

PERANCANGAN SISTEM PEMBERIAN PAKAN IKAN OTOMATIS UNTUK IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) PADA BUDIDAYA BIOFLOK

Design of Automatic Feeding System for Sangkuriang Catfish (Clarias gariepinus) Based on Internet of Things (IoT) in Biofloc Cultivation

Anri Kurniawan^{1*}, Erlando Ferdianyah¹, Luthfi Wahab¹

¹ Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, Indonesia

* Email: anrykurniawan1991@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2025.6.1.15989>

Naskah ini diterima pada 12 Mei 2025; revisi pada 22 Mei 2025;
disetujui untuk dipublikasikan pada 31 Mei 2025

ABSTRAK

Lele merupakan jenis ikan air tawar yang populer dibudidayakan di Indonesia, mengingat pertumbuhan cepat dan toleransi tinggi terhadap lingkungan. Lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) adalah salah satu jenis lele memiliki pertumbuhan sangat cepat dengan konversi pakan yang lebih efisien dengan tingkat keberlangsungan hidup (*survival rate*) tinggi dibandingkan jenis lainnya. Tujuan penelitian ini adalah merancang pemberian pakan ikan otomatis berbasis *internet of things* (IoT) untuk budidaya ikan lele sistem bioflok. Metodologi penelitian menggunakan rancang bangun yang terdiri dari studi literatur, perancangan *hardware*, *software*, uji coba dan analisis data. Perhitungan menggunakan efisiensi pakan (%) dan *Feed Conversion Ratio* (FCR). Komponen elektronik sistem pemberian pakan ikan otomatis terdiri dari *motor servo* yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 kemudian ditampilkan pada LCD berdasarkan *Real Time Clock* (RTC) dapat di-setting melalui aplikasi *Catfish Feeder IoT* di *Adafruit.io*. Aplikasi dapat menentukan jadwal pemberian pakan pada pukul 06.00, 15.00 dan 20.00 WIB dengan dosis 250 gram dengan kapasitas 5 kg. Nilai *Feed Conversion Ration* (FCR) pakan ikan otomatis 2, 1 lebih kecil daripada manual yaitu 2,5 sehingga sistem pemberian pakan ikan otomatis lebih efisien sebesar 47,6%.

Kata kunci: Bioflok, Lele Sangkuriang, IoT, Pakan Ikan, Otomatis

ABSTRACT

Catfish is a popular freshwater fish species cultivated in Indonesia due to its rapid growth and high tolerance to environmental conditions. The Sangkuriang catfish (Clarias gariepinus) is known for its particularly fast growth, more efficient feed conversion, and higher survival rate compared to other catfish varieties. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based automatic fish feeding system for biofloc catfish farming. The research methodology employs an engineering design approach, including literature review, hardware and software design, testing, and data analysis. Feed efficiency (%) and Feed Conversion Ratio (FCR) were calculated as performance indicators. The electronic components of the automatic feeding system comprise a servo motor controlled by an ESP32 microcontroller and displayed on an LCD, based on a Real-Time Clock (RTC), with scheduling managed via the Catfish Feeder IoT application on Adafruit.io. The application schedules feeding at 06:00, 15:00, and 20:00 (WIB) with a dose of 250 grams per feeding and a total feed capacity of 5 kg. The automatic feeder achieved a Feed Conversion Ratio (FCR) of 2.1, which is lower than the manual feeding FCR of 2.5, indicating a 47.6% improvement in feeding efficiency.

Keywords: Automatic, biofloc, Fish Feeder, IoT, Sangkuriang Catfish

PENDAHULUAN

Lele merupakan jenis ikan air tawar yang populer dibudidayakan di Indonesia, mengingat pertumbuhan yang cepat dan toleransi tinggi terhadap lingkungan. Beberapa jenis lele adalah lele lokal, lele dumbo dan lele sangkuriang. Lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) menjadi jenis unggulan yang merupakan hasil rekayasa genetika antara F2 jantan dan F6 betina lele dumbo. Laju pertumbuhan lele sangkuriang sangat cepat dengan konversi pakan yang lebih efisien dengan tingkat keberlangsungan hidup (*survival rate*) yang tinggi dibandingkan jenis lainnya (Hamron et al., 2024). Meskipun ukuran lebih kecil, namun lele sangkuriang dikenal lebih tahan penyakit dan lebih adaptif terhadap kondisi hidupnya termasuk dalam budidaya intensif. Salah satu teknik budidaya lele dapat dilakukan seperti pada budidaya ikan air tawar, seperti kolam tanah, kolam terpal, keramba jaring apung (KJA), akuaponik dan bioflok (Sanam et al., 2024).

Sistem bioflok merupakan metode budidaya ikan dengan memanfaatkan mikroorganisme dalam mengurai limbah untuk menghasilkan pakan alami yang ramah lingkungan. Pada implementasi bioflok memerlukan biaya relatif tinggi dibandingkan dengan sistem lainnya. Integrasi sistem bioflok dengan pemberian pakan otomatis menawarkan solusi dengan pengaturan waktu dan jumlah pakan yang tepat. Teknologi ini dapat mengurangi pemborosan pakan hingga 20% yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas ikan (Sudirman et al., 2023).

Pemberian pakan pada ikan merupakan aspek krusial karena mempengaruhi pertumbuhan, kesehatan dan efisiensi produksi. Pemberian pakan dilakukan secara konvensional, yaitu sistem tebar menggunakan tenaga manusia yang memiliki banyak kekurangan. Sistem pakan manual memiliki banyak kekurangan, seperti ketepatan waktu, volume pakan tidak seragam dan ketergantungan terhadap kemampuan teknis tenaga manusia (Saparullah et al., 2024). Pemborosan pakan, penurunan kualitas air, risiko stres bahkan kanibalisme antar ikan dapat terjadi jika pemberian pakan tidak teratur. Pemberian pakan secara otomatis dapat diimplementasikan untuk efisiensi dalam budidaya ikan lele dengan memanfaatkan teknologi modern. (Nurhidayah et al., 2024).

Perkembangan teknologi di bidang pertanian dan perikanan melahirkan konsep *smart farming* dan *smart fisheries* dalam upaya integrasi teknologi informasi dan otomasi untuk mendukung budidaya yang lebih efisien. Salah satu teknologi yang sudah dimanfaatkan adalah pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) untuk budidaya ikan. IoT memungkinkan monitoring dan kontrol jarak jauh terhadap parameter penting dalam pemberian pakan, kualitas air dan suhu lingkungan (Kurniawan & Lestari, 2020). Penggunaan sistem otomatisasi berbasis IoT dapat diimplementasikan pada pemberian pakan secara terjadwal dan presisi sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya operasional. Platform IoT yang sering digunakan adalah *blynk*, *telegram*, *thingspeak*, *google firebase*, *thinger.io*, *adafruit.io*, *thingsboard* dan beberapa jenis lainnya (Lestari et al., 2024). Platform *adafruit.io* memungkinkan untuk monitoring dan kontrol sekaligus sehingga dapat mengendalikan *output* seperti *relay* dan *motor servo* berbasis sensor ataupun *Real Time Clock* (RTC) (Lestari et al., 2023). Sistem ini memungkinkan integrasi antara *hardware* dan *software* agar pembudidaya dapat mengontrol pemberian pakan secara *real-time* melalui aplikasi *smartphone* (Setyastuti et al., 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya belum menunjukkan adanya riset tentang pemberian pakan otomatis secara spesifik pada ikan lele sangkuriang (Sitompul et al., 2023). Salah satu penelitian terbaru adalah tentang pemanfaatan sistem bioflok untuk lele sangkuriang, tapi belum ada sistem pakan otomatis yang diimplementasikan (Sudirman et al., 2023) dan (Vasuki et al., 2023). Sistem pemberian pakan otomatis (Anzary et al., 2024) yang sebelumnya yang integrasikan dengan *Internet of Things* (IoT) dapat dilakukan seperti penelitian (Kurniawan et al., 2021) dan (Nadila, 2025) dalam budidaya ikan lele secara bioflok. Penggunaan *motor servo* (Aziz et al., 2024) dan RTC (Sari et al., 2024) serta platform *adafruit.io* (Nurhadi et al., 2023) juga dapat diimplementasikan untuk mendukung sistem pemberian pakan ikan otomatis. Penelitian ini adalah pengembangan sistem pemberian pakan otomatis yang diaplikasikan pada budidaya ikan lele sangkuriang. Urgensi penelitian ini adalah harus adanya sistem pakan otomatis pada budidaya

ikan lele sangkuriang menggunakan sistem IoT dapat meningkatkan efisiensi pemerian pakan. Tujuan penelitian ini adalah merancang pemberian pakan ikan otomatis berbasis *internet of things* (IoT) menggunakan platform adafruit.io untuk budidaya ikan lele sistem bioflok.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

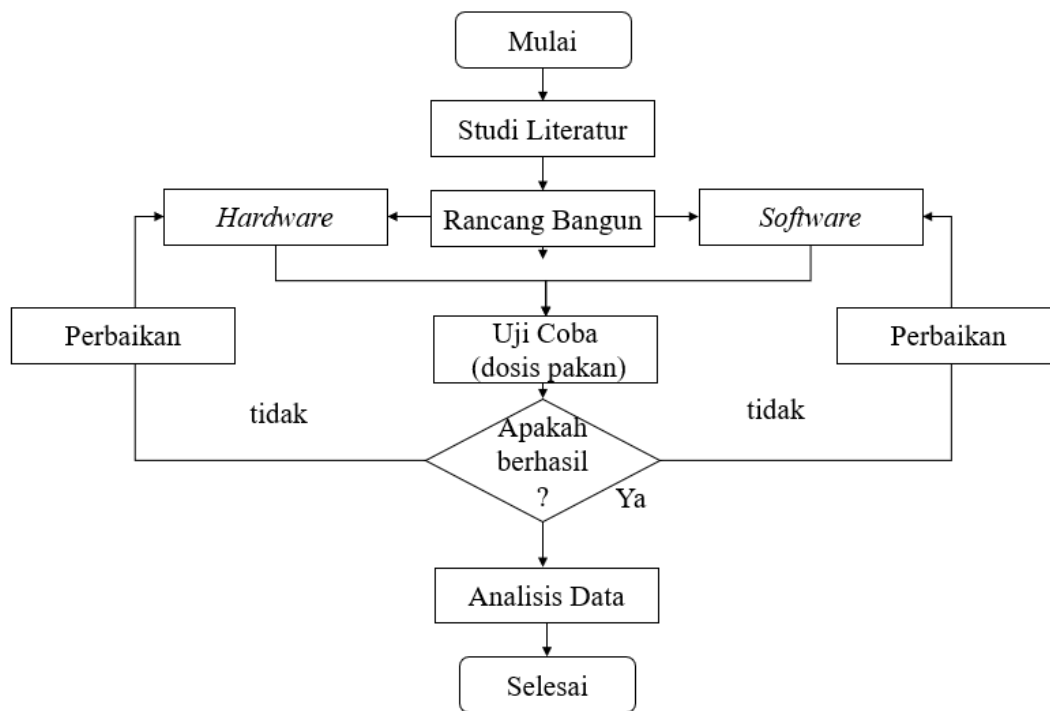
Alat dan bahan yang digunakan secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian

Alat Utama (Bioflok)			
No.	Alat	Jumlah	Spesifikasi
1.	Terpal	1 buah	Ukuran 4m x 4,5m
2.	Besi Penyangga	11 batang	Pipa galvanis 1 inch (19 batang penyangga)
3.	Aerator DC	1 buah	Resun ACD 130
4.	Pipa PVC	2 buah	Ukuran ½ inch
5.	Pompa Air DC	1 buah	Pompa Celup Mini YX500A
6.	Filter	1 buah	Biofoam 50x50x50
7.	Saringan	1 buah	
Alat Elektronik			
1.	Motor Servo	1 Buah	Mini Tower Pro SG90 180°
2.	ESP32	1 Buah	DEVKIT V4 VROOM-32U
3.	LCD I2C	1 Buah	Ukuran 16x2 Hijau
4.	RTC	1 Buah	DS3231 <i>Real-Time</i>
5.	Kabel <i>Jumper</i>	1 Paket	M to M, F to F, F to M
6.	Mekanik Pakan Ikan	1 Buah	AutoFeeder B2N
7.	Power DC jack	1 Buah	Power jack + adaptor
8.	Baterai	2 Buah	Li-Ion AA 4600 mAh
Alat Ukur			
1.	pH meter air	1 buah	PH TDS EC Meter 5 in 1
2.	Termometer air	1 buah	PH TDS EC Meter 5 in 1
3.	TDS Meter	1 buah	PH TDS EC Meter 5 in 1
4.	DO Meter	1 buah	DO9100 Bluetooth
Bahan			
1.	Bibit lele sangkuriang	500 ekor	Ukuran kecil (2-3 cm)
2.	Probiotik	1 buah	EM4 Perikanan 1 liter
3.	Molase	1 buah	Tetes tebu 250 ml

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah rangkaian yang dilakukan dalam proses mendapatkan hasil yang diinginkan, dimulai dari studi literatur, rancang bangun, uji coba dan analisis data. Lebih lengkap diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian dilakukan dimulai dengan studi literatur untuk menentukan rancangan yang tepat berdasarkan referensi sebelumnya yaitu alat pemberian pakan ikan secara otomatis. Rancang bangun dibagi menjadi 2 proses yaitu perangkat keras (*hardware*) untuk sistem bioflok dan perangkat lunak (*software*) untuk rangkaian elektronik. Proses uji coba dilakukan dengan parameter dosis pakan yang dikeluarkan dalam satuan waktu (*s*). Apabila tidak berhasil berdasarkan perhitungan, maka akan dilakukan perbaikan baik secara *hardware* ataupun *software*. Proses analisis data dilakukan guna menyajikan hasil perhitungan tentang efisiensi penggunaan pemberian pakan otomatis dibandingkan dengan konvensional.

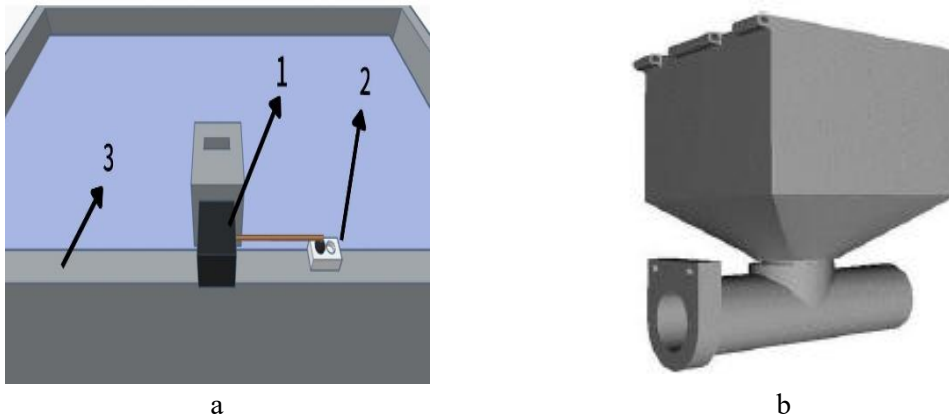
Studi Literatur

Proses studi literatur dilakukan mulai dari identifikasi masalah, analisis kebutuhan hingga referensi yang relevan pada teknologi pakan ikan budidaya ikan lele secara bioflok.

Rancangbangun

Hardware

Proses rancang bangun perangkat keras (*Hardware*) adalah proses pembuatan sketsa sistem pakan otomatis dan aplikasinya pada bioflok. Ukuran box kontrol untuk menyimpan rangkaian elektronik untuk p x l x t adalah 15 x 10 x 7 cm. Alat dilengkapi dengan wadah penyimpanan dengan kapasitas 5 kg yang dapat diisi ulang secara manual dengan ukuran p x l x t adalah 25 x 20 x 30 cm.

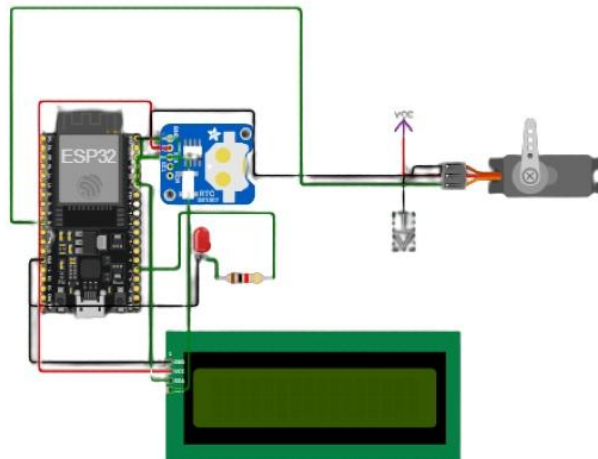


Keterangan : 1. Pakan ikan otomatis, 2. Stop kontak, 3. Bioflok.

Gambar 2. Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis: (a) Aplikasi pada sistem bioflok, (b); Wadah penyimpan.

Software

Proses rancang bangun perangkat lunak (*software*) adalah rangkaian elektronik terdiri dari ESP32, motor *servo*, RTC DS3231, LCD I2C, kabel *jumper* yang diprogram pada Arduino IDE. Selain ditampilkan pada LCD, juga dapat dilihat pada *dashboard Catfish Feeder* yang dapat menampilkan waktu pemberian pakan, dosis dan pengaturan jadwal. Selain itu, pada Adafruit.io juga dapat menekan *switch on/off* secara manual.

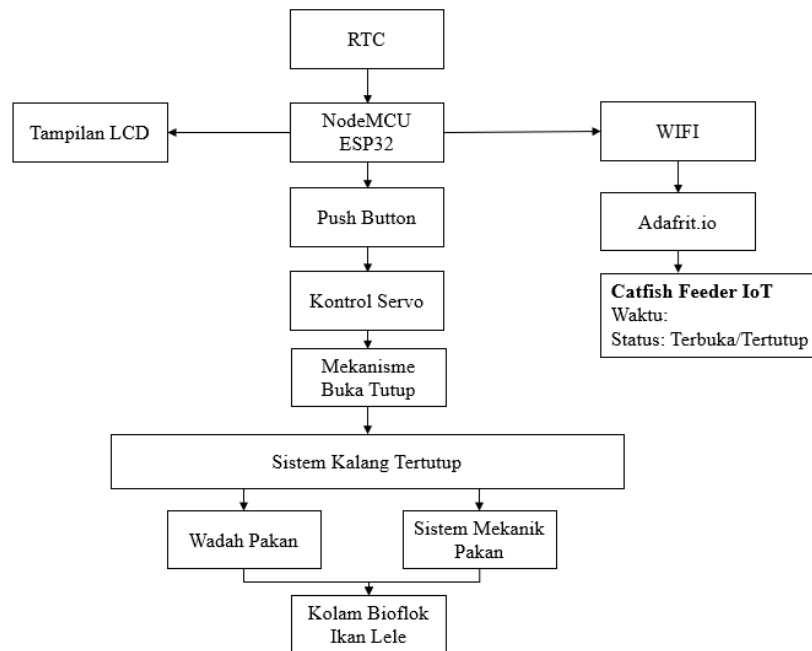


Gambar 3. Rangkaian Pakan Ikan Otomatis

Alur logika yang diterapkan pada inisiasi ESP32 yang terkoneksi ke Adafruit.io melalui jaringan internet (WIFI). Status **kontrol_pakan** adalah “off” maka sistem tidak aktif, sedangkan “on” akan lanjut ke logika dari RTC yang disetting buka tutup dengan waktu 06.00, 15.00 dan 20.00 WIB. Servo akan tertutup apabila sudah 2 s atau dimatikan melalui adafruit.io.

Uji Coba

Proses uji coba dilakukan dalam pemberian pakan ikan secara otomatis dengan dosis 250 gram pada 1 s, 2 s, 3 s, 4 s dan 5 s, lalu diulang sebanyak 5 kali sampai diketahui rata-rata jumlah butir pakan yang keluar dari *catfish feeder*.



Gambar 4. Diagram Blok Kalang Tertutup

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan Microsoft Excel untuk mengetahui efisiensi pakan (%) berdasarkan *Feed Conversion Ratio* (FCR). Efisiensi Pakan berfungsi mengukur persentase (%) pakan yang diubah menjadi daging ikan, biomassa akhir sebelum dikurangi dengan biomassa awal pada ikan lele sangkuriang yang disajikan pada persamaan 1.

$$\text{Efisiensi Pakan (\%)} = \frac{\text{Biomassa Akhir} - \text{Biomassa Awal}}{\text{Total Pakan yang Diberikan}} \dots\dots\dots (1)$$

Feed Conversion Ratio (FCR) adalah rasio antara jumlah pakan yang diberikan dengan pertumbuhan berat biomassa ikan berdasarkan efisiensi pakan (%). Semakin rendah FCR (mendekati 1) maka semakin efisien pakan yang digunakan, jika lebih dari 1 menunjukkan masalah dalam budidaya ikan lele yang disajikan pada persamaan 2.

$$\text{FCR} = \frac{\text{Total Pakan yang Diberikan (gram)}}{\text{Pertambahan Biomassa Ikan (gram)}} \dots\dots\dots (2)$$

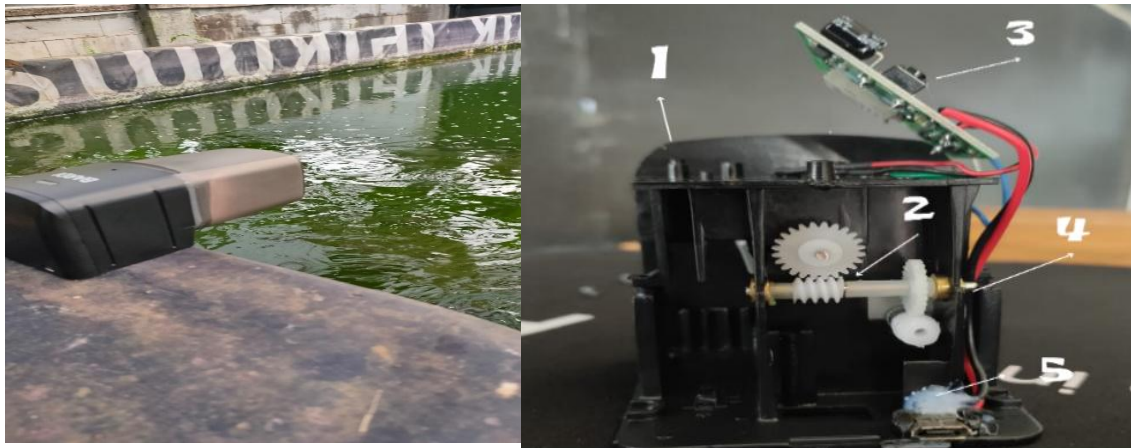
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ikan Lele Sangkuriang Sistem Bioflok

Kolam bioflok yang digunakan memiliki ukuran diameter 3 meter dengan tinggi 1 m dengan volume +- 7,02 m³ kapasitas bibit 500 lele. Peralatan yang digunakan adalah terpal biru dengan penyangga besi. Sistem bioflok menggunakan aerasi untuk sirkulasi air mengingat kualitas air dipengaruhi oleh pH air, disolved oxygen (DO), kekeruhan, kadar amoniak dan nitrit. Sistem pemberian pakan otomatis pada sistem bioflok dapat memaksimalkan pakan ikan lele sangkuriang secara optimal.

Pemberian Pakan Ikan Otomatis berbasis IoT

Sistem pemberian pakan ikan otomatis terdiri komponen elektronik terdiri dari motor *servo* yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 yang ditampilkan pada LCD. LCD dapat menampilkan waktu motor servo bergerak sebagai tanda waktu pemberian pakan ikan berdasarkan *Real Time Clock* (RTC) yang dapat diatur melalui aplikasi *Catfish Feeder IoT* di Adafrit.io.



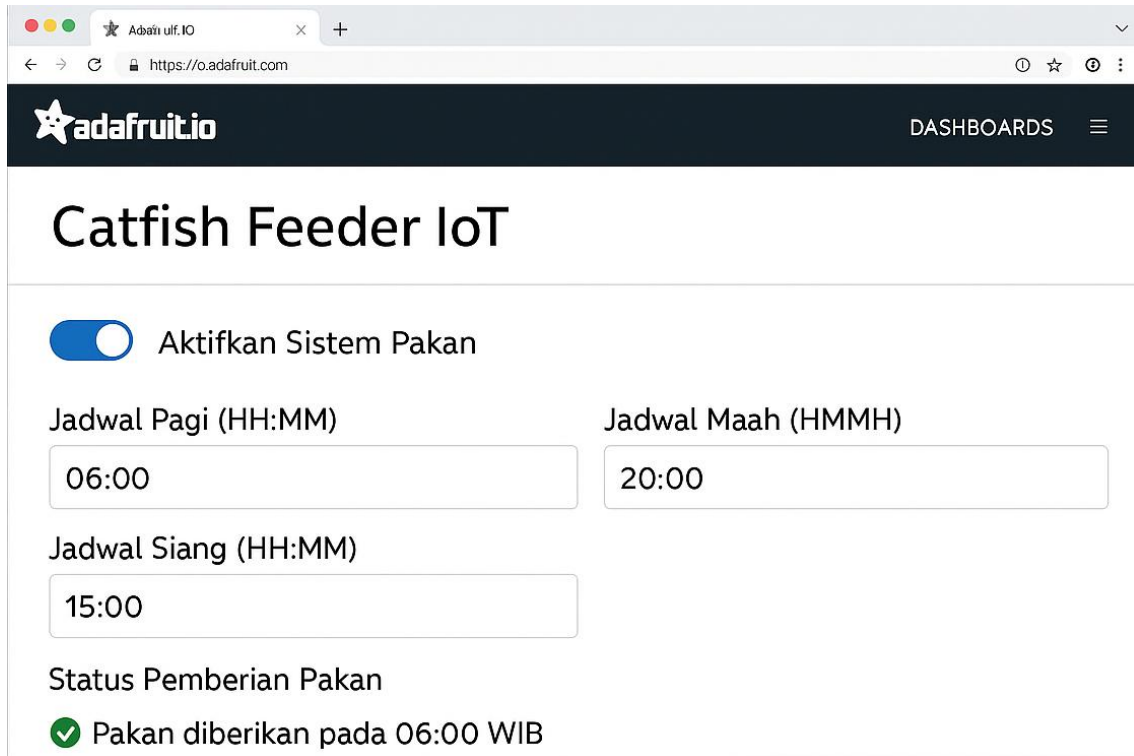
Keterangan :

1. Indikator, 2. Motor *Servo*, 3. ESP32, 4. Wadah Penyimpanan, dan 5. *Bracket*

Gambar 5. (a) Sistem Bioflok; (b) Mekanik Pemberi Pakan

Komponen perangkat keras terdiri dari indikator hidup dan mati mekanik pemberian pakan, lampu hijau tanda alat sedang hidup dengan *servo* terbuka, jika mati akan berwarna merah. Motor *servo* sebagai penggerak mekanik untuk membuka dan menutup wadah penyimpanan pada saat pemberian pakan. ESP32 berfungsi sebagai *controller* yang mengendalikan motor *servo* dan memberi perintah untuk menyajikan pada LCD dan **Catfish Feeder IoT** pada Adafruit.io. Wadah penyimpan memiliki kapasitas 5 kg yang dapat diisi ulang 1 minggu sekali. *Bracket* berfungsi sebagai penyangga perangkat agar menempel pada bagian kolam bioflok.

Melalui aplikasi dapat menentukan jadwal pemberian pakan yang di-*setting* pada pukul 06.00, 15.00 dan 20.00 WIB dengan dosis 250 gram. Selain itu juga dapat diatur untuk menghidupkan pakan otomatis secara manual melalui *switch on/off*. Wadah penyimpanan untuk menampung pakan 5 kg yang dapat diisi ulang 1 minggu sekali, selain itu ada *bracket* sebagai penyangga agar **Catfish Feeder** dapat menahan berat dari alat yang ditempel di bioflok.



Gambar 6. Tampilan *dashboard Catfish Feeder IoT* di Adafruit.io

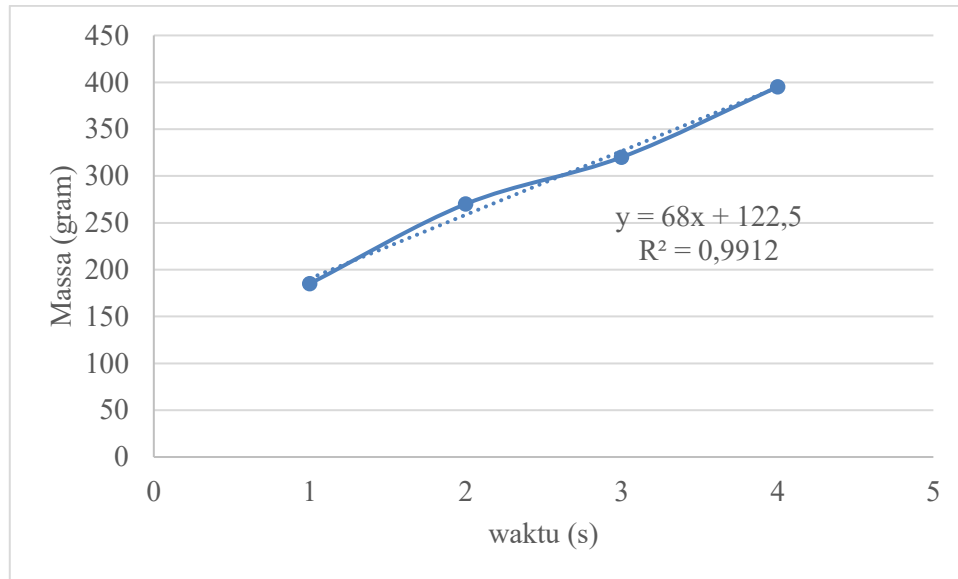
Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan motor *servo* yang di-*setting* pada sudut 90° untuk mengetahui berat pakan yang keluar pada waktu 1, 2, 3, 4 dan 5 detik selama 8 kali ulangan untuk mendapatkan rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian buka tutup 90°

Sudut Motor <i>Servo</i> ($^\circ$)	Percobaan	Berat Pakan (g) 1 S	Berat Pakan (g) 2 S	Berat Pakan (g) 3 S	Berat Pakan (g) 4 S
90°	1	185	265	318	393
	2	181	275	322	394
	3	183	270	319	396
	4	185	272	320	395
	5	186	268	321	394
	6	184	269	323	397
	7	187	271	319	395
	8	189	270	318	396
Rata-rata		185	270	320	395

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin lama mekanik pakan otomatis terbuka, maka massa pakan semakin banyak keluar seperti yang ditampilkan pada grafik di Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Waktu Terhadap Berat Pakan

Berdasarkan grafik Gambar 7 menunjukkan jika koefisien determinasi (R^2) mendekati 1, sehingga korelasi antara waktu pemberian dengan berat pakan yang dikeluarkan memiliki hubungan yang signifikan. Semakin lama waktu pemberian pakan membuat berat pakan semakin banyak dikeluarkan oleh mekanik pemberi pakan. Dosis pakan ikan lele sangkuriang dengan 250 gram hanya membutuhkan waktu kurang lebih 2 sekon.

Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam pemberian pakan dengan dosis 250 gram pada pukul 06.00, 15.00 dan 20.00 WIB yang disajikan pada Tabel 3.

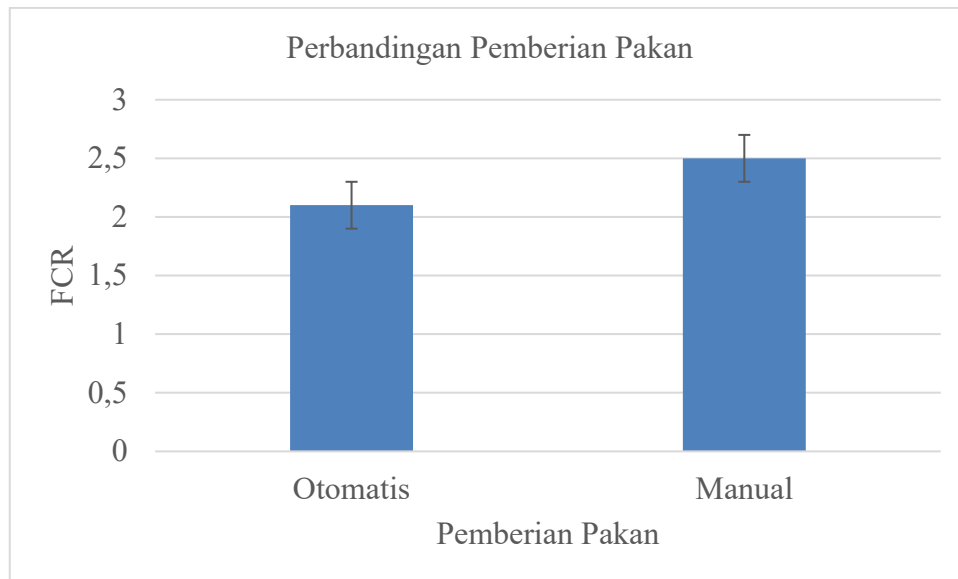
Tabel 3. Pengujian waktu pemberian pakan

Jadwal (Waktu)	Berat Pakan yang Diberikan	Waktu Pemberian Pakan
6:00	250 Gram	10.80 detik
15:00	250 Gram	12.20 detik
20:00	250 Gram	10.55 detik

Efisiensi pakan

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan pakan adalah 3 kali pemberian dengan dosis 250-gram sehingga membutuhkan 750 gram per hari. Hasil pemberian pakan secara manual rata-rata 900 gram per hari dengan pertambahan biomassa adalah 2,5 kg per minggu. Nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) otomatis adalah 2,1 sedangkan manual mendapatkan 2,52. Nilai FCR dari pakan otomatis lebih rendah, sehingga dapat disimpulkan lebih efisien jika dibandingkan dengan secara manual sebesar 16,7%.

Perhitungan biomassa dilakukan dengan menghitung jumlah ikan yang ditebar dikalikan dengan berat rata-rata per ekor. Jumlah ikan lele yang ditebar adalah 1000 ekor dengan nilai rata-rata 5-gram sehingga biomassa awal adalah 5 kg. Sedangkan jumlah ikan lele hidup di akhir adalah 950 ekor dengan berat 50 kg sehingga biomassa akhir adalah 47,5 kg.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Pemberian Pakan Otomatis dan Manual

Berdasarkan grafik efisiensi pakan dengan nilai FCR pakan ikan otomatis lebih kecil daripada manual, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Catfish Feeder* lebih baik. Hasil dari garis efisiensi pakan otomatis adalah 47,6% dengan manual sebesar adalah 40%.

KESIMPULAN

Sistem pemberian pakan ikan lele sangkuriang otomatis terdiri dari kolam bioflok yang dipasang perangkat elektronik yaitu motor servo, ESP32, RTC dan LCD I2C. Aplikasi *Catfish Feeder* (IoT) pada *adafruit.io* dapat melihat status on/off pakan yang juga dan dijadwalkan ulang disertai keterangan grafik. Kapasitas wadah yaitu 5 kg dan akan terbuka pada pukul 06.00, 15.00 dan 20.00 WIB dengan dosis 250 gram. Nilai *Feed Conversion Ration* (FCR) pakan ikan otomatis 2,1 lebih kecil daripada manual yaitu 2,5 sehingga sistem pemberian pakan ikan otomatis lebih efisien sebesar 47,6%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada DRTPM Kemendikbudristekdikti tahun 2024 yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anzary, R. Z., Ade Kurnia, D., & Nurdianawati, O. (2024). Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Esp8266 dengan Berbasis Internet of Things. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 10(1), 53–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.31884/jtt.v10i1.512>
- Aziz, R., Kristy, A., Subki, A., Zulpahmi, M., & Delsi Samsumar, L. (2024). Perancangan Sistem IoT Monitoring dan Smart Feed pada Ikan Hias. *Journal Of Computer Science and Informatics Engineering | COSIE*, 03(4), 149–160. <https://doi.org/https://doi.org/10.55537/cosie.v3i4.923>
- Kesuma, M. E.-K., & Nadila, D. (2025). Penerapan Teknologi Iot Terhadap Optimalisasi Pakan Otomatis Dan Peningkatan Ekonomi Budidaya Lele. *Jurnal Mahasiswa Ilmu Komputer*, 6(1), 45–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ilmukomputer.v6i1.7020>

- Hamron, N., Noor Intan, D., Novitasari, H., Universitas, O., & Samban, R. (2024). Budidaya Ikan Lele Sangkuriang di Kolam Terpal di Desa Pagar Ruyung Kecamatan Armajaya Kabupaten Bengkulu Utara. *Jurnal Pengabdian Kolaborasi dan Inovasi IPTEKS*, 2(6), 1875–1881. <https://doi.org/https://doi.org/10.59407/jpki2.v2i6.1534>
- Kurniawan, A., & Lestari, H. A. (2020). Control System of Nutrient in Floating Hydroponic System for Water Spinach (*Ipomoea reptans*) Using Telegram-Based IoT. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(4), 326–335. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v9.i4.326-335>
- Kurniawan, A., Ristiono, A., & Sulistiadi, S. (2021). Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Thingspeak. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(4), 468. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i4.468-480>
- Lestari, H. A., Kurniawan, A., & Yuwono, A. (2024). Design of Temperature Monitoring System for Fresh Strawberries in a Refrigerator Based on Internet of Things (IoT). *Jurnal Agroekoteknologi dan Agribisnis*, 8(2), 173–191. <https://doi.org/https://doi.org/10.51852/jaa.v8i2.900>
- Lestari, H. A., Kurniawan, A., & Yuwono, T. A. (2023). Otomatisasi Ultrasonik Fogger Budidaya Selada Keriting Hijau Secara Fogponik di Pertanian Indoor berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 23(2), 111–117. <https://doi.org/10.25047/jii.v23i2.3616>
- Nurhadi, E., Arinal, V., Patricia, A., Shila Wati, S., Bila, S., & Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, S. (2023). Implementasi Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatisasi Menggunakan Iot Implementation of An Automated Fish Feeding Tool Using IoT. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 6 (1), 171–176. doi.org/10.31539/intecom.v6i1.5521
- Nurhidayah, T., Ulfah, M., Jamal, N., Studi, P., Elektronika, T., Rekayasa Elektro, J., & Balikpapan, P. N. (2024). Sistem Monitoring Kualitas Air Dan Pakan Otomatis Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet of Things. *Jurnal Fokus Elektroda*, 9(2), 91–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.33772/jfe.v9i2.174>
- Sanam, S., Azpah, I. A., Bohari, B., Abdillah, H., & Putra, A. Y. W. (2024). Penerapan Sistem Otomasi Dalam Pemberian Pakan Ikan Lele Guna Mengefisiensi Waktu. *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, 5(1), 8–15. <https://doi.org/10.35970/accurate.v5i1.1490>
- Saparullah, R., Pebralia, J., & Maulana, L. Z. (2024). Internet of Things (IoT) and Arduino IDE as a Smart Water Quality Control for Monitoring in Catfish Ponds. *International Journal of Hydrological and Environmental for Sustainability*, 3(1), 48–56. <https://doi.org/10.58524/ijhes.v3i1.415>
- Sari, N., Savitri, Y., Wahyono, S. C., Santoso, J., & Nasrulloh, A. V. (2024). Design of IoT-based monitoring system for temperature and dissolved oxygen levels in catfish aquaculture pond water. *International Journal of Reconfigurable and Embedded Systems*, 13(3), 687–698. <https://doi.org/10.11591/ijres.v13.i3.pp687-698>
- Setyastuti, A. I., Kurniawan, A., & Ferika, S. (2024). MALLOMO: Journal of Community Service Penerapan Closed Hatchery Terintegrasi Internet of Things di Pokdakan Sumbu Mina Mandiri, Kabupaten Banyumas. *MALLOMO: Journal of Community Service*, 5(1), 494–502. doi.org/10.55678/mallomo.v5i1.1703
- Sitompul, I. J., Satria, H., & Mungkin, M. (2023). Perancangan Sistem Otomatis Pemberi Pakan Ikan Berdasarkan Usia Berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika & Elektro (JITEK)*, 2(2), 69–73. doi.org/10.31289/jitek.v2i2.2891
- Sudirman, A., Rahardjo, S., Rukmono, D., Islam, I., & Suriyadin, A. (2023). Analisis Kualitas Air Dan Kepekatan Bioflok Pada Budidaya Polikultur Ikan Lele (*Clarias sp.*) Dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sistem Bioflok. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 18(2), 140. doi.org/10.31851/jipbp.v18i2.13061
- Vasuki, M. T., Kadirvel, V., & Narayana, G. P. (2023). Smart packaging—An overview of concepts and applications in various food industries. *Food Bioengineering*, 2(1), 25–41. <https://doi.org/10.1002/fbe2.12038>