

Sistem Sumber Daya Listrik dan Sistem Informasi Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Monitoring Pelontar Pakan Ikan

A. Ahmad Fadhel Palongengi^{1*}, Mukhtar², dan Imran Habriansyah³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

*E-mail korespondensi: ahmadfadhel21@gmail.com

Abstract: This study develops a power source and IoT-based information system for monitoring an automatic fish feeder thrower. The system integrates a 20 Wp solar panel, a Solar Charge Controller, a 12 V battery, and an ESP32 microcontroller that reads voltage, current, turbidity, and load cell data and transmits them to a web dashboard via HTTP GET. Performance was evaluated over four days from 06.00 to 18.00 WITA by measuring solar radiation, panel voltage-current, and battery voltage-current at one-hour intervals. The results show a peak output power of 20.47 W at a radiation level of 1058.1 W/m², with daily average efficiency ranging from 8.90% to 10.10% and peak efficiency between 11.72% and 12.43% consistent with typical polycrystalline panels under field conditions. The dashboard reliably displayed device status, battery condition, and real-time voltage, current, and power graphs, demonstrating that the proposed system provides a viable self-sufficient power source and monitoring solution for fish feeder throwers in remote aquaculture sites.

Keywords: solar panel; Internet of Things; ESP32; power monitoring; fish feeder

Abstrak: Penelitian ini mengembangkan sistem *power source* dan sistem informasi berbasis IoT untuk monitoring pelontar pakan ikan otomatis. Sistem mengintegrasikan panel surya 20 Wp, *Solar Charge Controller*, baterai 12 V, dan mikrokontroler ESP32 yang membaca data tegangan, arus, kekeruhan air, dan *load cell*, kemudian mengirimkannya ke *dashboard* berbasis web melalui HTTP GET. Pengujian dilakukan selama empat hari dari pukul 06.00 hingga 18.00 WITA dengan mencatat intensitas radiasi matahari, tegangan-arus panel, serta tegangan-arus baterai setiap satu jam. Hasil pengujian menunjukkan daya keluaran puncak sebesar 20,47 W pada radiasi 1058,1 W/m², dengan efisiensi rata-rata harian 8,90%–10,10% dan efisiensi puncak 11,72% 12,43% sesuai dengan karakteristik panel polikristalin pada kondisi lapangan. *Dashboard* mampu menampilkan status perangkat, kondisi baterai, serta grafik tegangan, arus, dan daya secara *real-time*, sehingga sistem yang diusulkan layak digunakan sebagai solusi catu daya mandiri dan monitoring pelontar pakan ikan pada lokasi budidaya yang jauh dari jaringan listrik.

Kata kunci: panel surya; *Internet of Things*; ESP32; monitoring daya; pelontar pakan ikan

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan fundamental yang menopang aktivitas manusia di sektor industri, pertanahan, hingga teknologi informasi. Pertumbuhan populasi dan ekonomi menyebabkan permintaan energi di Indonesia terus meningkat, sementara ketergantungan pada bahan bakar fosil menuntut transisi menuju sumber energi yang efisien dan berkelanjutan [2, 9]. Indonesia sendiri memiliki potensi energi terbarukan yang besar, mencakup mikrohidro 450 MW, biomassa 50 GW, energi surya 4,80 kWh/m²/hari, serta energi angin 3–6 m/det [12], dengan energi surya sebagai sumber yang paling mudah diimplementasikan melalui proses fotovoltaik [3,14, 10].

Agar energi yang dibangkitkan dapat dimanfaatkan secara stabil, sistem panel surya umumnya dilengkapi baterai dan *Solar Charge Controller* (SCC) yang mengatur pengisian serta distribusi daya [4], sementara performanya dapat diawasi melalui pemantauan arus dan tegangan menggunakan modul sensor terintegrasi [8, 5]. Pada sisi pemantauan, *Internet of Things* (IoT) memungkinkan perangkat fisik saling terhubung untuk bertukar data secara *real-time* [11], dan telah terbukti meningkatkan efisiensi pengawasan di berbagai sektor, termasuk pemantauan parameter lingkungan dan kualitas air [13, 6]. Implementasi IoT pada sistem tertanam umumnya memanfaatkan mikrokontroler berbasis Wi-

Fi seperti ESP32 yang ringkas, hemat daya, dan mendukung komunikasi nirkabel [1].

Dalam konteks akuakultur, sistem pelontar pakan ikan otomatis membutuhkan sumber daya yang stabil agar aktuator, sensor, dan mikrokontroler dapat beroperasi secara konsisten di lingkungan tambak yang jauh dari jaringan PLN [7, 15]. Kombinasi panel surya, baterai 12 V, dan SCC merupakan solusi *power source* mandiri yang efektif untuk kebutuhan tersebut. Namun, penelitian terdahulu umumnya menekankan aspek mekanik pelontar, sementara kejelasan konsumsi daya, keandalan sumber tenaga, dan pemantauan jarak jauh masih menjadi tantangan yang belum terjawab secara terintegrasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem *power source* berbasis panel surya yang dipadukan dengan sistem informasi berbasis IoT sebagai antarmuka pemantauan pelontar pakan ikan. Kontribusi penelitian mencakup tiga aspek: (1) perancangan sistem yang mampu mengukur dan mengirimkan informasi perangkat, distribusi beban, serta konsumsi daya secara *real-time*; (2) implementasi teknologi IoT untuk monitoring jarak jauh; dan (3) evaluasi efektivitas penggunaan daya pada sistem *power source* yang dikembangkan. Dengan demikian, sistem yang diusulkan diharapkan mendukung operasional pelontar pakan ikan yang lebih efisien dan andal pada lingkungan tambak yang sulit dijangkau listrik konvensional, sekaligus mendorong praktik budidaya yang lebih ramah lingkungan.

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada empat aspek: (i) pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi utama dan efisiensi penyimpanan berbasis baterai; (ii) pengembangan sistem monitoring berbasis IoT melalui antarmuka web, termasuk pembacaan sensor untuk status perangkat dan tingkat daya; (iii) pengujian efisiensi energi pada variasi kondisi lingkungan (cerah, berawan, dan hujan) serta keandalan penyajian data *real-time*; dan (iv) analisis dampak sistem terhadap produktivitas budidaya dan potensi penerapannya pada skala yang lebih luas.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Sistem yang dikembangkan terdiri atas dua subsistem utama, yaitu subsistem *power source* berbasis panel surya dan subsistem informasi berbasis IoT untuk pemantauan pelontar pakan ikan. Skema pen-gawatan keseluruhan komponen ditunjukkan pada Gambar 1.

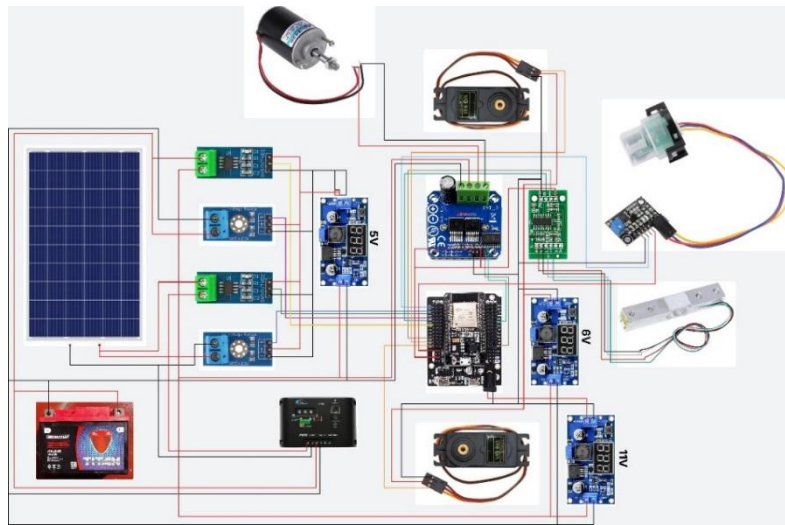
B. Subsistem Power Source

Panel surya 20 Wp dihubungkan ke *Solar Charge Controller* (SCC) yang mengatur pengisian baterai 12 V. Tegangan baterai kemudian didistribusikan melalui tiga modul *step-down converter* dengan keluaran 5 V untuk ESP32 dan sensor, 6 V untuk motor servo, dan 11 V untuk motor DC melalui *driver* IBT-2. SCC secara otomatis menghentikan pengisian ketika baterai telah penuh. Daya keluaran panel dan daya masukan matahari dihitung menggunakan persamaan (1):

$$\begin{aligned} P_{out} &= V_{panel} \cdot I_{panel} \\ P_{in} &= A \cdot G \end{aligned} \quad (1)$$

dengan V_{panel} tegangan panel (V), I_{panel} arus panel (A), A luas permukaan panel (m^2), dan G intensitas radiasi matahari (W/m^2). Efisiensi konversi panel dihitung melalui persamaan (2):

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2)$$



Gambar 1. Skema pengawatan sistem power source dan kontrol pelontar pakan ikan.

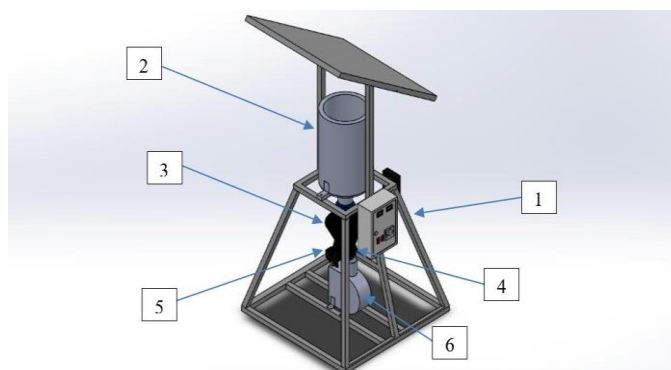
C. Subsistem Monitoring dan Kontrol Berbasis IoT

ESP32 Devkit V1 berperan sebagai mikrokontroler utama yang membaca data dari sensor tegangan, sensor arus ACS712, sensor kekeruhan, dan *load cell* melalui HX711, kemudian mengirimkannya ke server menggunakan metode HTTP GET. Alur kerja sistem secara keseluruhan—meliputi manajemen pengguna, monitoring IoT, dan kontrol pakan otomatis—ditunjukkan pada Gambar 2.

Pada lajur manajemen pengguna, sesi *login* diverifikasi melalui tabel *users* sebelum pengguna dapat mengakses *dashboard*. Pada lajur monitoring, ESP32 membaca sensor secara periodik dan menulis data ke tabel *sensor_data* yang ditampilkan pada *dashboard* secara *real-time*. Pada lajur kontrol, pengguna memasukkan target berat pakan, kemudian motor servo 1 membuka katup tangki hingga pembacaan *load cell* mencapai berat target. Motor servo 1 menutup, motor DC pelontar diaktifkan bersamaan dengan pembukaan servo 2, dan sistem kembali ke kondisi *idle* setelah proses selesai.

D. Rancangan Mekanik Prototipe

Rancangan mekanik prototipe pelontar pakan ikan ditunjukkan pada Gambar 3, yang terdiri atas enam komponen utama: (1) rangka utama, (2) tangki pakan, (3) corong *load cell*, (4)udukan motor servo 1, (5)udukan motor servo 2, dan (6) mekanisme pelontar pakan. Panel surya dipasang pada bagian atas rangka untuk memaksimalkan paparan radiasi matahari, sedangkan modul kontrol ditempatkan pada sisi rangka untuk kemudahan akses pemeliharaan.



Gambar 3. Rancangan mekanik prototipe pelontar pakan ikan.

E. Prosedur Pengujian

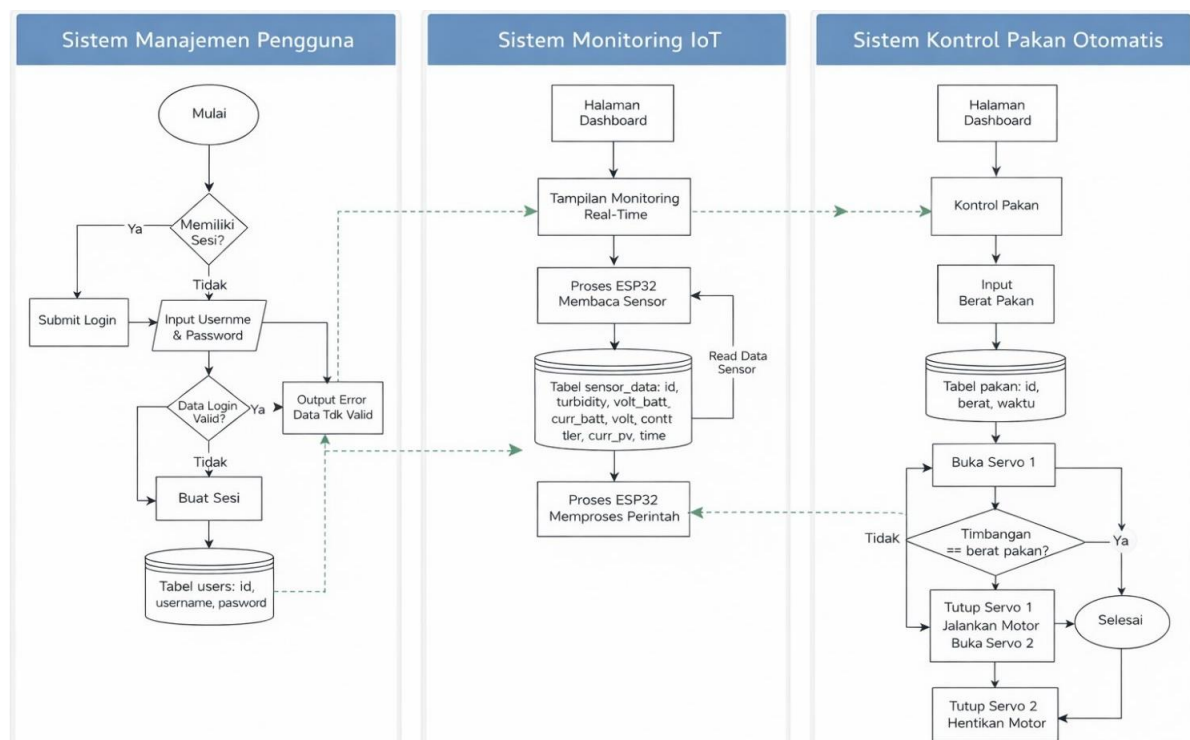
Pengujian dilaksanakan di Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang dari pukul 06.00 sampai 18.00 WITA selama empat hari berturut-turut untuk memperoleh variasi kondisi cuaca (cerah, berawan, dan hujan).

Pengujian sistem catu daya. Tegangan panel (V_{panel}), arus panel (I_{panel}), tegangan baterai, dan arus baterai diukur melalui sensor terintegrasi dan diverifikasi menggunakan *solar power meter* SM206. Intensitas radiasi matahari dicatat setiap satu jam sebagai parameter masukan untuk perhitungan efisiensi.

Pengujian sistem monitoring. Seluruh sensor diaktifkan, kemudian ESP32 mengirim data ke server pada interval tertentu. Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa (i) data tersimpan pada basis data dengan benar, (ii) *dashboard* menampilkan status perangkat dan grafik *real-time* secara konsisten, dan (iii) tidak terjadi kehilangan data selama periode pengujian.

F. Diagram Alir Sistem

Data hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi performa panel surya dan keandalan sistem monitoring. Langkah analisis meliputi: (1) perhitungan P_{out} dan P_{in} menggunakan persamaan (1); (2) perhitungan efisiensi η melalui persamaan (2); (3) penyusunan hasil perhitungan ke dalam tabel untuk mengidentifikasi tren; dan (4) pembuatan grafik hubungan antara intensitas radiasi matahari dengan efisiensi panel untuk menganalisis pola kinerja sistem pada berbagai kondisi lingkungan.



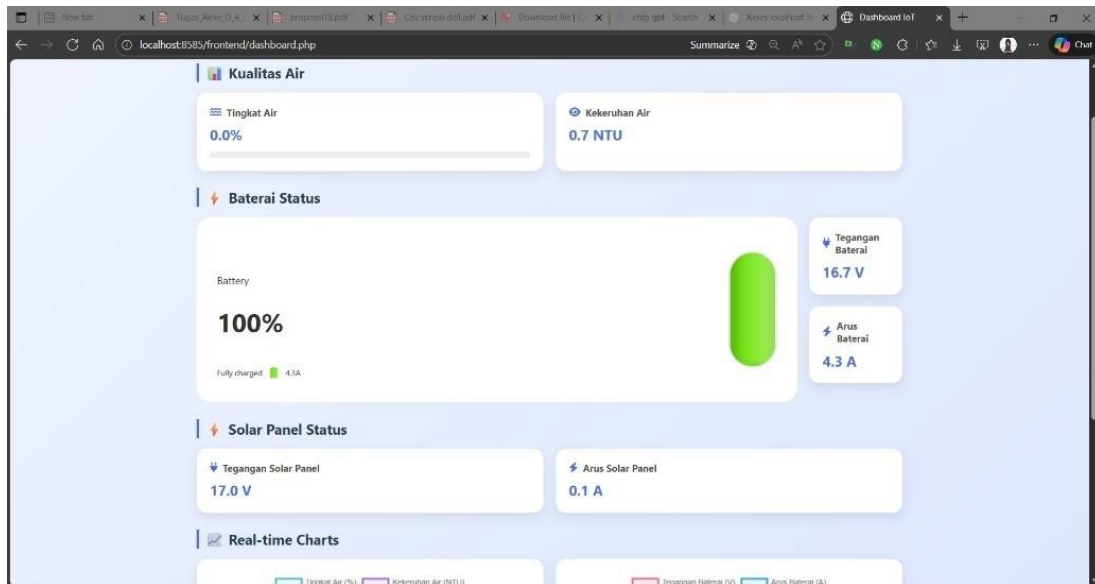
Gambar 2. Diagram alir sistem: manajemen pengguna, monitoring IoT, dan kontrol pakan otomatis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Antarmuka Sistem Monitoring Berbasis IoT

Hasil implementasi sistem *power source* dan sistem informasi berbasis IoT menghasilkan antarmuka *dashboard* seperti ditunjukkan pada Gambar 4. *Dashboard* menampilkan empat panel informasi utama, yaitu (1) kualitas air, yang menyajikan tingkat kekeruhan dalam satuan NTU berdasarkan pembacaan sensor *turbidity*; (2) status baterai, meliputi persentase kapasitas, tegangan dalam volt, dan arus yang mengindikasikan kondisi *charging* atau *discharging* dari sensor ACS712;

(3) status panel surya, yang menampilkan tegangan dan arus keluaran panel sebagai indikator performa pembangkitan energi; dan(4) grafik *real-time* untuk tegangan, arus, dan daya yang diperbarui secara otomatis sehingga performa sistem dapat dianalisis baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.



Gambar 4. Antarmuka *dashboard* monitoring pelontar pakan ikan.

B. Pengujian Kinerja Sistem Catu Daya

Pengujian kinerja sistem catu daya tenaga surya dilaksanakan dari pukul 06.00 hingga 18.00 WITA selama empat hari berturut-turut. Parameter tegangan dan arus panel, tegangan dan arus baterai, serta intensitas radiasi matahari dicatat setiap satu jam menggunakan sensor terintegrasi dan *solar power meter* SM206. Daya keluaran panel (P_{out}), daya masukan matahari (P_{in}), dan efisiensi (η) dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) pada bagian metodologi, dengan luas efektif panel surya $A = 0,49 \times 0,35 = 0,17 \text{ m}^2$.

Sebagai contoh perhitungan, data pengujian hari pertama pukul 07.00 menghasilkan $V_{panel} = 12,20 \text{ V}$, $I_{panel} = 0,05 \text{ A}$, dan $G = 43,6 \text{ W/m}^2$, sehingga:

$$P_{out} = 12,20 \times 0,05 = 0,61 \text{ W}$$

$$P_{in} = 43,6 \times 0,17 = 7,41 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{0,61}{7,41} \times 100\% = 8,23\%$$

Hasil pengolahan data pengujian pada hari kedua, yang merepresentasikan kondisi cuaca cerah dengan radiasi matahari tertinggi, ditunjukkan pada Tabel 1. Rekapitulasi performa panel untuk keempat hari pengujian ditampilkan pada Tabel 2.

C. Analisis dan Pembahasan

Data pengujian keempat hari menunjukkan pola yang konsisten antara intensitas radiasi matahari dengan daya keluaran panel. Pada pagi hari (06.00–07.00) dan sore hari (17.00–18.00), saat radiasi matahari berada pada rentang rendah ($0,7\text{--}60 \text{ W/m}^2$), daya keluaran panel hanya berkisar $0\text{--}1,28 \text{ W}$. Ketika radiasi meningkat pada pukul 08.00–10.00 hingga sekitar $400\text{--}970 \text{ W/m}^2$, daya keluaran naik signifikan ke rentang $4\text{--}18 \text{ W}$. Puncak performa sistem tercatat pada hari kedua pukul 13.00 dengan $G = 1058,1 \text{ W/m}^2$, $P_{out} = 20,47 \text{ W}$, dan $\eta = 11,28\%$.

Table 1. Hasil pengolahan data pengujian hari kedua (cuaca cerah)

Jam	V_{panel}	I_{panel}	G	P_{out}	η
	(V)	(A)	(W/m ²)	(W)	(%)
06.00	12,1	0,00	0,9	0,00	0,00
07.00	12,2	0,05	39,1	0,61	9,10
08.00	14,8	0,55	434,2	8,14	10,93
09.00	13,4	0,25	180,7	3,35	10,81
10.00	17,6	1,05	972,9	18,48	11,08
11.00	17,4	1,10	959,9	19,14	11,63
12.00	17,7	1,10	1024,6	19,47	11,08
13.00	17,8	1,15	1058,1	20,47	11,28
14.00	12,8	0,15	110,8	1,92	10,10
15.00	12,9	0,18	115,5	2,32	11,72
16.00	12,8	0,15	112,1	1,92	9,99
17.00	13,0	0,20	125,6	2,60	12,07
18.00	12,1	0,02	22,7	0,24	6,22

Table 2. Rekapitulasi performa sistem pada empat hari pengujian

Hari	G_{maks} (W/m ²)	$P_{out, maks}$ (W)	$\eta_{rata-rata}$ (%)	η_{maks} (%)
1	932,4	17,85	9,75	11,72
2	1058,1	20,47	10,10	12,07
3	824,3	14,67	9,79	12,24
4	824,3	7,12	8,90	12,43

Nilai efisiensi rata-rata harian berada pada rentang 8,90%–10,10% dan efisiensi puncak berkisar 11,72%–12,43% (Tabel 3). Rentang ini sesuai dengan karakteristik panel surya polikristalin komersial yang secara tipikal menghasilkan efisiensi lapangan 10%–15%, sedikit lebih rendah dari nilai labora-torium karena pengaruh suhu permukaan panel, sudut datang matahari yang tidak selalu optimal, serta rugi-rugi konversi pada *Solar Charge Controller* [14, 10]. Efisiensi yang relatif stabil di kisaran ~10%–12% pada saat radiasi tinggi menunjukkan bahwa sistem catu daya mampu mengonversi energi matahari secara konsisten pada kondisi operasi normal.

Meskipun demikian, pada sebagian pembacaan saat radiasi sangat rendah ($G < 50$ W/m²) teramati nilai efisiensi yang berfluktuasi di luar rentang tipikal. Fluktuasi tersebut disebabkan oleh sensitivitas rasio P_{out}/P_{in} terhadap galat pengukuran arus pada level rendah, dan bukan merefleksikan performa aktual panel. Secara keseluruhan, hasil pengujian membuktikan bahwa sistem *power source* berbasis panel surya 20 Wp dan sistem informasi berbasis IoT yang dikembangkan berhasil memantau dan mengirim-imkan informasi perangkat, distribusi beban, serta konsumsi daya secara *real-time*, sehingga memenuhi tiga tujuan penelitian yang dirumuskan pada bagian pendahuluan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem *power source* dan sistem informasi berbasis IoT untuk monitoring pelontar pakan ikan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Sistem *power source* berbasis panel surya 20 Wp yang dipadukan dengan *Solar Charge Controller*, baterai 12 V, dan tiga modul *step-down converter* (5 V, 6 V, dan 11 V) berhasil menyuplai kebutuhan daya ESP32, sensor, motor servo, dan motor DC pelontar pakan ikan secara mandiri tanpa bergantung pada jaringan PLN.
- Integrasi teknologi IoT melalui ESP32 dan metode HTTP GET berhasil mengirimkan data kualitas air, status baterai, status panel surya, serta grafik tegangan, arus, dan daya secara *real-time* ke *dashboard* berbasis web, sehingga memungkinkan pemantauan perangkat dari jarak jauh.
- Pengujian selama empat hari menunjukkan daya keluaran puncak sebesar 20,47 W pada radiasi 1058,1 W/m², dengan efisiensi rata-rata harian 8,90%–10,10% dan efisiensi puncak 11,72%–

12,43%. Nilai ini sesuai dengan karakteristik panel polikristalin komersial pada kondisi lapangan, sehingga sistem dinilai efektif sebagai catu daya pelontar pakan ikan pada lokasi budidaya yang jauh dari listrik konvensional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang atas dukungan fasilitas laboratorium dan sarana pengujian selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardiyallah Akbar, Z. Z. M. L. D. S. (2022). ESP32. <https://doi.org/10.55927/fjcis.v1i2.1151>
- [2] Al Hakim, R. R. (2020). Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia: Literatur Review. *ANDASIH Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1–11.
- [3] Arifin, T. N., Febriyani Pratiwi, G., & Janrafsasih, A. (2022). Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak. *Jurnal Tera*, 2(2), 55–62.
- [4] Cahyadi, C. I., et al. (2020). Efisiensi Recharger Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Edu Elekrika Journal*, 9(2), 61–65.
- [5] Digiware Store. (2023). *Voltage Sensor Module 25V Sensor Tegangan untuk Arduino*. Diakses pada 3 Maret 2026, dari <https://digiwarestore.com/id/sensor-other/voltage-sensor-module-25v-sensor-tegangan-for-arduino-296469.html>
- [6] Fatturahman, F., & Irawan, I. (2019). Monitoring Filter Pada Tangki Air Menggunakan Sensor Turbidity Berbasis Arduino Mega 2560 Via SMS Gateway. *Jurnal Komputasi*, 7(2), 19–29. <https://doi.org/10.23960/komputasi.v7i2.2422>
- [7] Hendrawan, M. A., & Rezky, M. F. (2023). *Pengembangan Sistem Mekanik dan Kontrol Prototipe Robot Pelontar Pakan Ikan*. <https://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8398/>
- [8] Junaldy, M., Sompie, S. R. U. A., & Patras, S. (2019). Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(1), 9–14.
- [9] Kona, M., Palpialy, J. V., & Bunahri, R. R. (2024). Kampanye Energi Terbarukan (*Renewable Energy*) di Lingkungan Penerbangan bagi Siswa SMA/SMK. *Jurnal Inovasi Pengabdian Dalam Penerbangan*, 4(2), 1–9.
- [10] Priatam, P. P. T. D. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE: Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48–54.
- [11] Radouan Ait Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 9(2), 77–101. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006>
- [12] Sih Setyono, J., Hari Mardiansjah, F., & Febrina Kusumo Astuti, M. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186.
- [13] Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>
- [14] Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57. <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>
- [15] Widyaningrum, M., & Rangga, G. (2021). *Modifikasi Prototipe Robot Pelontar Pakan Ikan dan Sistem Monitoring Level Air Pada Tambak*.