, the electricity will be cut off at home. When the cut off occurs after the most important breakdown of needs is the illumination and charge of the communication device. This also applies when natural disasters occur, such as in Palu on September 28, 2018, the conditions at the site during the night are dark because the electricity grid from PLN is cut off for 4 days. In previous studies solar panels were used as lighting, aquarium pumps, and parking lighting. In this study solar panels were used as an emergency when the source of electricity from the National Electric Company encountered a problem. The results obtained from the design of this tool are the battery resistance for 12 hours with a load of 2 5 watt DC lights and 2 slots to charge a 5 volt specification cellphone. When the electricity source from the PLN is cut off, it will immediately move to the source of the SOLAR panel with a time of 01.43 sec.

**Keywords:** solar panels, solar energy, PLN, switch power

### 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin modern dan canggih diikuti pula kebutuhan energi yang lebih besar untuk kepentingan manusia yang jumlahnya semakin bertambah. Salah satunya ialah energi listrik yang menjadi energi vital dalam kehidupan sehari-hari dan kebutuhan energi global dalam 30 tahun kedepan akan meningkat dua kali lipat dan pada 40 tahun kedepan akan meningkat tiga kali lipat, setara dengan energi 20 miliar ton minyak bumi atau bahan fosil saat ini [1].

Produksi energi listrik berbahan bakar fosil, telah menimbulkan dampak pemanasan global pada level yang sangat mengkhawatirkan, disertai kenaikan tarif dasar listrik yang sangat signifikan, persoalan ini perlu mendapat perhatian serius oleh pemerintah dan pihak swasta untuk bersinergi mencari solusinya, seperti efisiensi pemakaian

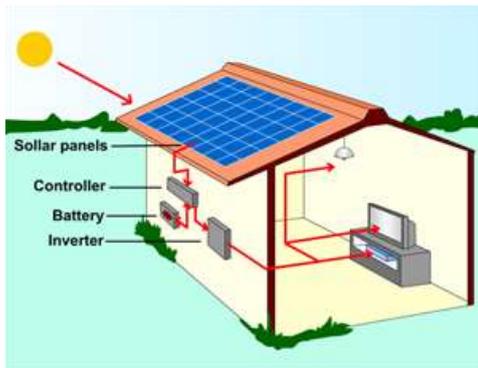
energi listrik pada beban, pengurangan rugi-rugi daya (loses) di jaringan transmisi distribusi serta pemanfaatan energi terbarukan (Renewable energy) di sekitar area beban, yang ramah lingkungan (green energy) sebagai sumber energi listrik alternative [2].

Pembangkit energi terbarukan yang ketersediannya tidak menentu seperti tenaga surya, tenaga angin, mikrohidro, ombak laut, dan pasang surut air laut masih kurang dimanfaatkan [3].

Dalam upaya pencarian sumber energi baru sebaiknya memenuhi syarat yaitu menghasilkan jumlah energi yang cukup besar, biaya ekonomis dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu pencarian tersebut diarahkan pada pemanfaatan energi matahari baik secara langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan panel surya yang dapat merubah energi matahari menjadi energi listrik yang

dinamakan Solar Cell. Teknologi Solar Cell telah lama dikenal oleh manusia penangkap panas yang dibawa sinar matahari untuk diubah menjadi sumber energi listrik [4].

Energi surya merupakan energi yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik untuk dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan energi yang sangat diperlukan pada masa-masa sekarang ini. Apalagi kita sadari bahwa negara Indonesia terletak pada daerah khatulistiwa yang kaya akan pancaran energi matahari, sehingga kita dapat memanfaatkan kondisi tertentu untuk membangkitkan energi listrik salah satunya melalui Solar Cell. [5]



Gambar 1 Rumah menggunakan solar panel

Penerapan PLTS sebagai sumber energy alternative sangatlah tepat mengingat potensi energy surya rata-rata di Indonesia sangat baik, yakni sekitar 4,5 kWh/m<sup>2</sup> per hari ini setara dengan 675Wh per hari yang dihasilkan oleh modul sel surya kapasitas 100 Wp dengan luas permukaan 1 m<sup>2</sup>, dan konversi efisiensi sel 15%. Sel surya sebagai penghasil listrik DC (direct current) dapat dimanfaatkan secara langsung maupun harus dirubah dengan inverter untuk menjadi arus AC.

Pengembangan Energi pada tahun 1997 menurut Data Ditjen Listrik, kapasitas terpasang listrik tenaga surya di Indonesia mencapai 0,88 MW dari potensi yang tersedia 1,2 x 10<sup>9</sup> MW [6].

Keluaran dari panel surya ini sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC dengan konsumsi arus yang kecil. Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi – kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari cahaya matahari), maka keluaran dari panel surya ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (storage). Dalam hal ini adalah baterai. Tetapi ini tidak langsung dihubungkan begitu saja dari panel surya ke baterai, tetapi harus dihubungkan ke rangkaian solar charger controller, dimana didalam rangkaian tersebut terdapat rangkaian pengisi Baterai otomatis (Automatic charger). Fungsi dari solar charger controller ini adalah untuk mengatur tegangan keluaran dari panel surya dan mengatur arus yang masuk ke baterai secara otomatis. Selain itu solar

charger controller berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus dari panel surya ke baterai secara otomatis dan juga berfungsi untuk memutuskan aliran arus dari baterai ke beban bila terjadi hubung singkat ataupun beban yang berlebihan [4].

Seperti telah dijelaskan di atas, Energi listrik yang dihasilkan panel surya disimpan pada baterai, untuk kemudian digunakan pada malam hari. Baterai pada sistem PLTS ini memegang peranan penting karena menyangkut daya tampung energi yang disimpan. Tentunya, baterai untuk PLTS tidak sama dengan baterai pada sistem otomotif. Namun begitu baterai untuk PLTS saat ini sudah banyak tersedia di pasaran [7].

Panel Surya sebenarnya dapat langsung digunakan tanpa diberi rangkaian solar charger controller ataupun baterai, tetapi ini tidak dilakukan karena dapat membebani kinerja dari panel (akibat adanya beban yang berlebihan) sehingga akan terjadi kerusakan yang fatal pada panel surya tersebut. Selain itu solar charger controller ini juga berfungsi untuk mengamankan dari terjadinya kelebihan beban dari panel surya sehingga panel surya tidak cepat rusak. [4]

Pembangkit Listrik Tenaga Surya terkesan rumit, mahal dan sulit dioperasikan, bila dibandingkan dengan teknologi konvensional Diesel Engine Generator (Genset) maupun menggunakan listrik PLN, karena sangat tergantung pada kondisi cuaca dan harus di pasang Battery untuk kelangsungan power supply.[2]

Harga-harga dari panel surya, aki, solar charge control, dan inverter yang mahal membuat masyarakat Indonesia belum memanfaatkan teknologi ini, dan belum adanya sosialisasi yang gencar dari pemerintah untuk beralih atau mengurangi beban listrik yang berasal dari fosil membuat panel surya belum dilirik. Masyarakat Indonesia masih menggunakan mesin genset diesel sebagai system back up energinya apabila terjadi aliran listrik PLN yang terputus. Mesin diesel menggunakan sumber energi yang berasal dari fosil yang tidak dapat diperbaharui. Mesin diesel juga menimbulkan gas yang berbahaya apabila diletakkan didalam rumah yang tidak ada ventilasi udaranya. Selain itu juga menimbulkan suara bising yang dapat mengganggu kenyamanan tetangga disebelah rumah.

Penggunaan mesin Diesel berbahan bakar fosil untuk menghasilkan listrik akan terhambat ketika bencana. Distribusi supplay bahan akan mengalami kendala karena jalan yang dilewati rusak. Pada saat terjadi bencana seperti bencana alam gempa dan tsunami yang terjadi di Palu dan Donggala Pulau Sulawesi ,PLN membutuhkan waktu 4 hari untuk merecovery listrik dan itu baru sekitar 60%, kondisi tersebut menyebabkan kota padam pada malam harinya dan komunikasi terputus.

Di sisi lain, kendala hasil Pemasangan panel

surya yang tidak maksimal, hal ini disebabkan peletakan sudut dari panel surya yang tidak tepat, karena memang daya yang dihasilkan sangat bergantung pada intensitas matahari yang diterima oleh panel surya. Namun begitu, pemasangan panel surya, dengan sudut kemiringan atau slope dan sudut azimut yang tepat dapat memaksimalkan Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya [8,9].

Pada penelitian sebelumnya energi solar panel banyak dimanfaatkan untuk lampu penerangan jalan, belum dibahas mengenai emergency load. Pada penelitian ini mengarah pada pemanfaatan energy terbarukan solar panel yang digunakan apabila terjadi keadaan-keadaan darurat seperti misalnya gempa bumi, tsunami, gangguan listrik dan kondisi darurat lainnya. Pada perancangan produk ini didapatkan ketahanan batteray solar panel tersebut selama 12 jam penggunaan beban lampu DC 5 watt dan 2 buah slot pengisian alat komunikasi. Modul solar panel yang digunakan sebesar 20 Wp dan batteray yang dipakai 6 Ah. Perpindahan dari sumber listrik PLN ke solar panel 01.43 detik.

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 over charging (kelebihan pengisian – karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan Voltase dari panel surya/ solar cell.



Gambar 2 Solar charger controller

Solar charge controller berfungsi untuk menjaga keseimbangan energi di baterai dengan cara mengatur tegangan maksimum dan minimal dari baterai tersebut, alat ini juga berfungsi untuk memberikan pengamanan terhadap sistem yaitu: Proteksi terhadap pengisian berlebih (over charge) di baterai, proteksi terhadap pemakaian berlebih (over discharge) oleh beban, mencegah terjadinya arus balik ke modul surya, melindungi terhadap terjadinya hubungan. Macam-macam solar charger controller yang ada dipasaran :

#### 1. PWM

Charge controller PWM (Pulse Width Modulation) adalah alat pengontrol pengisian yang berfungsi mengecras aki dari panel surya dengan menggunakan modulasi pulsa untuk mengendalikan keberlangsungan pengisian. Ketika aki mendekati kondisi terisi penuh, alat PWM akan perlahan-lahan menurunkan jumlah

daya yang masuk ke baterai demi untuk mengurangi stres pada aki tersebut. Alat pengecas PWM banyak terdapat di pasaran, harganya juga lebih murah, dan tersedia dalam berbagai ukuran untuk aplikasi yang luas. Keterbatasan kontroler PWM antara lain yaitu ukuran tegangan alat pengecas harus sesuai dengan tegangan bank baterai, dan kapasitas alat PWM biasanya terbatas pada 60 ampere (maksimum).

#### 2. MPPT

Maximum Power Point Tracking atau sering disingkat dengan MPPT merupakan sebuah sistem elektronik yang dioperasikan pada sebuah panel photovoltaic (PV) sehingga panel photovoltaic bisa menghasilkan power maksimum. Perlu diperhatikan, MPPT bukanlah sebuah sistem tracking mekanik yang digunakan untuk mengubah posisi modul terhadap posisi matahari sehingga mendapatkan energi maksimum matahari. MPPT benar-benar sebuah sistem elektronik yang bisa menelusuri titik power maksimum power yang bisa dikeluarkan oleh sebuah panel PV. Mppt umumnya memiliki keistimewaan yaitu tegangan input yang tinggi buat mencharge baterai baik 12v s/d 48v, bahkan sebagian controller mampu mencharge sampai 60vdc. Harga memang mahal, akan tetapi efisiensinya memang lebih baik. Mppt mampu memanfaatkan kelebihan tegangan tersebut serta dikonversi sebagai arus/ampere yg tinggi ke baterai, sedangkan di PWM sebab hari mendung, walaupun tegangan tetap ada (bahkan hampir sama atau tidak terdapat penurunan) tapi ampere jauh lebih kecil.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai.
2. Menghindari overcharging dan overvoltage. 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.
2. Kemampuan (dalam arus searah) dari controller. Misalnya 5 Ampere, 6 Ampere, 10 Ampere, dsb.
3. Full charge dan low voltage cut

Charge controller biasanya terdiri dari 1 input dengan 2 terminal yang terhubung dengan output panel sel surya, 1 output dengan 2 terminal yang terhubung dengan baterai/aki dan 1 output dengan 2 terminal yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada dioda protection yang hanya

melewatkan arus listrik DC dari panel sel surya ke baterai bukan sebaliknya. [5]

Seperti yang telah disebutkan, solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Baterai yang sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel sel surya berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. Charge controller akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan turun, maka baterai akan diisi kembali. Charge controller memiliki 2 operasi kerja, yaitu charging mode dan operation mode. Charging mode merupakan suatu mode kerja charge controller saat pengisian baterai. Umumnya baterai diisi dengan metode three stage charging yaitu:

1. Fase bulk: yaitu baterai akan diisi sesuai dengan tegangan setup dan arus diambil secara maksimum dari panel surya. Umumnya tegangan setup bulk adalah 14,4V sampai 14,6V. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup bulk dimulailah fase absorption.

2. Fase absorption: pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai tegangan solar charge controller tercapai, arus yang dialirkan akan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.

3. Fase float: baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13,4V sampai 13,7V). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya pada tahapan ini.

Operation mode adalah kondisi baterai saat menyuplai beban. Apabila ada overdischarge atau overload, maka baterai akan dilepaskan dari beban. Hal ini berguna untuk mencegah kerusakan dari baterai. Untuk menentukan kapasitas arus pada charge controller menggunakan persamaan [10] sebagai berikut :

$$I_{\max} = I = \frac{P_{\max}}{V_s}$$

Keterangan :

$V_s$  = tegangan yang digunakan  
 $P_{\max}$  = daya yang dibangkitkan panel surya.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Jadwal Penelitian

Pada perancangan energi terbarukan solar panel untuk emergency load dengan system switch ini dilakukan penelitian alat selama 3 hari. Tempat penelitian dilakukan di Perum Grand Tamansari Residence Blok G6 no 18 Kelurahan Tamansari Kecamatan Setu Kabupaten Bekasi Jawa Barat Indonesia.

### 2.2 Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan pengukuran pada terminal-terminal keluaran panel surya. Untuk mendapatkan tegangan keluaran panel surya pengukurannya dilakukan pada input PWM dengan menggunakan multimeter yang terhubung secara paralel pada keluaran terminal positif ( + ) dan terhadap terminal negatifnya ( - ), sementara untuk melakukan pengambilan arus keluaran dari panel surya dengan cara langsung menghubungkan alat ukur multimeter dan beban load secara seri terhadap terminal positif ( + ) keluaran panel surya.

Untuk pengukuran intensitas cahaya matahari pengukuran dilakukan diluar rangkaian atau terpisah dari rangkaian pengukuran yaitu dengan langsung mengukur intensitas cahaya matahari dengan menggunakan alat ukur lux meter atau soladimeter.

### 2.3 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan sebagai berikut:

1. Satu buah panel surya 20 Wp
2. Solar Charge Controller 10 A
3. Penghantar (kabel)
4. Baterai (Accu) 7 Ah
5. Lampu DC 5 Watt
6. Box Panel
7. Rellay
8. Power Supplay

Alat yang digunakan pada penelitian sebagai berikut:

1. Tang potong
2. AVO meter
3. Alat pengukur intensitas cahaya atau Lux meter
4. Test pen
5. Obeng minus

### 2.4 Diagram Alir

Dalam perancangan pembuatan alat ini, menggunakan diagram alir untuk menentukan langkah-langkah kerja seperti diperlihatkan pada gambar . langkah-langkah tersebut yang penulis lakukan dalam jurnal tersebut.

Untuk menentukan pemakaian alat dan bahan yang tepat dalam penggunaan solar panel sebagai sumber energi maka hal yang utama harus diperhatikan adalah beban yang ditanggung oleh solar panel.



Gambar 3. Flowchart

Beban dari alat yang akan dibuat diantaranya adalah :

- 1 buah lampu 5 watt nyala selama 12 jam  
 Beban lampu = 5 watt x 12 hour  
 = 60 Wh
- 2 buah Load charger 2 A  
 Rumus mencari daya,  $P = V \times I$   
 5 Volt x 2 A = 10 VA  
 = 10 watt

Lama pengecasan sampai penuh 2 jam  
 Beban Charger HP = 10 watt x 2 hour  
 = 20 Wh

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Perhitungan pemilihan Solar Panel

Setelah mengetahui beban yang ditanggung oleh solar panel maka kita dapat menghitungnya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Modul surya (wp)} &= \frac{\text{Kebutuhan daya (Wh)}}{\text{Lama penyerapan (Jam)}} \\ &= \frac{80 \text{ wh}}{5 \text{ h}} \\ &= 16 \text{ watt peak} \end{aligned}$$

Jadi kita pilih dipasaran yang ada adalah 20 Wp

Jumlah modul surya panel = modul surya x lama penyerapan dibagi total beban

$$\begin{aligned} &= \frac{20 \text{ Wp} \times 5 \text{ jam}}{80 \text{ Wh}} \\ &= \frac{100 \text{ Wh}}{80 \text{ Wh}} \\ &= 1.25 \end{aligned}$$

Digenapkan menjadi 1 buah modul panel surya dengan spesifikasi 20 Wp

#### 3.2 Menentukan Battery

Untuk menentukan battery yang digunakan maka harus menghitung total arus terlebih dahulu, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Total arus (Ah)} = \frac{\text{energi (Wh)}}{\text{tegangan system(V)}}$$

$$= 80 \text{ Wh} / 12 \text{ Volt} = 8.3 \text{ Ah}$$

#### 3.3 Menentukan solar charger controller dan power supply

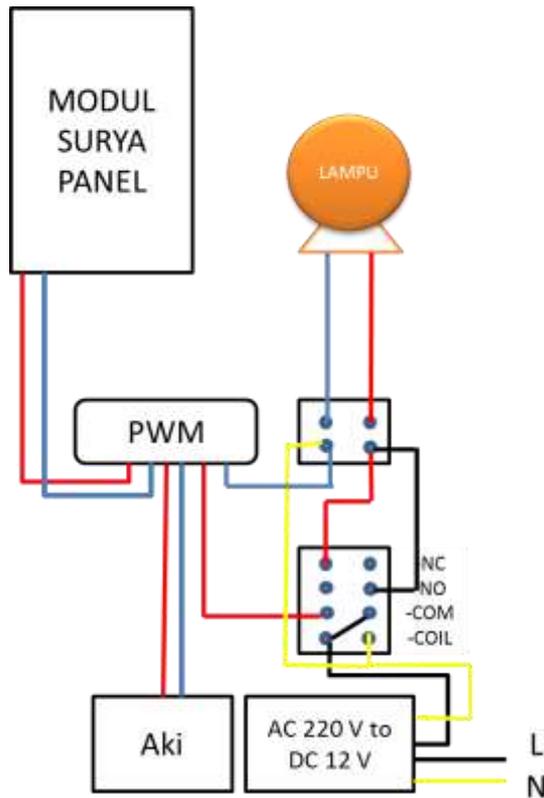
Untuk menentukan solar charger controller diperlukan spek diatasnya agar tidak down ketika dipakai. Rumus untuk menentukan charger controller adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I &= \text{beban total} / \text{voltase} \\ &= 80 \text{ Wh} / 12 \text{ volt} \\ &= 6.6 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi kita pilih spek solar charger control diatas 6.6 A yang ada dipasaran yaitu 10 A. perhitungan ini juga dipakai untuk menentukan power supply yang dipakai yaitu dengan input 220 V outputnya 12 Volt 10 Ampere.

#### 3.4 Gambar desain pengawatan

Untuk memudahkan pekerjaan dalam pengawatan alat tersebut maka dibuatlah gambar wiring dari alat yang dibuat. Gambar ini dibuat sebagai acuan pengawatan dan dalam rangka maintenance dari alat ini jika sudah dipakai. Gambar desain pengawatan tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram pengawatan

3.5 Metode Analisa Data

Data-data yang telah didapat dari observasi, pengamatan dan pengukuran secara langsung selanjutnya dianalisis. Adapun teknik pengolahan datanya adalah sebagai berikut:

1. Data intensitas cahaya matahari diambil rata-ratanya setelah dilakukan beberapa kali pengukuran pada saat hari cerah, berawan, dan mendung.
2. Data dari tegangan yang dihasilkan oleh panel surya 20 WP diambil rata-ratanya. Setelah dilakukan beberapa kali pengukuran, kemudian diperoleh kesimpulan tentang jumlah tegangan yang dihasilkan oleh panel surya.
3. Mempersentasikan jumlah data yang didapat setelah melakukan penelitian dan analisa.
4. Memberi gambaran tentang hasil pengukuran arus, tegangan dan intensitas cahaya matahari dalam bentuk grafik.

3.6 Hasil Dan Pembahasan

Penelitian Pertama

Pengujian pertama dilakukan pada hari Senin 3 Desember 2018. Penelitian ini dilakukan pada musim hujan agar dapat diketahui tingkat kehandalan dari alat yang dibuat. Jika penelitian dilakukan pada saat musim kemarau maka sudah

dipastikan solar panel akan tersinari secara sempurna dan tidak adanya gangguan cuaca. Hasil dari pengujian ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Data Pengujian Hari pertama

Data Pengujian hari Pertama					
Pukul	cuaca	Intensitas	Panel	Aki	Load
06.00 WIB	mendung	1326	11,4V	11,1V	11,1V
			0,04A	0,02A	0,02A
08.00 WIB	cerah	37000	12,5V	12,4V	12,4V
			0,13A	0,11A	0,11A
10.00 WIB	cerah	79850	17,7V	14,6V	14,6V
			0,31A	0,22A	0,22A
12.00 WIB	berawan	46830	19,6V	14,6V	14,6V
			0,55A	0,25A	0,26A
14.00 WIB	hujan	376	13,1V	13,1V	13,1V
			0,13A	0,13A	0,13A
16.00 WIB	berawan	619	13,0V	12,9V	12,9V
			0,09A	0,12A	0,12A
18.00 WIB	gelap	17	0,2V	12,9V	12,9V
			0A	0,11A	0,11A

Pada penelitian dihari pertama cuaca berubah-ubah yang ditunjukkan dengan naik turunnya hasil pengukuran lux meter. Pengukuran dilakukan pada out put solar panel, aki dan beban load. Intensitas, tegangan dan arus yang menjadi focus pengukuran. Dari data diatas ketika terjadi kenaikan pada intensitas cahaya maka tegangan dan arus juga akan meningkat pada out put solar panel, dan saat intensitas turun maka akan terjadi penurunan juga pada tegangan dan out putnya.

Rata-rata Intensitas cahaya pada hari pertama yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Intensitas} &= \frac{l1 + l2 + l3 + l4 + l5 + l6 + l7}{7} \\
 &= \frac{1326+37000+79850+46830+376+619+17}{7} \\
 &= \frac{166018}{7} \\
 &= 23716.8 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Rata- rata tegangan pada hari pertama yaitu sebesar :

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan ( V )} &= \frac{v1+v2+v3+v4+v5+v6+v7}{7} \\
 &= \frac{11,4+12,5+17,7+19,6+13,1+13+0,2}{7} \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{87,5}{7} v = 12,5 v$$

Intensitas cahaya terendah pada jam 18.00 WIB yaitu sebesar 17 lux dengan hasil output pada panel surya 0,2 Volt dan arusnya sebesar 0 A. Artinya pada jam 18.00 WIB alat ini tidak melakukan pengisian terhadap battery karena arusnya 0 A.

Intensitas cahaya tertinggi pada jam 10.00 WIB yaitu sebesar 79850 lux dan tegangan yang dihasilkan oleh solar panel sebesar 19,6 V dan arusnya sebesar 0,55 A.

Pengaruh intensitas cahaya terhadap tegangan out put yang dihasilkan oleh solar panel dengan kapasitas 20 WP pada penelitian pertama ini dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 5 Pengaruh intensitas cahaya terhadap tegangan

Dari grafik pada gambar 5 diatas terjadi kenaikan intensitas yang ditunjukkan dengan garis warna merah terjadi dari pukul 06.00 WIB sampai titik puncak pada pukul 10.00 WIB. Ketika intensitas menanjak naik tegangan juga naik dari pukul 06.00 WIB sampai pukul 10.00 WIB dan beranjak turun dipukul 12.00 WIB karena cuaca hujan. Pada saat terjadi hujan ini meskipun intensitas menurun drastis tetapi tegangan output tidak turun secara drastis yang ditunjukkan pada pukul 14.00 WIB dan pukul 16.00 WIB baru pada saat langit mulai gelap yang artinya intensitas cahaya benar-benar kecil tegangan turun drastis.

Dari data pengujian alat dapat dilihat bahwa tegangan keluaran dari panel surya sekitar 0,2 V – 19,6 V. Namun tegangan keluaran dari solar charger controller lebih stabil yaitu 13,08 Volt.

Penelitian hari kedua

Pada penelitian kedua dilakukan pada tanggal 4 Desember 2018 hari Selasa. Hasil dari penelitian di hari yang kedua ditunjukkan pada tabel 4.2.

Pada penelitian dihari kedua cuaca masih berubah-ubah yang ditunjukkan dengan naik turunnya hasil pengukuran lux meter. Selanjutnya diambil rata-rata dari data tersebut.

Tabel 2. Data pengujian hari kedua

Data Pengujian hari Ke Dua					
Pukul	cuaca	Intensitas	Panel	Aki	Load
06.00 WIB	cerah	3942	16.7V	14.5V	14.5V
			0.22A	0.21A	0.21A
08.00 WIB	mendung	1466	18.5V	14.5V	14.5V
			0.21A	0.21A	0,21A
10.00 WIB	mendung	29020	19.0V	14.6V	14.6V
			0.33A	0.22A	0.22A
12.00 WIB	cerah	76150	19.5V	14.6V	14.6V
			0.41A	0.22A	0.22A
14.00 WIB	hujan	1787	15.4V	14.4V	14.4V
			0.16A	0.17A	0.17A
16.00 WIB	mendung	6783	12.6V	12.7V	12.7V
			0.14A	0.15A	0.15A
18.00 WIB	gelap	32	0.15V	12.9V	12.9V
			0A	0.14A	0.14A

Rata-rata Intensitas cahaya pada hari kedua yaitu :

$$Intensitas = \frac{l1 + l2 + l3 + l4 + l5 + l6 + l7}{7}$$

$$= \frac{3942+1466+29020+76150+1787+6783+32}{7}$$

$$= \frac{119180}{7}$$

$$= 17025.7 lux$$

Rata- rata tegangan pada hari kedua yaitu sebesar:

$$Tegangan ( V ) = \frac{v1+v2+v3+v4+v5+v6+v7}{7}$$

$$= \frac{11,4+12,5+17,7+19,6+13,1+13+0,2}{7} v$$

$$= \frac{87,5}{7} v$$

$$= 12,5 v$$

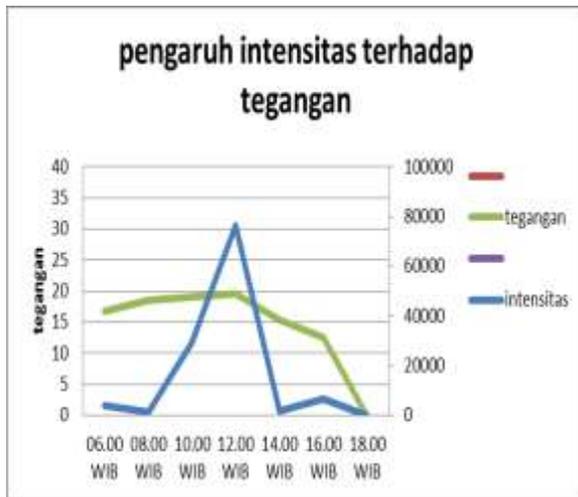
Rata-rata arus dari solar panel adalah sebagai berikut:

$$Arus (I) = \frac{I1+I2+I3+I4+I5+I6+I7}{7}$$

$$= \frac{0,22 + 0,21 + 0,33 + 0,41 + 0,16 + 0,14 + 0}{7}$$

$$= \frac{1,47}{7} = 0,21 \text{ A}$$

Pengaruh intensitas cahaya terhadap tegangan out put yang dihasilkan oleh solar panel dengan kapasitas 20 WP pada penelitian pertama ini dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Intensitas terhadap tegangan

Tabel 3. Data pengujian hari ketiga

Data Pengujian hari Ke Tiga					
Pukul	cuaca	Intensitas	Panel	Aki	Load
06.00 WIB	cerah	3930	13.3V	13.3V	13.3V
			0.14A	0.15A	0.15A
08.00 WIB	berawan	23960	19.3V	14.6V	14.6V
			0.30A	0.22A	0,22A
10.00 WIB	berawan	34080	19.0V	14.6V	14.6V
			0.36A	0.21A	0.21A
12.00 WIB	cerah	40170	19.2V	14.7V	14.7V
			0.42A	0.21A	0.21A
14.00 WIB	cerah	62410	19.4V	14.7V	14.7V
			0.42A	0.22A	0.23A
16.00 WIB	mendung	9376	19.4V	14.6V	14.6V
			0.19A	0.17A	0.17A
18.00 WIB	gelap	32	0.15V	12.9V	12.9V
			0A	0.14A	0.14A

Dari gambar grafik diatas pada pukul 08.00 WIB

intensitas cahaya turun dari angka 3942 lux menjadi 1466 lux, karena cuaca yang mendung tetapi tegangan dari surya panel naik dari angka 16.7 volt menjadi 18.5 Volt. Selanjutnya pada pukul 10.00 WIB intensitas cahaya matahari mulai naik sampai pada titik puncaknya di jama 12.00 WIB dengan cuaca yang cerah.

Intensitas cahaya terendah pada jam 18.00 WIB yaitu sebesar 32 lux dengan hasil output pada panel surya 0,15 Volt dan arusnya sebesar 0 A. Artinya pada jam 18.00 WIB alat ini tidak melakukan pengisian terhadap batterey karena arusnya 0 A.

Intensitas cahaya tertinggi pada jam 12.00 WIB yaitu sebesar 76150 lux dan tegangan yang dihasilkan oleh solar panel sebesar 19,5 V dan arusnya sebesar 0,41 A.

Penelitian hari ketiga

Pada penelitian ketiga dilakukan pada tanggal 5 Desember 2018 hari Rabu. Hasil dari penelitian di hari yang ketiga ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Pada penelitian dihari kedua cuaca masih berubah-ubah yang ditunjukkan dengan naik turunnya hasil pengukuran lux meter. Selanjutnya diambil rata-rata dari data tersebut.

Rata-rata Intensitas cahaya pada hari kedua yaitu :

$$Intensitas = \frac{l1 + l2 + l3 + l4 + l5 + l6 + l7}{7}$$

$$= \frac{3942+1466+29020+76150+1787+6783+32}{7}$$

$$= \frac{119180}{7}$$

$$= 17025.7 \text{ lux}$$

Rata- rata tegangan pada hari kedua yaitu sebesar:

$$Tegangan ( V ) = \frac{v1+v2+v3+v4+v5+v6+v7}{7}$$

$$= \frac{11,4+12,5+17,7+19,6+13,1+13+0,2}{7} \text{ v}$$

$$= \frac{87,5}{7} \text{ v}$$

$$= 12,5 \text{ v}$$

Keadaan ini sama setiap jamnya, ini terjadi karena didalam solar charger controller terdapat rangkaian pengatur tegangan dan arus oleh karena itu pengisian baterai pada setiap jamnya akan selalu stabil sehingga pengisian muatan yang berlebihan (over charging) tidak akan terjadi. Jadi walaupun panel surya menghasilkan

tegangan nominal 19,6V maka tegangan pengisian baterai stabil yaitu sekitar 12,5 V. Ini bertujuan agar baterai tidak cepat rusak, dibandingkan apabila panel surya langsung dihubungkan ke baterai tanpa melewati solar charger controller.

Proses pengisian sangat tergantung kondisi tingkat kecerahan. Jika panel surya mendapatkan sinar matahari pada cuaca yang sangat terik, maka tegangan dan arus yang didapat akan besar dan cepat diterima. Sebaliknya, jika cuaca mendung atau panel surya kurang mendapatkan sinar matahari, maka tegangan dan arus yang didapat selama proses pengisian baterai akan menurun dan lambat. Namun arus dan tegangan yang didistribusikan untuk mengisi baterai sangat stabil dan diatur oleh solar charger controller yaitu hanya sebesar 13,7 V dan arusnya sebesar 1,5 A. Namun setiap hari tentu berbeda cuacanya dan sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan. Jika tegangan pada batere sudah mencapai tegangan maksimum, yaitu sekitar 14 V maka secara otomatis arus yang mengalir ke batere akan berhenti sehingga kemungkinan terjadinya pengisian yang berlebihan (over charging) tidak akan terjadi. Sebaiknya sebelum melakukan pengisian baterai, lebih baik dilakukan pengosongan baterai terlebih dahulu untuk kinerja pengisian.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

1. Intensitas cahaya yang masuk dan terserap oleh panel surya setiap waktu selalu berubah-ubah, umumnya intensitas cahaya matahari pada pagi dan sore hari rendah. Intensitas cahaya matahari pada pagi hari dalam kondisi cerah adalah 37000 lux pada jam 08:00 sedangkan disore hari jam 16:00 sebesar 619 lux.
2. Sumber daya energi dari alat ini dapat berpindah dengan waktu kurang dari 2 detik yaitu sebesar 01.43 det. Artinya apabila listrik sumber dari PLN mengalami masalah maka alat ini akan secara otomatis memindahkan arus sumber ke solar panel yang tersimpan energinya didalam batterey.

##### 4.2 Saran

1. Pada perancangan Energi Terbarukan solar panel untuk essential load dengan system switch ini perlu dikembangkan lagi dengan menggunakan sensor cahaya agar input system switch dari listrik PLN tidak standby terus, sehingga alat ini benar-benar optimal dalam pemanfaatan energi suryanya.
2. Untuk penggunaan panel surya pada daerah tertentu diperlukan data pengukuran di daerah tersebut terlebih dahulu, dikarenakan pada daerah tertentu memiliki perbedaan lama penyinaran matahari yang sangat

berpengaruh terhadap kemampuan penyerapan energi dan listrik yang dihasilkan.

3. Dalam perancangan energi solar panel perlu diperhitungkan dalam pemilihan-pemilihan komponen yang tepat agar alat dapat terjaga keawetan dan pemeliharaannya.
4. Belilah lampu DC yang bagus meskipun dipasaran harganya lebih mahal dibandingkan dengan lampu-lampu DC yang biasa, karena akan mempengaruhi terangnya ruangan yang disinari.
5. Dengan kapasitas SCC yang lebih tinggi dan kapasitas power supply yang diatas beban, jika ingin meningkatkan kapasitas dari alat ini tinggal menaikkan kapasitas batteray dan modul solar panel.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Y. Dewi, D. Teknik, E. Fakultas, T. Industri, and I. Teknologi, "Pemanfaatan energi surya sebagai suplai cadangan pada laboratorium elektro dasar di institut teknologi padang," vol. 2, no. 3, pp. 20–28.
- [2] J. Heri and S. T. Mt, "PENGUJIAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SOLAR CELL KAPASITAS 50WP," pp. 47–55, 1954.
- [3] Dahono (2008). Sistem Kelistrikan DC, www.dahonowordprees.com
- [4] Safrizal, "RANCANGAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK Jurnal DISPROTEK," vol. 8, pp. 75–81, 2017.
- [5] R. Alfanz *et al.*, "Rancang Bangun Penyedia Energi Listrik Tenaga Hibrida ( PLTS- PLTB-PLN ) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal," *Setrum*, vol. 4, no. 2, pp. 34–42, 2015.
- [6] Widodo, D. A., Suryono, Tatyantoro, & Tugino (2010). Pemberdayaan Energi Matahari sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas. *Jurnal Sains dan Teknologi (Saintekno)*, 8(2), 67–72. <https://doi.org/10.15294/saintekno.v8i2.324>
- [7] Diantari, R. A., Erlina, & Widyastuti, C. (2017). Studi penyimpanan energi pada baterai PLTS. *Energi & Kelistrikan*, 9(2), 120-125. <https://doi.org/10.33322/energi.v9i2.48>
- [8] Pangestuningtyas, D. L., Hermawan, H., & Karnoto, K. (2014). Analisis pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap radiasi matahari yang diterima oleh panel surya tipe larik tetap. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(4), 930-937. <https://doi.org/10.14710/transient.2.4.930-937>
- [9] Tamimi, S., Indrasari, W., & Iswanto, B. H. (2016). Optimasi sudut kemiringan panel

- surya pada prototipe sistem penjejak matahari aktif. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal), 5, SNF2016-CIP. <https://doi.org/10.21009/0305020111>
- [10] Suriadi & Syukri, M. (2010). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu menggunakan software PVSYST pada komplek perumahan di Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 9(2), 77-80.