

PERENCANAAN SISTEM TRACKING PANEL PHOTOVOLTAIC (PV) BERBENTUK SUNFLOWER MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA BERBASIS FIREBASE

DESIGNING OF SUNFLOWER PHOTOVOLTAIC (PV) PANEL WITH TRACKING SYSTEM USING LIGHT SENSOR BASED ON FIREBASE

Aditya Perkasa W.N¹, Iwan Iwut Tritoasmoro S.T., M.T², Dr. Ir. Jangkung Raharjo, M.T.³
^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹adityaperkasawn@telkomuniversity.ac.id, ²iwaniwut@telkomuniversity.co.id,
³jangkung.raharjo@gmail.com

Abstrak

Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) merupakan solusi alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang merupakan faktor utama penyebab polusi udara. Saat ini, sumber energi terbarukan menyediakan sekitar 8% dari energi dunia (meningkat menjadi 22% jika seluruh penggunaan jenis energi terbarukan dimasukkan) persentase ini terus meningkat di beberapa belahan dunia. Sedangkan di Indonesia, pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) tersebut ternyata masih belum maksimal.

Pada Tugas Akhir ini telah dirancang dan dianalisis efisiensi sebuah panel Photovoltaic (PV) dengan sistem tracking cahaya otomatis terhadap panel PV tanpa sistem otomatis. Bentuk keseluruhan seperti sunflower (bunga matahari) yang menambah estetika panel dan data energi listrik yang dihasilkan per harinya tersimpan di firebase (database). Controller yang digunakan dari jenis Arduino, motor penggerak axial menggunakan motor servo dan radial memakai jenis motor DC, sedangkan Light Dependent Resistor (LDR) digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya.

Hasil pengujian perangkat membuktikan bahwa panel dengan sistem tracking, memiliki nilai efisiensi lebih besar yaitu 18,4%. Daya output yang dihasilkan panel otomatis sebesar 2,21 Watt dan panel pasif sebesar 2,03 Watt, dan pengujian daya tahan perangkat dilakukan selama 8 jam dalam ruangan dan 4 jam di luar ruangan dengan status kondisi kerja perangkat normal. Nilai rata-rata MOS performance, easy of use dan installation berturut-turut adalah 4,37, 4,22 dan 4,13.

Kata kunci : Panel PV, sunflower, firebase, controller arduino.

Abstract

Utilization of New and Renewable Energy is an alternative solution to reduce the use of fossil fuels which is a major factor causing air pollution. At present, renewable energy sources provide around 8% of the world's energy (increasing to 22% of all users of renewable energy is included) this percentage continues to increase in some parts of the world. Whereas in Indonesia, the utilization of Renewable Energy is apparently still not optimal.

In this Final Project has been designed and operated the efficiency of photovoltaic (PV) panels with an automatic light tracking system against PV panels without an automatic system. The overall shape such as sunflower which adds to the aesthetic panel and electrical energy data generated per meeting is stored in firebase (database). The controller used is from the Arduino type, servo motor and radial motor drives using the type of dc motor, while the Light Dependent Resistor (LDR) is used to convert the light intensity.

The results of testing the device proves the panel with a tracking system, has a greater efficiency value of 18.4%. The output power generated by automatic panels is 2.21 Watt and passive panels is 2.03 Watt, and the durability testing of the device is carried out for 8 hours indoors and 4 hours outdoors with the status of using a normal work device. The average value of MOS performance, easy to use and installation respectively are 4.37, 4.22 and 4.13.

Keywords: Photovoltaic, sunflower, firebase, controller arduino.

1. Pendahuluan

Sudut kemiringan permukaan panel yang seiring dengan pergerakan matahari per harinya, dapat mengoptimalkan fungsi panel untuk menghasilkan energi listrik. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem pengontrol sudut kemiringan panel otomatis agar permukaan panel tegak lurus dengan arah datangnya cahaya. Dengan demikian, sistem yang akan dirancang bertujuan untuk menjaga posisi panel agar tetap tegak lurus dengan sumber cahaya sehingga memaksimalkan penyerapan energi matahari per satuan waktunya.

Umumnya instalasi panel PV untuk sudut kemiringan sekitar 10 sampai 15 derajat. Besar kecilnya energi listrik yang dihasilkan tergantung dari beberapa faktor seperti cuaca, suhu, bayangan yang menutupi panel (jika instalasi panel di sekitar pepohonan) dan intensitas cahaya yang diterima panel PV. Dilihat dari faktor tersebut, fungsionalitas dari panel PV tersebut masih dapat dioptimalkan lagi sehingga diharapkan meningkatkan efisiensi dari penggunaan panel PV, berikut beberapa rumusan masalah yang ditinjau pada penelitian ini.

- Mempertahankan permukaan panel PV agar tegak lurus dengan datangnya cahaya matahari.
- Perhitungan daya (Watt) total perangkat elektronik yang menjadi tolak ukur pemilihan panel PV.
- Rekapitulasi data pendapatan energi listrik per harinya, dimana data tersebut disimpan di firebase dan ditampilkan melalui aplikasi.
- Bentuk yang diharapkan adalah sunflower (bunga matahari)
- Sistem rotasi otomatis terbagi menjadi 2, yaitu rotasi pada panel PV agar terlihat seperti bunga yang mekar (kurang lebih seperti kipas tangan lipat) dan rotasi untuk poros utama penopang panel PV untuk menggerakkan panel arah vertikal dan horizontal

Penelitian ini akan dilakukan perancangan serta analisis efisiensi sebuah panel Photovoltaic (PV) dengan sistem tracking cahaya otomatis terhadap panel PV tanpa sistem otomatis. Adapun bentuk yang diharapkan adalah sunflower (bunga matahari) yang menambah estetika panel dan juga dapat dijadikan icon suatu daerah atau taman kota. Kemudian akan dilakukan perhitungan daya (Watt) berdasarkan kebutuhan perumahan ataupun taman Kota. Data energi listrik yang dihasilkan per harinya disimpan di firebase (database) dan ditampilkan oleh aplikasi data harian. Controller yang digunakan dari jenis Arduino, motor penggerak arah vertikal dan horizontal menggunakan jenis motor servo dan Light Dependent Resistor (LDR) yang merupakan sensor pendeteksi intensitas cahaya.

2. Dasar Teori dan Perancangan Sistem

2.1. Sistem Tracking Panel

Sistem tracking panel PV yaitu sistem yang dirancang untuk mencari posisi optimal panel PV untuk melacak sinar matahari dan memanfaatkan radiasi matahari secara maksimal. Sistem ini menggunakan penyelarasan motor penggerak atau motor servo secara vertikal dan horizontal menggunakan mikrokontroler. Berdasarkan pada jenis gerakan yang dilakukan untuk melacak datangnya sinar matahari, ada dua jenis konfigurasi pelacakan [1]. Pertama, konfigurasi one-axis dengan membuat gerakan panel PV dari arah timur ke barat sepanjang lintasan matahari, dan memiliki tiga kemungkinan orientasi gerakan, yaitu horizontal, vertikal dan miring [1].

2.2. Perencanaan Pengukuran

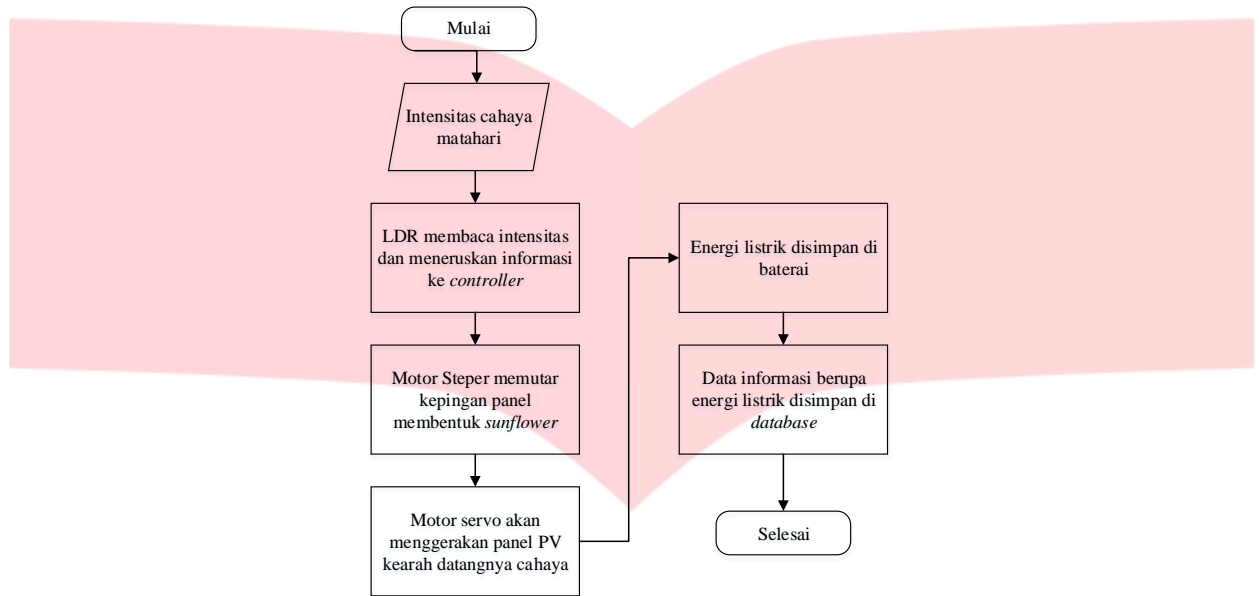
Pengukuran terbagi menjadi dua bagian yaitu pengukuran daya listrik yang dihasilkan panel dan pengukuran atau perhitungan nilai efisiensi panel. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai efisiensi kerja perangkat panel adalah sebagai berikut [2].

$$\eta = \frac{P_{Rata-rata}}{P_{spesifikasi}} 100\% \quad (2.1)$$

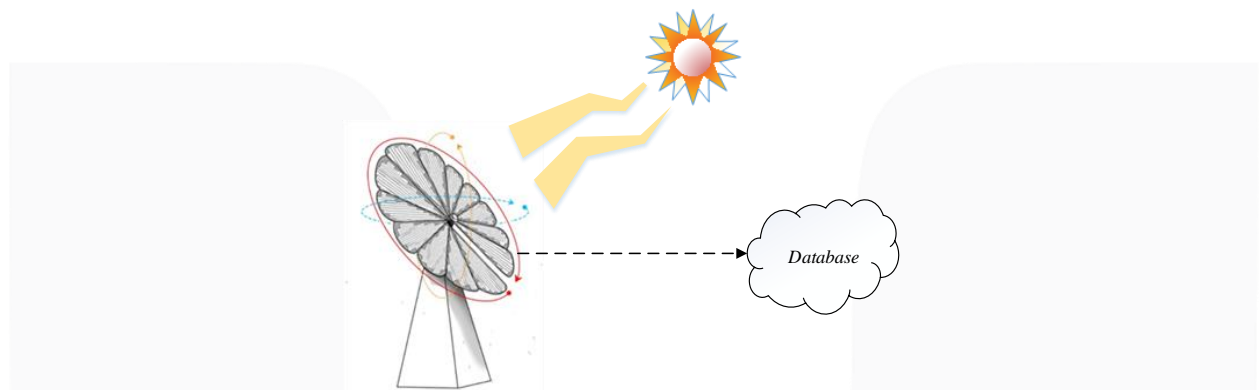
$$P = V \times I \quad (2.2)$$

2.3. Flowchart dan Blok Diagram Sistem

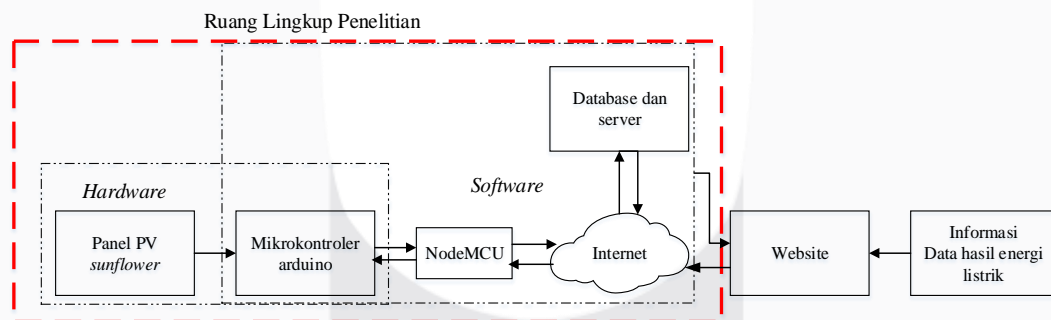
Diagram alir keseluruhan merupakan proses yang terjadi pada sistem yang akan dikerjakan. Proses dimulai dari sinyal input analog yaitu intensitas cahaya, selain itu berfungsi untuk mendapatkan energi listrik. Diagram alir keseluruhan sistem perangkat sebagai berikut.



Gambar 1 Diagram alir keseluruhan sistem.



Gambar 2 Rancangan keseluruhan.



Gambar 2 Diagram blok sistem.

2.4. Perencanaan Berdasarkan Kebutuhan Daya

Perencanaan terbagi menjadi tiga, yaitu kebutuhan berdasarkan jumlah total pemakaian perangkat elektronik perharinya, kebutuhan berdasarkan jumlah kapasitas panel surya dan jumlah kapasitas baterai. Perencanaan berikut berdasarkan sampel dari spesifikasi daya komponen-komponen elektronik yang digunakan sehari-hari, kemudian digunakan sebagai gambaran untuk implementasi sebenarnya.

Tabel 1. Perhitungan daya total perangkat elektronik [3]

Perangkat Elektronik	Konsumsi Daya (Watt)	Durasi Pemakaian per-hari	Daya Total per-hari (Watt)	Keterangan
Lampu (17 buah)	15	7 jam	105	4 lampu teras, 1 lampu R. Tamu, 3 lampu R. Keluarga, 2 lampu R. Makan, 4 lampu K. Tidur, 3 lampu K. Mandi
Televisi 21" (1 buah)	60	6 jam	360	Asumsi ukuran 21 inch
Kipas angin (1 buah)	60	10 jam	600	Digunakan ketika udara ruangan panas
Kulkas 120 liter (1 buah)	50	12 jam	744	50 Watt <i>Compressor</i> menyala dan 12 Watt <i>Compressor Standby</i>
	12	12 jam		
<i>Magic jar</i> (1 buah)	350	1 jam	398	Asumsi 465 Watt ketika menanak nasi dan 6 Watt dalam keadaan <i>warm</i>
	6	8 jam		
<i>Dispenser</i> (1 buah)	250	2 jam	644	Asumsi 250 Watt menyala dan 6 Watt keadaan <i>standby</i>
	6	24 jam		
Mesin cuci (1 buah)	250	2 jam	650	Asumsi 250 Watt ketika menyuci/membilas dan 300 Watt ketika mengeringkan
	300	½ jam		
Pompa air (1 buah)	650	3 jam	1950	Asumsi sampai tangki air kondisi kosong sampai penuh
Total daya (Watt)			5451	Total daya berdasarkan perhitungan penggunaan peralatan elektronik

- **Perhitungan kebutuhan baterai**

Data tersebut digunakan untuk menghitung jumlah unit baterai yang akan digunakan. Berikut perhitungannya dengan asumsi menggunakan jenis baterai kapasitas 190 A dan 12 V.

$$\text{Total Beban} = 5.451$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Baterai} &= 5.451 + (5.451 \times 20\%) \\ &= 5.451 + 1.090 \\ &= 6.451 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Jumlah daya total perlu ditambahkan sekitar 20 % didapat dari daya listrik yang digunakan oleh perangkat selain panel surya dalam rangkaian panel seperti, *inverter* dan *controller*. Tegangan yang biasa digunakan pada baterai sebesar 12 V sehingga,

$$\text{Kebutuhan Baterai} = \frac{6.451 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 545 \text{ A}$$

$$\text{Kebutuhan Baterai} = \frac{545 \text{ A}}{190 \text{ A}} = 2,87 \approx \mathbf{3 \text{ Unit Baterai}}$$

Jumlah baterai yang digunakan untuk mencatu kapasitas beban 6.451 Watt sebanyak 3 Unit baterai kapasitas 190 A, 12 V. Setelah didapatkan jumlah baterai, maka dapat dihitung kebutuhan jumlah panel kapasitas 150 Wp.

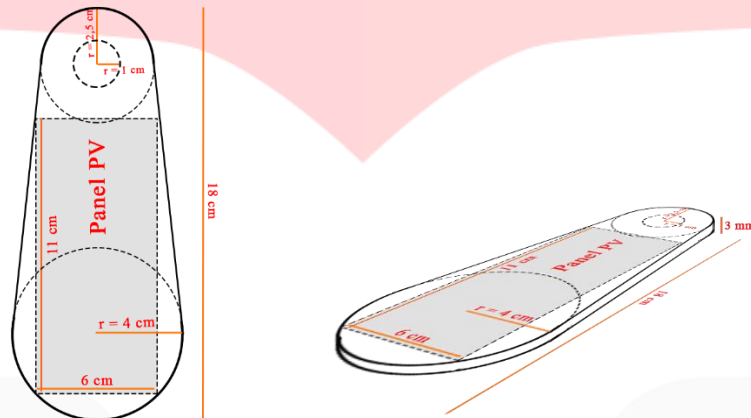
$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel} &= 190 \text{ A} \times 12 \text{ V} \times 3 \text{ Unit} \\ &= 6.840 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah panel} = \frac{6.840 \text{ W}}{750 \text{ W}} = 9,12 \approx \mathbf{10 \text{ Unit}}$$

2.5. Perancangan Struktural Panel *Sunflower* Kapasitas 150 Wp

Tabel 2 spesifikasi panel surya 150Wp [3]

Spesifikasi	Keterangan
Max. Power (Pmax)	1 Wp
Max. Power Voltage (V)	6 V
Max. Power Current (I)	0 - 20 mA
Power tolerance	$\pm 5\%$
Weight	0,5 kg
Dimension	11 \times 6 \times 0,25 cm



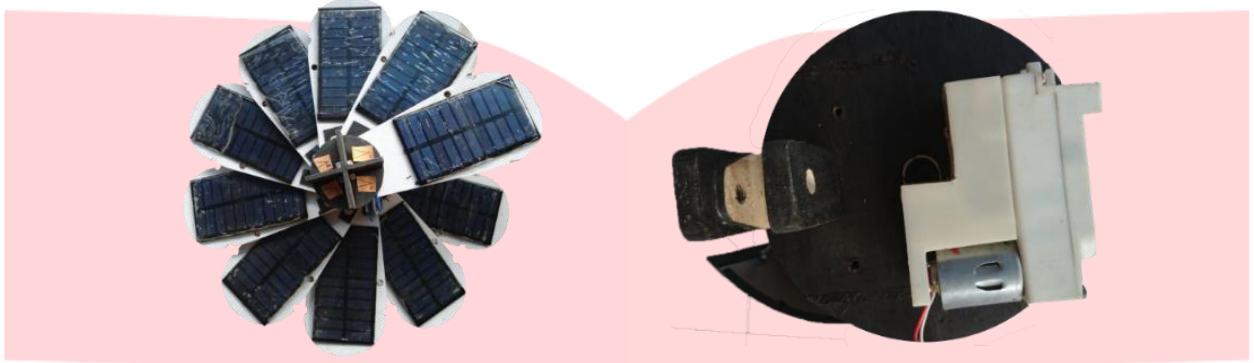
Gambar 4 dimensi satu panel surya

3. Pembahasan

3.1. Spesifikasi Perangkat

Berikut merupakan spesifikasi perangkat yang telah selesai dibuat, mencakup dimensi fisik dan komponen-komponen elektronika yang digunakan.

Dimensi	: Diameter penampang panel surya, D = 35 cm : Diameter penyangga, D = 15 cm : Tinggi keseluruhan 20 cm
Mikrokontroler	: Node MCU (ESP 8266 12) dan Arduino Mega
Panel Surya mini	: Dimensi 11 \times 6 \times 0,25 cm : Tegangan maks. 6 V : Arus maks. 0-200 mA : Daya maks. 1 Wp
Relay	: 8 Relay module (TONGLING) JQC-3FF-S-Z
Catuan	: Power Supply 12 Volt 3 Ampere (EMICO) : Baterai tipe LGEAS31865
Motor	: Motor Stepper Nema 17 1.22 kg-cm 4wire : Motor Servo MG996R : Motor DC 775 dengan gearbox
Sensor	: LDR ukuran 5 mm : Modul power bank model A8, kapasitas 3,7V/20000mAh : Sensor Arus dan Tegangan INA219, Bus Voltages 0-26 V
Software	: Arduino IDE



Gambar 5 Hardware Bagian 1

Gambar 6 Hardware Bagian 2



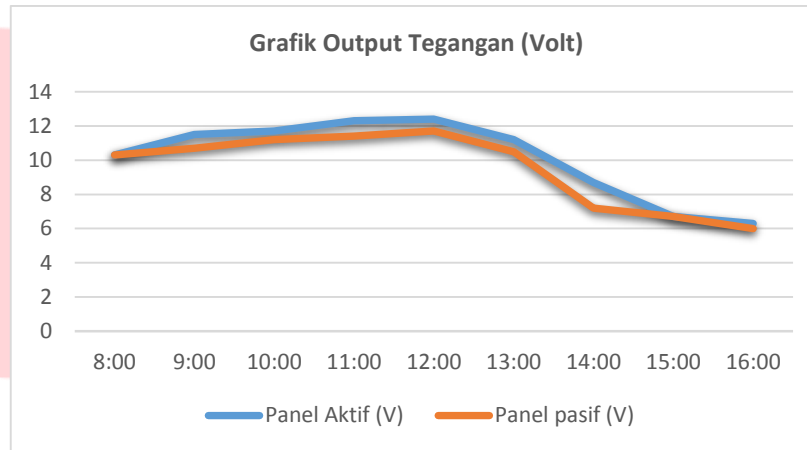
Gambar 5 Hardware Bagian 3

Gambar 6 Keseluruhan hardware

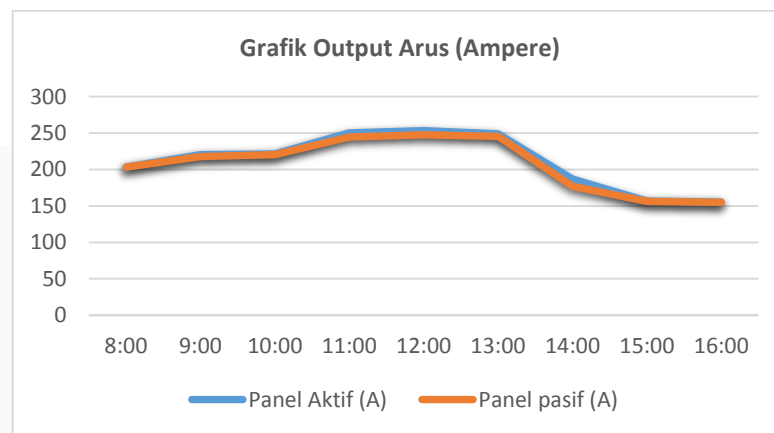
3.2. Pengukuran Daya Listrik

Tabel 3 Hasil pengukuran

Waktu	Arah Mata Angin		Tegangan (V)		Arus (mA)		Selisih Perhitungan	
	Panel Aktif	Panel Pasif	Panel Aktif	Panel pasif	Panel Aktif	Panel pasif	V	mA
08:00	120 ⁰ E	100 ⁰ E	10,3	10,3	203,1	203,1	0	0
09:00	108 ⁰ E	100 ⁰ E	11,5	10,7	220,3	217,6	0,9	2,7
10:00	332 ⁰ NW	100 ⁰ E	11,7	11,2	221,2	220,4	0,5	0,8
11:00	324 ⁰ NW	100 ⁰ E	12,3	11,4	250,4	244,7	0,9	5,7
12:00	48 ⁰ NE	100 ⁰ E	12,4	11,7	253,3	247,7	0,7	5,7
13:00	125 ⁰ SE	100 ⁰ E	11,2	10,5	249,1	245,3	0,7	3,8
14:00	257 ⁰ W	100 ⁰ E	8,7	7,2	187,2	176,9	0,5	10,3
15:00	272 ⁰ W	100 ⁰ E	6,7	6,7	156,6	156,4	0	0,2
16:00	330 ⁰ NW	100 ⁰ E	6,3	6	155,4	155,1	0,3	0,3



Gambar 7 Grafik perbandingan output tegangan



Gambar 8 Grafik perbandingan output arus

$$P_{rata-rata} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n}$$

$$P_{rata-rata} = \frac{2,09 + 2,53 + 2,59 + 3,08 + 3,14 + 2,79 + 1,63 + 1,05 + 0,98}{9}$$

$$P_{rata-rata} = 2,21 \text{ Watt}$$

Selanjutnya adalah daya rata-rata untuk pengukuran panel surya pasif sebagai berikut,

$$P_{rata-rata} = \frac{2,09 + 2,32 + 2,46 + 2,78 + 2,89 + 2,57 + 1,28 + 1,05 + 0,93}{9}$$

$$P_{rata-rata} = 2,04 \text{ Watt}$$

3.3. Pengukuran dan perbandingan efisiensi kedua panel

- Perhitungan Efisiensi panel dengan sistem *tracking*

$$\eta = \frac{P_{Rata-rata}}{P_{spesifikasi}} 100\%$$

$$\eta = \frac{2,21 W}{12 W} \times 100\%$$

$$\eta = 18,4 \%$$

- Perhitungan Efisiensi panel pasif

$$\eta = \frac{2,04 W}{12 W} \times 100\%$$

$$\eta = 17\%$$

Pada perhitungan efisiensi antar kedua sistem panel dapat disimpulkan bahwa efisiensi panel dengan sistem *tracking* yaitu sebesar 18,4 %, sedangkan efisiensi panel pasif sebesar 17 %. Daya rata-rata yang telah didapatkan dari hasil pengukuran terbilang kecil, ini disebabkan karena untuk satu buah panel mini arus yang di dapat sangat kecil sekitar 20mA saja, pengukuran tersebut menggunakan 3 alat ukur seperti multimeter, sensor arus dan aplikasi ampere meter.

4. Kesimpulan

Sistem tracking panel sunflower yang dibuat bekerja dengan baik, dimana panel tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari. Data energi listrik yang berupa nilai tegangan dan arus telah disimpan di firebase (database) secara real time dan data capture per 30 menit. Pada sistem tracking panel PV yang telah dibuat, persentase nilai efisiensi yang didapat lebih besar yaitu 18,4% sedangkan panel pasif sebesar 17%. Pada pengujian daya tahan alat dilakukan selama 8 jam di dalam ruangan (dengan tetap mendapatkan cahaya matahari), perangkat dan server bekerja dengan baik tidak ada masalah yang terjadi. Sedangkan pengujian di luar ruangan dilakukan sampai jam 12:00. Berdasarkan pengujian MOS (Mean Opinion Score), persentase pengujian dipengaruhi oleh tiga parameter yaitu Performance, Easy of Use dan Installation. Nilai rata-rata untuk MOS Performance sistem dan perangkat adalah 4,37, Nilai rata-rata MOS Easy of Use adalah 4,22 serta nilai rata-rata MOS Installation adalah 4,13. 6. Pengukuran daya pada hari senin, 23 Desember 2019, panel dengan sistem tracking mendapatkan maksimal daya pada jam 12:00 sebesar 12,4 V dan 250,4 A. Sedangkan terendah pada jam 16:00 dengan kondisi cuaca berawan mendapatkan output sebesar 6,3 V dan 155,4 A.

Daftar Pustaka:

- [1] D.A.F. Hernandez, S.I.P. Resendiz, A.L. Juarez, N.L. Castillo dan O.G. Frias, "A Heuristic Approach for Tracking Error and Energy Consumption Minimization in Solar Tracking System," IEEE, Vol. 7. Publish 22 April 2019.
- [2] B. Montario Candra, "Rancang Bangun Sistem Pengendali Pengisian Arus Sel Surya Dengan Rekonfigurasi Seri-Paralel", Tugas Akhir. Universitas Indonesia
- [3] A. Asy, Hasyim. Jatmiko. Angga. "Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya". 2012.