

PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI SUMBER PENGHASIL ENERGI LISTRIK UNTUK SISTEM POMPA AKUAPONIK

Shinta Tri Kismanti¹, Muh. Firdan Nurdin², Oktaviandi³

^{1,2,3}Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹kismanti88@gmail.com

²firdan@borneo.ac.id

³idisenang@gmail.com

Abstract—This research aims to determine the efficiency of solar energy usage in aquaponic pumping systems. The study procedures used include a literature evaluation, the production of tools and materials, the building of solar cells on aquaponic systems, testing, data processing, analysis, and report writing. Solar energy as an alternative energy source for aquaponic pumps has proven effective in promoting water circulation in aquaponic systems. The solar panel can provide enough power to meet the load's demands, notably the fish pond's water pump. The efficiency of solar energy use in aquaponic systems can be estimated and checked regularly to ensure peak system function. The combination of polycrystalline solar panels and a boost converter module can improve the efficiency of solar energy use in aquaponic systems. The findings show that using solar energy might be an effective and environmentally friendly way to power an aquaponic pumping system. Solar energy is an efficient source of energy for meeting the pump energy requirements of aquaponics. The study's findings show that using solar energy as an alternative energy source in aquaponic pumps has considerable potential to support the overall sustainability of the aquaponic system. In future development, it is advised to use greater capacity solar cells to deliver energy to the battery to meet the aquaponic pump's needs for 24 hours.

Keywords : Solar energy, Aquaponic pump, Energy efficiency, Aquaponic system, and Solar Panel.

Intisari—Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat efisiensi penggunaan energi surya dalam sistem pompa akuaponik. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, persiapan alat dan bahan, perakitan sel surya pada sistem akuaponik, pengujian, pengolahan data, analisis, dan penyusunan laporan. Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi alternatif pada pompa akuaponik telah terbukti efektif dalam mendukung sirkulasi air pada sistem akuaponik. Daya yang dihasilkan dari panel surya mampu memenuhi kebutuhan daya beban, terutama untuk pompa air dalam kolam ikan. Efisiensi pemanfaatan energi surya pada sistem akuaponik dapat dihitung dan dipantau secara berkala untuk memastikan kinerja sistem yang optimal. Penggunaan panel surya polikristalin yang terkoneksi dengan modul boost converter dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi surya dalam sistem akuaponik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan energi surya dapat menjadi solusi yang efisien dan ramah lingkungan dalam menjalankan sistem pompa akuaponik. Dengan tingkat efisiensi yang baik, energi surya mampu menyuplai kebutuhan energi pompa untuk akuaponik secara optimal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan energi surya sebagai sumber energi alternatif pada pompa

akuaponik memiliki potensi yang besar dalam mendukung keberlanjutan sistem akuaponik secara keseluruhan. Dalam pengembangan selanjutnya, disarankan untuk menggunakan sel surya dengan kapasitas yang lebih besar agar dapat menyuplai energi pada baterai untuk memenuhi kebutuhan pompa akuaponik selama 24 jam.

Kata Kunci : Energi surya, Pompa akuaponik, Efisiensi energi, Sistem akuaponik, dan Panel surya

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang memiliki banyak potensi untuk pengembangan energi surya karena lokasinya di daerah khatulistiwa dengan cahaya matahari tersedia sepanjang tahun. Energi surya adalah salah satu pilihan sumber daya energi yang dapat diperbarui yang memiliki potensi terbesar [7]. Indonesia memiliki potensi untuk energi surya mencapai sekitar 4,8 kWh/m² atau 112.000 GWp, tetapi hanya sekitar 10 MWp yang telah digunakan. Rencana pengembangan pemerintah menetapkan kapasitas pemasangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp per tahun sampai tahun [24]. Angka tersebut mencerminkan potensi pasar yang signifikan untuk pengembangan energi surya di masa mendatang.

Pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi listrik melibatkan penggunaan suatu perangkat yang dikenal sebagai panel surya atau sel surya. Sel surya berfungsi mengubah foton dari sinar matahari secara langsung menjadi arus listrik DC. Baterai menyimpan energi surya dan baru setelah itu bisa digunakan sebagai sumber energi untuk peralatan listrik seperti pembangkit listrik tenaga surya, pompa air tenaga surya, dan pompa dalam sistem akuaponik [20].

Akuaponik adalah sistem pertanian berkelanjutan dimana merupakan penggabungan budidaya ikan atau perikanan dengan penanaman tanaman baik sayuran atau buah-buahan dalam satu lingkungan dimana saling mendukung dikembangkan didalam konsep akuaponik menggabungkan akuakultur dan hidroponik [19]. Tujuan utama akuaponik adalah mengoptimalkan pemanfaatan sisa nutrisi yang dihasilkan oleh ikan untuk menyuburkan tanaman, sehingga limbah nutrisi yang ada di lingkungan tidak menghambat pertumbuhan ikan. Untuk mengalirkan nutrisi yang dihasilkan ke tanaman, diperlukan sistem sirkulasi yang memastikan aliran air secara berkelanjutan dari kolam ikan ke tanaman dan sebaliknya, melibatkan

penggunaan pompa air untuk mengalirkan air ke filter dan kemudian kembali ke dalam kolam [21].

Sistem sirkulasi untuk mengaktifkan sistem sirkulasi akuaponik, maka dibutuhkan sumber listrik yang mana dapat diperoleh dari listrik PLN ataupun dari tenaga surya menggunakan solar panel. Pemanfaatan solar panel telah banyak dilakukan seperti untuk mencukupi kebutuhan energi listrik rumah tangga, perkantoran, pertanian, dan perikanan. Muhammad Kadir telah melakukan pemanfaatan pompa tenaga surya pada sistem akuaponik sebagai salah satu sarana optimalisasi energi surya yang mana dapat mengurangi ketergantungan terhadap listrik utama PLN. Penggunaan energi matahari juga berkontribusi terhadap efisiensi sistem, karena pompa dapat beroperasi terus menerus tanpa memerlukan intervensi manual [10]. Menurut [13] dengan melakukan pengoptimalan energi surya pada sistem akuaponik, maka sistem tersebut dapat berjalan dengan lebih efisien dan hemat energi.

Menurut [23] energi surya dalam sistem akuaponik dioptimalkan dengan memanfaatkan panel surya polikristalin 100Wp yang terkoneksi dengan modul boost converter 150 Watt. Modul boost converter digunakan sebagai alat untuk meningkatkan tegangan masukan ke dalam sistem pengisian baterai. Berdasarkan penjelasan diatas, maka pada penelitian ini akan mengkaji pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik alternatif untuk pompa akuaponik.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Samping Gedung Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan. Pelaksanaan penelitian dan pengambilan data dilakukan pada bulan Januari-Juni 2024.

Berbagai metode yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data yang akurat guna menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

A. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan data dan informasi dengan memeriksa literatur seperti buku-buku, jurnal, sumber internet, dan beberapa referensi lainnya.

B. Tahapan Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Penggerak Pompa

Sel surya adalah sebuah perangkat yang merubah energi dari sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaic atau PV. Untuk mengoptimalkan daya atau energi surya yang dihasilkan, beberapa faktor perlu diperhatikan, seperti meningkatkan suhu udara, posisi penempatan, material penyusun, intensitas energi, dan mengurangi hambatan listrik beban. Tahap pertama dalam proses ini adalah penyerapan energi matahari dan konversinya menjadi energi listrik. Energi matahari yang diserap oleh panel surya diubah menjadi sumber listrik yang dapat digunakan untuk menggerakkan pompa air. Selanjutnya, energi listrik dari panel surya diatur dan disimpan menggunakan solar charge controller (SCC) dan baterai.

C. Persiapan Alat dan Bahan

Pada fase ini, persiapan dilakukan sebelum memulai pengujian dengan menyiapkan alat dan bahan.

D. Perakitan Sel Surya pada Sistem Akuaponik

Bagian ini akan mencakup proses perakitan sel surya yang melibatkan penyatuan beberapa bagian komponen sel surya.

E. Pengolahan data Analisis

Dalam langkah ini, data yang telah diperoleh dari penelitian akan diolah dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus-rumus yang ada.

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa persamaan seperti berikut:

- Rumus mencari efesiensi energi fotovoltaik (Suryautamaputra.co.id)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

η = Efesiensi panel surya

P_{in} = Daya masuk

P_{out} = Daya keluar

- Perhitungan daya yang masuk [6]

$$P_{in} = I_r \times A \quad (2)$$

Keterangan:

P_{in} = Daya masuk

I_r = Intensitas radiasi matahari (Watt/m^2)

A = Luas area permukaan panel (m^2)

- Perhitungan daya yang keluar [6]

$$P_{out} = V \times I \quad (3)$$

Keterangan:

P_{out} = Daya keluar

V = Tegangan

I = Arus

Perhitungan Daya Listrik

- Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai setiap detik. Satuan daya listrik adalah Watt [16].

$$P = V \times I \quad (4)$$

Keterangan:

P = Daya listrik (W)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik (A)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perencanaan Kebutuhan untuk Pompa 19 Watt

Menurut [20] dalam penelitian yang berjudul “Rancang bangun penggerak pompa air menggunakan solar panel untuk hidroponik” Menggunakan pompa celup DC berukuran kecil pompa air mini ini biasa digunakan untuk Akuarium, Kolam ikan, Hidroponik dimana keuntungan menggunakan pompa celup DC bisa menghemat energi surya hingga 70% dibandingkan dengan pompa air AC, menghemat biaya listrik, dapat digunakan di daerah terpencil yang sulit dijangkau daya listrik utama, dan lebih awet.

Pada pengujian yang dilakukan pompa celup DC ini direncanakan aktif selama 24 jam sehingga kebutuhan energi pompa dapat dihitung dalam perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Kebutuhan pompa selama 24 jam.} \\ \text{Daya pompa} &= 19 \text{ Watt} \\ \text{Kebutuhan Pompa} &= 24 \text{ Jam} \\ &= 19 \text{ Watt} \times 24 \text{ h} \\ &= 456 \text{ Wh (Daya Listrik)} \end{aligned}$$

Kebutuhan energi pompa selama 24 jam adalah 456 Wh sehingga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) untuk mengetahui kapasitas baterai dalam sistem pemanfaatan energi surya untuk digunakan oleh pompa tersebut. Berikut perhitungan yang dapat dilakukan.

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Daya Listrik} &= 456 \text{ Wh} \\ \text{Tegangan Listrik} &= 12 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Ditanya: I (Arus Listrik).....?

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ 456 \text{ wh} &= 12 \text{ v} \times I \\ I &= \frac{456 \text{ Wh}}{12 \text{ v}} \\ I &= 38 \text{ Ah} \approx 40 \text{ Ah (Arus Listrik)} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan daya listrik sebesar 456Wh kebutuhan kapasitas baterai yang digunakan adalah 12 Volt 40 Ah.

B. Perakitan Alat dan Bahan

Setelah melakukan perhitungan daya kebutuhan, maka selanjutnya dilakukan perakitan sistem tenaga surya, perakitan *charge controller* ke baterai dan ke pompa.

• Perakitan Sistem Tenaga Surya untuk Pompa Akuaponik

Perakitan sel surya ini berfungsi untuk menyerap energi matahari dan diubah menjadi energi listrik. Teknologi fotovoltaik adalah teknologi yang digunakan untuk mekonversikan radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan ini akan disimpan ke dalam baterai/aki yang dapat digunakan untuk perangkat elektronik dan disesuaikan kebutuhan listriknya. Untuk jenis panel surya yang digunakan pada penelitian ini adalah *mono-crystalline* panel surya jenis ini bisa mengefesiensikan konversi energi matahari menjadi

energi listrik yang lebih tinggi dari pada jenis lainnya. Panel ini memiliki umur panjang hingga 30 tahun panel ini menunjukkan ketahanan panas yang lebih besar.



(a)



(b)



(c)

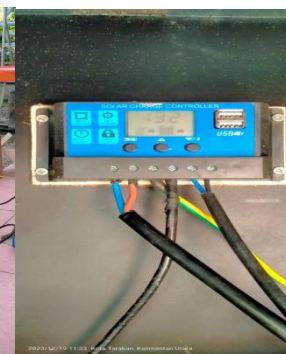
Gambar 1. Perakitan Sel Surya

Pada gambar 1. (a) merupakan penyambungan kabel ke panel surya sedangkan bagian (b) merupakan pemasangan panel surya di tempat peletakkannya dan bagian (c) adalah gambar panel surya yang digunakan dimana panel surya yang digunakan adalah 100 wp.

• Perakitan Charge Controller ke Baterai dan ke Pompa



(a)



(b)



(c)

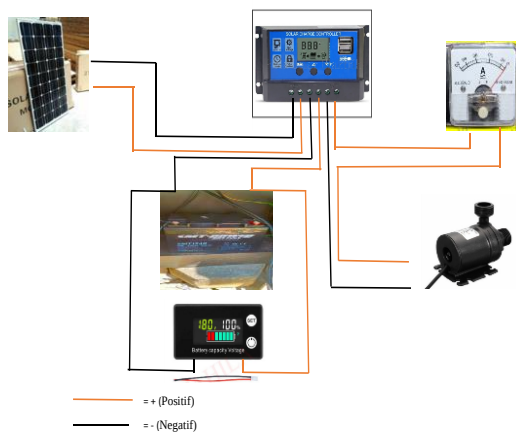
Gambar 2. Perakitan Charge Controller, Baterai dan Pompa

Charge controller adalah perangkat inti yang mengatur aliran arus listrik dari panel surya ke baterai sementara panel surya akan menghasilkan listrik dari sinar matahari dan simpankan dibaterai kemudian untuk menghubungkan semua komponen dalam sistem tersebut dibutuhkan kabel dan konektor.

Pada Gambar 2 (a) merupakan pemasangan kabel ke sistem charge controller sedangkan bagian (b) pemasangan sistem charge controller di tempat peletakkannya dan pemasangan kabel baterai, kabel panel surya dan kabel pompa ke sistem charge controller tersebut dan bagian (c) pemasangan baterai untuk menghidupkan sistem charge controller tersebut.

- Pemasangan Sistem Perkabelan (Wiring)

Tujuan pemasangan wiring diagram adalah untuk mempermudah dalam membuat, merawat dan memperbaiki suatu rangkaian sistem kelistrikan. Penggunaan wiring diagram ini akan mempercepat dalam menentukan sumber kesalahan dalam rangkaian kelistrikan sehingga waktu untuk perbaikan bisa dipercepat.



Gambar 3. Wiring Diagram

- Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dan pengambilan data panel surya dilakukan selama 6 (enam) hari, yaitu dari tanggal 26 Maret 2024 sampai dengan 31 Maret 2024 pada pukul 09:00 sampai dengan pukul 15:00 sedangkan untuk pengambilan data sistem pemanfaatan energi surya pada pompa akuaponik menggunakan beban dilakukan selama satu hari pada tanggal 03 Mei 2024.

- Pengujian dan Pengambilan Data Panel Surya

Pengujian yang dilakukan pada hari pertama yaitu Selasa, 26 Maret 2024, dilakukan tepat pada pukul 09:00 WITA. Terdapat kendala pada proses pengambilan data, dikarenakan peletakan panel surya nya berpindah-pindah tempat agar mendapatkan sinar matahari secara sempurna. Untuk pengambilan data di pukul 09:00 sinar mataharinya terhalang oleh bangunan gedung dan cuaca berawan.

Pada Gambar 4. (a) proses pemasangan alat multimeter digital untuk pengambilan data sedangkan bagian (b) pengambilan data tegangan panel surya dan (c) pengambilan data arus panel.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Proses Pengambilan Data Panel Surya

Berikut data yang diperoleh pada hari pertama disajikan pada Tabel I

Tabel I
Data Panel Surya Hari Pertama

No	Waktu	Intensitas Cahaya Matahari (W/m^2)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	09:00	778.3	13.52	0.416
2	10:00	1269.1	20.03	4.843
3	11:00	1317.6	19.78	4.432
4	12:00	1337.6	19.70	5.492
5	13:00	1350.0	19.66	5.316
6	14:00	1204.9	20.08	4.279
7	15:00	1210.2	19.97	4.113
Rata-rata		1209.6	18.96	4.127

Untuk pengujian pada hari ke dua rabu 27 Maret 2024 sampai hari ke enam minggu 31 Maret 2024 panel surya ditempatkan disamping kolam dan tidak dipindah-pindahkan untuk mencari posisi yang terkena sinar matahari seperti hari pertama. Berikut data yang diperoleh pada hari ke Dua 27 Maret 2024 sampai hari ke enam 31 Maret 2024, sebagaimana disajikan pada Tabel II.

Untuk pengambilan data pada hari ke dua di pukul 09:00 sinar mataharinya terhalang oleh bangunan gedung dan cuaca berawan sedangkan di pukul 14:00 dan pukul 15:00 sinar mataharinya terhalang pepohonan di samping kolam dan gedung.

Tabel II
Data Panel Surya Hari ke Dua

No	Waktu	Intensitas Cahaya Matahari (W/m^2)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	09:00	230.1	20.29	1.127
2	10:00	1026.8	20.38	4.416
3	11:00	1111.8	19.81	1.434
4	12:00	1352.2	19.89	2.292
5	13:00	1172.3	19.79	4.206
6	14:00	602.2	19.63	1.141
7	15:00	931.0	14.37	1.088
Rata-rata		912.7	19.16	2.243

Tabel III
Data Panel Surya Hari ke Tiga

No	Waktu	Intensitas Cahaya Matahari (W/m^2)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	09:00	585.3	20.41	0.906
2	10:00	1281.7	20.33	5.008
3	11:00	1318.0	19.95	5.352
4	12:00	1335.9	19.90	5.217
5	13:00	1340.1	19.79	5.071
6	14:00	1009.9	19.70	1.508
7	15:00	620.6	14.48	1.058
Rata-rata		1070.2	19.22	3.445

Untuk pengambilan data hari ke tiga di pukul 09:00 sinar matahari terhalang oleh bangunan gedung dan cuaca berawan sedangkan di pukul 14:00 dan pukul 15:00 sinar matahari terhalang pepohonan disamping kolam dan gedung.

Tabel IV
Data Panel Surya Hari ke Empat

No	Waktu	Intensitas Cahaya Matahari (W/m^2)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	09:00	0	0	0
2	10:00	1280.6	20.22	4.980
3	11:00	1325.8	19.83	5.512
4	12:00	1425.9	20.33	5.746
5	13:00	1201.9	20.65	3.232

No	Waktu	Intensitas Cahaya Matahari (W/m^2)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
6	14:00	1224.8	19.92	2.495
7	15:00	1020.9	13.73	1.414
Rata-rata		1068.5	16.38	3.395

Untuk pengambilan data di hari ke empat pukul 09:00 hujan sedangkan di pukul 14:00 dan pukul 15:00 sinar matahari terhalang pepohonan disamping kolam dan gedung.

Tabel V
Data Panel Surya Hari ke Lima

No	Waktu	Intensitas Cahaya Matahari (W/m^2)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	09:00	889.6	20.08	1.865
2	10:00	1254.0	20.07	4.544
3	11:00	1331.6	19.78	5.653
4	12:00	1401.0	19.72	5.578
5	13:00	1233.1	20.28	3.121
6	14:00	847.5	20.29	1.969
7	15:00	955.6	20.08	1.834
Rata-rata		1130.2	20.04	3.509

Untuk pengambilan data hari ke lima di pukul 09:00 sinar matahari terhalang oleh bangunan gedung sedangkan di pukul 14:00 dan pukul 15:00 sinar matahari terhalang pepohonan disamping kolam dan gedung dan cuaca berawan.

Tabel VI
Data Panel Surya Hari ke Enam

No	Waktu	Intensitas Cahaya Matahari (W/m^2)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	09:00	1101.0	21.01	2.632
2	10:00	1125.5	20.20	4.510
3	11:00	1237.2	20.18	4.978
4	12:00	766.8	19.76	3.070
5	13:00	961.7	20.17	3.584
6	14:00	892.4	20.26	1.088
7	15:00	853.6	20.22	1.023
Rata-rata		991.1	20.25	2.983

Untuk pengambilan data hari ke enam di pukul 09:00 sinar matahari terhalang oleh bangunan gedung dan di pukul 12:00,13:00 cuaca berawan dan sedikit mendung

sedangkan di pukul 14:00 dan pukul 15:00 sinar matahari terhalang pepohonan disamping kolam dan gedung dan cuaca berawan.

Setelah pengambilan data selama enam hari maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil daya input (P_{in}), daya Output (P_{out}) dan Efisiensi Panel Surya (η).

- Perhitungan Daya Input Dan Output Panel Surya

Diketahui :

Dimensi Panel Surya = 100 Wp

Panjang Panel Surya = 126 cm

Lebar Panel Surya = 47,4 cm

Intensitas Cahaya Matahari Rata-Rata (S) = 1209,6 W/m²

Tegangan Rata-Rata = 18,96 V

Arus Rata-Rata = 4,127 A

Ditanya : Daya Input (P_{in}) =?

Daya Output (P_{out}) =?

Efisiensi Panel Surya (η) = ...?

Penyelesaian :

Untuk mengetahui besar efisiensi panel surya terlebih dahulu dihitung daya masuk (P_{in}) pada panel surya berupa energi surya yang diserap oleh panel surya maka yang pertama sebagai berikut:

$$P_{in} = I_r \times A$$

$$P_{in} = I_r \times (P \times L)$$

$$= 1209,6 \text{ W/m}^2 \times (1,26 \text{ m} \times 0,474 \text{ m})$$

$$= 1209,6 \text{ W/m}^2 \times 0,597 \text{ m}^2$$

$$= 722 \text{ Watt}$$

Kemudian dilanjut perhitungan daya keluar panel surya berupa energi listrik. Daya keluar dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_{out} = V \times I$$

$$= 18,96 \text{ V} \times 4,127 \text{ A}$$

$$= 78,2 \text{ Watt}$$

Setelah mengetahui daya masuk dan daya keluar panel surya maka efisiensi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

$$= \frac{78,2 \text{ Watt}}{722 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$= 10,8 \%$$

Perhitungan yang telah dilakukan merupakan perhitungan daya masuk (P_{in}), daya keluar (P_{out}) dan efisiensi panel surya (η) pada Tabel 3.1 pada tanggal 26 Maret 2024. Perhitungan yang sama dilakukan pada Tabel 3.2 sampai dengan 6 dan tersaji pada Tabel VII.

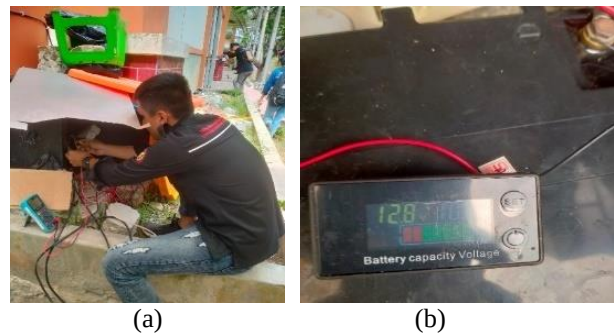
Tabel VII
Hasil Pengolahan Data Panel Surya

No	Tanggal	P_{in} (Watt)	P_{out} (Watt)	Efisiensi (%)
1	26-03-2024	722	78,2	10,8
2	27-03-2024	544	42,9	7,8

No	Tanggal	P_{in} (Watt)	P_{out} (Watt)	Efisiensi (%)
3	28-03-2024	638	66,2	10,3
4	29-03-2024	637	54,6	8,5
5	30-03-2024	674	70,3	10,4
6	31-03-2024	591	60,4	10,2

- Pengujian dan Pengambilan Data Sistem Pemanfaatan Energi Surya pada Pompa Akuaponik

Pengujian yang dilakukan di hari Jum'at 03 Mei 2024 tepat pada jam 09:00 sampai dengan jam 15:00. Terdapat kendala pada proses pengambilan data, dikarenakan cuaca pada saat pengambilan data pada jam 09:00 cahaya matahari terhalang bangunan gedung dan cuaca mendung, jam 10:00 gerimis, jam 11:00 gerimis, jam 12:00 gerimis setelah hujan deras, jam 13:00 mendung, jam 14:00 dan 15:00 cahaya matahari terhalang pepohonan disamping gedung dan cuaca mendung.



Gambar 5. Proses Pengambilan Data Sistem Pemanfaatan Energi Surya Pada Pompa Akuaponik

Pada Gambar 5. (a) Proses pemasangan alat voltmeter indikator, analog, dan penyambungan kabel pada baterai sedangkan bagian (b) adalah proses pengambilan data menggunakan voltmeter indikator dan (c) pengambilan data arus pompa.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel pada lampiran maka didapatkan daya dari panel surya, daya baterai, dan daya pompa dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan rumus (4), sebagaimana disajikan pada Tabel 8 sebagai berikut.

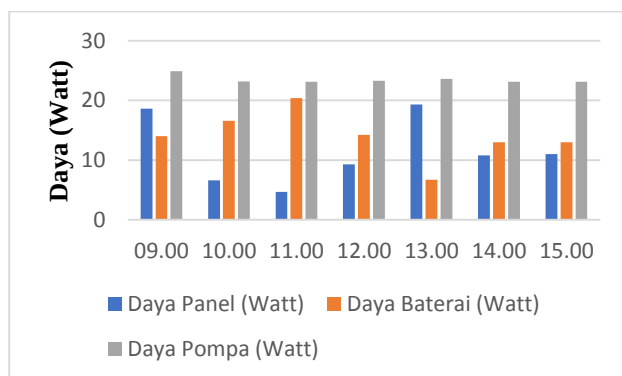
Tabel VIII
Data Aktual Daya Panel Surya, Daya Baterai, dan Daya Pompa Pada Sistem Akuaponik.

No	Waktu	Daya Panel (Watt)	Daya Baterai (Watt)	Daya Pompa (Watt)
1	09.00	18,6	14,0	24,9
2	10.00	6,6	16,6	23,2
3	11.00	4,7	20,4	23,1
4	12.00	9,3	14,2	23,3
5	13.00	19,3	6,7	23,6
6	14.00	10,8	13,0	23,1
7	15.00	11,0	13,0	23,1
Rata-Rata		11,4	14,0	23,5

Pada Tabel VIII merupakan data aktual yang dihitung menggunakan rumus (4) sehingga didapatkan hasil daya panel, daya baterai, daya pompa. Dimana pada tabel hasil pengambilan data yang ada di lampiran merupakan data yang diperoleh pada proses pengambilan data, dimana pada pukul 13:00 intensitas cahaya matahari paling tinggi $390,1 \text{ W/m}^2$ sehingga daya panel pada pukul 13:00 adalah 19,3 Watt sedangkan daya baterai 6,7 Watt sehingga daya panel menyuplai energi ke pompa lebih besar dari baterai dan pada pukul 11:00 intensitas cahaya matahari paling rendah $068,9 \text{ W/m}^2$ sehingga daya panel pada pukul 13:00 adalah 4,7 Watt sedangkan daya baterai 20,4 Watt sehingga daya panel menyuplai energi ke pompa lebih rendah dibandingkan dengan daya baterai.

- Analisa Data

Setelah menyelesaikan pengujian dan pengambilan data sistem pemanfaatan energi surya pada pompa akuaponik, maka didapatkan daya dari panel surya, daya baterai, dan daya pompa. Langkah selanjutnya memasukkan data aktual daya dari panel surya, daya baterai, dan daya pompa ke dalam grafik untuk melihat perbandingan yang terjadi mulai dari pukul 09.00 WITA sampai dengan 15.00 WITA.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Data Aktual Daya Panel Surya, Daya Baterai, dan Daya Pompa pada Sistem Akuaponik

Berdasarkan gambar 6. bahwa daya masuk energi surya rata-rata yang diterima panel surya pada sistem akuaponik sekitar 18,6 Watt pada pukul 09.00 WITA, kemudian pada pukul 10.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima panel surya pada sistem akuaponik sekitar 6,6 Watt, pukul 11.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima panel surya pada sistem akuaponik sekitar 4,7 Watt, pukul 12.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima panel surya pada sistem akuaponik sekitar 9,3 Watt, pukul 13.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima panel surya pada sistem akuaponik sekitar 19,3 Watt, pukul 14.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima panel surya pada sistem akuaponik sekitar 10,8 Watt, terakhir pada pukul 15.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima panel surya pada sistem akuaponik sekitar 11,0 Watt.

Dari hasil data aktual daya panel surya pada sistem akuaponik dapat disimpulkan bahwa daya masuk energi surya yang tertinggi pada pukul 13.00 WITA, pada pukul 09.00 WITA, 10.00 WITA, 12.00 WITA, 14.00 WITA, 15.00 WITA daya masuk energi surya yang sedang, kemudian daya masuk energi surya yang terendah pada pukul 11.00 WITA. Hasil daya energi surya berbeda-beda karena dipengaruhi beberapa faktor eksternal dan internal salah satunya yang paling mempengaruhi yaitu faktor cuaca yang tidak stabil. Hal ini sesuai dengan penelitian Putro (2000) yang menyatakan bahwa, ada beberapa hal yang mempengaruhi daya sel surya diantaranya: pengaruh penyinaran, pengaruh temperatur, pengaruh luas sel surya, pengaruh kepekaan spektrum, dan pengaruh umur sel surya.

Berdasarkan gambar 6. tersebut dapat dilihat bahwa pengujian pada pukul 09.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima baterai pada sistem akuaponik sebesar 14,0 Watt, pukul 10.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima baterai pada sistem akuaponik sebesar 16,6 Watt, pukul 11.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima baterai pada sistem akuaponik sebesar 20,4 Watt, pukul 12.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima baterai pada sistem akuaponik sebesar 14,2 Watt, pukul 13.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima baterai pada sistem akuaponik sebesar 6,7 Watt, pukul 14.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima baterai pada sistem akuaponik sebesar 13,0 Watt, pengujian terakhir pada pukul 15.00 WITA daya masuk energi surya rata-rata yang diterima baterai pada sistem akuaponik sebesar 13,0 Watt. Dapat disimpulkan bahwa grafik menunjukkan terjadinya penurunan dan kenaikan energi listrik yang diterima oleh baterai pada sistem akuaponik. Hal tersebut sama dengan daya masuk energi surya pada panel surya bahwa hasilnya dipengaruhi oleh faktor cuaca yang tidak stabil.

Dari hasil data aktual daya baterai pada sistem akuaponik dapat disimpulkan bahwa daya masuk energi surya yang tertinggi pada pukul 11.00 WITA, pada pukul 09.00 WITA, 10.00 WITA, 12.00 WITA, 14.00 WITA, 15.00 WITA daya masuk energi surya yang sedang, kemudian daya masuk energi surya yang terendah pada pukul 13.00 WITA. Hasil tersebut terlihat mengalami

penurunan dan peningkatan yang disebabkan faktor lingkungan sekitar dan faktor cuaca.

Berdasarkan gambar 6. tersebut terlihat bahwa daya pompa pada sistem akuaponik pada pukul 09.00 WITA yang dihasilkan sebesar 24,9 Watt, pukul 10.00 WITA daya pompa yang dihasilkan pada sistem akuaponik sebesar 23,2 Watt, pukul 11.00 WITA daya pompa yang dihasilkan pada sistem akuaponik sebesar 23,1 Watt, pukul 12.00 WITA daya pompa yang dihasilkan pada sistem akuaponik sebesar 23,3 Watt, pukul 13.00 WITA daya pompa yang dihasilkan pada sistem akuaponik sebesar 23,6 Watt, pukul 14.00 WITA daya pompa yang dihasilkan pada sistem akuaponik sebesar 23,1 Watt, pengujian terakhir pada pukul 15.00 WITA daya pompa yang dihasilkan pada sistem akuaponik sebesar 23,1 Watt. Dapat disimpulkan bahwa grafik menunjukkan terjadinya penurunan dan kenaikan daya pompa yang dihasilkan pada sistem akuaponik. Besaran daya pompa pada sistem akuaponik dipengaruhi oleh energi listrik yang diterima. Hal ini sesuai dengan Andansari (2022) yang menyatakan bahwa, sistem akuaponik membutuhkan listrik sebagai penggerak pompa untuk proses resirkulasi.

Dari hasil data aktual daya pompa yang dihasilkan pada sistem akuaponik dapat disimpulkan bahwa daya pompa tertinggi pada pukul 09.00 WITA, pada pukul 10.00 WITA, 12.00 WITA, 13.00 WITA daya pompa yang dihasilkan pada sistem akuaponik sedang, kemudian daya pompa yang terendah pada pukul 11.00 WITA, 14.00 WITA, dan 15.00 WITA. Hasil tersebut terlihat mengalami penurunan dan peningkatan yang disebabkan energi listrik yang diterima tidak stabil.

Penelitian yang dilakukan terlihat bahwa setiap pengisian baterai dari sel surya belum memenuhi kebutuhan. Hal ini dikarenakan pompa aktif selama 24 jam dengan daya listrik 456 Wh. Kapasitas baterai yang digunakan 12 Volt 40 Ah yaitu sebesar 480 Wh. Sehingga untuk mengisi baterai dari kosong sampai penuh dengan waktu penyinaran efektif yang dilakukan 7 jam/hari hanya mampu mengisi baterai sebesar 280 Wh. Maka waktu pengisian baterai berkapasitas 480 Wh dibutuhkan waktu 1,7 hari. Hasil pengujian energi listrik yang keluar dari panel surya hari pertama sebesar 78,2 Watt, hari kedua pengujian energi listrik yang keluar dari panel surya sebesar 42,9 Watt, hari ketiga pengujian energi listrik yang keluar dari panel surya sebesar 66,2 Watt, hari keempat pengujian energi listrik yang keluar dari panel surya sebesar 54,6 Watt, hari kelima pengujian energi listrik yang keluar dari panel surya sebesar 70,3 Watt, hari keenam pengujian energi listrik yang keluar dari panel surya sebesar 60,4 Watt.

Sel surya yang digunakan pada penelitian ini masih kurang mampu untuk menyuplai energi pada baterai untuk kebutuhan pompa akuaponik selama 24 jam dikarenakan sel surya berkapasitas kecil sehingga energi yang diterima baterai tidak maksimal. Hasil ini dipengaruhi beberapa faktor pada saat penelitian seperti bangunan gedung dan pepohonan yang menghalangi sinar matahari, serta kondisi cuaca yang mendung dan tidak menentu. Faktor tersebut berkaitan dengan intensitas cahaya matahari, maka disimpulkan bahwa intensitas cahaya matahari berpengaruh besar terhadap hasil penelitian.

IV.KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan energi surya pada pompa akuaponik telah terbukti efektif dalam menyediakan energi yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem tersebut.
2. Tingkat efisiensi penggunaan energi surya sebesar 10,8% dalam sistem pompa akuaponik cukup baik, menunjukkan potensi untuk pengembangan lebih lanjut dalam hal keberlanjutan energi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan dari panel surya mampu memenuhi kebutuhan daya pompa akuaponik dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah banyak membantu berlangsungnya penelitian ini dari awal hingga berakhirnya penelitian. Terima kasih kepada dosen pembimbing saya karena bimbingannya saya mampu menyelesaikan penelitian ini dengan sebaik-baiknya. Serta tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberikan masukan demi meningkatkan kualitas jurnal ini. Terakhir terima kasih buat kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan dorongan sehingga memotivasi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Alfari, M.F., & Sariman, S. (2022). Analisa Pemanfaatan *Solar Cell Polycrystalline* Sebagai Sumber Energi Listrik pada Kompor Listrik Induksi Arus Searah (DC) Berdaya 300 Watt. *Jurnal Syntax Admiration*, 3(10), 1333–1340.
- [2] Andansari, T.F., Aripriharta., Muhammad, A.H., Imam, A., Satia, N.M., Muhammad, Y., Arif, W. (2022). Instalasi PLTS Hybrid untuk Akuaponik Sengkaling. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(2).
- [3] Anggara, I., Kumara, I., Giriantari, I. (2014). Studi terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 Kw. *E-Journal Spektrum*, 1(1).
- [4] Bahari S, Laka A, Rosmiati. 2012. Tentang Pengembangan Model Penyimpanan Energi Matahari Sebagai Energi Alternatif Menunjang Proses Pembuatan Garam Laut. Seminar Nasional Sains dan Teknik 2012 (SAINSTEK 2012) Kupang tanggal 13 Nopember 2012.
- [5] Chandra, Y. 2022. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Sumber Energi Listrik untuk Akuaponik. *ENTRIES (Journal of Electrical Network Systems and Sources)*, 1(1).
- [6] Darno., M, Yohanes.,Simanjuntak., M, Taufiqurrahman. 2019. Studi Perencanaan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)
- [7] Fajar, B.P. (2017). Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Pada Coolbox Thermoelectric Untuk Penyimpanan Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*). Skripsi, Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- [8] Fatmawati. (2018). Sistem Budidaya Akuaponik. Diakses Pada Tanggal 12 Desember 2023, dari 2018.
- [9] Hindarti, F. 2018. *Otomatisasi Sirkulasi Air Pada Instalasi Akuaponik Dengan Panel Surya (Solar Cell) Sebagai Sumber Energi Alternatif*. 11(1), 2018.
- [10] Kadir, M., Andi, C., Wiwiek, H., Kafrawi. (2023). Implementasi Akuaponik dengan Pompa Tenaga Surya

untuk Efisiensi Usaha Budidaya Ikan Nila pada Kelompok Tani “Mandiri” Kabupaten Sidrap Sulawesi Selatan. *Jurnal GEMBIRA (Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 1(4), 1002-1009.

- [11] Karaagac, M.O., Hasan, O., Fatih, B. (2021). *Evaluation of Monocrystalline and Polycrystalline Photovoltaic Panels in Sinop Province Conditions. Turkish Journal of Nature and Science*, 10(1), 176-181.
- [12] Manan, S. 2016. Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia. *Jurnal Universitas Diponegoro*.
- [13] Monika, D., Muchlishah., Murie, D. (2022). Pemanfaatan PLTS Sebagai Sumber Energi Akuaponik di Desa Leuwi Karet, Kampung Guha Kulon, Klapa Nunggal Kabupaten Bogor. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 11(1), 73-77
- [14] Muharomah, R., Budi, I.S., Yanuar., Purwanto. 2017. Konsumsi dan Kebutuhan Air Selada pada Teknik Hidroponik Sistem Terapung. *Jurnal Irigasi*, 12(1).
- [15] Nugroho, E. dan Sutrisno. 2008. Budidaya ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik. Penebar Swadaya. Jakarta
- [16] Pido, R. Dera,S,N, & Rival M. 2019. Analisa Pengaruh Kenaikan Temperatur Permukaan Solar Cell Terhadap Daya Output. Vol 2-No.2
- [17] Prayogi, S., Cahyono, Y., Hamdani, D., Darminto. (2022). *Effect of Active Layer Thickness on The Performance of Amorphous Hydrogenated Silicon Solar Cells. Engineering and Applied Science Research*, 49(2).
- [18] Putro, S.C. (2000). Upaya Peningkatan Efisiensi Sel Surya Fotovoltaik Sebagai Konverter Cahaya Matahari Menjadi Energi Listrik. *Jurnal teknologi, kejuruan dan pengajarannya*, 23(2).
- [19] Ristiyana, S., Tri, W.S., Ika, P., Yagus, W. (2023). Penerapan Teknologi Akuaponik di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(4), 1366-1370.
- [20] Rumbajan, G.C.E., Glanny, C.M., Meyta, R. 2021. Rancang Bangun Penggerak Pompa Air Menggunakan Solar Panel untuk Hidroponik. UNSRAT, Manado.
- [21] Samsundari, S., & Wirawan GA. (2013). Analisis Penerapan Biofilter dalam Sistem Resirkulasi terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*, 8(2), 86-97.
- [22] Sinaga, Y. (2018). Analisa Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi pada Mesin Pengeruk Sampah Otomatis. Medan: Universitas Medan Area.
- [23] Subandi., Slamet, H., Satrio, Y.R., Suyanto. (2021). Optimalisasi Daya Keluaran Panel Surya Terhadap Beban Motor Dc Menggunakan Boost Converter pada Sistem Akuaponik. Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- [24] Ulum, M.B., Moch, L., Arif, F. 2022. Otomatisasi Pompa Air Menggunakan Nodemcu ESP8266 Berbasis *Internet of Things* (IOT). JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika). 6(1).
- [25] Widayana, G. 2012. *Pemanfaatan Energi Surya*. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, 9(1).