

## RANCANG BANGUN ALAT PAKAN IKAN KERAPU OTOMATIS BERTENAGA SURYA DI KERAMBA JARING APUNG

### *Design of A Solar-Powered Automatic Grouper Fish Feeder In Floating Net Cages*

Hendi Santoso<sup>1\*)</sup>, Robin Saputra<sup>2)</sup>, Zan Zibar<sup>3)</sup>, Rizqan Khairan Munandar<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas IPA dan Kelautan, Universitas OSO  
Jl. Untung Suropati No. 99, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, 78122

<sup>\*)</sup>Korespondensi: hendisantoso@oso.ac.id

Diterima: 1 Agustus 2024; Disetujui: 29 November 2024

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pemberi pakan otomatis untuk ikan kerapu yang beroperasi di keramba jaring apung, menggunakan sumber energi surya. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dalam pemberian pakan secara tepat waktu dan jumlah yang sesuai, guna mendukung pertumbuhan optimal ikan. Alat ini dilengkapi dengan panel surya sebagai sumber daya utama, serta sensor waktu untuk mengatur frekuensi pemberian pakan. Dengan adanya teknologi ini, diharapkan dapat mengoptimalkan produktivitas budidaya ikan kerapu, sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan melalui penggunaan energi terbarukan. Uji coba alat dilakukan di lokasi keramba jaring apung di Pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta dengan hasil menunjukkan bahwa alat mampu berfungsi secara efektif, memberikan pakan sesuai jadwal yang ditentukan, dan bekerja dengan stabil menggunakan energi matahari. Penelitian ini menguji hubungan antara waktu putar motor penggerak pakan (motor DC) dan berat pakan yang dikeluarkan. Waktu putar motor DC berbanding lurus dengan bobot pakan yang keluar dan mempunyai nilai korelasi diatas 90%. Daya yang dibutuhkan untuk satu hari penggunaan alat ialah sebesar 36.01 watt. Dalam sistem ini kami menggunakan jenis baterai 18650 dengan kapasitas 2000mAh (2Ah) dan mempunyai tegangan sebesar 3.7 volt sebanyak 12 buah dan menggunakan panel surya 10wp.

**Kata Kunci:** Alat Pakan Otomatis, Energi Surya, Ikan Kerapu, Keramba Jaring Apung, Efisiensi Budidaya Ikan

### ABSTRACT

*This research aims to design and develop an automatic feeding device for grouper fish operating in floating net cages, using solar energy as the power source. The system is designed to improve feeding efficiency by providing feed at the right time and in the appropriate amount, supporting optimal fish growth. The device is equipped with solar panels as the main power supply, along with a time sensor to regulate feeding frequency. This technology is expected to optimize the productivity of grouper aquaculture while maintaining environmental sustainability through the use of renewable energy. The device was tested in floating net cages at Semak Daun Island, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta, with the results showing that it functioned effectively, dispensing feed according to the set schedule and operating stably using solar power. This research examined the relationship between the rotation time of the feed motor (DC motor) and the weight of the dispensed feed. The rotation time of the DC motor is*

*directly proportional to the feed weight, with a correlation value exceeding 90%. The energy required for one day of operation is 36.01 watts. In this system, we used 12 units of 18650 batteries with a capacity of 2000mAh (2Ah) and a voltage of 3.7 volts, along with a 10wp solar panel.*

**Keywords:** *Automatic Feed Device, Fish Farming Efficiency, Floating Net Cage, Grouper Fish, Solar Energy*

## PENDAHULUAN

Budidaya ikan kerapu (*Epinephelus* spp.) telah berkembang pesat sebagai salah satu sektor perikanan yang penting, terutama di wilayah Asia Tenggara. Salah satu metode budidaya yang umum digunakan adalah kerambah jaring apung (KJA). Metode ini dikenal efektif untuk meningkatkan produksi ikan kerapu dengan memanfaatkan perairan terbuka.

Ikan kerapu adalah spesies yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena dagingnya yang lezat dan permintaan pasar yang tinggi. Terdapat beberapa spesies ikan kerapu yang umum dibudidayakan, antara lain kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), kerapu kertang (*Epinephelus lanceolatus*), dan kerapu sunu (*Plectropomus* spp.) (Yulianto & Prasetyo, 2021).

Pakan ikan kerapu merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya ikan kerapu untuk memastikan pertumbuhan yang optimal dan kesehatan ikan. Jenis pakan yang digunakan bisa dibedakan menjadi beberapa kategori utama: pakan alami, pakan buatan, dan pakan tambahan. Pakan alami diantaranya Ikan rucah (Nugroho & Suryaningrum, 2019) dan Plankton baik fitoplankton maupun zooplankton (Sutarmi et al., 2020). Pakan buatan diantaranya adalah pelet dengan berbagai macam ukuran sesuai dengan berat dan besar ikan kerapu (Susanto & Setiawan, 2018). Pakan Tambahan diantaranya cacing laut (Wahyuni et al., 2021) dan udang kecil atau biasa disebut dengan rebon (Hidayat & Lestari, 2022).

Kerambah Jaring Apung (KJA) adalah metode budidaya ikan yang menggunakan struktur kerangka apung dengan jaring yang terendam di dalam air. Sistem ini memanfaatkan perairan terbuka seperti laut, danau, atau waduk, yang memungkinkan pertukaran air secara alami untuk menyediakan oksigen dan membuang limbah metabolik (Putra et. al, 2019).

Budidaya ikan kerapu di kerambah jaring apung (KJA) di tengah laut menghadapi beberapa tantangan signifikan. Salah satunya adalah akses yang sulit terhadap listrik dan kebutuhan penggunaan kapal untuk memberikan pakan (Handoko et al., 2021). Kondisi ini menyebabkan peningkatan biaya operasional dan keterbatasan dalam efisiensi pemberian pakan. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif yang mampu mengatasi kendala tersebut. (Iskandar & Suprpto, 2023).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pemberian pakan pada ikan. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Mardiyah et al. (2018) merancang sistem pemberian pakan otomatis menggunakan pengontrol waktu berbasis mikrokontroler untuk ikan air tawar. Namun, penelitian tersebut belum secara spesifik menyentuh kebutuhan budidaya ikan kerapu di keramba jaring apung, yang memiliki kondisi lingkungan berbeda, seperti fluktuasi pasang surut dan paparan cuaca yang lebih ekstrem.

Selain itu, penelitian oleh Hidayat (2020) mengembangkan alat pemberi pakan otomatis bertenaga listrik pada budidaya ikan nila. Alat tersebut terbukti meningkatkan efisiensi pemberian pakan,

tetapi masih tergantung pada sumber listrik eksternal. Hal ini menjadi kendala bagi para pembudidaya yang berlokasi di wilayah terpencil atau perairan terbuka, di mana akses terhadap listrik terbatas.

Penelitian ini membuat alat pakan otomatis bertenaga surya dengan sistem kendali berbasis Arduino sebagai solusi praktis dan efisien untuk pemberian pakan di KJA yang terletak di tengah laut. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai kontrol utama, potensiometer untuk mengukur jumlah pakan serta jenis pakan yang digunakan, motor dc untuk membuka dan mengalirkan pakan ke dalam KJA, penampil liquid crystal display (LCD), dan kartu microSD sebagai output penyimpanan data. Kartu microSD digunakan untuk menyimpan datalogger jenis pakan dan berat pakan seperti halnya dalam penelitian (Santoso *et. al.*, 2019) untuk menyimpan data suhu dan kelembaban pasir.

Arduino Uno dipilih karena fleksibilitasnya dan dukungan komunitas yang luas, serta kemampuannya untuk mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator (Bhanzi & Shiloh, 2014).

## METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu meliputi perancangan alat yang terdiri atas perancangan mekanik, sistem elektronik, dan perangkat lunak, implementasi, dan uji laboratorium dan uji coba lapangan.

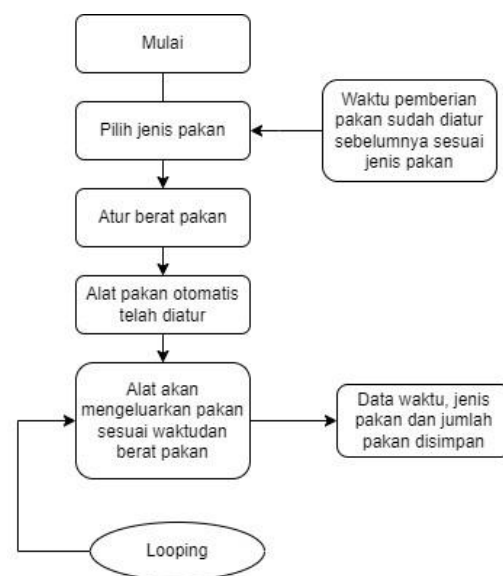
### Desain dan Pembuatan Prototipe

Prototipe alat pakan otomatis (gambar 1) dirancang dengan komponen utama berupa panel surya, baterai penyimpan energi, mikrokontroler dan mekanisme pemberi pakan (Santoso *et al.*, 2022). Panel surya digunakan untuk mengisi baterai yang akan menyuplai energi bagi alat pakan (Yulianto & Saputra, 2019). Mikrokontroler diprogram untuk mengatur jumlah pakan dan jenis pakan yang diberikan sesuai

dengan jadwal yang ditentukan. Diagram alir penelitian dapat di lihat pada gambar 2.

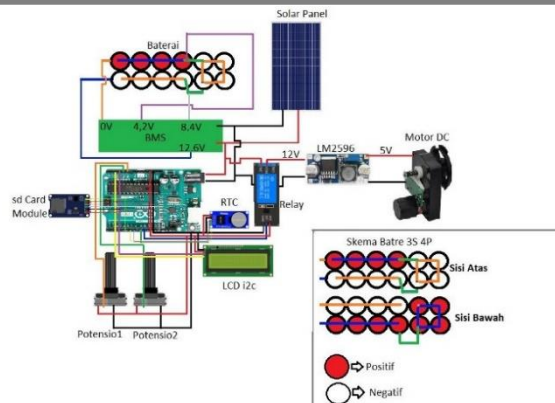


Gambar 1. Design alat pakan ikan otomatis



Gambar 2. Diagram Alir alur kerja alat pakan otomatis

Skematik rangkaiannya dinyatakan dalam Gambar 3. Port digital pin D2 Arduino Uno digunakan sebagai output dari relay untuk mengatur mesin hidup atau mati pada motor DC, port analog A0 sebagai tombol potensiometer untuk mengatur jenis pakan dan analog A1 untuk mengatur bobot pakan port digital SPI (pin D10, D11, D12, dan D13) sebagai masukan modul microSD, port analog A4 dan A5 sebagai masukan I2C RTCDS1307 dan LCD 16x2. Sistem ini menggunakan 12 buah baterai 18650 dengan 3 rangkai seri dan 4 rangkaian parallel.



Gambar 3. Skema rangkaian sistem elektronik

Perancangan perangkat lunak firmware dilakukan dengan menggunakan pemrograman IDE Arduino versi 1.8.19. Firmware yang telah dibuat diunduh di Arduino Uno. Firmware ini memiliki fungsi untuk mengatur berat pakan, jenis pakan serta merekam data jenis pakan, berat pakan dan waktu pemberian pakan dan melakukan penyimpanan data ke dalam kartu microSD. Alur perangkat lunak pada instrument ditunjukkan pada Algoritme 1.

Algoritme 1. Alur perangkat lunak sistem Arduino

```

void Setup()
1: init_RTC_DS1307
2: if (init_SDcard) then SDcard = true
   endif
void Loop()
3: setting_jenis_pakan
4: setting_berat_pakan
5: motor jalan sesuai jam, berat makan
6: time = get_RTC
7: analog0 = get_jenis_pakan
8: analog1 = get_berat_pakan
9: if (SDcard) then
11: save_dataCSV(time, jenis_pakan,
    berat_pakan)
endif
    
```

### Pengujian Sistem

Pengujian sistem meliputi uji laboratorium dan uji lapangan. Bagian penting dari alat ini adalah motor DC yang menggerakkan dispenser pakan. Penelitian ini menguji hubungan antara waktu putar motor DC dan berat pakan yang dikeluarkan untuk memastikan efisiensi dan konsistensi pemberian pakan. Uji laboratorium yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji

waktu putaran mesin dengan nilai berat pakan. Waktu putaran dikonversi menjadi berat pakan. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa jenis pakan yaitu GR 2, GR 3, GR 4, GR 5 GR7 dan GR 10.

GR 2 dan GR 3, biasanya digunakan untuk benih ikan kerapu yang masih sangat kecil. Ukuran butiran pakan ini lebih kecil dan halus, dirancang agar dapat dikonsumsi dengan mudah oleh ikan di tahap awal pertumbuhan. GR 4 dan GR 5, digunakan untuk ikan kerapu yang sedang dalam tahap pertumbuhan (juvenile). GR 7 dan GR 10, dirancang untuk ikan kerapu yang sudah mendekati ukuran dewasa atau pada tahap pertumbuhan akhir sebelum dipanen.

Uji akurasi putaran motor dc dilakukan dengan cara membandingkan data yang diperoleh dari waktu putaran yang diukur menggunakan stopwatch dengan nilai berat yang dipakai pada timbangan digital.

Pengujian lapang dilakukan di KJA Sea Farming di Pusat Kajian Pesisir dan Lautan, Pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu, Jakarta. Pengujian dilakukan pada tanggal 16-20 September 2023.

### HASIL DAN PENELITIAN

Beberapa pengujian dilakukan untuk memastikan alat berfungsi dengan baik. Pengujian ini meliputi uji akurasi berat pakan, uji coba waktu pemberian pakan dan ujicoba keluaran pakan sesuai jenis pakannya.

#### Pengujian Putaran Motor DC

Bagian penting dari alat ini adalah motor DC yang menggerakkan dispenser pakan. Penelitian ini menguji hubungan antara waktu putar motor DC dan berat pakan yang dikeluarkan untuk memastikan efisiensi dan konsistensi pemberian pakan. Sistem kerja motor ini dengan memutar spiral (kemudian memanfaatkan gravitasi untuk mengeluarkan pakan.

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa jenis pakan yaitu GR 3, GR 4, GR 5 dan GR 7. Pemilihan pakan ini sesuai dengan jenis pakan yang dikonsumsi oleh ikan kerapu. Perbandingan waktu dengan berat pakan ikan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Berat Pakan dengan Waktu Putar Motor

No	Waktu (detik)	Jenis Pakan (gram)					
		GR2	GR3	GR4	GR5	GR7	GR10
1	10	14	13	12	12	11	11
2	20	27	25	25	23	20	20
3	30	43	39	36	35	32	29
4	40	53	53	50	45	41	40
5	50	69	68	61	58	52	48
6	60	82	80	73	71	63	59
7	70	95	95	84	83	72	68
8	80	106	102	93	94	84	75
9	90	122	118	109	105	95	86
10	100	138	130	118	116	104	93
11	110	149	142	130	129	115	108
12	120	164	160	143	130	130	113
13	130	174	170	156	143	142	122
14	140	190	185	163	156	154	134
15	150	204	193	178	170	162	139
16	160	214	202	190	181	174	152
17	170	230	225	203	194	186	162
18	180	239	237	215	202	195	170
19	190	251	245	225	213	215	178
20	200	268	259	243	223	223	188
21	210	279	275	253	234	234	196
22	220	294	290	268	246	250	206
23	240	322	310	295	270	262	224
24	260	348	342	312	293	275	243
25	280	376	359	342	325	286	261
26	300	401	387	369	345	312	280
27	320	425	402	392	367	337	298
28	340	452	423	409	389	359	316
29	360	480	458	429	403	382	335
30	380	502	490	452	427	402	353
31	400	529	519	486	448	425	372

Dari hasil pengujian tersebut di dapat hubungan linearitas antara lama putaran motor dengan banyaknya pakan yang keluar, seperti diperlihatkan oleh Gambar 6, maka diperoleh persamaan (1) (2) (3) (4) (5) dan (6) sesuai masing-masing jenis pakan yaitu jenis pakan GR2, GR3, GR4, GR5, GR7 dan GR10 sebagai berikut:

$$y = 1.3226x + 2.7355 \dots \dots \dots (1)$$

$$y = 1.2747x + 3.2237 \dots \dots \dots (2)$$

$$y = 1.2102x - 1.0726 \dots \dots \dots (3)$$

$$y = 1.1268x + 1.1056 \dots \dots \dots (4)$$

$$y = 1.0605x + 1.8301 \dots \dots \dots (5)$$

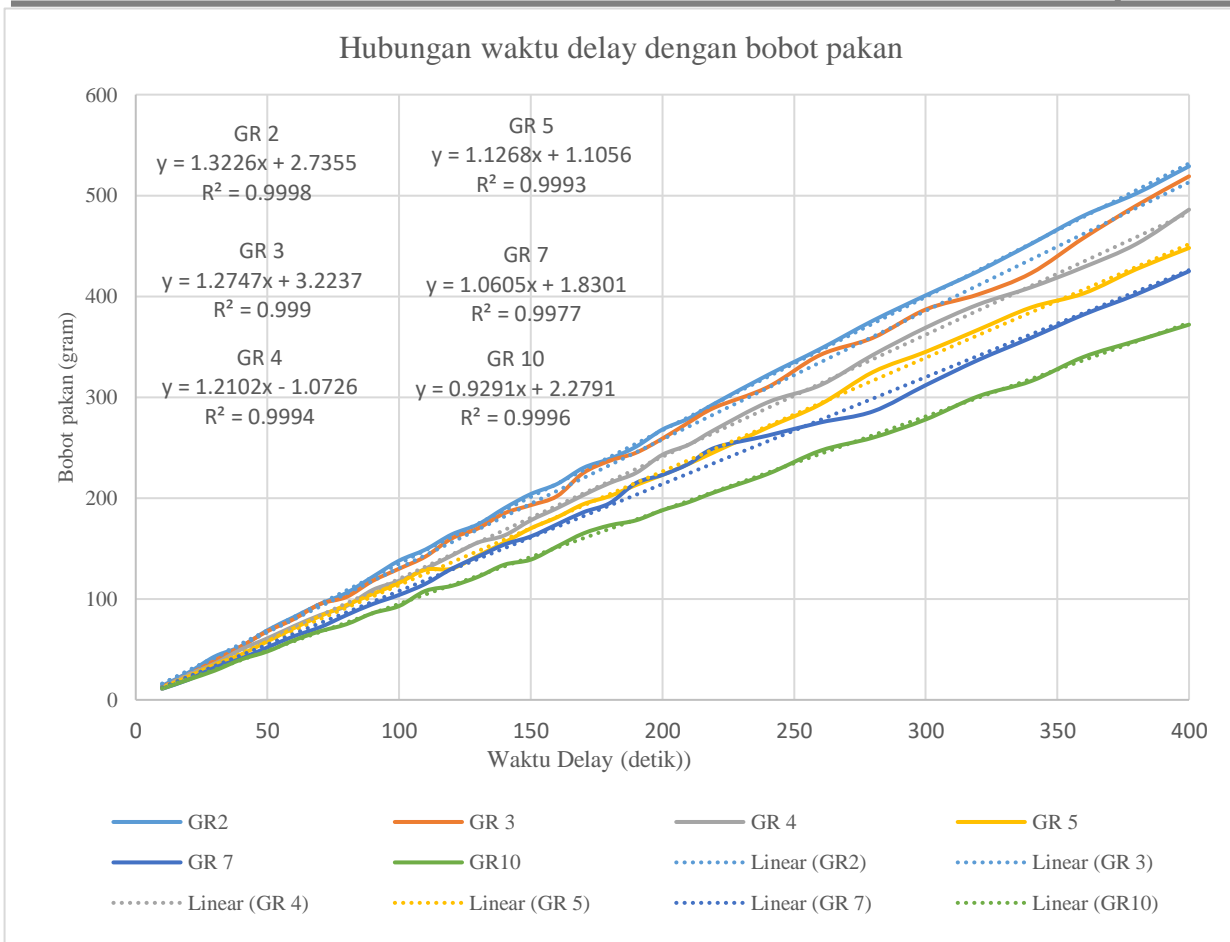
$$y = 0.9291x + 2.2791 \dots \dots \dots (6)$$

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alat pakan otomatis dapat meningkatkan efisiensi dan penghematan waktu dalam budidaya ikan. Alat ini memungkinkan pemberian pakan pada interval yang tepat dan dalam jumlah yang sesuai. Penelitian ini menunjukkan nilai akurasi lebih dari 90% dari hubungan waktu delay dengan bobot pakan. Alat ini memungkinkan untuk beberapa variasi jenis pakan ikan kerapu mulai dari GR 2, GR 3, GR 4, GR 5, GR 7 dan GR 10.

**Analisis konsumsi daya**

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa motor DC baik yang digunakan untuk memutar spiral yang digunakan untuk mengeluarkan pakan dapat beroperasi pada tegangan kerja 5 Volt arus sebesar 2.42 ampere atau sebesar 12.1 watt/jam. Sistem kerja untuk driver arduino dan perangkat lainnya bekerja dengan tegangan kerja sebesar 8.9 volt dengan arus sebesar 0.15 ampere atau sebesar 1,335 watt/jam.

Konsumsi energi perhari untuk konsumsi alat ini jika dalam keadaan *idle* tanpa mesin mengeluarkan pakan perhari yaitu 32.04 watt perhari. Konsumsi energi pada saat mesin mengeluarkan pakan dapat tergantung dengan banyaknya pakan dan jenis pakan yang dikeluarkan. Perhitungan energi listrik yang dikeluarkan dalam setiap bobot dan jenis pakan dapat dilihat dalam tabel 2.



Gambar 4. Hubungan waktu delay dengan bobot pakan

Tabel 2. Perhitungan berat pakan dengan daya yang dibutuhkan

Pakan (gram)	Energi motor (watt)					
	GR2	GR3	GR4	GR5	GR7	GR10
50	0.12	0.12	0.14	0.15	0.15	0.17
100	0.25	0.26	0.28	0.30	0.31	0.35
150	0.37	0.39	0.42	0.44	0.47	0.53
200	0.50	0.52	0.56	0.59	0.63	0.72
250	0.63	0.65	0.70	0.74	0.79	0.90
300	0.76	0.78	0.84	0.89	0.94	1.08
350	0.88	0.91	0.97	1.04	1.10	1.26
400	1.01	1.05	1.11	1.19	1.26	1.44
450	1.14	1.18	1.25	1.34	1.42	1.62
500	1.26	1.31	1.39	1.49	1.58	1.80
550	1.39	1.44	1.53	1.64	1.73	1.98
600	1.52	1.57	1.67	1.79	1.89	2.16
650	1.64	1.70	1.81	1.93	2.05	2.34
700	1.77	1.84	1.95	2.08	2.21	2.52
750	1.90	1.97	2.09	2.23	2.37	2.70
800	2.03	2.10	2.22	2.38	2.53	2.88
850	2.15	2.23	2.36	2.53	2.68	3.07

900	2.28	2.36	2.50	2.68	2.84	3.25
950	2.41	2.49	2.64	2.83	3.00	3.43
1000	2.53	2.63	2.78	2.98	3.16	3.61

Energi (daya) listrik yang terpakai untuk mengeluarkan pakan sebanyak 1000 gr tertinggi pada GR 10 yaitu 3.61 watt. Jika alat ini mengeluarkan pakan maksimal perhari 1000 gram maka daya yang dibutuhkan ialah 35.65 watt.

### Analisis Energi

Daya yang dibutuhkan untuk satu hari penggunaan alat ialah sebesar 36.01 watt. Dalam sistem ini kami menggunakan jenis baterai 18650 dengan kapasitas 2000mAh (2Ah) dan mempunyai tegangan sebesar 3.7 volt. Energi total dalam satu baterai sebesar 7.4 Wh (Watt Hour).

Dalam sistem kami menggunakan 12 buah baterai dengan 3 rangkaian seri dan 4 rangkaian parallel. Energi total yang tersimpan dalam rangkaian baterai ini sebesar 88.8 Wh. Dalam satu kali full baterai dapat digunakan untuk menghidupnya sistem selama 2 hari 11 Jam 51 menit tanpa adanya penyinaran matahari secara langsung. Sistem pengisian daya menggunakan panel surya dengan kapasistas 10 wp atau dengan maksimal 50 watt/hari. Adapun 5 jam didapat dari efektivitas rata-rata waktu sinar matahari bersinar di negara tropis seperti Indonesia (NCEI, 2024) (Tiba et al., 2004).

### Implementasi Sistem

Bentuk alat pemberi pakan otomatis (gambar 5) berdasarkan kebutuhan pakan ikan kerapu sesuai laju pertumbuhan hariannya berhasil dirancang dengan komponen dan spesifikasi sebagai berikut:

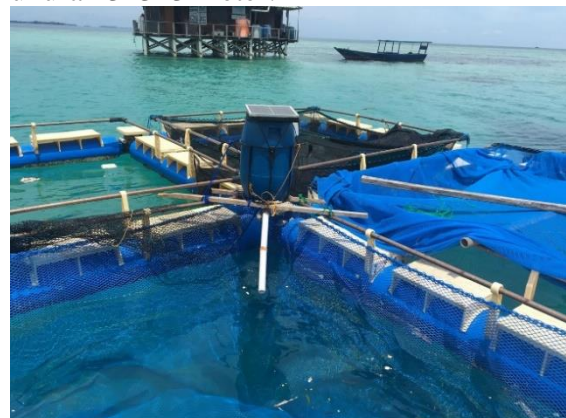
- Rangka menggunakan drum plastic ukuran 60 liter dengan dimensi tinggi 64 cm dan diameter 40 cm.
- Penyangga menggunakan besi padat
- Sistem pada alat ini menggunakan tegangan sebesar 9 volt.
- Motor pengeluar pakan menggunakan mesin DC dengan tegangan 5 Volt
- PV Modul yang digunakan sebesar 10 WP
- Wadah panampung pakan: polikarbonat (PC) atau polietilen tereftalat (PET) dengan kapasitas 10Kg.



Gambar 5. Alat Pakan Ikan Otomatis

### Uji coba lapangan

Uji coba lapangan (gambar 8) dilakukan di Keramba Jaring Apung (KJA) Balai Seafarming Pusat Kajian dan Pesisir Lautan (PKSPL), perairan Pulau Semak Daun, yang terletak di Kepulauan Seribu, DKI Jakarta pada tanggal 16-20 September 2023. Keramba jaring apung ini memiliki ukuran 3x3x3 meter.



Gambar 6. Uji coba lapangan

Mengatur jenis pakan dan berat pakan dilakukan dengan memutar knob potensiometer. Knob potensiometer sebelah kiri untuk mengatur jenis pakan yaitu pakan GR2, GR3, GR4, GR5, GR7 dan GR10. Knob potensiometer sebelah kanan untuk mengatur bobot pakan yang akan keluar

yaitu dengan keluaran maksimal 1000 gram.

Pada saat ujicoba lapang pakan yang diberikan adalah GR 5 dengan jumlah total perhari yaitu 500 gram pada pukul 08.00 & 16.00. Pemberian pakan diberikan 2 hari sekali. Jadwal lengkap waktu pemberian pakan dengan jenis pakan dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perhitungan berat pakan dengan daya yang dibutuhkan

No	Kode Pakan	Frekuensi	Waktu Pemberian Pakan
1	GR 3	3 Kali	08.00
			12.00
			16.00
2	GR 4	3 Kali	08.00
			12.00
			16.00
3	GR 5	2 Kali	08.00
			16.00
4	GR 7	2 Kali	08.00
			16.00
5	GR 10	1 Kali	16.00

Pada uji coba lapangan alat pakan ikan otomatis diletakkan di atas KJA dengan jarak paralon ke air sebesar 10 cm. Dalam penelitian ini alat dapat bekerja dengan baik selama masa ujicoba dengan mengeluarkan pakan sesuai dengan jumlah yang sudah di atur. Hasil uji coba dapat kita lihat di dalam *micro sd* yang sudah ditanam di dalam instrumen. Format data dalam *sd* berbentuk \*.*csv*.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara waktu putar motor DC dan berat pakan yang dikeluarkan. Temuan ini konsisten dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang membahas penggunaan sistem pemberi pakan otomatis untuk budidaya ikan. Namun, terdapat beberapa aspek yang membedakan penelitian ini dari penelitian sebelumnya, baik dari segi konteks aplikasi maupun dampak yang dihasilkan terhadap

efisiensi pemberian pakan pada ikan kerapu.

Sebagai contoh, penelitian oleh Subagiyo et al. (2017) yang meneliti hubungan antara kecepatan putar motor dan distribusi pakan pada budidaya ikan nila juga menemukan korelasi positif. Namun, penelitian tersebut dilakukan pada lingkungan perairan tawar yang cenderung lebih stabil daripada lingkungan keramba jaring apung di laut terbuka. Di sisi lain, penelitian ini menitikberatkan pada budidaya ikan kerapu di keramba jaring apung, yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti pasang surut dan kondisi cuaca. Penggunaan energi terbarukan berupa panel surya dalam sistem ini juga memberikan nilai tambah dari segi keberlanjutan yang belum banyak dibahas dalam penelitian serupa.

## SIMPULAN

Penggunaan alat pakan otomatis bertenaga surya berbasis mikrokontroler Arduino merupakan solusi praktis dan efisien untuk mengatasi tantangan pemberian pakan ikan kerapu di KJA yang terletak di tengah laut. Alat ini memungkinkan pemberian pakan pada interval yang tepat dan dalam jumlah yang sesuai. Penelitian ini menunjukkan nilai akurasi lebih dari 90% dari hubungan waktu delay dengan bobot pakan. Alat ini memungkinkan untuk beberapa variasi jenis pakan ikan kerapu mulai dari GR 2, GR 3, GR 4, GR 5, GR 7 dan GR 10.

Daya yang diperlukan alat ini cukup rendah yaitu sekitar 1.35 Watt/jam atau sekitar 32.4 watt perhari dengan sistem *idle* tanpa mengeluarkan pakan. Maksimal daya yang diperlukan untuk menggerakkan motor dc yang bertujuan mengeluarkan pakan sebesar 1000 gram/hari adalah 3.61 watt. Total daya maksimal perhari yang dibutuhkan dalam sistem ini adalah 36.01 watt. Panel surya yang digunakan pada alat ini terbukti mampu menyediakan energi yang cukup untuk mengoperasikan alat sepanjang hari dengan kebutuhan energi

36,01 watt. Hal ini menunjukkan bahwa budidaya ikan kerapu dapat dilakukan dengan lebih hemat energi dan ramah lingkungan, tanpa ketergantungan pada listrik konvensional.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Banzi, M., & Shiloh, M (2014). *Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform*, Maker Media, Inc.
- Handoko, R., Prasetyo, B., & Wibowo, S. (2021). Mitigasi Predasi dalam Budidaya Ikan Kerapu di KJA. *Jurnal Perikanan Terapan*, 7(2), 123-130.
- Hidayat, A. (2020). Pengembangan Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Bertenaga Listrik pada Budidaya Ikan Nila. *Jurnal Teknologi Perikanan*, 15(2), 123-135.
- Hidayat, R., & Lestari, D. (2022). Penggunaan Udang sebagai Pakan Tambahan dalam Budidaya Ikan Kerapu. *Jurnal Perikanan Tropis*, 17(1), 54-61.
- Iskandar, Z., & Suprpto, H. (2023). Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Stabilitas Kerambah Jaring Apung. *Jurnal Teknologi Perikanan*, 15(1), 67-76.
- Mardiyah, R., Supriyanto, S., & Darmawan, A. (2018). Sistem Pemberian Pakan Otomatis untuk Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Rekayasa Perangkat Elektronik*, 10(1), 78-85.
- [NCEI] National Centers for Environmental Information. (2024). Monthly Climatic Data for the World.
- Nugroho, A., & Suryaningrum, T. (2019). Penggunaan Ikan Rucah sebagai Pakan Alami pada Budidaya Ikan Kerapu. *Jurnal Perikanan*, 11(2), 75-82.
- Putra, E., Nugroho, D., & Rahmawati, A. (2019). Pengelolaan Kualitas Air pada Budidaya Ikan Kerapu di KJA. *Jurnal Akuakultur*, 11(3), 189-198.
- Santoso, H., Hestirianoto, T., & Jaya, I., Sistem pemantauan suhu dan kelembapan pasir sarang penyu menggunakan Arduino Uno, *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 9, no. 1, pp. 8-14, Jan. 2021.
- Santoso, T., Suprpto, R., & Haryanto, J. (2022). Desain dan Implementasi Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis. *Jurnal Teknologi Terapan*, 12(1), 67-75.
- Susanto, H., & Setiawan, D. (2018). Formulasi Pelet Pakan Ikan Kerapu Berbasis Bahan Baku Lokal. *Jurnal Teknologi Pakan*, 9(1), 33-41.
- Sutarmi, R., Wahyuni, S., & Mulyani, A. (2020). Pengaruh Plankton sebagai Pakan Alami terhadap Pertumbuhan Larva Ikan Kerapu. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(3), 145-152.
- Tiba, C., & Fraidenaich, N., (2004) Analysis of monthly time series of solar radiation and sunshine hours in tropical climates, *Renewable Energy*, nvol. 29, no. 7, June 2004.
- Wahyuni, S., Hidayat, M., & Kurniawan, T. (2021). Efektivitas Cacing Laut sebagai Pakan Tambahan untuk Pertumbuhan Ikan Kerapu. *Jurnal Akuakultur Terapan*, 13(2), 90-98.
- Yulianto, B., & Prasetyo, D. (2021). Jenis-Jenis Ikan Kerapu yang Dibudidayakan di Indonesia. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 5(1), 34-43.
- Yulianto, B., & Saputra, D. (2019). Implementasi Panel Surya untuk Sistem Otomatisasi Akuakultur. *Jurnal Energi dan Teknologi*, 7(2), 89-97.