

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LAMPU DAN PROJECTOR DIRUANG KELAS FAKULTAS TEKNIK UNRIKA

Muhammad Irsyam

Program Studi Pendidikan Profesi, Pasca Sarjana, Universitas Andalas

Email : irsyam.muaz1@gmail.com

ABSTRAK

Sumber bahan bakar saat ini semakin terbatas, terlebih lagi bahan bakar baku konvensional seperti bahan bakar fosil. Salah satu dampak yang dirasakan dari hal ini menyebabkan terjadinya pemadaman bergilir yang dilakukan oleh pihak pembangkit listrik. Matahari merupakan sumber energi yang tak terbatas. Hal ini menjadikan para peneliti melakukan penelitian untuk menggunakan sumber energi matahari sebagai energi terbarukan. Pada dasarnya perancangan alat ini memanfaatkan sinar matahari sebagai pengganti sumber energi listrik yang berasal dari PLN. Dengan menggunakan solar cell untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Dari sumber arus searah yang kemudian dikonversi ke arus bolak-balik.

Perancangan yang dilakukan yaitu panel surya dirancang dan diarahkan ke arah cahaya sinar matahari lalu keluaran dari panel surya kemudian disimpan di dalam baterai yang dikontrol oleh solar charge controller lalu diubah ke tegangan bolak-balik memakai inverter. Perancangan panel surya ini dapat menghemat biaya operasional teknologi ini cukup canggih dan keuntungannya adalah harganya murah, bersih, mudah dipasang dan dioperasikan dan mudah dirawat. panel surya menghasilkan energi listrik tanpa biaya, dengan mengkonversikan tenaga matahari menjadi listrik.

Kata kunci : Energi surya, Inverter, Charge baterai controller

ABSTRACT

Fuel sources are currently increasingly limited, especially conventional fuels such as fossil fuels. One of the felt effects of this has been the occurrence of rolling blackouts by the state power plant. Sunlight is a very abundant source of energy. This makes the researchers conduct research for the utilization of solar energy sources as renewable energy. This research utilizes the solar system as a substitute for the source of electrical energy from generators. By using solar panels to convert solar energy into unidirectional electrical energy which is then converted to alternating voltage.

The design that is designed and directed towards the sun's rays and then the output from the solar panel stored in a battery controlled by the solar charge controller and then converted to alternating voltage using an inverter. The design of this solar panel can save operational costs and operate and easy to maintain solar panel generate electrical energy at no cost by converting solar energy into electricity.

Keywords: Solar energy, Inverter, Charge baterai control

1. PENDAHULUAN

Sampai saat ini, listrik yang digunakan di sangatlah bergantung pada PLN (Perusahaan Listrik Negara). Konsumsi energi listrik di Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Konsumsi listrik Indonesia yang begitu besar dapat menjadi suatu masalah bila dalam penyediaannya tidak sejalan dengan kebutuhan.

Energi alternatif dan terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi saat ini . Hal ini dikarenakan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menghabiskan sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang makin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satu upaya yang telah dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pakar *solar cell* menyatakan bahwa total intensitas penyinaran perharinya di Indonesia bisa mencapai 4500 *Watt hour* per meter persegi hal ini membuat Indonesia tergolong kaya sumber energi matahari. Posisi di daerah khatulistiwa, sinar matahari di Indonesia mampu bersinar hingga 2000 jam per tahunnya. Jumlah energi matahari tersebut setara dengan 10.000 kali konsumsi energi diseluruh dunia saat ini.

Saat tengah hari yang radiasi sinar matahari mampu mencapai 1000 *watt* per meter persegi. Apabila sebuah piranti semikonduktor seluas satu meter persegi memiliki efisiensi 10 persen, maka modul sel surya dapat memberikan tenaga listrik sebesar 100 *watt*. Modul sel surya mempunyai efisiensi antara 5 hingga 15 persen tergantung dari material penyusunnya. Tipe silikon kristal merupakan jenis piranti sel surya yang memiliki efisiensi tinggi meskipun biaya pembuatannya relatif mahal dibandingkan jenis sel surya lainnya.

Masalah yang dihadapi untuk mengimplementasikan sel surya sebagai sumber energi alternatif adalah efisiensi piranti sel surya dan harga pembuatannya. Kampus

Unrika menggunakan sumber tenaga listrik dari PLN sebagai sumber daya untuk lampu, *projector* dan AC (*Air Conditioner*) sebagai fasilitas pendukung proses perkuliahan. Pada saat pihak PLN melakukan pemadaman listrik, hal tersebut dapat mengganggu proses perkuliahan. Maka dari latar belakang yang telah diungkapkan diatas penulis mengimplementasikan sebuah sistem yaitu sistem Pembangkit Tenaga Surya (PLTS) sebagai satu daya lampu penerangan di ruang kelas. Panel surya yang berfungsi untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik DC dan disimpan dalam baterai. Arus listrik DC yang dihasilkan ini akan dialirkan melalui *inverter* yang merubahnya menjadi arus listrik AC dan didistribusikan ke ruang kelas fakultas teknik Unrika.

2. LANDASAN TEORI

Sel surya merupakan sebuah *module* yang material penyusunan yaitu bahan semikonduktor, yang dapat mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik secara langsung. Sel surya pada dasarnya berisi atas sambungan p-n yang fungsinya sama dengan sebuah dioda. Sederhananya, ketika sel surya menangkap sinar matahari, elektron akan menyerap energi yang dibawa oleh sinar matahari pada sambungan p-n selanjutnya akan berpindah dari bagian dioda p ke n dan melalui kabel yang terpasang ke sel akan teralir. Pada saat penyinaran, pada dasarnya tegangan DC sebesar 0.5 sampai 1 *volt* dan arus *short circuit* dalam skala milliamper per cm² dapat dihasilkan dalam satu sel surya komersil. Umumnya beberapa sel surya yang tersusun secara seri membentuk modul sel surya sehingga besar tegangan dan arus dapat tercukupi untuk berbagai aplikasi. Saat kondisi penyinaran standar tegangan DC sebesar 12V dapat dihasilkan oleh satu modul surya yang tersusun atas 28-36 sel surya.

2.1 Sel Surya

Sel surya merupakan salah satu komponen penyerap energi cahaya yang langsung mengkonversi energi cahaya menjadi listrik. Agar listrik dari sel surya ini dapat

dimanfaatkan secara maksimal, maka sel surya menggunakan apa yang disebut dengan *Balance Of System* (BOS) paling minim yang terdiri atas baterai (pada malam hari digunakan untuk pemakaian darurat penyimpanan kelebihan muatan listrik), serta *controller* digunakan untuk mengatur secara maksimal daya keluaran sel surya.

Besarnya energi cahaya yang dapat diserap oleh sel surya adalah terkait terhadap besarnya energi foton dari sumber cahaya. Besar energi cahaya yang mungkin dapat diserap oleh sel surya adalah:

$$E = f \times h$$

Intesitas energi suatu sumber cahaya terhadap sel surya disederhanakan dengan persamaan dibawah ini :

$$J \approx \frac{1}{R^2}$$

Jika luas permukaan sel surya (A) dengan nilai intesitas tertentu, maka daya *input* sel surya yang dihasilkan adalah :

$$P_{in} = A \times \text{Irradiansi}$$

Daya listrik merupakan besaran nilai yang dapat diperoleh dengan turunan dari nilai tegangan dan arus sehingga nilai arus dan nilai tegangan yang dihasilkan adalah nilai kelistrikan yang dihasilkan oleh sel surya. Rumus daya listrik yang diberikan oleh sel surya adalah:

$$P_{sel} = V_{sel} \times I_{sel}$$

Efisiensi keluaran maksimum (η) dapat didefinisikan sebagai persentase daya keluaran optimum terhadap daya energi cahaya yang digunakan, yang dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

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

Selain efisiensi, karakteristik yang lainnya adalah factor pengisi (*fill factor*, FF). *Fill Factor* (FF) merupakan nilai rasio tegangan dan arus pada keadaan daya maksimum dan tegangan *open circuit* (V_{oc}) dan arus *short circuit* (I_{sc}). Ha ini berarti bahwa daya yang dimiliki oleh sel surya belum tentu dapat diberikan kepada beban sepenuhnya. Harga *fill factor* yang ideal 0,7 sampai 0,9.

$$FF = \frac{V_{MPP} \times I_{MPP}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

Besarnya tegangan keluaran solar *cell* dengan rumus:

$$n_{series} = \frac{V_{out}}{0,9} \times V_{soc}$$

2.2. Baterai

Efisiensi dari sebuah baterai adalah merupakan sekaleng penuh cairan kimia yang dapat menghasilkan elektron-elektron tertentu yang dapat saling berkaitan antara yang satu dengan yang lainnya dan nantinya elektron tersebutlah yang menimbulkan suatu peristiwa reaksi kimia serta mampu menciptakan arus listrik searah yang juga merupakan sumber arus DC yang akan menyuplai tegangan pada beban yang terpasang atau dihubungkan pada alat tersebut.

Reaksi kimia yang membentuk elektron disebut reaksi elektrokimia. Dengan kata lain baterai merupakan kumpulan sel-sel listrik yang dihubungkan baik secara seri maupun paralel berdasarkan dengan karakteristik (arus dan tegangan) beban. Apabila terjadi beda potesial antara anoda dan atoda maka sebuah baterai atau sel bisa mengalirkan arus listrik. Maka dengan kata lain beda potensial dapat juga disebut sebagai tegangan baterai.

Karakteristik dasar baterai dapat dilihat dari tegangan baterai, yang ditentukan oleh reaksi kimia dalam baterai, konsentrasi dari

komponen baterai, dan polarisasi baterai itu sendiri. Potensial listrik yang dihasilkan dari kebanyakan reaksi kimia adalah 2 V, sedangkan kebanyakan beban memerlukan tegangan sebesar 12 V, maka beberapa sel baterai tersebut dapat diseriikan sebanyak enam buah sehingga membentuk baterai yang menghasilkan tegangan 12 V. Tegangan baterai terbagi menjadi dua jenis yaitu tegangan sel terbuka dan tegangan sel tertutup. Tegangan baterai yang tidak diberi beban disebut sebagai tegangan rangkaian terbuka sedangkan tegangan baterai yang diberi beban disebut sebagai tegangan rangkaian tertutup.

Karena baterai berfungsi sebagai penyimpan energi, maka baterai tersebut akan mengalami siklus *charging* atau pemberian muatan dari *sel surya / charger* lalu mengalirkan arus ke baterai, selanjutnya siklus *discharging* atau pelepasan muatan dari baterai tersebut arus akan dialirkan ke beban.

Nilai *charging* dalam satuan *ampere* merupakan sejumlah muatan yang diberikan pada baterai persatuan waktu. Sedangkan *discharging* dalam satuan *ampere* merupakan sejumlah muatan yang digunakan kerangkaian luar (beban), yang diambil dari baterai. Nilai *discharge* dapat ditentukan dengan membagi kapasitas baterai (Ah) itu sendiri dengan jam yang diperlukan untuk proses *charging/discharging* baterai.

Nilai kapasitas baterai sangat mempengaruhi pada nilai *charging* dan *discharging*. Baterai yang mengalami proses *discharge* sangat cepat (arus *discharge* tinggi) menyebabkan sejumlah energi yang dapat digunakan oleh baterai menjadi berkurang sehingga kapasitas baterai menjadi lebih rendah. Hal ini dipengaruhi oleh kebutuhan suatu materi/komponen untuk reaksi yang terjadi dan saat proses reaksi materi tidak mempunyai waktu yang cukup untuk bergerak ke posisi yang seharusnya. Hanya sejumlah reaktan yang diubah kebentuk lain, sehingga menyebabkan energi yang tersedia menjadi berkurang.

Jumlah muatan yang disimpan di dalam baterai dapat dikatakan sebagai kapaitas baterai. Satuan umum yang digunakan di pasaran dalam menentukan kapasitas baterai adalah *Ampere-hour* (Ah). Semakin besar nilai *rating* kapasitas Ah yang tertera pada baterai tersebut, maka semakin besar pula jumlah arus yang dapat disalurkan untuk pemakaian berbagai jenis beban dan semakin lama pula waktu yang dipergunakan untuk mengisi baterai tersebut apabila sudah habis dipakai.

Untuk mengetahui nilai kapasitas baterai dapat dilakukan dengan cara melepaskan muatan dengan arus konstan hingga mencapai tegangan terminalnya. Besarnya kapasitas baterai dihitung dengan perkalian arus pelepasan muatan terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tegangan terminalnya.

$$E = I \times t$$

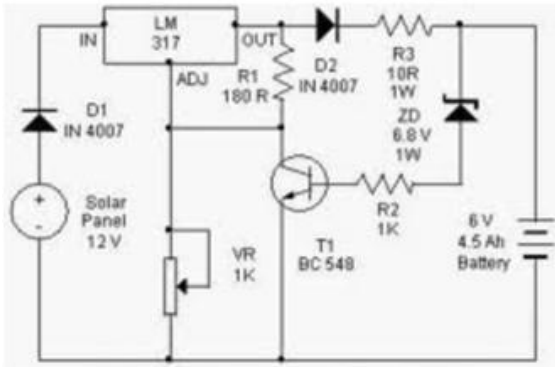
Sehingga kapasitas *Ampere-hour* (Ah) minimum dari baterai dapat dihitung dari persamaan:

$$\text{Baterai}_{\text{cap}} = (\text{Total beban} \times 1,2) \times t_{\text{rec}}$$

2.3 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller merupakan peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan selanjutnya diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* pada dasarnya berfungsi untuk mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian dapat menyebabkan kinerja baterai berkurang sehingga akan mengurangi umur baterai. *Solar charge controller* menerapkan teknologi lebar pulsa modulasi untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan cepat rusak oleh karena *over-charging* dan ketidakstabilan tegangan yang diterima baterai.

Rangkaian *solar charge* membutuhkan energi matahari untuk mengisi daya baterai atau isi ulang untuk berbagai kebutuhan, berikut adalah skema rangkaian *charger* tenaga matahari.

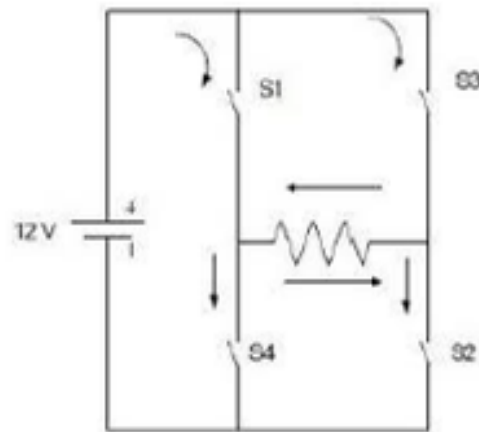


Gambar 1 Rangkaian *Solar Charge Controller*

Sensor temperatur baterai dipasang untuk melengkapi kinerja *solar charge controller*. Temperatur dari baterai menyesuaikan dengan tegangan baterai. Dengan memanfaatkan *sensor* temperatur baterai akan didapatkan optimum dari *charging* dan juga optimum dari usia baterai. Apabila *solar charge controller* tidak memiliki *sensor* temperatur baterai, maka tegangan *charging* perlu diatur dan disesuaikan dengan temperatur lingkungan dan jenis baterai.

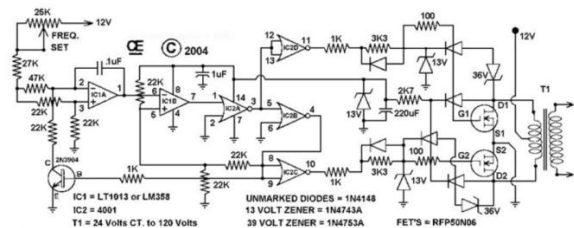
2.4 Inverter

Untuk mengubah arus listrik searah (DC – *Direct Current*) menjadi arus listrik bolak balik (AC – *Alternating Current*) dapat menggunakan perangkat elektronik yang dinamakan *inverter*. *Inverter* mengkonversi arus DC 12/24 volt dari sumber arus *backup* seperti baterai, panel surya / *solar cell* menjadi AC 220 volt setara PLN. Dengan pembentukan gelombang tegangan, maka *inverter* membuat dari tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik. Gelombang yang terbentuk dari *inverter* berbentuk gelombang persegi. Pembentukan tegangan AC tersebut dilakukan dengan metode menggunakan dua buah pasang saklar. Berikut ini adalah gambar yang menerangkan prinsip kerja *inverter* sehingga dapat menghasilkan gelombang persegi.



Gambar 2 Rangkaian Prinsip Dasar *Inverter*

Prinsip dasar *inverter* dapat dijelaskan dengan menggunakan 4 saklar seperti ditunjukkan pada di atas. Bila saklar S1 dan S2 dalam kondisi ON maka arus akan mengalir dari DC ke beban R melalui arah kiri ke kanan, dan sebaliknya jika yang hidup adalah saklar S3 dan S4 maka akan mengalir arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. *Inverter* biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (*pulse width modulation*-PWM) dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC. Rangkaian diagram skematik *inverter* ini merupakan *inverter* dengan daya tinggi, yakni sebesar 1.000 watt. Salah satu komponen utamanya adalah MOSFET RFP50N06 yang berperan untuk mengatur frekwensi. Tegangan rata-rata dari MOSFET ini adalah 50 Ampere 60 volt.



Gambar 3. Rangkaian *Inverter* 1000W

Ada beberapa macam *inverter*:

1. *Modified sine wave inverter*

Modified sine wave inverter adalah tipe *inverter* yang menghasilkan *output* berbentuk gelombang persegi.

2. Pure sine wave inverter

Inverter jenis ini diperlukan terutama untuk beban-beban yang menggunakan kumparan induksi agar bekerja lebih mudah, lancar dan tidak cepat panas.

3. Square sine wave inverter

Square sine wave inverter adalah tipe *inverter* yang menghasilkan *output* gelombang (sinus) persegi.

4. Grid Tie Inverter

Grid Tie Inverter merupakan tipe *inverter* yang khusus dirancang untuk menyuntikkan arus listrik ke sistem distribusi tenaga listrik yang sudah ada contohnya adalah PLN/*Genset*. *Inverter* tersebut harus disinkronkan dengan frekuensi *grid* yang sama, biasanya berisi satu atau lebih fitur maksimum *power point tracking* untuk mengkonversi jumlah maksimum daya yang tersedia, dan juga termasuk fitur proteksi keselamatan. Apalagi bila jaringan tenaga listriknya tidak tersedia, maka *grid tie inverter* tidak dapat berdiri sendiri karena perangkat ini juga dikenal sebagai *synchronous inverter*. Dengan adanya *grid tie inverter* ini, maka kelebihan KWh yang diperoleh dari sistem PLTS ini bisa disalurkan kembali ke jaringan listrik PLN untuk digunakan bersama.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Perancangan pembangkit listrik tenaga surya berikut tidak terlepas dari alat dan bahan yang digunakan. Alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

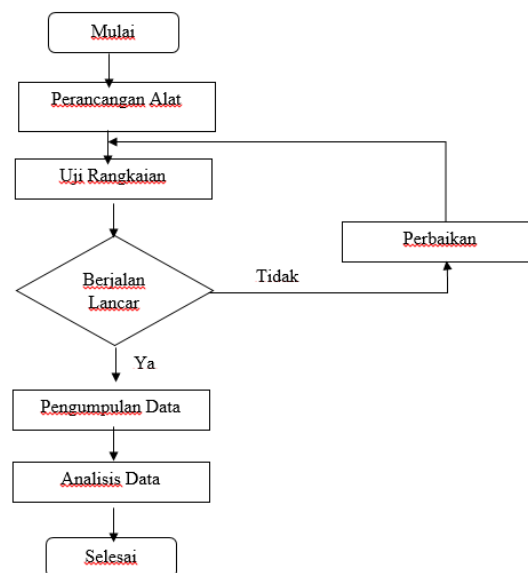
- 1) Multimeter.
- 2) Kabel.
- 3) *Toolset*.

Sementara bahan yang digunakan pada perancangan kali ini adalah :

- 1) *Solar Cell* 50 Wp.
- 2) *Charge controller*.
- 3) Baterai basah (12 Volt, 60 Ah).
- 4) *Inverter* (1000 W).

3.3 Alir Penelitian

Alir Penelitian yang digunakan untuk membuat alat perancangan ini menggunakan metode bangun, seperti diagram alir berikut:

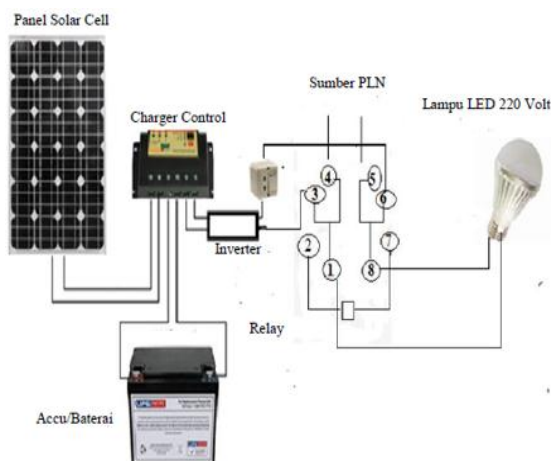


Gambar 4 Alir Penelitian

3.2 Perancangan Sistem

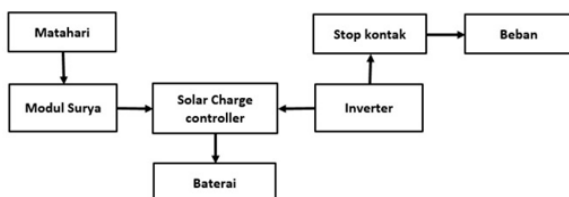
Skema sistem alat akan dilakukan perancangan merangkai *solar cell*, panel sel surya dihubungkan dengan *solar charge controller*. *Solar charge controller* ini berfungsi untuk mengatur pengisian baterai.

Baterai tersebut dihubungkan dengan *solarcharge* dan *inverter*. *Power Inverter* berfungsi untuk mengubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan AC untuk menyuplai beban. Pengisian baterai dari panel *solar cell* dilakukan dari awal matahari terbit sampai matahari terbenam. Pengujian dilaksanakan pada malam hari, saat itu pula pengambilan data dilaksanakan sehingga hasil perancangan dapat langsung diketahui.



Gambar 5 Skema Sistem Alat

Modul surya menerima energi dari matahari lalu keluaran dari panel surya kemudian disimpan dalam baterai Pengisian baterai dikontrol oleh *charge controller*, lalu *inverter* mengubah dari arus searah menjadi arus bolak-balik. *Inverter* dihubungkan ke *stop* kontak agar dapat dihubungkan ke beban.



Gambar 6 Blok diagram Perancangan sistem

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian digunakan agar mengetahui jumlah tegangan, arus, serta daya yang dihasilkan untuk melakukan pengisian baterai dengan menggunakan panel solar *cell* tipe *polycrystallinesilicon*.

Daya yang dihasilkan oleh solar *cell* berdasarkan waktu pemasangan solar *cell* yang mana pemasangan solar *cell* dilakukan pada pukul 06:00 tanggal 7 Juli 2019. Solar *cell* langsung dihubungkan oleh beban yaitu aki.

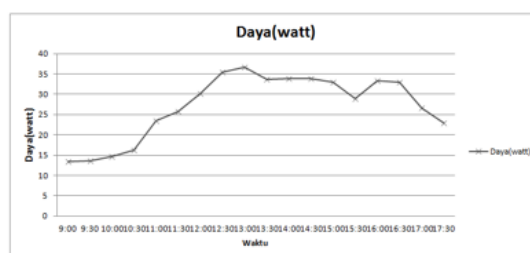
Pada tabel berikut ini merupakan data hasil pengukuran solar *cell* yang telah dilakukan berdasarkan tempat dan lokasi kampus Unrika,

tegangan dan arus yang terukur adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data pengukuran solar *cell*

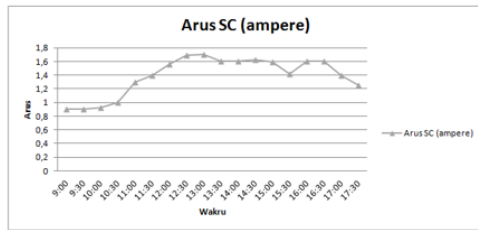
Waktu	Tegangan SC (Volt)	Tegangan Aki	Arus SC (ampere)	Daya(watt)
9:00	15	12,1	0,9	13,5
9:30	15,2	12,2	0,9	13,68
10:00	16	12,25	0,92	14,72
10:30	16,3	12,5	1	16,3
11:00	18	12,5	1,3	23,4
11:30	18,4	12,6	1,4	25,76
12:00	19,3	13	1,56	30,11
12:30	21	13,1	1,69	35,49
13:00	21,6	13,3	1,7	36,72
13:30	21,1	13,2	1,6	33,76
14:00	21,2	13,4	1,6	33,92
14:30	20,8	13,29	1,63	33,9
15:00	20,7	13,2	1,59	32,91
15:30	20,4	13,1	1,42	28,96
16:00	20,8	13,2	1,6	33,28
16:30	20,6	13,1	1,6	32,96
17:00	19	13	1,4	26,6
17:30	18,3	13	1,25	22,87
<i>Min</i>	15	12,1	0,9	13,5
<i>Max</i>	21,6	13,4	1,7	36,72

Terlihat pada pukul 14: 00 tegangan dan arus terbesar terukur pada waktu tersebut, sementara pada waktu 09:00 menghasilkan tegangan dan arus yang terendah.



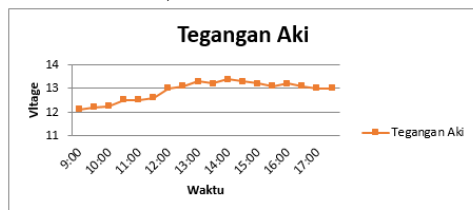
Gambar 7 Grafik daya keluaran solar *cell*

Daya yang tertinggi terjadi pada pukul 13: 00 yaitu sebesar 36,72 *watt* dan nilai daya terendah terjadi pada waktu 09:00 yaitu 13,5 *watt*.



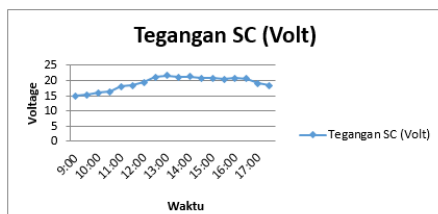
Gambar 8 Grafik arus keluaran solar cell

Tegangan solar cell ada pada waktu 13:00 yaitu sebesar 1,7 A, sementara nilai arus terendah terjadi pada waktu 09:00 yaitu sebesar 0,9 A



Gambar 9 Grafik Tegangan Aki

Pada gambar grafik tegangan aki yang diperoleh dari pengukuran tersebut. Nilai yang terukur fluktuatif rendah.



Gambar 10 Grafik Tegangan Solar Cell

Diketahui tegangan maksimum yang dihasilkan oleh solar cell pada waktu 13:00 yaitu sebesar 21,6 volt, nilai tegangan terendah pada waktu 09:00 yaitu sebesar 15 volt.

a. Perhitungan V_{out} solar cell

Modul sel surya yang digunakan berjumlah satu buah yang memiliki spesifikasi V_{oc} sebesar 21,8 V dan I_{sc} sebesar 3,05A. Nilai tegangan keluaran solar cell dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n_{series} = V_{out} / 0,9 V_{soc}$$

$$V_{out} = n_{series} \times 0,9 \times V_{soc}$$

$$V_{out} = 1 \times 0,9 \times 21,8$$

$$= 19,62 \text{ Volt}$$

b. Perhitungan Daya Keluaran (P_{out}) solar cell

Sedangkan untuk mengetahui daya dari panel yang digunakan untuk mengisi aki tersebut, dapat diketahui melalui perhitungan

$$n_{series} = P_{out} / V_{out} (0,9 \times I_{sc})$$

$$P_{out} = n_{series} \times V_{out} \times (0,9 \times I_{sc})$$

$$= 1 \times 19,62 (0,9 \times 3,05)$$

$$= 53,85 \text{ Watt}$$

c. Perhitungan efisiensi solar cell

$$\eta = \frac{P_{max}}{Irradiansi} \times A$$

$$P_{mx} = 20 \text{ Watt/hours}$$

$$Irr = 1000 \text{ Watt/m}^2$$

$$A : \text{Panjang} = 0,7\text{m} , \text{Lebar} = 0,55\text{m}$$

$$A = 0,7 \times 0,55$$

$$= 0,385 \text{ m}^2$$

Maka efisiensi solar cell adalah sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{max}}{Irradiansi \times A}$$

$$= \frac{20 \text{ Watt/hours}}{1000 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2} \times 0,385 \text{ m}^2}$$

$$= 5,1 \%$$



Gambar 11 Dokumentasi Perakitan Solar Cell

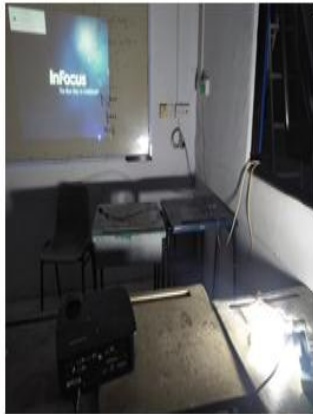
Pengujian dilakukan pada baterai untuk mengetahui berapa lama kemampuan baterai bertahan saat diberi beban. Maka ketahanan baterai jika dihitung adalah sebagai berikut:

$$\text{Total Beban} = 600 \text{ Watt} \times 1,2$$

(safety factor)

Kapasitas Baterai = 720 Watt
tegangan 12 V = Arus 60Ah,
= 720 Wh

Pada saat pengujian baterai hanya bertahan 42
menit 34 detik.



Gambar 12 Pengujian solar cell yang
diberi beban lampu dan projector

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil data yang telah
dikumpulkan dan juga pengujian yang telah
dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa
energi listrik alternatif di ruang kelas fakultas
teknik dirancang dengan menggunakan solar
cell 50Wp, charge controller, baterai (12V,
60Ah), inverter diberi total beban 720 watt
saat diuji dapat bertahan selama 42 menit 34
detik.

5.2 Saran

Masih banyak kelemahan alat yang
dirancang maka untuk pengembangan alat
berikutnya dapat diberi saran yaitu pada saat
membuat pembangkit listrik tenaga surya perlu
diperhitungkan beban total yang akan
digunakan dan kapasitas baterai yang
digunakan. Sebaiknya ditambahkan dengan
sistem hybrid yaitu menggabungkan sistem
pembangkit tenaga angin (PLTB) dan sistem
pembangkit tenaga surya (PLTS).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anita, Eka. Studi Peningkatan Output Modul Surya Dengan Menggunakan Reflektor. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya Volume 6, Nomor 2 Juni 2010*. Diakses pada tanggal 08 April 2019 dari <https://www.unj.ac.id>.
- [2] Iqbal, Muhammad. 2018. *Perancangan Solar Tracker Otomatis Berbasis Fuzzy Logic*. Batam. Universitas Riau Kepulauan Batam.
- [3] Jatmiko. Pemanfaatan Sel Surya Dan Lampu LED Untuk Perumahan. Surakarta. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan*. 2011. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Diakses dari <https://www.ums.ac.id>.
- [4] M Kurnia, Pebriningtyas, Ali Musyafa. Penelusuran Daya Maksimum Pada Panel Photovoltaic Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy. *Jurnal Teknik Pomits Vol.2 No.1, (2013)*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Prian Gagani Chamdareno, Budiyanto, Fadlioni. Studi Eksperimen Terhadap Panel Surya Dan Inverter. *TE-004 e-ISSN 2460-8416*. Diakses pada tanggal 09 April 2019 <https://www.jurnal.umj.ac.id>.
- [6] Ronggo Ardi. 2015. *Inverter DC Ke AC 500 Watt Dengan Pengisian Otomatis*. Yogyakarta. Unviversitas Gadjah Mada. Diakses pada tanggal 26 Agustus 2019 melalui website <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- [7] Salman Rudi. 2010. *A nalisis Perencanaan Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Perumahan*. Medan. Universitas Negeri Medan. Diakses pada tanggal 09 April 2019 melalui website <https://www.unimed.ac.id>.
- [8] Solar Cell Surya, Charge Controller. 2019. Diakses pada tanggal 08 April 2019 melalui website <https://www.solarcellsurya.com>.
- [9] Solar Cell Surya, Inverter. 2019. Diakses pada tanggal 08 April 2019

- melalui website
<https://www.solarcellsurya.com>.
- [10] Sugiharto. 2011. *Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Catu Daya Pada Base Tranceiver Station (BTS) Makrocell Telkomsel Jakarta*. Universitas Mercubuana. Diakses pada tanggal 09 April 2019 melalui website <https://www.mercubuana.ac.id>.
- [11] Teknik Elektronika, Pulse Width Modulation atau Modulasi Lebar Pulsa, 2019, Diakses pada tanggal 09 April 2019 https://teknikelektronika.com/pengertian-pwm-pulse-width-modulation-atau-modulasi-lebar-pulsa_