

Daya Output Panel Surya Tipe Polycrystalline Dengan Kemiringan Sudut 10° Pada Instalasi Penerangan Rumah

Mohammad Dedik Zakariya¹, Mochammad Arif Irfa'i², Basuki¹

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari Jombang

²Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Corresponding author: dedik.zakariya72@gmail.com

Abstrak

Panel surya adalah teknologi yang berfungsi mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel surya merupakan lapisan semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda. Matahari merupakan sumber energi utama yang dihasilkan panel surya. Dalam penggunaan panel surya, suatu hal yang mempunyai pengaruh besar adalah intensitas cahaya matahari (radiasi), dikarenakan pada panel surya radiasi sangat mempengaruhi besar kecilnya daya yang diperoleh dari hasil *system photovoltaic*. Sudut kemiringan panel surya yang tepat sangat berpengaruh supaya memperoleh daya maksimal intensitas cahaya matahari. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap daya keluaran yang dihasilkan panel surya. Penelitian ini menjelaskan sebuah hasil sudut kemiringan yang memiliki hasil berupa tegangan, arus, daya dan efisiensi. Dengan tujuan untuk mengetahui tegangan, arus dan daya yang dihasilkan sudut kemiringan 10° terhadap daya keluaran panel surya. Sudut kemiringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sudut kemiringan 10°. Pada penelitian ini menggunakan metode analisis komparatif data dari hasil pengujian menggunakan sudut kemiringan 10°. Hasil yang diperoleh berupa data menggunakan rumus perhitungan dan instrumen pengumpulan data. Penelitian ini mendapatkan hasil uji berupa Tegangan yang paling optimal dihasilkan pada sudut kemiringan 10° pada hari ke 1 sebesar 12,5 Volt, sedangkan pada hari ke 2 yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 13,6 Volt, dan pada hari ke 3 yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 13,7 Volt. Arus yang paling optimal dihasilkan pada sudut kemiringan 10° pada hari ke 1 sebesar 5 Ampere, sedangkan pada hari ke 2 yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 5,2 Ampere, dan pada hari ke 3 Arus yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 5,65 Ampere. Daya yang paling optimal dihasilkan pada sudut kemiringan 10° pada hari ke 1 sebesar 62,5 Watt, sedangkan pada hari ke 2 daya yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 70,7 Watt, dan pada hari ke 3 daya yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 77,4 Watt.

Kata Kunci : Sudut Kemiringan, Efektifitas Kinerja, Panel Surya.

Abstract

Solar Panel technology is technology that serves to transform the energy of sunlight into electrical energy. Solar Panel is a layer of semiconductor that has a surface area of and consists of a series diode. The sun is the main source of energy that is produced solar panels. In the use of solar panels, which have a major influence is the intensity of the light of the sun (radiation), due on panel solar radiation greatly affects the size of the power obtained from the system photovoltaic. The angle of inclination of solar panels the right is very influential in order to obtain maximum power intensity of the light of the sun. Therefore this study was conducted to determine the influence of the tilt angle of the solar panel to the power output of solar panels. This study describes a result of the angle of inclination which has a result in the form of voltage, current, power and efficiency. With the aim to determine the voltage, current and power produced by the tilt angle of 10° with respect to the output power of the solar panel. The angle of inclination used in this study is the slope angle of 10°. In this study, using the method of the analysis of comparative data from the test results using the tilt angle of 10°. The results obtained in the form of data using the calculation formula and the instruments of data collection. This research is to get the test results in the form of Voltage that the most optimal is produced at a slope angle of 10° on day 1 of 12.5 Volts, while on day 2 of the resulting tilt angle of 10° at 13.6 Volts, and on day 3 the resulting tilt angle of 10° by a 13.7 Volts. The current most optimal generated at a tilt angle of 10° on day 1 of 5 Amperes, while on day 2 of the resulting tilt angle of 10° at a rate of 5.2 Amperes, and on day 3 the resulting Current tilt angle of 10° by 5,65 Ampere. Power is the most optimal generated at a tilt angle of 10° on day 1 were 62.5 Watts, while on day 2 of the power generated tilt angle of 10° of 70.7 Watts, and on days 3 power produced by the tilt angle of 10° amounted to 77.4 Watt.

Keywords: Angle Of Inclination, The Effectiveness Of The Performance, The Solar Panel.

PENDAHULUAN

Energi matahari adalah energi yang sangat penting dibutuhkan manusia untuk keseharian. Di lain sisi sumber energi matahari termasuk yang paling menjanjikan untuk jangka panjang maupun berkelanjutan. Matahari termasuk sumber untuk energi yang mampu mengurangi penggunaan energi tak terbarukan yang mempunyai akibat kerusakan lingkungan. Karena itu, energi matahari sangatlah penting untuk masa depan yang menjanjikan. Berhubungan indonesia sendiri terletak di garis khatulistiwa yang menguntungkan untuk menggunakan panel sel surya lebih baik di seluruh wilayah indonesia dapat menerima sinar matahari secara maksimal setiap harinya (Rinaldo , 2020).

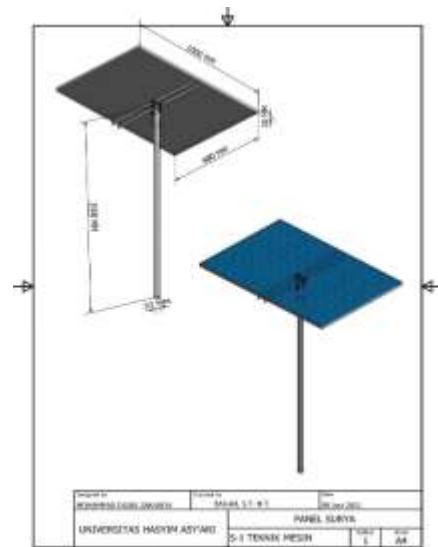
Panel Sel surya atau bisa disebut sel photovoltaic merupakan alat yang berfungsi mengubah energi matahari ke energi listrik. Meskipun pengembangan pemanfaatan tenaga surya yang menggunakan sel surya ini termasuk bebas polusi dan tidak merusak lingkungan. Tapi kenyataan yang ada sekarang masih sangat minimum penggunaannya, dikarenakan biaya pembuatan sel surya sangatlah mahal dan banyak faktor yang mempengaruhi sangat minimnya penggunaan terutama belum optimalnya sel surya untuk dapat menghasilkan energi listrik (Rinaldo, 2020)

Posisi surya yang tidak tetap juga mengakibatkan perubahan daya keluaran terhadap panel surya. Maka dari itu, sudut kemiringan yang tepat termasuk faktor utama untuk posisi panel surya menerima radiasi energi matahari secara maksimal. Energi matahari stabil atau tetap yang diterima sel surya apabila cuaca cerah, dan energi matahari tiap wilayah itu beda dikarena faktor atau kondisi lingkungan seperti awan dan curah hujan yang tidak tentu. Maka pada penelitian sel surya ini untuk memenuhi tugas akhir akan melakukan analisa sudut kemiringan sel surya yang tepat, dengan menghitung output daya keluaran untuk memenuhi instalasi listrik rumah salah satu mahasiswa. Dikarenakan penting untuk mengetahui sudut kemiringan yang tepat agar dapat menghasil daya keluaran pada panel surya yang maksimal untuk memenuhi instalasi listrik rumah (Syurkarni Ali, T.M. Azis Pandria. 2018).

TINJAUAN PUSTAKA

Panel Surya

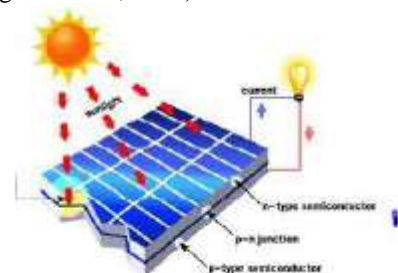
Panel surya merupakan alat yang mempunyai dasar pembuatan dari bahan semikonduktor dan memiliki fungsi untuk merubah energi matahari ke energi listrik ketika cahaya matahari mengenai panel surya. Panel surya juga memiliki nama lain yaitu sel *photovoltaic*, disini *phovoltaic* memiliki arti sinaran-listrik. Efek *photovoltaic* sangatlah penting pada alat panel surya untuk menangkap cahaya matahari sehingga mengakibatkan dua lapisan yang terdapat pada panel surya bisa di aliri arus listrik berlawanan. (Muhamad Faisal Ali, 2017).



Gambar 1. Panel sel surya

Panel surya adalah alat yang mampu merubah cahaya matahari yang mengenai sel surya menjadi energi listrik. Pada tahun 1839 yang bernama Becquerel menemukan efek sel surya yang dideteksi dari cahaya matahari yang mempengaruhi elektrode pada sebuah cairan eletrolit. Sehingga pada tahun 1954-an ditemukan *photovoltaic* silikon yang mempunyai efisiensi 6,0 %. Pada tahun ini sel surya semakin laku dipasaran dengan persentase 85. Komponen sel surya mempunyai 2 lapisan silisium doped, pertama lapisan sel *photovoltaic* yang mengarah keatas ke energi matahari dengan doped negatif berlapisan fosfor,yang kedua lapisan yang menghadap kebawah dengan doped positif berlapisan borium. Kedua lapisan tersebut memiliki penghubung atau perantara p-n. Apabila cahaya matahari memancarkan radiasinya ke permukaan sel surya maka pada lapisan atas sel akan menghasilkan beban negatif, kemudian bergabung dengan lapisan fosfor. Untuk bagian lapisan bawah sel menghasilkan muatan positif di lapisan borium (Yoga Pradona, 2019).

Kemudian kedua lapisan sel surya tersebut bagian atas yang berlapisan fosfor dengan lapisan bawah yang berlapisan borium akan saling menyatu ketika terkena radiasi atau pancaran cahaya matahari. Dan pada akhirnya kedua sisi sel surya tersebut dapat menghasilkan beda potensial yaitu energi listrik, apabila disalurkan terhadap beban seperti bola lampu maka lampu itu akan menyala (Yoga Pradona, 2019).



Gambar 2 Cara kerja sel surya

Dari gambar 2 diatas menjelaskan tentang proses kerja panel surya yang memakai sistem p-n junction. P-n junction memiliki arti “P” yang berarti silikon bermuatan positif sedangkan “-n” silikon yang bermuatan negatif. Ketika cahaya matahari memancarkan sinarnya ke panel surya yang mengakibatkan diperolehnya elektron negatif di silikon -n, sehingga elektron negatif tersebut meneruskan ke silikon p. Panel surya bisa menahan cahaya matahari supaya tidak kembali dikarenakan panel surya mempunyai lapisan anti reflektif. Meskipun panel surya terlihat terbuat dari kaca, akan tetapi tidak ada cahaya matahari yang terpantul kembali ke langit. Dari penjelasan cara kerja panel surya inilah yang dinamakan dengan *photovoltaic*. Tetapi pemasangan panel surya juga harus didukung dengan pemasangan baterai atau Aki, yang memiliki fungsi untuk menyimpan energi cahaya matahari ketika mengenai panel surya. Karena pada saat siang hari, energi cahaya matahari yang dirubah oleh panel surya menjadi energi listrik bisa digunakan langsung sesuai kebutuhan. Kemudian sore harinya energi yang tersisa akan disimpan kedalam baterai atau aki, apabila matahari sudah tenggelam atau pada waktu malam hari rumah ataupun tempat yang memakai energi alternatif menggunakan panel surya tetap dapat memakai energi listrik yang tersimpan di baterai sebagai sumber listriknya. (Yoga Pradona, 2019).

Karakteristik panel surya (*photovoltaic*)

Panel surya pada umumnya dilambangkan dalam satuan *Watt peak* (WP) dan mempunyai ketebalan 0,30 mm, panel surya dibuat dari bahan yang dinamakan semikonduktor yang memiliki dua kutub berlawanan yaitu negatif dan positif. Apabila matahari memancarkan sinarnya ke permukaan sel surya maka kedua lapisan akan menghasilkan perbedaan tegangan yang dapat disalurkan untuk menyalakan lampu, serta menggerakkan motor listrik yang bearus DC. Apabila tahanan variable bernilai tak terhingga pada panel sel surya, maka arus bernilai minim sehingga tegangan pada panel sel surya memiliki nilai maksimum, yang dinamakan dengan tegangan *open circuit* (*Voc*). Maka dari itu panel surya mempunyai hubungan antara arus dan tegangan. (A Rahman, 2019). Spesifikasi untuk sel surya yang digunakan seperti dibawah ini :

- a. *Model* : SP100-18P
- b. *Peak Power (Pmax)* : 100W
- c. *Cell Efficiency* : 16,93%
- d. *Max. Power Volt (Vmp)* : 17,8 V
- e. *Max Power Current (Imp)* : 5,62 A
- f. *Open Circuit Volt (Voc)* : 21,8 V
- g. *Short circuit current (Isc)* : 6,05 A
- h. *Power Tolerance* : ± 3%
- i. *Max. System Voltage* : 1000 V
- j. *Series Fuse Rating (A)* : 12
- k. *Number of bypass diode* : 3

- l. *Operating temperature* : -4 Cto+85 C
- m. *Maximum system voltage* : 1000 V DC

Kapasitas panel surya bisa dihitung dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini:

- 1) Nilai Rata Rata Tegangan Panel

$$V_{panel} = \frac{V_{total}}{12}$$

Dimana:

- V panel = Tegangan panel surya
- V total = Tegangan total
- 12 = Volt baterai

- 2) Nilai Rata Rata Kuat Arus Panel

$$I_{panel} = \frac{I_{total}}{12}$$

Dimana:

- Ipanel = Kuat arus panel
- Itotal = Kuat arus total
- 12 = Volt baterai

- 3) Luas dari panel surya (m²)

$$A = P \times L$$

Dimana :

- A adalah Luas Penampang Panel Surya (m²)
- P adalah Panjang Panel Surya (m)
- L adalah Lebar Panel Surya (m)

- 4) Daya Panel

$$P = V \times I$$

Dimana :

- D = Daya panel (*Watt*)
- V = Tegangan Panel Surya (*Volt*)
- I = Kuat arus Panel Surya (*Ampere*)
- Daya Maksimum yang dihasilkan panel surya

$$P_{MPP} = V_{MP} \times I_{MP}$$

Dimana :

- P_{MPP} adalah daya maksimum keluaran (*output*) panel surya (*Watt*).
- V_{MP} adalah Tegangan maksimum (*Volt*).
- I_{MP} adalah Arus maksimum (*Ampere*).

- 5) Mengukur efisiensi

Efisiensi pada sel surya bisa dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$\eta = \frac{P_{mpp}}{PSI \times A} \times 100\%$$

Keterangan :

- η adalah efisiensi panel surya.
- P_{MPP} adalah maksimum keluaran (*output*) panel surya (*Watt*).
- A adalah luas dari panel surya (m²).
- PSI adalah *peak sun insolation* (W/m²).

Baterai

Alat pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) hanya bisa berfungsi apabila terkena cahaya matahari, sehingga bisa dipakai pada saat terbitnya matahari sampai sore hari. Apabila malam hari panel surya atau PLTS tidak bisa dipakai untuk kebutuhan. Maka dari itu, perlu tempat

menyimpan cahaya matahari sebagai cadangan pada saat malam hari. Baterai merupakan alat yang berfungsi sebagai pelengkap penggunaan panel surya yang mempunyai fungsi untuk menyimpan arus listrik yang didapat dari proses sistem photovoltaik sebelum diteruskan untuk pemanfaatan beban. Berapa besar ukuran baterai atau aki yang digunakan sangat dipengaruhi berapa besar kecil nya panel surya yang digunakan. Baterai mempunyai dua fungsi yaitu menyimpan dan mengeluarkan arus listrik. Pada saat cahaya matahari menyinari panel surya otomatis array panel menciptakan arus listrik, apabila arus listrik tidak dipakai otomatis arus tersebut mengalir ke baterai untuk proses pengisian. Ketika matahari sudah tenggelam atau malam hari, disini peran baterai untuk menyediakan arus listrik, dengan kapasitas baterai sendiri bergantung pada daya keluaran panel surya yang biasanya maksimal satu batrai yang dikeluarkan sebesar 24V.



Gambar 3 Baterai atau Aki INCOE

Charge controller

Charge controller merupakan alat yang menerima arus serta tegangan yang berasal dari sel surya, yang berfungsi mengatur arus serta tegangan yang di isikan ke dalam baterai atau aki supaya tidak berlebihan muatan ataupun kelebihan pengisian yang mengakibatkan baterai cepat rusak. Teknologi yang dipakai *charger controller* adalah *Pulse width modulation (PWM)* yang berfungsi mengisi batrai dan membebaskan arus yang berasal dari batrai yang diteruskan ke beban. *Charge controller* mempunyai tiga fungsi sebagai berikut (Janaloka, 2017):

- a. Sebagai pengatur arus yang mengisi baterai atau aki, supaya tidak kelebihan daya dan arus listrik.
- b. Sebagai pengatur arus yang dikeluarkan baterai atau aki, supaya tidak meyebabkan kerusakan pada baterai.
- c. Sebagai penunjuk temperatur baterai

Alat *charger controller* yang mempunyai karakteristik yang baik harus mampu mendeteksi kapasitas dari batrai atau aki. Apabila batrai atau aki *full charging*, maka otomatis pengisian arus ke batrai dari sel surya juga otomatis berhenti. *Charger Controller* juga memiliki monitor kecil yang digunakan untuk melihat level tegangan pada batrai, jika tegangan pada batrai menurun, pengisian akan dilakukan kembali supaya baterai tidak kosong. Alat ini juga memiliki 1 input dengan 2 terminal yang berhubungan langsung pada output sel surya, kemudian 1 output dengan 2 terminal yang berhubungan langsung dengan beban yang dipakai dan 1 output dengan 2 terminal yang berhubungan langsung pada output batrai atau aki.



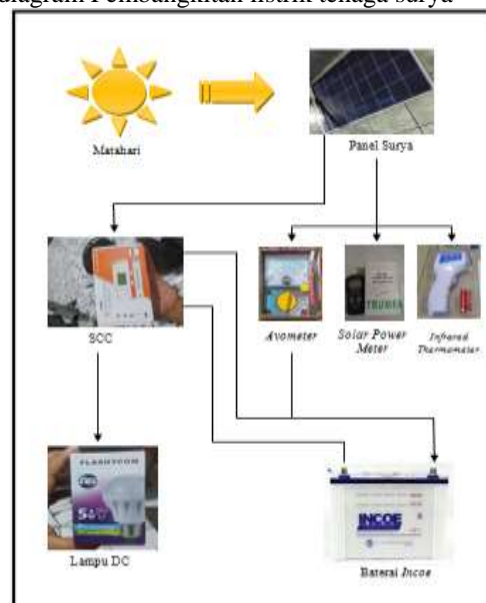
Gambar 4 Solar Charge Controller

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang didukung dengan studi literatur dan penelitian terdahulu dari berbagai sumber. Kemudian melakukan desain dan pembuatan rangka untuk panel surya, setelah itu melakukan pengujian dan pengolahan data serta di analisis data. Selanjutnya adalah proses perhitungan dari semua data yang sudah dihasilkan pada sudut kemiringan panel surya sebesar 10° dengan menggunakan rumus perhitungan yang sudah ada. Hasil dari pengujian berupa tegangan, arus dan daya yang dihasilkan panel surya.

Skema Instrumen Penelitian

Blok diagram merupakan suatu gambaran ringkas yang berupa gabungan dari sebab akibat dari sistem yang dibuat, blok diagram dapat memudahkan untuk memahami cara kerja alat secara kompleks. Berikut ini blok diagram Pembangkitan listrik tenaga surya



Gambar 5 Blok Diagram Panel Surya

Blok diagram diatas adalah alur dari sistem alat yang dibuat. Terlihat dari blok diagram diatas, pertama dari Panel surya bekerja menyerap sinar matahari dan selanjutnya menuju *Solar Charge Controller* untuk di kontrol dalam pengisian ke Baterai. Dari baterai masuk ke *Solar Charge Controller* hal ini bertujuan agar dalam

pengisian baterai dari solar panel dapat dikontrol Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, *solar charger controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti. *Solar Charger Controller* ini terdiri dari : 1 *input* (2 terminal) yang terhubung dengan *output* panel sel surya, 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan beban) yaitu lampu DC.

Pengumpulan Data

Pengujian dilakukan dalam waktu 3 hari untuk mendapatkan hasil yang optimal. Hasil dari pengujian tersebut dilakukan pengumpulan data supaya mendapatkan nilai berupa tegangan, arus dan daya keluaran pada panel sel surya dengan sudut kemiringan 10°. Sebelum melakukan pengujian dilakukan pengukuran sudut kemiringan 10° dengan menggunakan garis busur yang akan menunjukkan sudutnya berapa derajat.



Gambar 6 Mengatur sudut kemiringan panel surya

Pengukuran tegangan dan arus pada panel surya dengan sudut kemiringan 10°, dilakukan mulai pukul 08.00 sampai 16.00. Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian adalah avometer yang dihubungkan pada keluaran panel sel surya melalui *solar charger controller* (SCC). Kemudian hasil yang berupa angka tersebut dimasukkan kedalam tabel pengukuran.



Gambar 7 Pengukuran tegangan dan arus

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian selama 3 hari panel surya dengan sudut kemiringan 10°, dapat dilihat sebagai berikut :

Hasil Pengukuran Tegangan

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan

JAM	TEGANGAN (Volt)		
	HARI KE 1	HARI KE 2	HARI KE 3
08:00	5,5	12,5	12,8
09:00	8,5	12,9	13,2
10:00	10	13,2	13,5
11:00	11	13,5	13,4
12:00	12	13,6	13,7
13:00	12,5	13,6	13,6
14:00	11,5	13,5	13,4
15:00	11	13,3	12,9
16:00	11	12,5	12,7

Tabel 1 adalah hasil pengujian tegangan dengan sudut kemiringan 10°, pengujian dilakukan selama 3 hari supaya mendapatkan hasil yang optimal dan dilakukan mulai pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00.



Gambar 8. Grafik Pengukuran Tegangan

Dari grafik pada gambar 8 dapat dilihat hasil tegangan sudut 10° dengan waktu pengujian selama 3 hari, pada hari pertama tegangan yang dihasilkan cukup kecil dikarenakan faktor cuaca mendung, dengan tegangan maksimum sebesar 12,5 Volt dan tegangan minimum sebesar 5,5 Volt. Kemudian pada hari kedua tegangan yang dihasilkan lebih optimal dengan tegangan maksimumnya sebesar 13,6 Volt dan tegangan minimum sebesar 12,5 Volt. Selanjutnya pada hari ketiga pengujian tegangan maksimumnya sebesar 13,7 Volt dan tegangan minimum sebesar 12,7 Volt. Dengan hasil tersebut bisa disimpulkan tegangan mulai mengalami kenaikan pada pukul 09.00 sampai 13.00, setelah itu pukul 14.00 sampai 16.00 mengalami penurunan.

Hasil Pengukuran Arus

Tabel 2 Hasil Pengukuran Arus

JAM	Arus (Ampere)		
	HARI KE 1	HARI KE 2	HARI KE 3
08:00	0,75	1,55	2,82
09:00	2,1	1,96	3,97
10:00	2	3,9	4,1
11:00	3,25	4,57	4,75
12:00	4	5,1	5,65
13:00	5	5,2	5,6
14:00	4,75	4,5	4,2
15:00	3	3,15	1,5
16:00	0,5	0,85	0,25

Tabel 2 adalah hasil pengujian Arus dengan sudut kemiringan 10°, pengujian dilakukan selama 3 hari supaya mendapatkan hasil yang optimal dan dilakukan mulai pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00



Gambar 9. Grafik Pengukuran Arus

Dari grafik pada gambar 9 dapat dilihat hasil Arus sudut 10° dengan waktu pengujian selama 3 hari, pada hari pertama Arus yang dihasilkan cukup kecil dikarenakan faktor intensitas cahaya juga sangat berpengaruh karena cuaca dalam kondisi mendung, dengan Arus maksimum sebesar 5 Ampere dan Arus minimum sebesar 0,75 Ampere. Kemudian pada hari kedua Arus yang dihasilkan lebih optimal dengan Arus maksimumnya sebesar 5,2 Ampere dan Arus minimum sebesar 0,85 Ampere. Selanjutnya pada hari ketiga pengujian Arus maksimumnya sebesar 5,65 Ampere dan Arus minimum sebesar 0,25 Ampere. Dengan hasil tersebut bisa disimpulkan Arus mulai mengalami kenaikan pada pukul 09.00 sampai 13.00, setelah itu pukul 14.00 sampai 16.00 mengalami penurunan

Hasil Pengukuran Daya

Tabel 3 Hasil Pengukuran Daya

JAM	Daya (Volt)		
	HARI KE 1	HARI KE 2	HARI KE 3
08:00	4,1	19,4	36,1
09:00	17,9	25,3	52,4
10:00	20,0	51,5	55,4
11:00	35,8	61,7	63,7
12:00	48,0	69,4	77,4
13:00	62,5	70,7	76,2
14:00	54,6	60,8	56,3
15:00	33,0	41,9	19,4
16:00	5,5	10,6	3,2



Gambar 10. Grafik Pengukuran Daya

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 10 Grafik menjelaskan tentang pergerakan naik turunnya daya. pada hari pertama Daya yang dihasilkan cukup kecil dikarenakan faktor intensitas cahaya yang rendah juga sangat berpengaruh karena cuaca dalam kondisi mendung, dengan Daya maksimum sebesar 62,5 Watt dan Daya minimum sebesar 4,1 Watt. Kemudian pada hari kedua Daya yang dihasilkan lebih optimal dengan Daya maksimumnya sebesar 70,7 Watt dan Daya minimum sebesar 10,6 Watt. Selanjutnya pada hari ketiga pengujian Daya maksimumnya sebesar 77,4 Watt dan Daya minimum sebesar 3,2 Watt. Dengan hasil tersebut bisa disimpulkan Daya mulai mengalami kenaikan pada pukul 09.00 sampai 13.00, setelah itu pukul 14.00 sampai 16.00 mengalami penurunan.

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari pengujian dalam penelitian ini adalah;

Tegangan yang paling optimal dihasilkan pada sudut kemiringan 10° pada hari ke 1 sebesar 12,5 Volt, sedangkan pada hari ke 2 yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 13,6 Volt, dan pada hari ke 3 yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 13,7 Volt. Arus yang paling optimal dihasilkan pada sudut kemiringan 10° pada hari ke 1 sebesar 5 Ampere, sedangkan pada hari ke 2 yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 5,2 Ampere, dan pada hari ke 3 Arus yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 5,65 Ampere. Daya yang paling optimal dihasilkan pada sudut kemiringan 10° pada hari ke 1 sebesar 62,5 Watt, sedangkan pada hari ke 2 daya yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 70,7 Watt, dan pada hari ke 3 daya yang dihasilkan sudut kemiringan 10° sebesar 77,4 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, Muhamad Faisal. 2017. Skripsi: *Optimasi orientasi dan sudut kemiringan panel surya di gedung CDAST Universitas Jember*. 104 Halaman: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Ali, Syurkarni, T.M. Azis Pandria. 2018 “Penentuan Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya Untuk Wilayah Meulaboh”. *Jurnal Mekanova Vol 4. No. 1, April 2018*

Janaloka. 2017. Memilih Controller Untuk Sistem Panel Surya. (Online), <https://janaloka.com/memilih-controller-untuk-sistem-panel-surya/> , diakses 11 Februari 2021).

Rahman, Aulia, Sulo, Bambang Dwi, dan B, Bambang Minto . 2019. “Prototype pembangkit listrik energi matahari sebagai penggerak pompa air sistem smart off grid menggunakan atmega 2560”. 7 Halaman: Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.

Pradona, Yoga. 2019. Skripsi: *Variasi Kemiringan Sudut Terhadap Efektivitas Kinerja Panel Surya*. 75 Halaman: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Medan.

Siahaan, Rinaldo, IGB Wijaya Kusuma dan IW Bandem
Adnyana. 2020 "Pengaruh Sudut β dan ω pada
PLTS di PT Indonesia Power". *Jurnal METTEK*
Volume 6 No 1 (2020) pp 62 – 69.

