

## Pembuatan dan Uji Fungsional Sistem Irigasi Berbasis *Solar Tracker*

Ilza Mahendra<sup>1</sup>, Pande Putu Agus Santoso<sup>2\*</sup>, Iklas Sanubary<sup>3</sup>, dan Irma Fahrizal Butsi Ningsih<sup>4</sup>.

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi D-4 Teknik Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas, Jalan Raya Sejangkung, Sambas, Kalimantan Barat.

\*Korespondensi: pande.santoso@gmail.com

(Diterima 28 Desember 2023; Disetujui 28 Januari 2024; Dipublikasi 30 Januari 2024)

### Abstrak

Irigasi sangat penting dalam sistem pertanian. Sistem irigasi tradisional mempunyai beberapa kelemahan. Seiring berjalannya waktu, telah dikembangkan sistem irigasi modern yang memanfaatkan teknologi panel surya sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan pompa air. Untuk mengoptimalkan kinerja pompa air pada sistem irigasi modern, pompa harus dihubungkan dengan perangkat pemantau energi surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya listrik yang dihasilkan modul surya untuk setiap sudut kemiringannya. Metode penelitian terdiri atas metode pembuatan alat dan metode uji fungsional. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan selama tiga hari dari jam 07:00 sampai jam 16:00. Daya listrik tertinggi yang dihasilkan panel surya dengan *solar tracker* adalah sebesar 21,02 W pada jam 12:00 dengan sudut kemiringan 90°. Daya listrik terendah yang dihasilkan oleh sistem ini adalah 5,25 W pada jam 15:00 dengan sudut kemiringan yaitu 97°. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya menggunakan pelacak surya sangat dipengaruhi oleh sinar matahari. Semakin terang sinar matahari pada sudut tertentu maka suhu panel surya akan semakin tinggi, namun hal ini menyebabkan nilai serapan panel surya meningkat secara signifikan.

**Kata kunci:** panel surya, sistem irigasi, *solar tracker*.

### Abstract

*Irrigation was very important in agricultural systems. Traditional irrigation systems have several disadvantages. Over time, modern irrigation systems have been developed that utilize solar panel technology as a power source to drive water pumps. To optimize the performance of water pumps in modern irrigation systems, the pump must be connected with a solar energy monitoring device. This research method was used by initiating observation, identification of problems, designing tool, making tool, and performance test. The purpose of this study was to determine the electrical power generated by solar panels at each angle of inclination. The highest electrical power generated by solar panels with a solar tracker was 21.02 W at 12:00 with an inclination angle of 90°. The lowest electrical power that produced by this system was 5.25 W at 15:00 with an inclination angle of 97°. The electrical power generated by solar panels using a solar tracker was strongly influenced by sunlight, where the brighter the sunlight at a certain angle, the more it will increase the temperature of the solar panels and cause the absorption value of the absorption of the solar panels to rise even though it is not significant.*

**Keywords:** irrigation system, solar panel, solar tracker.

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang penting dalam dunia pertanian adalah pengairan atau irigasi [1]. Terjadinya degradasi kuantitas ketersediaan air menjadi sebuah ancaman serius yang dihadapi sistem pertanian. Diperlukan sebuah penelitian dan pengembangan terkait dengan sistem irigasi sebagai sebuah upaya pengelolaan air secara tepat. Irigasi dengan menggunakan metode tradisional ditengarai boros air. Hal ini karena air mengalir secara linier dan terbuang begitu saja. Disamping itu, irigasi tradisional membutuhkan waktu yang relatif lama dalam mengairi tanaman. Fenomena ini tentu akan menjadi kurang efektif apabila diaplikasikan pada lahan yang banyak dan luas [2].

Sistem irigasi adalah suatu proses untuk meningkatkan kelembaban tanah sehingga mampu memenuhi kebutuhan H<sub>2</sub>O bagi pertumbuhan tanaman [3]. Dewasa ini proses irigasi masih dilakukan secara tradisional, yakni dengan cara menahan aliran air sepanjang parit, sehingga ketinggian air meningkat, untuk selanjutnya disalurkan menuju lahan pertanian. Metode tradisional ini terbukti tidak efektif dan efisien. Hal ini lantaran teknik tradisional terbukti boros air namun tidak sesuai dengan keperluan tanaman [4]. Berdasarkan hal tersebut maka dipandang perlu untuk mengembangkan sistem irigasi modern yang hemat dalam penggunaan air serta sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan sistem kendali otomatis sehingga mampu mengefisienkan penggunaan air [5].

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, terungkap bahwa terdapat berbagai macam kendala yang ditemukan dalam pengaplikasian sistem irigasi otomatis ini. Salah satu kendala fundamental adalah ketiadaan suplai listrik alternatif apabila sistem irigasi diaplikasikan pada tempat yang jauh dari sumber listrik PLN. Disamping itu karena

jauhnya area irigasi maka sistem pemantauan otomatis juga sangat dibutuhkan oleh petani. Guna menanggulangi permasalahan tersebut dirasa perlu untuk membuat sebuah sistem irigasi dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan sebagai produsen energi listrik untuk mengaktifkan sistem [6].

Salah satu jenis sumber energi terbarukan yang dapat dikolaborasikan dengan sistem irigasi modern adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) [7]. Pembangkit listrik tenaga surya adalah sistem pembangkit listrik yang merubah energi matahari untuk menjadi energi listrik melalui peristiwa efek *photoelectric*. Karena memanfaatkan sinar matahari yang ketersediannya berlimpah di alam serta sistem pembangkit yang tidak menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub> maka PLTS disebut sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan [8]. PLTS adalah salah satu jenis pembangkit tenaga listrik yang mapan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap listrik yang sangat ramah lingkungan [9].

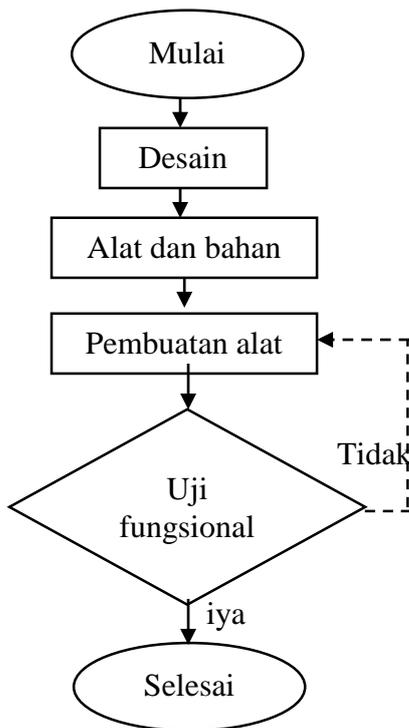
Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada dasarnya berbentuk sebuah modul yang terbuat dari bahan semikonduktor P-N yang dipasang secara tegak lurus dengan arah sinar matahari. Posisi ini terbukti sangat optimal dalam proses penyerapan sinar matahari matahari [10]. Produksi Listrik oleh modul surya akan menjadi lebih optimal apabila posisi modul selalu tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan sebuah sistem *tracker* yang mampu menggerakkan panel surya dalam mengikuti gerakan matahari [11].

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan tersebut maka dipandang perlu untuk melakukan rancang bangun sebuah sistem irigasi berbasis *solar tracker*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan proses pembuatan sistem irigasi berbasis *solar tracker*. Disamping itu,

juga dilakukan uji fungsional untuk mengetahui daya listrik yang dihasilkan panel surya pada setiap kemiringan sudut.

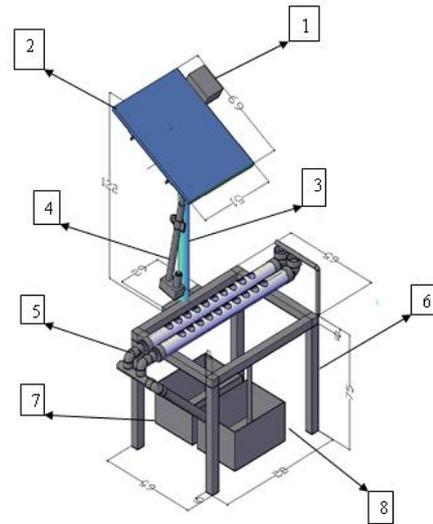
**2. METODOLOGI**

Metode penelitian terdiri atas metode pembuatan dan metode uji fungsional alat. Metode pembuatan alat terdiri atas desain, persiapan bahan dan pembuatan alat. Metode uji fungsional terdiri atas pengukuran nilai daya dan nilai sudut yang dihasilkan oleh sistem [12]. Proses pengambilan data dilakukan setiap satu jam mulai dari pukul 07.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB. Pengambilan data dilakukan secara berulang sebanyak tiga kali. Secara grafis prosedur pelaksanaan penelitian tersaji pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Prosedur penelitian

Penelitian ini dimulai dengan proses pembuatan desain alat, seperti yang tersaji pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Desain sistem irigasi

Berdasarkan Gambar 2, penjelasan atas komponen alat adalah (1) box sensor cahaya, (2) panel surya 50 Wp, (3) tiang penyangga panel surya, (4) aktuator linear, (5) pipa paralon, (6) rangka, (7) box baterai, dan (8) box air.

Alat yang diperlukan dalam melaksanakan proses penelitian ini adalah gerinda, mesin las, mesin bor, dan meteran. Bahan yang dibutuhkan dalam melaksanakan proses penelitian ini meliputi besi holo, *box plastic*, pompa air, kabel, panel surya, *Solar Charge Controller (SCC)*, Aki 12V 60 Ah, dan Arduino Uno.

Tahap pengambilan data dalam uji fungsional adalah sebagai berikut. (1) Meletakkan alat yang telah selesai dibuat pada daerah yang terpapar cahaya matahari. (2) Memposisikan kemiringan panel surya 74° pada jam 07:00 pagi. Mencatat hasil penelitian yang tertera pada *digital timer switch* dan busur derajat. (3) Mengambil data penelitian setiap satu jam sekali. Data penelitian yang dimaksud adalah nilai derajat kemiringan dan kuat arus pada watt meter. (4) Mencatat data penelitian pada tabel.

Metode analisis data dilaksanakan dengan cara menghitung nilai rata-rata dari daya (P) dan sudut ( $\theta$ ) dengan persamaan (1).

$$\bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \mu_i}{10} \tag{1} [13]$$

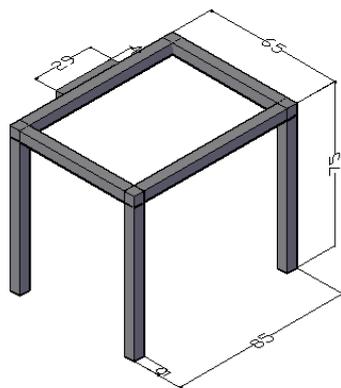
Selain membandingkan rata-rata jumlah daya, data hasil penelitian juga akan disajikan dalam bentuk grafik. Pembahasan hasil uji kinerja alat juga dapat dilakukan dengan membandingkan bentuk grafik yang dihasilkan. Dengan membandingkan rata-rata jumlah daya yang dihasilkan, serta bentuk grafik, maka kesimpulan atas hasil uji kinerja pengaruh posisi panel surya terhadap sudut kemiringan dapat dirumuskan [14].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mendeskripsikan proses pembuatan sistem irigasi berbasis solar *tracer* dan hasil uji fungsional dari alat.

#### 3.1 Proses Pembuatan

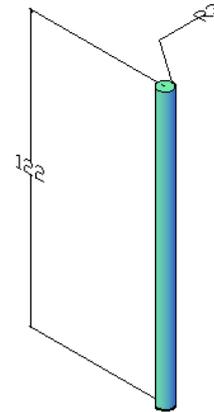
Proses pembuatan kerangka dilakukan dengan memotong besi holo ukuran  $5 \times 5 = 600 \text{ cm} \times 1$  buah,  $p = 85 \text{ cm} \times 2$  buah,  $l = 65 \text{ cm} \times 2$  buah,  $t = 75 \text{ cm} \times 4$  buah. Selanjutnya potongan besi tersebut disatukan dengan menggunakan mesin las, seperti yang terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Rangka alat

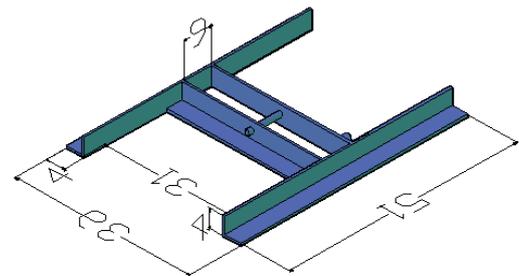
Memotong besi pipa sepanjang 122 cm untuk tiang penyangga tempat dudukan panel

surya dan penggerak panel surya, seperti yang terlihat pada gambar 4.



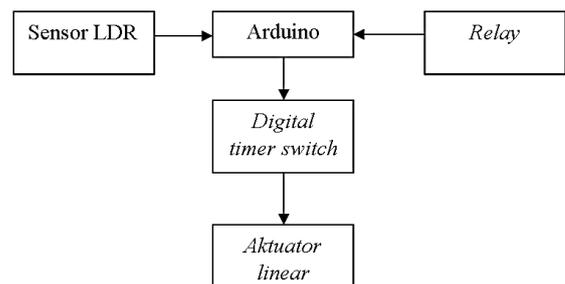
**Gambar 4.** Tiang penyangga panel surya

Membuat tempat dudukan panel surya dan sistem *controller* seperti yang terlihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Dudukan PV dan *controller*

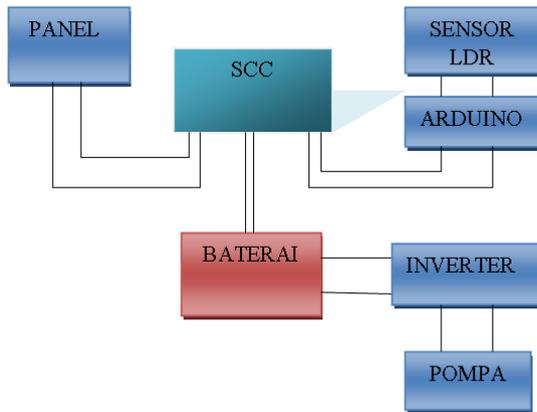
Merakit komponen sensor Cahaya seperti yang terlihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Rangkaian sensor cahaya

Merakit komponen elektronika alat, seperti (1) memasang *Solar Charge Controller* (SCC), (2) menghubungkan aki 45V dengan SCC, (3) menghubungkan panel surya dengan SCC, (4) menghubungkan sistem penggerak dengan

SCC. Bentuk rangkaian seperti yang terlihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Rangkaian elektronika alat.

Langkah terakhir adalah merakit pipa hidroponik dan alat, seperti Gambar 8.



**Gambar 8.** Sistem irigasi berbasis solar tracer.

### 3.2 Hasil Uji Fungsional

Uji fungsional solar panel dilaksanakan dengan tidak menghidupkan pompa air sebagai beban. Uji fungsional solar panel secara teknis dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur daya yakni watt meter digital dan mengukur sudut kemiringan dengan menggunakan busur. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya arus masuk pada panel surya sesuai sudut kemiringan posisi matahari. Data hasil penelitian pada solar tracker diperoleh dari hasil penjemuran alat selama sepuluh jam dan dilakukan pengulangan selama tiga hari. Adapun proses pengambilan data penelitian tersaji pada gambar berikut.

Melakukan pengukuran kemiringan menggunakan mistar busur, seperti yang tersaji pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Pengukuran dengan busur.

Mencatat nilai yang tertera pada watt meter, seperti yang tersaji pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Watt meter.

Uji fungsional pergerakan solar panel yang menggunakan *actuator linear* dilakukan dengan menyelidiki sensitifitas sensor LDR. Hal ini karena LDR bekerja berdasarkan intensitas cahaya. Intensitas cahaya matahari dipengaruhi oleh posisi matahari, sehingga sensor LDR dapat menjadi instrument dalam membuat suatu piranti yang mampu mengikuti pergerakan matahari. Informasi fisis yang diterima oleh sensor LDR kemudian diteruskan pada Arduiono Uno untuk kemudian diterjemahkan menjadi arus Listrik. Arus Listrik yang dihasilkan oleh Arduino Uno digunakan untuk menggerakkan *actuator linear* yang terhubung dengan panel surya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa panel surya mampu bergerak mengikuti arah matahari, dimana pada pagi hari cenderung miring ke arah timur, siang hari tegak lurus, dan sore hari cenderung miring ke arah barat, seperti yang terlihat pada Gambar 11.



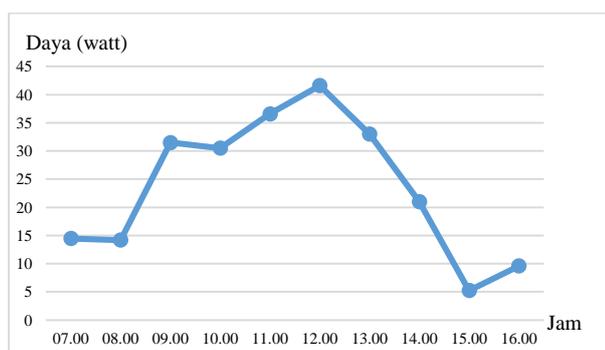
**Gambar 11.** Posisi solar tracker dari pagi, siang dan sore hari.

Pasca proses pengambilan data dilaksanakan, terungkap hasil penelitian (perubahan daya) seperti ditampilkan Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil penelitian (perubahan daya)

Jam (WIB)	P1	P2	P3	$\bar{P}$ (Watt)
07.00	19.75	4.08	19.57	14.46
08.00	19.81	6.70	16.06	14.19
09.00	35.99	26.48	32.08	31.51
10.00	40.72	26.91	23.95	30.52
11.00	52.45	18.40	38.98	36.59
12.00	54.68	23.07	47.09	41.61
13.00	45.61	12.06	41.38	33.01
14.00	5.04	17.84	40.72	21.02
15.00	4.39	7.05	4.33	5.25
16.00	4.82	5.21	18.81	9.61

Data hasil penelitian pada Tabel 1 dapat dibuatkan grafik, yang menggambarkan hubungan antara waktu dan nilai rata-rata daya, seperti tampak pada gambar 12.



**Gambar 12.** Garfik perubahan daya per jam.

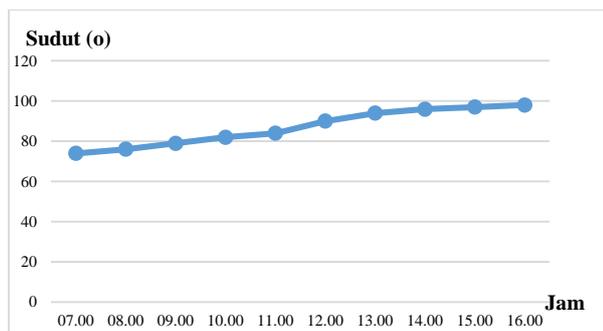
Berdasarkan Gambar 12, terlihat bahwa adanya solar tracker dapat membuat panel surya menghasilkan daya yang relatif tinggi. Hal ini karena kemampuan panel surya dalam mengikuti arah gerak matahari, membuat sistem PLTS ini selalu tegak lurus dengan Cahaya matahari. Fenomena ini menyebabkan semakin optimalnya daya listrik yang mampu dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata daya tertinggi yang mampu disilkan oleh alat ini adalah 41,61 W pada jam 12:00 WIB. Nilai rata-rata daya terendah yang dihasilkan adalah 5,25 W pada jam 15:00 WIB.

Berdasarkan proses pengambilan data yang telah dilakukan adapun hasil penelitian (perubahan sudut) tersaji pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil penelitian (perubahan sudut)

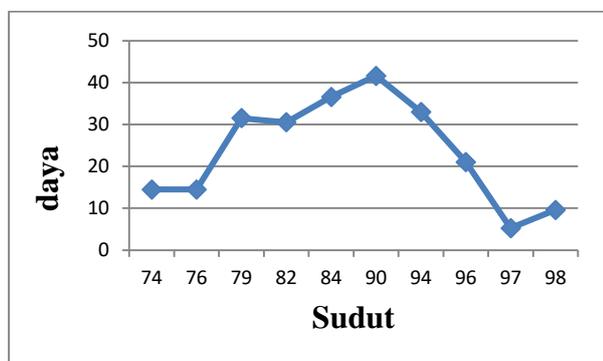
Jam (WIB)	$\theta 1$	$\theta 2$	$\theta 3$	$\bar{\theta}$
07.00	74°	74°	74°	74°
08.00	77°	75°	77°	76°
09.00	79°	79°	79°	79°
10.00	83°	81°	83°	82°
11.00	86°	82°	86°	84°
12.00	89°	91°	90°	90°
13.00	94°	94°	94°	94°
14.00	96°	96°	96°	96°
15.00	97°	97°	97°	97°
16.00	98°	98°	98°	98°

Data hasil penelitian pada Tabel 2 dapat dibuatkan grafik, yang menggambarkan hubungan antara waktu dan nilai rata-rata perubahan sudut, seperti tampak pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Grafik perubahan sudut per jam.

Apabila nilai rata-rata daya dan rata-rata sudut pada tabel 1 dan 2 ditampilkan dalam bentuk grafik, maka akan terlihat seperti Gambar 14.



**Gambar 14.** Grafik perubahan sudut terhadap daya yang dihasilkan oleh alat.

Pada Gambar penelitian 14 ini didapatkan hasil penyerapan panel surya menggunakan solar tracker, dimana panel surya menggunakan solar tracker menghasilkan penyerapan daya tertinggi yaitu 21,02 W pada jam 12:00 dengan sudut kemiringan 90°, dan menghasilkan daya serap terendah yaitu 5,25 W pada jam 15:00 dengan sudut kemiringan yaitu 97°. Perbedaan hasil penyerapan panel surya yang dipadukan dengan solar tracker dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Apabila intensitas cahaya matahari optimal maka penyerapan panel surya juga maksimal, sehingga nilai rata-rata daya yang dihasilkan menjadi semakin tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

Pembuatan sistem irigasi berbasis solar tracker terdiri atas: pembuatan rangka hidroponik, pembuatan tiang penyangga panel surya, pembuatan dudukan panel surya, merakit komponen sensor cahaya, merakit komponen solar charge controller (scc), menghubungkan aki 45 V dengan scc, menghubungkan sistem penggerak dengan scc, dan merakit pipa hidroponik untuk proses uji fungsional.

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan selama tiga hari dari jam 07:00 sampai jam 16:00. Daya listrik tertinggi yang dihasilkan panel surya dengan solar tracker adalah sebesar 21,02 W pada jam 12:00 dengan sudut kemiringan 90°. Daya listrik terendah sebesar 5,25 W pada jam 15:00 dengan sudut kemiringan yaitu 97°.

Pada pengujian dengan solar tracker rata-rata daya yang dihasilkan dari jam 07:00 sampai jam 16:00 yaitu 23,77 W sedangkan pengujian pada panel surya yang tidak menggunakan solar tracker yaitu mendapatkan hasil daya rata-rata 19,50 W dari jam 07:00 sampai jam 16:00.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Bapak Daud Perdana, ST., M.T., atas kontribusinya memerikan masukan mengenai desain dan metode uji kinerja alat.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Dinegoro, F., Rusnam, R., & Ekaputra, E. G., "Rancang bangun hidroponik dengan bantuan pompa bertenaga surya", *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 10, no. 3, pp. 367-379, 2021.

- [2] Asmana, M. S., Abdullah, S. H., & Putra, G. M. D., “Analisis keseragaman aspek fertigasi pada desain sistem hidroponik dengan perlakuan kemiringan talang”, *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, vol. 5, no. 1, pp. 303-315, 2017.
- [3] Susila, A. D., Sistem Hidroponik Bahan Ajar Mata Kuliah Dasar-Dasar Holtikultura. Bogor: Departemen Agronomi dan Holtikultura, Fakultas Pertanian, Institut pertanian Bogor, 2013.
- [4] Lingga, P., Hidroponik: Bertanam Tanpa Tanah modifikasi DFT. Jakarta: Penebar Swadaya, 2012.
- [5] Mohammad, L., Asy’ari, M. K., & Pakpahan, S., “Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis-Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai”, *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 10, no. 1, pp. 77-84, 2021.
- [6] Muhammad, I., & Fatmi, N., “Pemanfaatan Teknologi Hidroponik Sayuran Organik Berbantuan Panel Surya”. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, vol. 4, no. 1, pp. 1-7, 2021.
- [7] Tambunan, H. B., Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Yogyakarta: Deepublish, 2020.
- [8] Suratno dan Cahyono, B., “Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Catu Daya Pompa Air Submersible”, *JTE UNIBA*, vol. 7, no. 2, pp. 309 – 319, 2023.
- [9] Gunoto, P. dan Sofyan, S., “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp untuk Penerangan Lampu di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan”, *Sigma Teknika*, vol. 3, no. 2, pp. 96-106, 2020.
- [10] Sistiawan, Y.A.T. dan Gunoto, P., “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Hybride (Tenaga Surya dan Tenaga Angin) dengan Kapasitas 20W”, *Sigma Teknika*, vol. 2, no. 1, pp. 49 – 56, 2019.
- [11] Romadloni, P. L., “System Design Automation Hidroponics NFT (Nutrient Film Technique Telkom University”, *e-Proceeding of applied science*, vol. 1, no. 1, pp. 75-84, 2015.
- [12] Febriana, W., et al., Metodologi Penelitian di Bidang Teknik. Yogyakarta: Deepublish, 2022.
- [13] Montgomery, D.C., Design and analysis of experiments eighth edition, John Wiley & Sons, Inc: Arizona, 2013.
- [14] Chambers, J.M., Cleveland, W.S., Kleiner, B., and Tukey, P.A., Graphical methods for data analysis, CRC Press: New Jersey, 2018.