



Pemanfaatan Photovoltaic Untuk Supply Listrik Ke Aquarium

Reffangga Eka Pramudian¹, Mohammad Effendi²

¹Teknik Mesin, Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan

²Teknik Mesin, Teknik, Universitas Yudharta

Abstract

The electricity demand for life-support systems in aquariums, such as water pumps, heaters, and lighting, requires a stable and sustainable power supply. This study aims to design and develop a photovoltaic-based system as an alternative to conventional electricity from the state utility (PLN) for household-scale aquariums. The system is designed by integrating photovoltaic panels, a solar charge controller, an inverter, and a battery. The research stages include a literature review, power demand identification, system design, simulation, assembly, and performance testing. The test results show that the solar panel capacity combined with a battery is able to supply the aquarium load with reliable system efficiency. Furthermore, the utilization of photovoltaic energy has been proven to reduce dependency on PLN electricity and lower operational costs. Thus, the use of solar energy through photovoltaic technology is proven to be effective and sustainable in meeting the electricity needs of household aquariums.

Keywords: solar panel, aquarium, inverter, battery.

Abstrak

Kebutuhan listrik untuk sistem pendukung kehidupan di aquarium, seperti pompa air, pemanas, dan pencahayaan, menuntut pasokan energi yang stabil dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemanfaatan photovoltaic sebagai alternatif pengganti listrik konvensional dari PLN untuk aquarium skala rumah tangga. Sistem dirancang dengan mengintegrasikan photovoltaic, solar charge controller, inverter, dan baterai. Tahapan penelitian mencakup studi literatur, identifikasi kebutuhan daya, perancangan sistem, simulasi, perakitan, serta pengujian performa sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa panel surya berkapasitas dengan dukungan baterai mampu menyuplai beban aquarium dengan efisiensi sistemnya. Selain itu, pemanfaatan photovoltaic terbukti mampu mengurangi ketergantungan pada listrik PLN serta menurunkan biaya operasional. Dengan demikian, pemanfaatan energi surya melalui photovoltaic terbukti efektif dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan listrik aquarium rumah tangga.

Kata kunci: *photovoltaic*, aquarium, inverter, baterai.

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan gaya hidup masyarakat modern. Salah satu aspek yang membutuhkan pasokan listrik kontinu adalah sistem pemeliharaan untuk aquarium. Aquarium dilengkapi dengan berbagai perangkat elektronik seperti pompa air, sistem aerator, pemanas, dan pencahayaan yang beroperasi sepanjang waktu untuk menjaga kondisi ekosistem akuatik tetap stabil [1]. Namun,

penggunaan listrik dari jaringan utama atau konvensional dari PLN dalam jangka panjang dapat meningkatkan biaya operasional.

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk menggantikan sumber listrik konvensional. Dengan teknologi *photovoltaic* (PV), energi matahari dapat dikonversi menjadi energi listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga, termasuk untuk

sistem aquarium [2]. Pemanfaatan energi surya sebagai sumber listrik aquarium tidak hanya mengurangi biaya operasional, tetapi juga mendukung upaya global dalam mengurangi emisi karbon serta ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

Beberapa penelitian telah membuktikan efektivitas sistem tenaga surya dalam berbagai aplikasi. Misalnya, penelitian oleh Rahman et al. (2020) menunjukkan bahwa sistem PV skala kecil mampu menyediakan energi yang cukup untuk kebutuhan rumah tangga ringan, termasuk penerangan dan peralatan berdaya rendah. Selain itu, sistem hybrid yang mengombinasikan tenaga surya dengan penyimpanan energi menggunakan baterai telah diterapkan dalam skala rumah tangga dan terbukti efisien [3].

Dampak ketika lampu mati pada sistem listrik akuarium, terutama yang memanfaatkan energi surya, sangat signifikan. Saat listrik padam, otomatis pompa air, aerator, dan filter yang berfungsi menjaga sirkulasi air dan suplai oksigen juga mati. Hal ini menyebabkan penurunan kadar oksigen dalam air, penumpukan amonia dan bakteri berbahaya, yang dapat dengan cepat membahayakan dan bahkan membunuh ikan dalam akuarium.

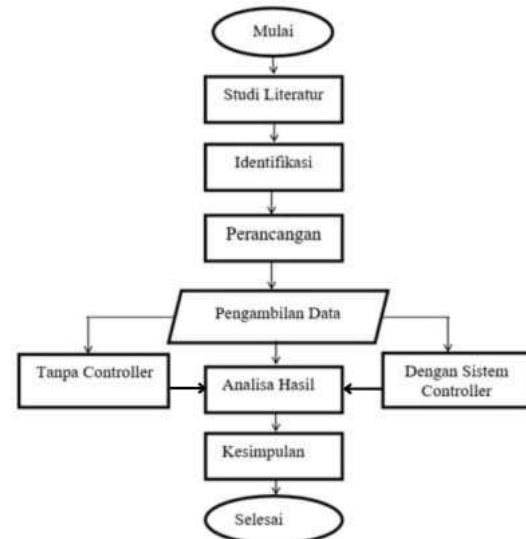
Dalam laporan skripsi tentang pemanfaatan energi surya untuk suplai listrik akuarium, dijelaskan bahwa penggunaan panel surya dengan baterai dan inverter dapat menjadi solusi agar peralatan akuarium tetap beroperasi saat listrik utama mati, sehingga menjaga kualitas air dan kesehatan ikan tetap stabil. Tanpa sistem cadangan ini, risiko kematian ikan meningkat karena gangguan pada siklus oksigen dan filtrasi air.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pemanfaatan energi surya yang dapat digunakan untuk mensuplai listrik khususnya ke akuarium. Sistem ini akan mengintegrasikan panel surya, baterai penyimpanan, dan sistem kontrol untuk memastikan ketersediaan daya yang stabil dan berkelanjutan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dalam mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan untuk kebutuhan sehari-hari.

2. Metode Penelitian

2.1 Kerangka Pemikiran

Berikut tahapan diagram penelitian:



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Berikut ini penjelasan terkait Gambar 1 (kerangka pemikiran) :

1. Mulai

Proses dimulai untuk merancang alat pemanfaatan energi surya.

2. Studi Literatur

Mencari referensi tentang panel surya (solar panel), sistem penyimpanan daya (baterai), sistem kelistrikan akuarium, teknologi controller untuk manajemen daya

3. Identifikasi

Mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan tentang berapa kebutuhan daya akuarium, apakah diperlukan sistem kontrol otomatis.

4. Perancangan

Membuat desain sistem rangkaian panel surya, sistem penyimpanan (*battery + charge controller*), sistem distribusi ke alat-alat akuarium (lampu, pompa, dsb.).

Dua skenario pengujian: dengan dan tanpa controller.

5. Pengambilan Data

Melakukan eksperimen dan pengumpulan data:

- Performa sistem tanpa *controller* (langsung dari panel ke beban)
- Performa sistem dengan sistem controller (mengatur aliran daya secara otomatis)

6. Analisa Hasil

Menganalisis data terkait efisiensi sistem, stabilitas suplai listrik, kinerja sistem dengan controller dibandingkan tanpa controller.

7. Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari hasil analisa:

- Apakah sistem *controller* meningkatkan efisiensi dan keandalan?
- Apakah sistem layak digunakan dalam jangka panjang?

8. Selesai

Proyek atau penelitian selesai.

Nb: Setelah pengambilan data, cabang dibagi menjadi dua:

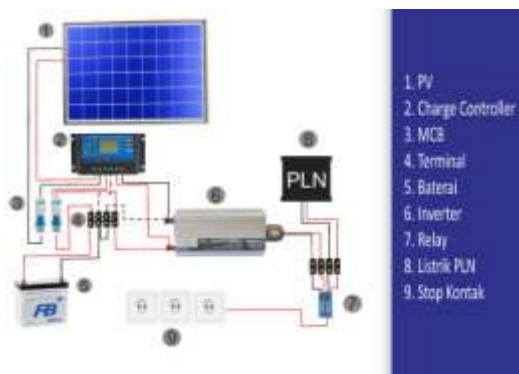
- Tanpa Controller (tanpa menggunakan alat pendukung seperti arduino dan lain-lain)
- Dengan Sistem Controller (menggunakan alat pendukung seperti arduino dan lain-lain)

Masing-masing jalur memiliki proses pengujian atau eksperimen secara terpisah, misalnya:

- Pengujian Tanpa Controller
- Pengujian Dengan Sistem Controller

Setelah masing-masing pengujian selesai, keduanya bergabung kembali ke proses "Analisa Hasil".

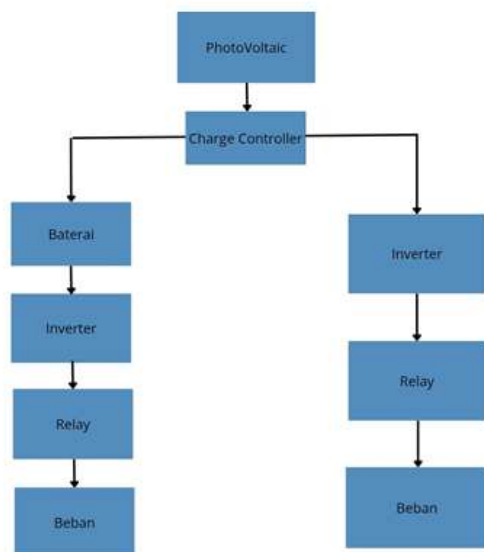
Melakukan eksperimen dan pengumpulan data:



Gambar 2. Wiring Alat dan nama-nama Komponen

2.2 Alur Supply Energi

Alur *supply* energi (rantai pasok energi) pada dasarnya menggambarkan perjalanan energi mulai dari sumber energi hingga sampai ke pengguna akhir. Secara umum, alur ini terdiri dari beberapa tahapan:



Gambar 3. Alur *supply* energi

- *Photovoltaic* : Mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik DC (arus searah).
- *Charge Controller* : Mengatur aliran listrik dari PV menuju baterai agar pengisian aman, tidak *overcharge* maupun *overdischarge*.
- Baterai : Menyimpan energi listrik dari PV untuk digunakan saat matahari tidak bersinar (malam/hari mendung).
- Inverter : Mengubah listrik DC dari baterai atau langsung dari PV menjadi listrik AC (arus bolak-balik) sesuai standar PLN (220V/50Hz).
- Relai : Bisa memutuskan arus jika terjadi kelebihan beban (*overload*).
- Beban : Peralatan atau sistem yang menggunakan energi listrik

Cara kerja alat tersebut.

1. Jalur Pertama

Solar Panel menyerap sinar matahari dan menghasilkan listrik DC. Listrik DC dialirkan ke *Charge controller*, setelah listrik dilewatkan *discharge*, selanjutnya listrik akan diterima oleh baterai sebagai penyimpanan. Dari penyimpanan atau baterai, listrik yang masih berupa DC akan dilewatkan atau dirubah oleh inverter. Setelah listrik dc dirubah ke ac, maka listrik tersebut akan difungsikan atau dimanfaatkan untuk kebutuhan beban berupa aerator, pompa air dan lampu

2. Jalur Kedua

Solar Panel juga menyalurkan arus DC ke *Charge Controller*. *Charge Controller* berfungsi untuk:

- a) Melindungi baterai dari *overcharge*.
- b) Mengatur arus dan tegangan masuk ke baterai.
- c) Dilengkapi stelan untuk menyalurkan listrik berupa DC menuju *inverter* untuk *supply* langsung ke beban.

Setelah listrik yang dilewatkan oleh *charge controller*, listrik DC bisa disalurkan ke inverter untuk merubah arus ke AC. Setelah berubah menjadi arus AC listrik tersebut akan digunakan untuk menghidupkan beban berupa aerator, pompa air dan lampu

2.3 Komponen pendukung atau sistem penggerak PV

Pada alat ini dilengkapi dengan komponen untuk menggerakkan PV tersebut dan komponen kontrol otomatis agar selalu menghadap ke arah matahari sehingga penyerapan energi maksimal, daya listrik yang dihasilkan meningkat, dan sistem lebih efisien. Diantaranya yaitu:

- 1.) Sensor LDR
- 2.) Arduino
- 3.) Servo motor

Cara kerja dari komponen-komponen diatas sensor LDR sebagai pembaca cahaya matahari dan mengirim

signal ke arduino, setelah perintah diterima oleh arduino, arduino mengirim perintah ke servo motor untuk menggerakkan PV yang bertujuan untuk penyerapan secara optimal.

2.4 Alur Perpindahan Energi

1. Jalur Pertama

a) Energi Matahari → Panel Surya:

Panel surya menangkap energi dari matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik DC melalui efek fotovoltaiik.

b) Panel Surya → Charge Controller:

Arus DC yang dihasilkan panel surya dikendalikan oleh charge controller untuk memastikan pengisian yang tepat ke dalam baterai, menghindari *overcharging*, dan memaksimalkan efisiensi pengisian.

c) Charge Controller → Baterai:

Baterai menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, untuk digunakan kemudian saat dibutuhkan. Baterai biasanya menggunakan teknologi timbal-asam atau lithium-ion.

d) Baterai → Inverter:

Energi dari baterai menuju ke *inverter* untuk merubah arus dari DC ke AC

e) Inverter → Beban (AC):

Energi dari *inverter* dapat langsung digunakan oleh beban (AC) seperti lampu LED atau pompa air dan aerator.

2. Jalur Kedua

a) Energi Matahari → Panel Surya:

Panel surya menangkap energi dari matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik DC melalui efek fotovoltaiik.

b) Panel Surya → Charge controller:

Energi dari panel surya ini akan dilewatkan ke *charge controller* dan langsung disalurkan ke *inverter* untuk merubah arus DC ke AC.

c) Inverter → Beban:

Setelah energi dirubah oleh *inverter* berupa AC, energi langsung disalurkan ke beban.

2.5 Rumus Penangkapan Intensitas Cahaya oleh Panel Surya

Secara umum, intensitas cahaya (irradiance) yang ditangkap oleh panel surya dinyatakan dalam satuan Watt per meter persegi (W/m^2). Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya bergantung pada intensitas cahaya, luas permukaan panel, dan efisiensi panel surya.

Rumus mencari Watt

$$W = V \times A \quad (1)$$

Rumus $W = V \times A$ biasanya digunakan untuk menghitung daya listrik dalam satuan watt (W), dengan komponen:

- W (Watt) = Daya listrik (power)
- V (Volt) = Tegangan listrik
- A (Ampere) = Arus listrik

Rumus ini menjelaskan spesifikasi dasar komponen listrik atau elektronik. Misalnya: Jika sebuah perangkat memiliki tegangan 220V dan arus 2A, maka dayanya:

$$W = 220 \times 2 = 440 \text{ Watt}$$

Rumus untuk efisiensi dan koefisien

Lebar: 65cm

Panjang: 52cm

$$65 \times 52 = 3.380 \text{ cm}^2 = \frac{3380}{10,000} = 0,338 \text{ m}^2 \quad (2)$$

$$\bullet \text{ Efisiensi (\%)} = \frac{\text{Daya Max}}{\text{Intensitas}} \quad (3)$$

$$\bullet \text{ Koefisien: } P = I \times A \times \eta \quad (4)$$

Keterangan:

- P = Daya listrik output (Watt)
- I = Intensitas cahaya matahari (irradiance) yang diterima (W/m^2)
- A = Luas permukaan panel surya (m^2)
- η = Efisiensi panel surya (0–1 atau persen)

Rumus mencari watt atau daya:

$$P = I \times V \quad (5)$$

Keterangan:

P : Watt

I : Ampere

V : Voltase

Tabel 1. Alat dan Bahan-Bahan

No	Alat	Bahan / Komponen
1.	Lux meter	Photo Voltaic
2.	Avo meter	Charge Controller
3.	Gerinda	Baterai
4.	Gergaji mesin	Inverter
5.	Bor	MCB
6.	Las	Relay
7.	Ripet	Sensor LDR
8.	Soder	Arduino
9.	Tang	Servo motor
10.	Obeng	Driver
11.	Gunting	Kabel
12.	Kunci Pas Ring 12ml	Struktur penyangga

Penjelasan:

Kolom Alat -

Berisi alat bantu kerja dan alat ukur:

- Lux meter → Mengukur intensitas cahaya (dalam lux) untuk menentukan seberapa besar pencahayaan mengenai panel surya.

- Avometer → Mengukur tegangan (V), arus (A), dan resistansi (Ω) pada rangkaian listrik.
- Gerinda, Gergaji mesin, Bor, Las, Ripet, Soder, Tang, Obeng, Gunting, Kunci Pas → Digunakan untuk pemotongan, perakitan, pengelasan, pemasangan baut, penyolderan, dan pemasangan struktur.

Kolom Bahan / Komponen -

Berisi komponen utama dari sistem panel surya (*Photovoltaic System*):

- *PhotoVoltaic* → Panel surya yang mengubah cahaya matahari menjadi listrik.
- *Charge Controller* → Mengatur pengisian daya baterai agar tidak overcharge atau overdischarge.
- Baterai → Menyimpan energi listrik dari panel surya.
- *Inverter* → Mengubah arus DC dari panel surya menjadi AC untuk peralatan listrik.
- MCB (*Miniature Circuit Breaker*) → Pengaman arus listrik agar tidak terjadi korsleting.
- Relay → Saklar elektronik untuk mengontrol aliran listrik secara otomatis.
- Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) → Sensor cahaya yang mendeteksi intensitas cahaya.
- Arduino → Mikrokontroler untuk mengontrol sistem otomatisasi (misal tracking panel).
- Servo motor → Motor penggerak untuk mengarahkan posisi panel mengikuti matahari.
- Driver → Pengendali motor atau aktuator.
- Kabel → Penghubung antar komponen listrik.
- Struktur penyangga → Rangka untuk menopang panel surya agar stabil

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Spesifikasi Komponen

a) *PhotoVoltaic*



Gambar 4. *Photo Voltaic*

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa panel surya (*Photo Voltaic*) menjadi komponen utama yang berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik arus searah (DC).

Panel surya atau Photo Voltaic (PV) merupakan komponen utama yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik arus searah (DC). PV tersusun dari sel-sel surya berbahan semikonduktor (biasanya silikon) yang mampu menghasilkan tegangan saat terkena sinar matahari melalui efek fotovoltaiik.

Model: OS-P36-50W

Tabel 2. Spesifikasi Photo Voltaic

Rated Maximum Power(Pm)	50W±3%
Voltage at Pmax(Vmp)	18V
Current at Pmax(Impp)	2.77A
Open-Circuit Voltage(Voc)	21.06V±3%
Short-Circuit Current(Isc)	3.24A±3%
Maximum System Voltage	1000VDC
Maximum Series Fuse Rating	20A
Operating Temperature	-40°C~+85
Cell Technology	Poly-si
Dimension(mm)	670x540x30
All technical data at standard test condition AM-1.5 E-1000W/m ² TC-25°C	

Pada Tabel 2 menunjukkan spesifikasi dari *PhotoVoltaic*.

b) *Charge Controller*



Gambar 5. *Charge Controller*

Gambar 5 menunjukkan *charge controller* yang berperan dalam mengatur aliran daya dari panel surya menuju baterai agar pengisian tetap aman.

Charge controller merupakan komponen yang berfungsi sebagai pengatur aliran daya listrik dari panel surya menuju baterai. Alat ini menjaga agar proses pengisian daya pada baterai berlangsung aman, tidak terjadi *overcharge* (kelebihan pengisian) maupun *overdischarge* (pengosongan berlebihan) yang dapat merusak baterai. Selain itu, *charge controller* juga membantu mengatur distribusi energi ke beban.

Tabel 3. Spesifikasi *Charge Controller* Model: W88-A

Rated Voltage	12V/24V
Rated Current	10
Max. PV Voltage	50V
Max. PV Input Power	130W (12V) 260W (24V)

Pada Tabel 3 menunjukkan spesifikasi dari *Charge Controller*

c) Inverter



Gambar 6. Inverter

Seperti tampak pada Gambar 6, *inverter* digunakan untuk mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC yang dapat digunakan oleh peralatan listrik aquarium.

Inverter merupakan komponen penting yang berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) yang disimpan dalam baterai atau dihasilkan langsung dari panel surya menjadi arus bolak-balik (AC). Arus AC inilah yang dibutuhkan oleh sebagian besar peralatan listrik rumah tangga (220V/50Hz). *Inverter* juga sering dilengkapi dengan sistem proteksi agar peralatan tetap aman saat terjadi gangguan.

Tabel 4. Spesifikasi Inverter Model: KLOP KL-500VA

Input Tegangan DC	12V
Output Tegangan AC	230V
Daya	500VA (500W)

Tabel 4 menunjukkan spesifikasi dari *inverter*

d) Filter



Gambar 7. Filter

Filter merupakan komponen yang berfungsi untuk menyaring atau mereduksi gangguan listrik berupa noise maupun distorsi harmonisa yang muncul pada sistem. Pada sistem photovoltaic, filter biasanya dipasang setelah inverter untuk memastikan arus AC yang dihasilkan lebih stabil, bersih, dan sesuai dengan standar kualitas daya. Dengan adanya filter, peralatan listrik (beban) yang terhubung dapat bekerja dengan lebih optimal dan umur pakai komponen menjadi lebih panjang.

Tabel 5. Spesifikasi Filter Model: XILONG XL-850

Voltage	220V-240V50Hz
Power	3,5W
Qmax	280L/h

Tabel 5 menunjukkan spesifikasi dari filter

e) Aerator



Gambar 8. Aerator

Pada Gambar 7, ditampilkan aerator sebagai salah satu beban utama yang menggunakan suplai energi dari sistem photovoltaic.

Aerator adalah komponen beban pada sistem yang berfungsi untuk menyuplai oksigen ke dalam air melalui proses aerasi. Pada aplikasi aquarium atau kolam, aerator menjaga kadar oksigen terlarut tetap optimal sehingga ekosistem air tetap sehat bagi ikan maupun organisme lainnya. Aerator biasanya bekerja dengan bantuan motor listrik yang menggerakkan membran atau impeller untuk menghasilkan gelembung udara.

Tabel 6. Spesifikasi Aerator Model: Amara Q-6

Daya	5W
Tegangan	AC 220V-240V
Output Udara Maksimal	3,5L/menit
Jumlah Lubang Output	2 lubang

Tabel 6 menunjukkan spesifikasi dari aerator

f) Lampu



Gambar 9. Lampu

Lampu merupakan salah satu komponen beban pada sistem yang berfungsi sebagai penerangan. Pada sistem photovoltaic skala rumah tangga atau akuarium, lampu digunakan untuk menyediakan cahaya buatan, baik sebagai penerangan ruangan maupun sebagai pengganti cahaya matahari bagi tanaman atau ikan dalam akuarium. Lampu yang digunakan umumnya jenis LED karena lebih hemat energi, umur pemakaian lebih panjang, serta menghasilkan panas yang lebih rendah dibanding lampu pijar.

Tabel 7. Spesifikasi Lampu Model: LED P400

Daya	5W
Voltase	100-240 AC / 12V DC

Tabel 7 menunjukkan spesifikasi dari lampu untuk penerangan

3.2 Spesifikasi Komponen Pendukung (Otomatis)

Tabel 8. Spesifikasi Komponen Pendukung

Arduino	3-12V
RTC	5V
LCD	5V
Relay	5V
LDR	5V
Servo	5V

Tabel 8 menunjukkan spesifikasi dari komponen pendukung untuk menggerakkan panel surya

3.3 Rangkaian Program

1. Arduino 1 :

- Sensor LDR (batas terang – gelap 600).
- Servo motor (speed 10).

Tabel 9. Rangkaian Program Arduino 1

Input	Output
Sensor LDR:	Servo 1:
Pin A0	Pin 7
A1	Pin 6
A2	Servo 2:
A3	Pin 7
	Pin 6

Tabel 9 menunjukkan rangkaian pin-pin dari mcb yang ditancap oleh kabel dari arduino untuk memberikan perintah ke servo motor.

2. Arduino 2 :

- Relay
- LCD
- Push Button
- RTC (pengatur timer)

Tabel 10. Rangkaian Program Arduino 2

RTC	-Pin A4
	-Pin A5
Relay	-Pin 9
	-Pin 8
Push Button	-Pin 4
	-Pin 3
	-Pin 2
LCD	-Pin A4
	-Pin A5

Tabel 10 menunjukkan rangkaian pin-pin dari mcb yang ditancap oleh kabel dari arduino untuk memberikan sinyal ke komponen diatas

3.4 Data Nilai Linux

Pengambilan data nilai Lux dan W/m² dilakukan untuk mengetahui intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel surya pada rentang waktu

tertentu dengan tujuan memperoleh gambaran perubahan intensitas cahaya sepanjang hari sebagai dasar perhitungan energi yang dapat dihasilkan sistem photovoltaic.

Proses pengambilan data dilakukan dengan menentukan lokasi pengukuran pada area terbuka yang bebas dari bayangan, menyiapkan alat ukur berupa Lux Meter untuk mengukur intensitas cahaya (Lux) dan Solar Power Meter untuk mengukur iradiasi (W/m²), kemudian meletakkan alat ukur sejajar dengan bidang panel surya agar hasil sesuai kondisi aktual. Pengukuran dilakukan secara berkala setiap satu jam sekali mulai pukul 07.00 hingga 17.00 WIB, hasilnya dicatat dalam tabel pengamatan, lalu data ditabulasikan dan divisualisasikan dalam bentuk diagram garis untuk memudahkan analisis perubahan intensitas cahaya harian.

1. Hari Selasa

Tabel 11. Data Nilai Lux Selasa

No.	Jam	Nilai Lux	W/m ²
1.	07.00	2169	1735
2.	08.00	2451	1961
3.	09.00	1852	1482
4.	10.00	1230	984
5.	11.00	1178	942
6.	12.00	1299	1040
7.	13.00	1110	888
8.	14.00	1092	874
9.	15.00	879	704
10.	16.00	812	650
11.	17.00	24	19



Diagram 1. Garis Nilai Lux dan W/m² Hari Selasa

Tabel 11 menunjukkan bahwa pada hari Selasa intensitas cahaya tertinggi tercatat pada pukul 08.00 dengan nilai 2.451 Lux atau setara dengan 1.961 W/m².

Diagram b menunjukkan perubahan nilai Lux dan W/m² dari pukul 07.00 hingga 17.00 pada hari Selasa. Nilai Lux dan W/m² tertinggi terjadi sekitar pukul

08.00, kemudian menurun secara bertahap hingga sore hari.

2. Hari Rabu

Tabel 12. Data Nilai Lux Rabu

No.	Jam	Nilai Lux	W/m ²
1.	07.00	830	664
2.	08.00	1139	911
3.	09.00	1906	1525
4.	10.00	1019	815
5.	11.00	1350	1080
6.	12.00	1341	1073
7.	13.00	1519	1215
8.	14.00	1176	941
9.	15.00	1450	1160
10.	16.00	924	739
11.	17.00	27	22

Berdasarkan Tabel 12, pada hari Rabu nilai Lux mencapai puncaknya pada pukul 09.00 sebesar 1.906 Lux dengan iradiasi 1.525 W/m².



Diagram 2. Garis Nilai Lux dan W/m² Hari Rabu

Diagram di atas menunjukkan perubahan nilai Lux dan W/m² dari pukul 07.00 hingga 17.00 pada hari Selasa. Nilai Lux dan W/m² tertinggi terjadi sekitar pukul 09.00, kemudian naik turun secara bertahap hingga sore hari.

3. Hari Kamis

Tabel 13. Data Nilai Lux Kamis

No.	Jam	Nilai Lux	W/m ²
1.	07.00	746	597
2.	08.00	1495	1196
3.	09.00	1864	1491
4.	10.00	1434	1147
5.	11.00	1204	963
6.	12.00	2103	1683
7.	13.00	1107	886
8.	14.00	1834	1467
9.	15.00	1313	1051
10.	16.00	934	748
11.	17.00	25	20



Diagram 3. Garis Nilai Lux dan W/m² Hari Kamis

Data pada Tabel 13, memperlihatkan bahwa hari Kamis memiliki nilai Lux tertinggi pada pukul 12.00 sebesar 2.103 Lux dengan nilai iradiasi 1.683 W/m².

Diagram di atas menunjukkan perubahan nilai Lux dan W/m² dari pukul 07.00 hingga 17.00 pada hari Selasa. Nilai Lux dan W/m² tertinggi terjadi sekitar pukul 12.00, kemudian naik turun secara bertahap hingga sore hari.

4. Hari Jum'at

Tabel 14. Data Nilai Lux Kamis

No.	Jam	Nilai Lux	W/m ²
1.	07.00	1047	838
2.	08.00	1556	1245
3.	09.00	1522	1218
4.	10.00	1185	948
5.	11.00	2066	1653
6.	12.00	1346	1077
7.	13.00	1017	814
8.	14.00	1671	1337
9.	15.00	1021	817
10.	16.00	917	734
11.	17.00	20	16

Seperti ditunjukkan pada Tabel 14, hari Jumat nilai Lux mencapai maksimum pada pukul 11.00 dengan intensitas 2.066 Lux dan iradiasi 1.653 W/m².

Diagram Garis Nilai Lux dan W/m² Hari Jum'at



Diagram 4. Garis Nilai Lux dan W/m² Hari Jum'at

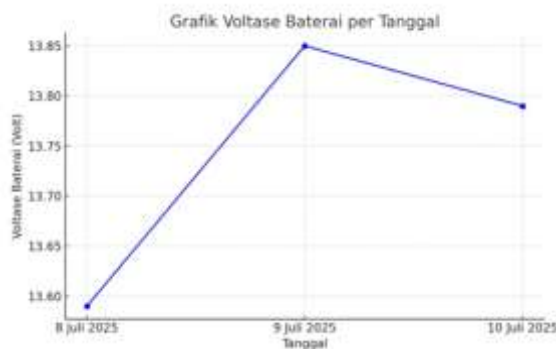
Diagram di atas menunjukkan perubahan nilai Lux dan W/m² dari pukul 07.00 hingga 17.00 pada hari Selasa. Nilai Lux dan W/m² tertinggi terjadi sekitar pukul 11.00, kemudian naik turun secara bertahap hingga sore hari.

3.5 Data Baterai Setelah Matahari Terbenam

Tabel 15. Data Baterai Setelah Matahari Terbenam

No.	Tanggal	Suasana	Waktu (WIB)	Voltase
1	08 Juli 2025	Sore	17.00	13,59
2	09 Juli 2025	Sore	17.00	13,85
3	10 Juli 2025	Sore	17.00	13,79
4	11 Juli 2025	Sore	17.00	12,45

Tabel 15 memperlihatkan hasil pengukuran voltase baterai setelah matahari terbenam, di mana voltase berkisar antara 13,59 V hingga 13,85 V pada tanggal 8–10 Juli sebelum turun menjadi 12,45 V pada 11 Juli 2025.



- Nilai batas voltase terendah (tidak bisa mensuplai beban) pada baterai yakni 10,00V.
- Penggunaan listrik PLN selama 24 jam untuk kebutuhan aquarium yakni menghabiskan 7 meter.
- Pada 8 Juli 2025, voltase awal tercatat sebesar 13,59 V.
- Pada 9 Juli 2025, voltase meningkat menjadi 13,85 V, menunjukkan adanya kenaikan sebesar 0,26 V.
- Pada 10 Juli 2025, voltase sedikit menurun menjadi 13,79 V, namun masih lebih tinggi dari hari pertama.

3.6 Data Hasil Pengujian Alat Pemanfaatan PV Menggunakan Penggerak Otomatis

1. Selasa 8 Juli 2025 (menggunakan *controller*)

Untuk mengetahui hasil pengujian panel surya pada tanggal 8 Juli 2025, dilakukan pengukuran terhadap komponen PV, charge, dan beban. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 16 berikut.

Tabel 16. Data Hasil Pengujian Alat Selasa

Komponen	Voltase	Ampere	Watt
PV	13,19	1,70	22,4

Charge	13,09	0,2	2,61
Beban	230	0,01	2,3

Perhitungan efisiensi:

Energi Cahaya: 1961 lux

- Efisiensi (%) = $\frac{\text{Daya Max}}{\text{Intensitas}}$

$$= \frac{50}{1961 \times 0,338} \times 100\%$$

$$= \frac{50}{663} \times 100\%$$

$$= 7,5\%$$

$$= 0,075$$
- Koefisien $P = I \times A \times \eta$

P : Daya listrik yang dihasilkan (Watt)

I : Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A : Luas permukaan panel surya (m²)

η : Efisiensi panel surya

Diketahui

- P = 22,4 W
 - I = 1961 lux
 - A = 0,338 m²
 - $\eta = 7,5\% = 0,075$
- $$P = I \times A \times \eta$$
- $$= 1961 \times 0,338 \times 0,075$$
- $$= 49,7W$$

Hasil koefisien dari panel surya pada hari Selasa yakni 49,7W

2. Rabu 9 Juli 2025 (menggunakan *controller*)

Selanjutnya, pada tanggal 9 Juli 2025, dilakukan pengujian yang sama untuk memperoleh data performa PV, charge, dan beban. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 17 berikut.

Tabel 17. Data Hasil Pengujian Alat Rabu

Komponen	Voltase	Ampere	Watt
PV	13,81	2,78	38,39
Charge	13,09	0,6	7,84
Beban	230	0,01	2,3

Perhitungan efisiensi:

Energi Cahaya: 1525 lux

- Efisiensi (%) = $\frac{\text{Daya Max}}{\text{Intensitas}}$

$$= \frac{50}{1525 \times 0,338} \times 100\%$$

$$= \frac{50}{515} \times 100\%$$

$$= 9,7\%$$
- Koefisien $P = I \times A \times \eta$

P : Daya listrik yang dihasilkan (Watt)

I : Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)
 A : Luas permukaan panel surya (m²)
 η : Efisiensi panel surya

Diketahui

- P = 38,39 W
 - I = 1525 lux
 - A = 0,338 m²
 - η = 9,7% = 0,097
- $$P = I \times A \times \eta$$
- $$= 1525 \times 0,338 \times 0,097$$
- $$= 49,9W$$

Hasil koefisien dari panel surya pada hari rabu yakni 49,9W

3. Kamis 10 Juli 2025 (menggunakan *controller*)

Pengujian berikutnya dilaksanakan pada tanggal 10 Juli 2025 dengan prosedur yang sama. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 18.

Tabel 18. Data Hasil Pengujian Alat Kamis

Komponen	Voltase	Ampere	Watt
PV	13,20	1,6	21,12
Charge	12,66	0,2	2,53
Beban	230	0,01	2,3

Perhitungan efisiensi:

Energi Cahaya: 4496 lux

- Efisiensi (%) = $\frac{\text{Daya Max}}{\text{Intensitas}}$

$$= \frac{50}{1683 \times 0,338} \times 100\%$$

$$= \frac{50}{568} \times 100\%$$

$$= 8,80\%$$

$$= 0,088$$
- Koefisien $P = I \times A \times \eta$

P : Daya listrik yang dihasilkan (Watt)
 I : Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)
 A : Luas permukaan panel surya (m²)
 η : Efisiensi panel surya

Diketahui

- P = 21,12 W
- I = 1683 lux
- A = 0,338 m²
- η = 8,80% = 0,088

$$P = I \times A \times \eta$$

$$= 1683 \times 0,338 \times 0,088$$

$$= 49,9W$$

Hasil koefisien dari panel surya pada hari kamis yakni 49,9 W

4. Jum'at 11 Juli 2025 (tanpa menggunakan *controller*)

Pada tanggal 11 Juli 2025, pengukuran kembali dilakukan untuk melihat perbandingan efisiensi pada hari terakhir pengujian. Data hasil pengujian disajikan dalam Tabel 19 berikut

Tabel 19. Data Hasil Pengujian Alat Jum'at

Komponen	Voltase	Ampere	Watt
PV	13,03	0,09	1,17
Charge	13,11	0,04	0,52
Beban	230	0,01	2,3

Perhitungan efisiensi:

Energi Cahaya: 1653 lux

- Efisiensi (%) = $\frac{\text{Daya Max}}{\text{Intensitas}}$

$$= \frac{50}{1653 \times 0,338} \times 100\%$$

$$= \frac{50}{558} \times 100\%$$

$$= 9\%$$
- Koefisien $P = I \times A \times \eta$

P : Daya listrik yang dihasilkan (Watt)
 I : Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)
 A : Luas permukaan panel surya (m²)
 η : Efisiensi panel surya

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian sistem pemanfaatan photovoltaic untuk mensuplai listrik ke aquarium skala rumah tangga, dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian untuk merancang sistem energi alternatif berhasil tercapai. Sistem photovoltaic yang dirancang dengan komponen panel surya, baterai, inverter, dan charge controller mampu menyuplai kebutuhan listrik peralatan aquarium seperti pompa air, aerator, dan lampu LED secara berkelanjutan, sehingga mampu mengurangi ketergantungan penuh pada listrik PLN.

Dibandingkan sistem alat tersebut tanpa menggunakan *contoller*. Hasil pengujian menunjukkan adanya fluktuasi kecil pada voltase baterai selama tiga hari, di mana terjadi peningkatan voltase dari tanggal 8 ke 9 yang menandakan proses pengisian berlangsung optimal, serta penurunan kecil pada tanggal 10 yang masih berada dalam rentang normal. Hal ini menunjukkan bahwa sistem photovoltaic dapat bekerja secara stabil dengan efisiensi yang memadai untuk skala rumah tangga.

Daftar Rujukan

- [1] Sulaiman, F., Rahman, A., 2022. Optimasi Sistem Panel Surya untuk Akuarium Rumah Tangga. *Jurnal Energi Terbarukan*, 14(1), pp.67–75.
- [2] Pratama, Y., Wijaya, A., 2020. Desain Sistem Energi Surya untuk Peralatan Daya Rendah. *Jurnal Energi Alternatif*, 6(1), pp.33–41.
- [3] Wijayanto, A., Saputra, R., 2022. Sistem Tenaga Surya Hibrida dengan Penyimpanan Baterai untuk Rumah Tangga. *Jurnal Energi Hijau*, 10(2), pp.102–109.
- [4] Albahar, A. K., Haqi, M. F., 2020. Desain dan Implementasi Solar Tracker Dual Axis pada Panel Surya. *Jurnal Energi Terbarukan*, 12(1), pp.45–52.
- [5] Gupta, S., Kapoor, R., 2020. Efficiency Analysis of Solar Energy Systems for Household Applications. *International Journal of Renewable Energy Research*, 8(2), pp.99–105.
- [6] Hidayat, F., 2021. Pemanfaatan Solar Charge Controller dalam Sistem PLTS Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(3), pp.55–63.
- [7] Liu, H., Zhang, M., 2020. Photovoltaic System Design for Aquarium Energy Demand. *Energy and Environment*, 14(2), pp.115–122.
- [8] Nugroho, H., 2021. Penerapan Arduino Uno dalam Sistem Otomasi Energi Surya. *Jurnal Sistem dan Teknologi*, 10(1), pp.25–34.
- [9] Prasetyo, E., 2021. Implementasi Sensor LDR pada Sistem Otomatisasi Berbasis Cahaya. *Teknologi Elektronika*, 8(2), pp.60–66.
- [10] Pratama, Y., Wijaya, A., 2020. Desain Sistem Energi Surya untuk Peralatan Daya Rendah. *Jurnal Energi Alternatif*, 6(1), pp.33–41.