

# Perancangan Pompa Air Tenaga Surya

**Sutrisno<sup>1</sup>, Hary Witjahjo<sup>2</sup>, Muhammad Fiandra Saputra<sup>3</sup>**

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia  
Email: [sutrisno2604@gmail.com](mailto:sutrisno2604@gmail.com)

*Received* 1 Maret 2025 | *Revised* 11 Maret 2025 | *Accepted* 22 Maret 2025

## ABSTRAK

Matahari merupakan salah satu sumber energi yang melimpah, tidak bersifat polutif, dan dapat diperbaharui. Namun, pemanfaatannya sebagai energi terbarukan masih belum optimal sementara kebutuhan energi terus meningkat seiring perkembangan teknologi dan populasi manusia. Ketergantungan pada energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam semakin tinggi padahal sumber energi tersebut bersifat tidak terbarukan dan menyumbang dampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem pompa air bertenaga surya sebagai solusi energi alternatif. Sistem dihitung dengan menggunakan rumus teknis untuk daya panel surya, kapasitas baterai, dan konsumsi daya pompa. Pengujian dilakukan untuk mengukur efisiensi panel surya dan debit air. Hasilnya, sistem berhasil mengimplementasikan dengan debit air 33 Liter. Daya tertinggi panel surya sebesar 11,07 W dan konsumsi daya pompa 10,85 W tercapai pada pukul 13:20-14:00 WIB saat intensitas cahaya optimal. Sistem ini membuktikan efektivitas energi matahari sebagai solusi energi terbarukan, khususnya di wilayah dengan intensitas cahaya tinggi.

**Kata kunci:** Panel Surya, Pompa Air, Energi Terbarukan, Debit Air, Kapasitas Baterai

## ABSTRACT

*The sun is one of the abundant, non-polluting, and renewable energy sources. However, its utilization as renewable energy is still not optimal while energy needs continue to increase along with technological developments and human population. Dependence on fossil fuels such as oil, coal, and natural gas is increasing even though these energy sources are non-renewable and have a negative impact on the environment. This study aims to design and test a solar-powered water pump system as an alternative energy solution. The system is calculated using technical formulas for solar panel power, battery capacity, and pump power consumption. Testing was carried out to measure the efficiency of the solar panels and water discharge. As a result, the system was successfully implemented with a water discharge of 33 liters. The highest solar panel power of 11.07 W and pump power consumption of 10.85 W were achieved at 13:20-14:00 WIB when the light intensity was optimal. This system proves the effectiveness of solar energy as a renewable energy solution, especially in areas with high light intensity.*

**Keywords:** Solar Panels, Water Pumps, Renewable Energy, Water Discharge, Battery Capacity

## 1. PENDAHULUAN

Diciptakan oleh Tuhan sebagai unsur jagatraya, matahari adalah sumber penghidupan bagi makhluk hidup. Energi matahari mudah diakses, tidak berbahaya, dan tidak akan habis. Sebagian besar orang tidak menyadari fungsi dan manfaat matahari terhadap penghidupan makhluk, karena mereka menganggap pemanfaatannya sebagai sesuatu yang otomatis.

Karena ketersediaan sumber energi yang terbatas, sumber energi alternatif mulai dicari, seperti energi matahari, gelombang, angin, dan pasang surut. Namun, energi matahari tidak dapat digunakan secara langsung untuk mengubahnya menjadi energi listrik, peralatan seperti sel surya diperlukan. Dengan menggunakan panel surya, energi matahari dikonversi menjadi energi listrik untuk mengoperasikan pompa air, yang lebih efisien dan praktis dibandingkan metode tradisional seperti kincir angin. Penelitian ini bertujuan merancang sistem panel surya untuk pompa air, menghitung daya yang dibutuhkan, serta menganalisis debit air yang dihasilkan. Metode yang digunakan meliputi pendekatan kuantitatif, perancangan perangkat keras, pengujian, dan analisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat beroperasi dengan baik, menghasilkan debit air yang memadai, serta membuktikan bahwa energi matahari efektif digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di daerah dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi

## 2. METODE

### 2.1 Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terbuat dari bahan semi konduktor yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan energi listrik dari cahaya matahari[1]. Panel surya, yang juga dikenal sebagai *photovoltaic*, terbuat dari bahan semi konduktor, biasanya silikon[2].

### 2.2 Prinsip Kerja Panel Surya

*Photoelectric* adalah proses di mana cahaya matahari menyinari permukaan sel surya dan mengubah atau mengubahnya[3]. Pada permukaan sel surya, lapisan tipe negatif (n) dan lapisan tipe positif (p), yang merupakan semi konduktor, proses fotovoltaiik terjadi karena foton yang terkandung dalam energi matahari menggerakkan aliran listrik[4].

### 2.3 Karakteristik Sel Surya

Kurva karakteristik sel surya menunjukkan hubungan antara arus dengan tegangan keluaran dan daya dengan tegangan keluaran[5]. Daya keluaran akan maksimal pada titik kerja maksimal. Tegangan maksimum point point (VMPP) lebih rendah dari tegangan rangkaian terbuka (OCV) dan arus saat MPP lebih rendah dari arus jalur pendek (Isc).

a. Short Circuit Current (ISC): terjadi ketika tegangannya adalah nol, sehingga daya keluarannya juga nol. b. Open Circuit Voltage (VOC): terjadi ketika tegangannya adalah nol, sehingga daya keluarannya juga nol[6].

### 2.4 Pompa Air DC 12V

Pompa air dapat meningkatkan aliran cairan dari area yang rendah ke area yang lebih tinggi atau menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah ke cairan bertekanan tinggi. Mereka juga dapat meningkatkan laju aliran pada jaringan perpindahan sistem instalasi air[7].

### 2.5 Baterai

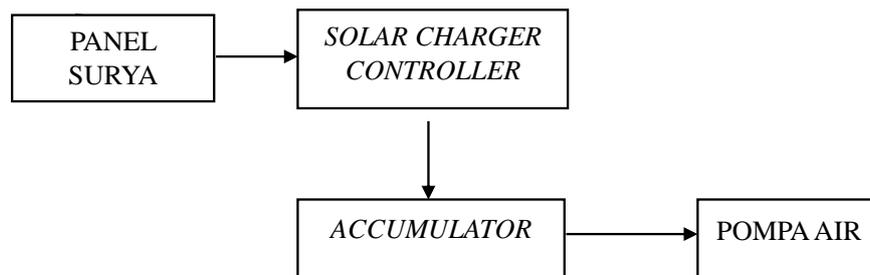
Salah satu perangkat yang dapat melakukan proses elektrokimia dengan menyimpan energi listrik adalah baterai[8]. Proses elektrokimia melibatkan transformasi kimia menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia melalui regenerasi elektroda baterai, yang melewati arus Listrik dalam arah yang berlawanan dengan polaritas sel baterai[9].

## 2.6 Solar Charge Controller

Arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban dapat diatur oleh peralatan elektronik *Solar Charge Controller* (SCC)[10]. Kontrol pengisian panel surya mengontrol *overcharging*, yaitu kelebihan pengisian yang terjadi karena baterai sudah penuh. Kelebihan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya akan mengurangi umur baterai. SCC biasanya terdiri dari satu input yang terhubung dengan output panel surya, satu output yang terhubung dengan baterai atau aki, dan satu output yang terhubung dengan beban[11].

## 2.7 Perancangan Sistem

Blok diagram merupakan suatu gambaran ringkas yang berupa gabungan dari sebab-akibat dari sistem yang dibuat. Berikut ini blok diagram Perancangan Pompa Air Tenaga Surya:



Gambar 1. Perancangan sistem

## 2.8 Perhitungan Daya Panel Surya

Daya panel surya adalah daya yang keluar dari sistem panel surya yang disebabkan oleh adanya cahaya matahari yang dikonversi oleh sistem panel surya. Daya ini merupakan daya yang digunakan untuk mengisi baterai.

$$P_{out} = V \times I \quad [12]$$

$P_{out}$  = Daya keluaran panel (watt)

$V$  = Tegangan maksimum (volt)

$I$  = Arus maksimum (ampere)

## 2.9 Kapasitas Baterai

Untuk mengetahui berapa banyak energi yang dapat disimpan dalam baterai, anda harus mengkonversi Ah menjadi Wh. Rumus berikut dapat digunakan:  $P = I \times V$ .  $P$ = nilai daya per jam(Wh), kekuatan arus per jam (Ah), dan tegangan baterai (V)[13].

## 2.10 Konsumsi Daya Pompa Air

Hitung daya listrik yang diperlukan untuk menggerakkan pompa air dengan menggunakan rumus:

$$P = V \times I \quad [14]$$

$P$  = Daya (watt)

$V$  = Tegangan listrik (volt)

$I$  = Arus (ampere)

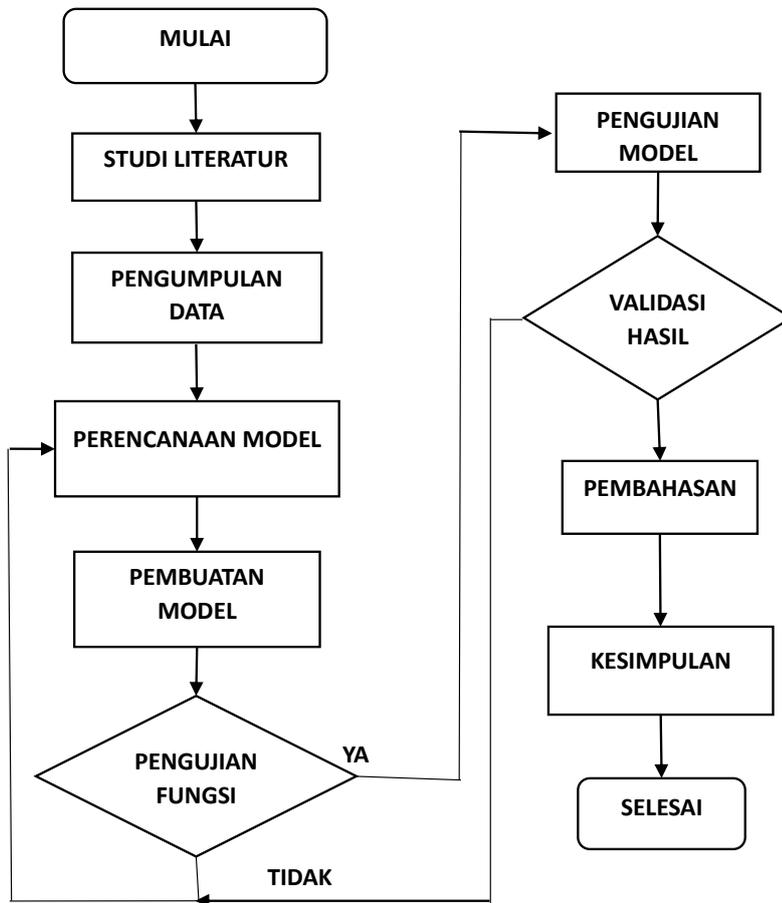
## 2.11 Waktu Operasional Pompa

Untuk mengetahui berapa lama pompa bisa bekerja dengan baterai penuh, kita bisa menghitung:

$$\text{Waktu operasional pompa(jam)} = \frac{\text{Kapasitas baterai(Wh)}}{\text{Daya pompa(W)}} \quad [15]$$

### 2.12 Flowchart

Flowchart atau bagian alur adalah diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program.

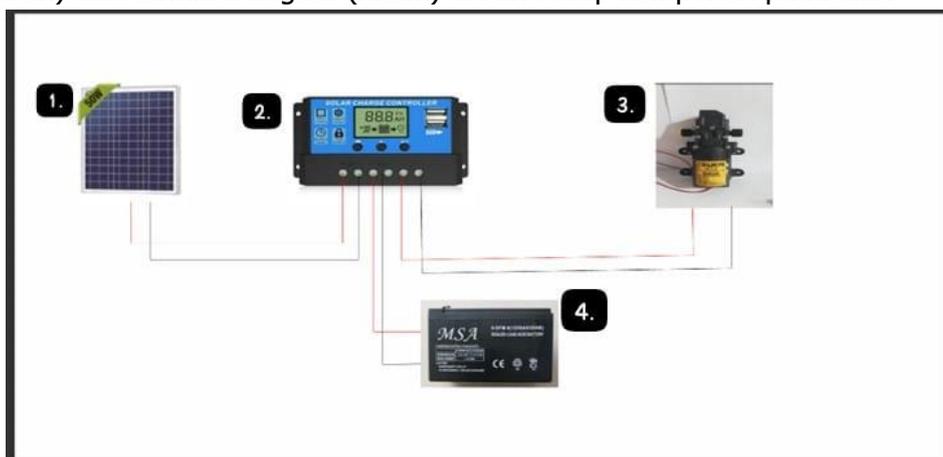


Gambar 2. Flowchart

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Rangkaian Pengujian

Berikut adalah rangkaian pengujian pompa air tenaga surya yang mencakup koneksi terminal positif (merah) dan terminal negatif (hitam) untuk setiap komponen pada alat:



Gambar 3. Rangkaian Pengujian

1. Panel surya

Pada pengontrol pengisian surya, terminal positif (+) panel surya dihubungkan ke terminal positif (+) pengontrol pengisian surya, dan terminal negatif (-) panel surya dihubungkan ke terminal negatif (-) pengontrol pengisian surya.

2. *Solar charge controller*

*Solar charge controller* memiliki beberapa terminal input dan output. Inputnya adalah positif (+) dari panel surya ke terminal positif (+) dan negatif panel surya ke negatif (-). Outputnya adalah ke baterai. Terminal positif (+) dari *solar charge controller* dihubungkan ke terminal positif baterai dan terminal negatif (-) dari *solar charge controller* baterai dihubungkan ke terminal negatif baterai.

3. Baterai

Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi, dan kabelnya terhubung ke pengontrol pengisian surya sebagai berikut: Terminal positif baterai dihubungkan ke terminal positif (+) pengontrol pengisian surya dan terminal negatif (-) baterai dihubungkan ke terminal negatif (-) pengontrol pengisian surya.

4. Pompa air

*Solar charge controller* memiliki terminal positif (+) pompa dan terminal negatif (-) pompa.

Pompa air tenaga surya adalah sebuah inovasi yang diciptakan penulis selaku mahasiswa dalam menyelesaikan sebuah masalah yang sering muncul apabila mati listrik dimasyarakat desa yang mengandalkan listrik dari PLN. Untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga atau untuk pertanian, sistem pompa air tenaga surya ini dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan energi matahari dalam proses pemompaan air. Rancangan ini terdiri dari panel surya sebagai sumber energi utama, dikombinasikan dengan solar charge controller, baterai, dan pompa air DC 12V.



**Gambar 4. Pompa Air Tenaga Surya**

Keterangan:

1. Panel surya 50W dengan tipe *monocrystalline*, berfungsi untuk merubah energi panas matahari menjadi energi listrik
2. *Solar charge controller*, berfungsi untuk melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai agar masa pemakaian baterai dapat dimaksimalkan
3. Pompa air DC Sukai MSA 12V 4Lpm 80Psi, berfungsi untuk menghisap air dan diteruskan ke area pertanian
4. Aki/Baterai Sprayer MSA 12V 8Ah/20Hr, berfungsi untuk menyimpan dan meneruskan arus listrik.

### 3.2 Pengujian Dengan Beban

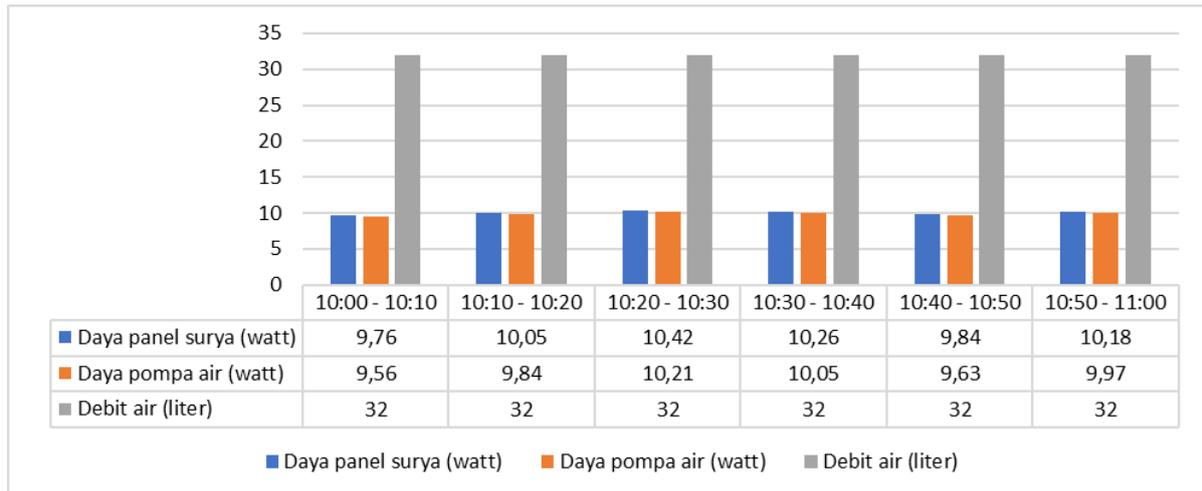
Pengujian pertama dilakukan pada pukul 10:00 sampai pukul 11:00 WIB. Berikut tabel pengujian pertama dengan beban.

**Tabel 1. Pengujian Pertama Dengan beban**

Jam pengujian	Tegangan panel surya (volt)	Arus panel surya (ampere)	Daya panel surya (watt)	Tegangan pompa (volt)	Arus pompa (ampere)	Daya pompa (watt)	Debit air (liter)
10:00 – 10:10	13,2	0,74	9,76	13,1	0,73	9,56	32
10:10 – 10:20	13,4	0,75	10,05	13,3	0,74	9,84	32
10:20 – 10:30	13,9	0,75	10,42	13,8	0,74	10,21	32
10:30 – 10:40	13,5	0,76	10,26	13,4	0,75	10,05	32
10:40 – 10:50	13,3	0,74	9,84	13,2	0,73	9,63	32
10:50 – 11:00	13,4	0,76	10,18	13,3	0,75	9,97	32

Dari hasil pengujian pertama dengan beban diatas ini menghasilkan diagram grafik seperti dibawah ini untuk lebih mudah mengetahui kinerja pompa air tenaga surya.

## Perancangan Pompa Air Tenaga Surya



**Gambar 4. Diagram Grafik Pengujian Pertama Dengan Beban**

Keterangan:

- Pompa terhubung ke sumber air dan beroperasi untuk menghisap air, memberikan beban pada motor.
- Daya panel surya lebih tinggi, karena digunakan untuk menggerakkan pompa yang menghisap air.
- Debit air yang paling banyak dihasilkan sebanyak 32 liter, dengan daya tertinggi panel surya 10,42W dan daya pompa air 10,21W.

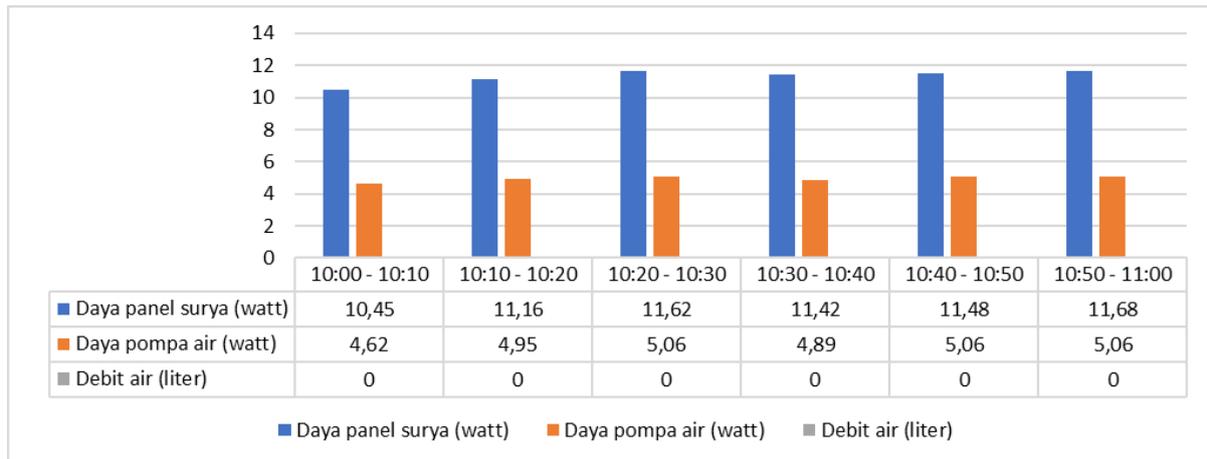
### 3.3 Pengujian Tanpa Beban

Pengujian pertama dilakukan pada pukul 10:00 sampai pukul 11:00 WIB. Berikut tabel pengujian tanpa beban.

**Tabel 2. Pengujian Pertama Tanpa Beban**

Jam pengujian	Tegangan panel surya (volt)	Arus panel surya (ampere)	Daya panel surya (watt)	Tegangan pompa (volt)	Arus pompa (ampere)	Daya pompa (watt)	Debit air (liter)
10:00 - 10:10	20,1	0,52	10,45	13,6	0,34	4,62	-
10:10 - 10:20	20,3	0,55	11,16	13,4	0,37	4,95	-
10:20 - 10:30	20,4	0,57	11,62	13,7	0,37	5,06	-
10:30 - 10:40	20,4	0,56	11,42	13,6	0,36	4,89	-
10:40 - 10:50	20,5	0,56	11,48	13,7	0,37	5,06	-
10:50 - 11:00	20,5	0,57	11,68	13,7	0,37	5,06	-

Dari hasil pengujian pertama tanpa beban diatas ini menghasilkan diagram grafik seperti dibawah ini untuk lebih mudah mengetahui kinerja pompa air tenaga surya.



**Gambar 5. Diagram Grafik Pengujian Pertama Tanpa Beban**

Keterangan:

- Pompa tidak terhubung ke sumber air atau pompa berjalan tanpa beban. Hanya motor pompa yang bekerja tanpa adanya hambatan dari fluida
- Daya yang dikonsumsi oleh pompa lebih rendah karena tidak ada aliran air yang harus dihisap atau didorong
- Daya tertinggi panel surya pada pukul 10:50 – 11:00 WIB, sebesar 11,68W
- Daya tertinggi pompa air pada pukul 10:40 – 11:00 WIB, sebesar 5,06W

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan serta analisis keseluruhan yang telah dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Cara membuat/merancang instalasi panel surya, peneliti menggunakan beberapa komponen seperti panel surya 50W *monocrystalline* sebagai sumber energi utama, *solar charge controller* sebagai pengatur aliran listrik, baterai 12V 8Ah/20Hr sebagai penyimpan energi dan pompa air DC 12V sebagai alat mekanis untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain.
2. Proses/tahapan perancangan pompa air tenaga surya:
  - a. Identifikasi kebutuhan, seperti menentukan kebutuhan air (irigasi, rumah tangga, dll) dan lokasi serta kondisi lingkungan (ketersediaan matahari).
  - b. Perancangan sistem, pemilihan komponen utama seperti menentukan kapasitas daya dari panel surya, baterai, pompa air dan jenis pengontrol untuk melindungi sistem.
  - c. Implementasi dan pemeliharaan, berikan panduan pemeliharaan untuk menjaga umur sistem, seperti pembersihan panel dan pemeriksaan berkala.
3. Dari hasil pengujian dengan beban yang dilakukan dua kali, debit air yang dihasilkan berdasarkan daya komponen dan suhu udara. Efektifitas waktu penggunaan alat pompa air tenaga surya lebih maksimal pada pukul 13:20 sampai pukul 14:00 dengan daya panel surya sebesar 11,07W, daya pompa 10,71W dan debit air yang dihasilkan sebanyak 33 liter. Namun, debit air yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi pompa air karena

kurang dari 40 liter. Hal itu terjadi karena daya baterai hanya 10,85W dan tidak menggerakkan pompa secara optimal.

## 5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] T. Adityo, "Tugas akhir uji kinerja pompa air tenaga surya dengan," *Progr. Stud. Tek. mesin, Fak. Teknol. Ind. Univ. nahdlatul ulama al ghazali cilacap*, vol. 3, hal. 1–50, 2024.
- [2] H. Fathuddin, "Bangun Sistem Pengisian Baterai 12V/5Ah dengan Panel Surya Monocrystalline dan Metoda MPPT Perturb & Observe Berbasis Atmega 16," *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 2, no. 2, hal. 318, 2017.
- [3] A. B. Primawan dan I. Iswanjono, "Sistem Pompa Air Tenaga Surya: Pemanfaatan Energi Surya Untuk Penyediaan Air Bersih Dusun Karang, Gunung Kidul," *ABDIMAS ALTRUIS J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 1, hal. 38–43, 2019, doi: 10.24071/aa.v2i1.2127.
- [4] Kadek, D. Satya, dan A. Darma, "Analisis Dan Monitoring Sistem Pompa Irigasi Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Aplikasi," *Politek. negeri bali*, vol. 4, hal. 1–28, 2022.
- [5] N. L. Mauliddiyah, "Studi ekonomi perencanaan pompa air tenaga surya sebagai pemenuhan kebutuhan air," *Jur. Tek. elektro Fak. Tek. Univ. tidar*, vol. 1–44, hal. 6, 2021.
- [6] Wiguna dan A. W. Adhi, "Analisis Perbandingan Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Statis Dan Tracking Sistem," *Tek. Mesin Unisma*, hal. 5–23, 2022.
- [7] T. Junaedi, "Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan Switch Remote Control Wireless," *Tek. mesin Univ. NU al ghazali*, vol. 7, hal. 1–76, 2022.
- [8] Choi Hermanu Brillianto Atribowo, T. E. S, dan M. Anwar, "Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya Untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian," *J. Abdimas*, vol. 21, no. 2, hal. 97–102, 2017.
- [9] R. Adolph, "Spesifikasi Baterai Untuk Pompa Air Tenaga Surya," *Tek. elektro Univ. padjadjaran jatinangor*, vol. 4, hal. 7–23, 2016.
- [10] F. Saputra, "Kinerja Pompa Air DC Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya," *Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Surakarta*, vol. 1, no. 2, hal. 3–4, 2015.
- [11] T. Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, "Bab II Landasan Teori," *J. GEEJ*, vol. 7, no. 2, hal. 7–30, 2020.
- [12] Sulanjari dan J. Setiyono, "Studi Analisis Kinerja Pompa Air Dengan," *Teknobiz*, vol. 10, no. 3, hal. 45–54.
- [13] R. Adi Rezkyanto, "Penentuan Kapasitas Sel Surya Dan Baterai Terhadap Karakteristik Beban Listrik," *Univ. Muhammadiyah*, vol. 3, hal. 1–19, 2019.
- [14] H. Hasan, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi," *J. Ris. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 10, hal. 169–180, 2012.

- [15] H. Magribi dan K. Kunaifi, "Merancang Pompa Air Tenaga Surya pada Perkebunan Semangka," *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 7, no. 3, hal. 815, 2022, doi: 10.28926/briliant.v7i3.1022.