

Desain dan Manufaktur Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis Berbasis IoT dengan Mikrocontroller ESP32 dan Integrasi Tenaga Surya

Hery Irawan¹, Andy Suryowinoto^{2*}, Sukendro Broto Sasongko³,
& Angger Eka Widiyanto⁴

^{1,3,4} Prodi Teknik Mesin/Fakultas Teknik Industri/Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

² Prodi Teknik Elektro/Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi/

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

*Email: andysuryo@itats.ac.id

ABSTRACT

Fish farming in Indonesia has significant potential, both for consumption and ornamental purposes. However, one of the main challenges in fish farming is the manual feeding process, which is time-consuming and requires considerable labor. To address this issue, this research develops an automated fish feeding device based on the Internet of Things (IoT). This study aims to design and test an automatic fish feeding device that uses the ESP32 microcontroller connected to IoT. The system allows for automatic and controlled feeding, based on time settings and the required amount of feed. The methods employed in this research include the design of hardware and software integrated with IoT sensors, which can be programmed to dispense feed at specific distances and times. Testing was conducted to measure feed dispensing distance, energy efficiency, and labor cost savings. The test results indicate that the device is capable of dispensing feed up to a distance of 5 meters, with feed particle sizes ranging from 4-5 mm and the motor running at 12,000 rpm. The system also utilizes solar panels as an energy source, reducing dependence on electricity. The findings of this study demonstrate that the IoT-based automatic feeding device can enhance operational efficiency, reduce labor costs, and decrease electricity consumption, making it an innovative solution suitable for the fish farming industry in Indonesia.

Keywords: Fish Farming, Automatic Feeding, Internet of Things (IoT), ESP32 Microcontroller, Solar Panel

PENDAHULUAN

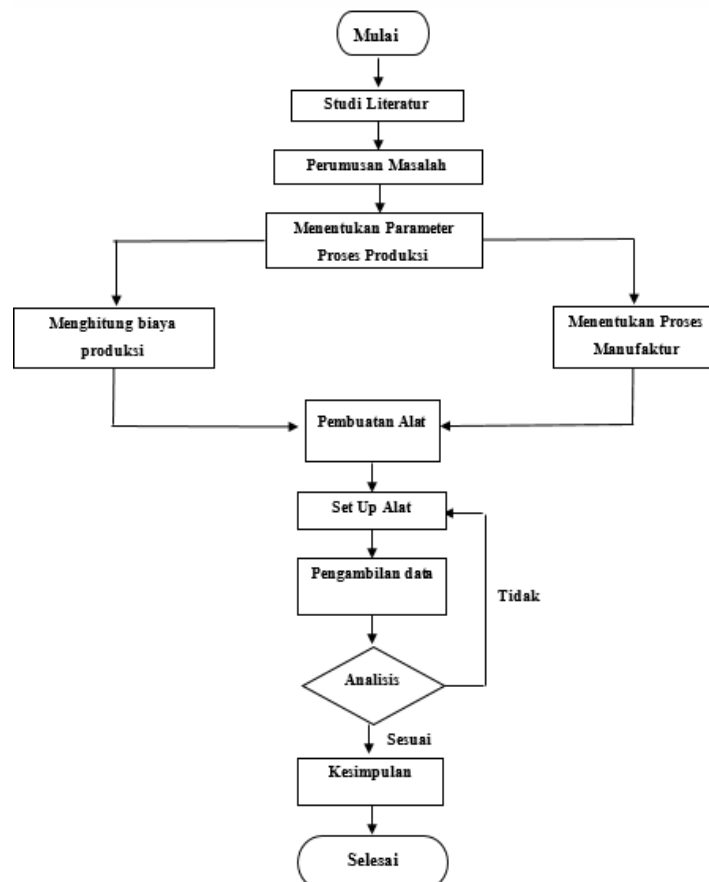
Indonesia memiliki potensi besar dalam budidaya ikan, baik sebagai sumber konsumsi maupun untuk hiasan. Dalam sektor konsumsi, budidaya ikan memainkan peran krusial dalam meningkatkan produksi ikan yang lebih berkelanjutan, terutama jika dibandingkan dengan metode penangkapan ikan dari alam. Keberhasilan dalam sektor ini turut berdampak pada peningkatan jumlah lapangan pekerjaan, yang tentu saja membantu menurunkan angka pengangguran di Indonesia. Budidaya ikan konsumsi termasuk jenis usaha yang terbilang mudah dan memiliki potensi keuntungan yang menjanjikan. Tentunya, keberhasilan usaha ini sangat dipengaruhi oleh penerapan pengetahuan yang tepat dan penggunaan teknologi yang sesuai. Salah satu komponen utama yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan budidaya ikan adalah pakan. Selain fasilitas yang memadai, pemberian pakan yang efisien dan efektif berpengaruh langsung pada pertumbuhan dan kualitas hasil panen yang dihasilkan [1]. Seiring dengan perkembangan teknologi, sektor perikanan semakin mendapatkan manfaat dari berbagai inovasi, salah satunya adalah dalam pemberian pakan ikan. Teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pemberian pakan ikan secara otomatis, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan ikan berdasarkan pengaturan yang dilakukan oleh pengguna. Sistem ini juga dapat dioperasikan secara jarak jauh, yang memudahkan para pelaku usaha perikanan untuk mengatur jadwal pemberian pakan. Keunggulan lainnya adalah penggunaan energi terbarukan berupa energi matahari, yang dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya listrik konvensional, sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan. Panel surya mengubah energi matahari menjadi listrik yang kemudian disimpan dalam baterai, yang digunakan untuk menyuplai daya pada alat pemberi pakan otomatis [2], [3]. Dengan pengembangan alat pakan ikan otomatis, berbasis IoT (*Internet of Thing*) protokol menggunakan mikrokontroler ESP32 MCU [4] yang diintegrasikan pada panel surya (*photo voltaic*) sebagai

sumber daya listrik sistem ini, dengan manfaat untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam budidaya ikan[5], serta mendukung prinsip keberlanjutan (*sustainable*) dalam bidang usaha perikanan. Dampak positif lainnya adalah penghematan biaya tenaga kerja, karena para pelaku usaha tidak perlu lagi menebar pakan secara manual setiap hari[6]. Lebih dari itu, sistem ini juga mendukung penggunaan energi ramah lingkungan [7], mengurangi biaya operasional dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Alat pakan ikan otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang menggunakan energi surya sebagai sumber listrik terbarukan memungkinkan alat ini beroperasi secara otomatis melalui perintah yang dikirimkan melalui jaringan internet, sehingga pengguna dapat mengatur pemberian pakan dari jarak jauh. Fitur pengaturan waktu (*timer*) dan takaran pakan yang disesuaikan dengan kebutuhan ikan juga semakin memudahkan pembudidaya dalam menghemat waktu, tenaga, dan biaya yang sebelumnya dibutuhkan untuk pemberian pakan secara manual. Dengan teknologi IoT[8], sistem ini dapat mengelola dan mengontrol alat secara efisien dan akurat [9], membantu meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan [10]. Walaupun alat ini tidak sepenuhnya menggantikan pekerjaan manual, seperti pengisian tangki pakan dan pengecekan kualitas pakan, teknologi ini sangat membantu dalam mengurangi beban kerja sehari-hari pembudidaya ikan, sehingga mereka dapat lebih fokus pada aspek lain dari budidaya yang lebih penting. Teknologi IoT memungkinkan sistem bekerja dengan tingkat presisi yang tinggi [11], [12], yang tentu saja memaksimalkan hasil dan mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dalam proses pemberian pakan [13].

METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam system ini ialah *engineering research* untuk merancang, menguji, dan mengevaluasi proses manufaktur dan kerangka alat [14].

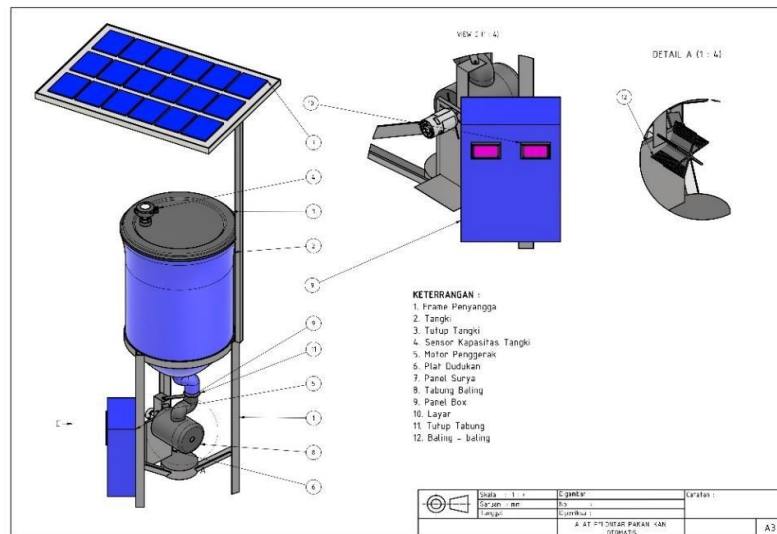


Gambar 1. Proses manufaktur system pemberi pakan ikan otomatis

Pada gambar 1 menggambarkan tahapan dalam penelitian atau pembuatan alat secara sistematis. Proses dimulai dengan studi literatur untuk mengumpulkan informasi relevan, diikuti dengan perumusan masalah yang akan diselesaikan. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah menentukan parameter proses produksi dan memilih proses manufaktur yang tepat. Kemudian, dilakukan perhitungan biaya produksi sebelum memasuki tahap pembuatan alat. Setelah alat selesai dibuat, dilakukan set up alat dan pengambilan data untuk dianalisis. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi, apakah alat yang dibuat sesuai dengan tujuan yang ditetapkan, dan akhirnya kesimpulan dapat ditarik. Proses ini diakhiri setelah kesimpulan diperoleh.

Desain rangka dan penempatan komponen sistem

Desain kerangka sistem dilakukan dengan memilih material yang kuat dan kokoh, sementara penempatan komponen diatur dengan cermat agar memudahkan pengoperasian, memastikan efisiensi, dan memberikan kemudahan dalam pemeliharaan alat.



Gambar 2. Desain rangka dan tata letak komponen mesin pakan otomatis

Pada gambar 2 menunjukkan desain kerangka sistem yang menggunakan material ringan namun kuat, dengan penempatan komponen yang terorganisir sesuai fungsi mulai dari pengisian pakan hingga motor pelembar pakan yang di control oleh mikrokontroller ESP32 didalam box bagian bawah. Setiap komponen berdesain untuk ukuran pakan 4-5 mm, sedangkan posisi solar panel (PV) diletakkan diatas sehingga optimal menyerap sinar matahari. Setiap komponen ditempatkan untuk memaksimalkan kinerja dan memudahkan akses serta pemeliharaan untuk penggunaan jangka panjang.

Proses Perakitan

Langkah awal perakitan alat pakan ikan otomatis ialah menyiapkan seluruh komponen yang sesuai dengan desain dan spesifikasi. Selanjutnya adalah proses perakitan, sebagai berikut :

1. Siapkan rangka yang sudah di rakit dengan proses pengelasan yang sesuai dengan desain.
2. Pasangkan komponen tabung pakan pada kerangka utama
3. Pasangkan komponen panel surya pada kerangka utama.
4. Pasangkan komponen box controller yang berisi komponen ESP 32
5. Pasangkan komponen motor DC pada kerangka utama
6. Pasangkan komponen motor servo pada kerangka utama

Proses set up

Sebelum melakukan pengujian pada mesin, berikut merupakan langkah langkah set up yang dilakukan :

1. Koneksikan laptop atau pc dengan internet lalu buka software arduino IDE dan masukan pemrograman dengan menyalin bahasa pemrograman yang telah dibuat sebagai berikut. Pastikan *library* setiap komponen sudah terunduh yang dapat dilihat pada menu sisi kiri

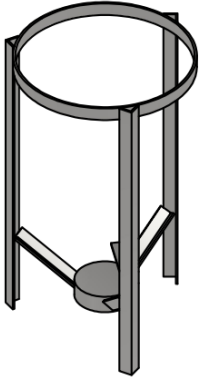
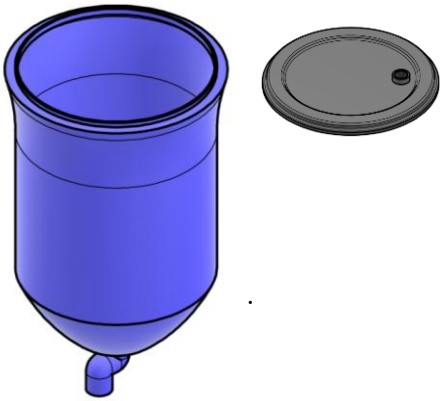
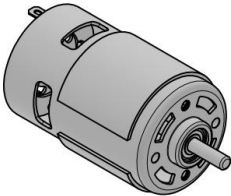
layar.

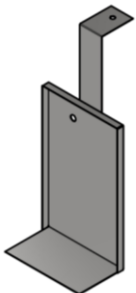
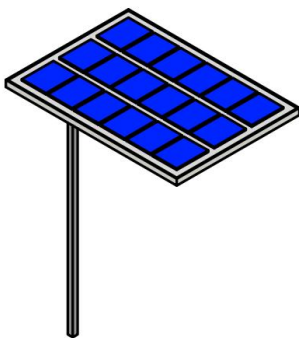
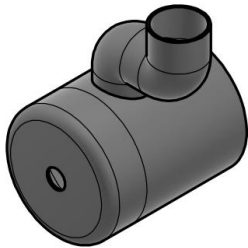
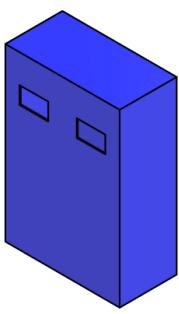
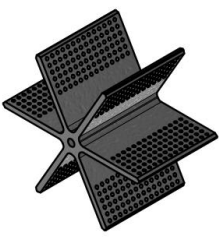
2. Sambungkan kabel micro USB dari laptop ke port usb micro controller ESP32, lalu pilihlah menu ESP32 DEV COM6.
3. Tunggu hingga proses selesai dan ESP32 akan terkoneksi dengan wifi atau internet sesuai pemrograman pada *software* arduino IDE ditandai dengan padamnya lampu *indicator* berwarna biru pada ESP32.
4. Klik ikon verify pada *software* arduino IDE lalu tunggu hingga proses selesai.
5. Cabut kabel micro USB pada laptop dan colokan pada port usb *solar charger controller* sebagai sumber tegangan 5v untuk menyalakan komponen *microcontroller*.
6. Sambungkan kabel positif dan negative pada baterai

Proses Manufaktur

Pada bagian ini kita akan membahas mengenai bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat pakan ikan otomatis.

Tabel 1. Tabel gambar proses manufaktur

No	Material	Keterangan
1.		Bahan yang digunakan dalam pembuatan rangka adalah material <i>Stainless Steel 304</i> profil L ukuran panjang 680 mm x lebar 50 mm dengan ketebalan 5 mm
2.		Tabung pakan yang digunakan adalah bahan plastik dengan ukuran 750 mm dengan diameter 420 mm
3.		Peggerak yang dipakai adalah motor DC ukuran 67 mm x 42 mm dengan tegangan 12 V putaran 15000 Rpm

No	Material	Keterangan
4.		Plat dudukan yang dipakai adalah plat <i>Stainless Steel</i> dengan ukuran 305 mm x 120 mm
5.		Panel surya yang dipakai pada alat pakan ikan otomatis ini adalah panel surya 50 wp. daya yang dihasilkan perhari adalah 18,36 watt dengan penyinaran 5 jam
6.		Tabung pelontar yang dipakai adalah tabung berbahan plastik berdiameter input 50 mm dengan diameter ruang baling baling 120 mm
7.		Panel <i>box</i> yang dipakai adalah berbahan PVC dengan ukuran 200 mm x 100 mm x 300 mm
8.		Bilah Pelontar yang dipakai adalah berbahan <i>Stainless Steel</i> dengan ukuran perbilah 60 mm x 40 mm x 1 mm

Pada tabel 1 ini menyajikan informasi tentang berbagai komponen material dalam suatu proyek, lengkap dengan deskripsi dan spesifikasi teknisnya. Komponen-komponen tersebut meliputi Steel

Plate (5 mm ketebalan, 50 mm diameter), Plastic berwarna biru (diameter 420 mm, kapasitas 750 liter), Motor DC (12 volt, 67 mm x 127 mm, 14.000 rpm), Plate (305 mm x 120 mm, terbuat dari Steel Plate), Panel Surya (100 watt, 6 jam penyinaran), Pompa (50 watt, diameter 120 mm), Panel Box (PVC, 200 mm x 100 mm x 300 mm), dan Screw (Stainless Steel, 60 mm x 40 mm x 1 mm).

Tabel 2. Biaya Produksi

No.	Proses	Produk	Cp (Rp/Unit)	Total
1.	<i>Cutting</i>	Rangka alat	Rp. 42.491	Rp. 127.293
		Dudukan baterai	Rp. 4.822	
		Katup pakan	Rp. 4.664	
		Frame panel surya	Rp. 4.703	
		Panel box	Rp. 70.613	
2.	<i>Welding</i>	Rangka alat	Rp. 608.711	Rp. 983.303
		Frame panel surya	Rp. 374.592	
3.	<i>Drilling</i>	Rangka alat	Rp. 3.004	Rp. 74.389
		Frame panel surya	Rp. 5.912	
		Panel box	Rp. 52.280	
		Katup pakan	Rp. 1.483	
		Dudukan baterai	Rp. 5.855	
4.	<i>Assembling</i>	Box pelontar	Rp. 5.855	Rp. 2.150.000
		Pemrograman	Rp. 2.000.000	
		Keseluruhan komponen	Rp. 150.000	
Total				Rp. 3.334.985

Tabel 2 menunjukkan biaya produksi untuk empat tahap manufaktur: Cutting, Welding, Drilling, dan Assembling. Setiap tahap mencakup beberapa produk dengan total biaya yang dihitung berdasarkan harga per unit. Biaya total untuk Cutting adalah Rp 127.293, Welding Rp 983.303, Drilling Rp 74.389, dan Assembling Rp 2.150.000. Total biaya keseluruhan produksi adalah Rp 3.334.985.

Tabel 3. Waktu Produksi

No	Proses	Produk	Tm (menit / produk)	Total
1.	<i>Cutting</i>	Rangka alat	27,2	68,5 menit
		Dudukan baterai	10	
		Katup pakan	9,6	
		Frame panel surya	9,7	
		Panel box	12	
2.	<i>Welding</i>	Rangka alat	9,1	14,7 menit
		Frame panel surya	5,6	
3.	<i>Drilling</i>	Rangka alat	7,4	54,86 menit
		Frame panel surya	7,3	
		Panel box	21,91	
		Katup pakan	3,65	
		Dudukan baterai	7,3	
4.	<i>Assembling</i>	Box pelontar	7,3	60 menit
		Pemrograman	30	
		Keseluruhan komponen	30	
Total				198,06 menit

Pada tabel 3 menunjukkan waktu produksi untuk empat tahap manufaktur: Cutting, Welding, Drilling, dan Assembling. Pada Cutting, total waktu untuk produk seperti rangka alat dan panel box adalah 68,5 menit. Welding memerlukan 14,7 menit untuk rangka alat dan frame panel surya. Drilling membutuhkan 54,86 menit untuk beberapa produk, dan Assembling membutuhkan 60

menit untuk pemrograman dan komponen lainnya. Total waktu produksi seluruh proses adalah 198,06 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan proses *cutting*

Proses *cutting* menggunakan mesin gerinda tangan dengan persamaan sebagai berikut

- o Kecepatan potong

$$V_s = \frac{\pi \cdot ds \cdot ns}{1000}$$

- o Waktu penggerindaan (t_c)

$$t_c = \frac{t_t}{v_{fa}} \left(\frac{d_o - d_m}{2d_p} \right) + (t_{dw} + t_{spa})$$

Dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Diameter batu gerinda (ds) = 150 mm
- Putaran (ns) = 1.100 Rpm

Biaya penyusutan Mesin Las Listrik

Data yang diperhitungkan dalam biaya permesinan mesin Las listrik adalah sebagai berikut

Mesin Las Listrik (Co)	: Rp. 1.400.000,- (Lakoni)
Periode Penyusutan (y)	: 5 Tahun
Bunga pada bank (i)	: 10% pertahun
Asuransi (r)	: 5% pertahun
Pajak (p)	: 1% pertahun

Berdasarkan besar dari bunga, pajak dan asuransi $Cf(\text{mesin las listrik})$ dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Cf(\text{mesin las listrik}) &= \text{Rp. } 1.400.000 \left[\frac{1}{5} + \frac{5+1}{2.5} 16\% \right] \\ &= \text{Rp. } 414.400/\text{tahun} \end{aligned}$$

Dimana :

Cf	= Rp. 414.400/tahun
Cd	= Rp. 57.460.000/tahun
Ci	= Rp. 1.600.000/tahun
t	= Rp. 138.240 menit/tahun

Dengan demikian biaya operasi per menit (Cm)

$$\begin{aligned} Cm(\text{mesin las}) &= \frac{414.400 + 57.460.000 + \text{Rp. } 1.600.000}{138.240} \\ &= \text{Rp. } 430,22/\text{menit} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan, hasil yang diperoleh pada alat pakan ikan otomatis berbasis Internet of Things menunjukkan kinerja yang optimal, efisiensi tinggi, dan kemudahan dalam pengoperasiannya, serta memberikan dampak positif dalam meningkatkan produktivitas budidaya ikan secara signifikan.,

- Kapasitas tangki = 80 kg
- Ukuran pakan = 4 sampai 5 mm
- Putaran motor = 12.000 Rpm
- Torsi motor = 1 Hp
- Durasi motor = 10 menit
- Pakan yang dikeluarkan = 1 kg
- Jarak lontar pakan = 5 meter

Dari hasil pengujian diatas, maka dapat kita sesuaikan kebutuhan pakan dengan mengatur durasi motor dan waktu penjadwalan pada aplikasi yang sudah terhubung di ponsel android, dan juga alat serta ponsel android harus terkoneksi dengan internet.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan mesin pakan ikan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan ESP32 microcontroller yang diprogram dengan Arduino. Mesin ini dirancang dengan rangka Stainless Steel 304 dan dilengkapi dengan panel surya, motor DC, motor servo, serta sistem pengontrol berbasis IoT yang dapat diatur melalui aplikasi di ponsel Android. Proses setup meliputi pengaturan ESP32, koneksi ke jaringan internet, dan pengaturan waktu pemberian pakan melalui aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin ini dapat memberikan pakan secara otomatis sesuai kebutuhan, dengan waktu produksi per unit mencapai 198,08 menit (3,3 jam) dan biaya produksi sebesar Rp.6.564.485. Mesin ini dapat mengurangi biaya tenaga kerja, meningkatkan efisiensi operasional, dan meminimalkan penggunaan listrik, menjadikannya solusi inovatif untuk industri budidaya ikan di Indonesia.

SARAN

Pengembangan mesin pakan ikan otomatis ini dapat difokuskan pada penambahan sensor untuk memantau kondisi kolam, seperti kualitas air dan suhu, agar pemberian pakan lebih terkontrol dan efisien. Integrasi perangkat lunak yang lebih canggih dengan sistem manajemen budidaya ikan akan mempermudah pengendalian dan pemantauan secara real-time. Selain itu, optimalisasi panel surya dan sistem penyimpanan energi yang lebih efisien dapat mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional. Pengurangan biaya produksi dengan menggunakan material ramah lingkungan juga akan membuat teknologi ini lebih terjangkau dan dapat diakses lebih banyak pelaku usaha perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. R. Prabowo, K. Kusnadi, and R. T. Subagio, "Sistem Monitoring Dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Menggunakan Wemos Dengan Konsep Internet Of Things (IoT)," *Jurnal Digit : Digital of Information Technology*, vol. 10, no. 2, pp. 185–195, Dec. 2020, doi: 10.51920/JD.V10I2.169.
- [2] R. B. Taruno, I. Unggara, J. Ipmawati, Y. Hendriana, N. A. A. Bashir, and Z. Zulkhairi, "Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Smart Farming System dalam Peningkatan Hasil Pertanian dan Perikanan," *Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks*, vol. 11, no. 1, Apr. 2023, doi: 10.18196/BERDIKARI.V11I1.16972.
- [3] G. Widayana, "PEMANFAATAN ENERGI SURYA," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 9, no. 1, Mar. 2012, doi: 10.23887/JPTK.V9I1.2876.
- [4] A. Suryowinoto *et al.*, "Tracking System Using Gps And Smart Card Authentication Based On Esp 32 MCU," *BAREKENG: J. Math. & App*, vol. 18, no. 2, pp. 751–0758, 2024, doi: 10.30598/barekengvol18iss2pp0751-0758.
- [5] Nurfadila Nurfadila, Mariam Mariam, and Seniorita Seniorita, "Pengaruh Pendapatan terhadap Usaha Ikan Hias Air Laut di PT. Indotama Putra Wahana Kota Bekasi Jawa Barat," *Zoologi: Jurnal Ilmu Peternakan, Ilmu Perikanan, Ilmu Kedokteran Hewan*, vol. 3, no. 2, pp. 101–111, Jul. 2025, doi: 10.62951/ZOOLOGI.V3I2.225.
- [6] R. Rusindiyanto *et al.*, "Strategi dalam Meningkatkan Hasil Panen Ikan Lele Melalui Inovasi Teknologi Alat Pemberi Pakan Otomatis di Kecamatan Wiyung," *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 15, no. 2, pp. 403–411, Jun. 2024, doi: 10.26877/E-DIMAS.V15I2.16589.
- [7] R. E. Prasetyo, A. N. Coutsar, S. Aprilya, M. Tobing, A. Endy, and Ansori, "Potential Use of Renewable Energy in Alpalhankam Motion Power System in Supporting Indonesia's Defence Strategy," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 7, no. 3, pp. 923–938, Jul. 2023, doi: 10.33379/GTECH.V7I3.2622.

- [8] A. Suryowinoto, A. Rohman, and W. S. Pambudi, "Implementation of the EAR Method in Detecting Drowsiness in Vehicle Drivers: Implementasi Metode EAR Dalam Mendeteksi Kondisi Mengantuk Pengemudi Kendaraan Bermotor," *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, vol. 8, no. 1, pp. 24–35, Apr. 2024, doi: 10.21070/JEEUU.V8I1.1682.
- [9] Hessa Sinai Singadipoera, Suryawhan Arifandi Mufriandi, and Dhani Gusti Saputra, "Development of an Equivalent Carbon Monitoring System for ACT Students at PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia," *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, vol. 9, no. 1, pp. 1–13, Jan. 2025, doi: 10.31289/JMEMME.V9I1.13125.
- [10] Mezan el-Khaeri Kesuma, D. Salsabilla, and K. Kunci, "Implementasi Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis Berbasis Iot Pada Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok Yang Ramah Ling-Kungan Dan Berkelanjutan," *Journal Computer Science and Information Systems : J-Cosys*, vol. 5, no. 1, pp. 2776–9690, Apr. 2025, doi: 10.53514/JCO.V5I1.537.
- [11] L. Wibowo *et al.*, "IoT-based high-accuracy monitoring system for on-grid photovoltaic power system using NodeMCU ESP8266 and PZEM004T," *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, vol. 15, no. 2, pp. 230–241, Dec. 2024, doi: 10.55981/J.MEV.2024.823.
- [12] "IoT-Driven Remote Monitoring & Automated Control: A Case Study on Transforming Concrete Sprayers - VTI." Accessed: Oct. 31, 2025. [Online]. Available: https://vti.com.vn/iot-driven-remote-monitoring-automated-control-for-concrete-sprayers?utm_source=chatgpt.com
- [13] H. Santoso *et al.*, "Design of A Solar-Powered Automatic Grouper Fish Feeder In Floating Net Cages," *Barakuda 45: Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, vol. 6, no. 2, pp. 141–149, Nov. 2024, doi: 10.47685/BARAKUDA45.V6I2.553.
- [14] H. Irawan and B. Suhayat, "Analisis Desain Kerangka Mesin Pengering Padi Rotary Dryer Dengan Empat Bantalan Rol Menggunakan Software CAD," *MEKANIKA: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 14–17, Aug. 2020, Accessed: Oct. 31, 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/MEKANIKA/article/view/4030>