



Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan Ikan di Kolong Bekas Tambang Timah Secara Otomatis Berbasis IoT

Eko Sulisty¹, Indra Dwisaputra², Ocsirendi^{3*}, Dewi Tumatul Ain⁴, Dedi Susanto⁵, Juanda⁶, Ramli⁷

^{1,2,3,4,6,7} Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

⁵ Akademi Komunitas Dharma Bhakti, Sungailiat

*Email : ocsirendi@gmail.com

Received : 20 Agustus 2025; Received in revised form : 16 Oktober 2025; Accepted : 2 Desember 2025

Abstract

This study aims to design and develop an automatic fish feeding system based on the Internet of Things (IoT) that can be applied in former tin mining pits in Bangka Belitung. The system is expected to improve feeding efficiency and reduce dependence on manual labor. The research method includes hardware design using a NodeMCU ESP32 microcontroller, a servo motor as the feed dispensing actuator, and an RTC module as the time controller. The system is equipped with a web-based IoT application for remote control and monitoring. Testing was carried out at a fish farming site located in a former mining pond, with observations on feeding schedule accuracy, feed throwing distance, and feed usage efficiency. The results showed that the system achieved 100% accuracy in feed timing based on RTC sensor readings. Feed output during multiple feeder motor rotations was stable, with an error rate of less than 1%. The pellet throwing distance at 90% motor speed reached a maximum of 6.6 meters and a minimum of 2.4 meters. The system can also be controlled remotely via the web, allowing users to schedule feeding times and monitor device status in real time from a smartphone or computer. This system has proven to be effective and feasible for freshwater fish farming in post-mining areas, supporting sustainable aquaculture development.

Keywords: IoT; automatic feeder; mining pond; fish farming; ESP32; feed efficiency.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemberi pakan ikan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat diterapkan pada kolong bekas tambang timah di Bangka Belitung. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pemberian pakan dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Metode penelitian yang digunakan meliputi tahap perancangan perangkat keras menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32, motor servo sebagai aktuator pemberi pakan, serta modul RTC sebagai pengatur waktu. Sistem dilengkapi dengan aplikasi web berbasis IoT untuk pengendalian dan pemantauan jarak jauh. Pengujian dilakukan di lokasi budidaya ikan yang berada di kolong bekas tambang, dengan pengamatan terhadap jadwal pemberian pakan, jarak pelontaran dan efisiensi penggunaan pakan. Hasil penelitian menunjukkan Tingkat akurasi waktu pemberian pakan mencapai 100% berdasarkan pembacaan sensor RTC. Hasil keluaran pakan pada multiple putaran motor feeder stabil dan memiliki persentase error < 1%. Dan jarak pelontaran pelet dengan kecepatan motor pelontar 90% terjauh adalah sebesar 6.6 meter, dan jarak terdekat adalah 2.4 meter. Sistem juga dapat dikontrol secara Jarak Jauh berbasis web sehingga memungkinkan pengguna untuk mengatur jadwal pemberian pakan dan memantau status alat secara real-time dari perangkat smartphone maupun computer. Sistem ini terbukti efektif dan layak untuk diimplementasikan dalam budidaya ikan air tawar di wilayah pascatambang guna mendukung perikanan berkelanjutan.

Kata kunci: IoT; sistem otomatis; kolong tambang; budidaya ikan; efisiensi pakan.

1. PENDAHULUAN

Budidaya ikan air tawar merupakan salah satu sektor penting dalam pembangunan ekonomi daerah, terutama di wilayah pasca tambang seperti Bangka Belitung. Di daerah ini, kolong atau lubang bekas tambang timah semakin banyak dimanfaatkan sebagai lahan alternatif untuk budidaya ikan. Pemanfaatan kolong tidak hanya menjadi solusi ekologis terhadap degradasi lingkungan akibat pertambangan, tetapi juga memiliki potensi besar untuk mendorong ketahanan pangan dan ekonomi masyarakat lokal [1]. Kolong, yang awalnya merupakan bekas galian tambang, kini dimanfaatkan sebagai wadah budidaya ikan air tawar seperti lele, nila, dan gurame, seiring dengan meningkatnya kebutuhan konsumsi protein hewani masyarakat [2].

Namun, budidaya ikan di kolong memiliki tantangan tersendiri. Salah satu tantangan utamanya adalah proses pemberian pakan, yang memerlukan waktu, tenaga, dan ketelitian. Proses pemberian pakan menyumbang lebih dari 60% biaya operasional dalam budidaya ikan [5]. Pemberian pakan yang tidak teratur atau berlebihan dapat menyebabkan pemborosan, pencemaran air, serta menurunkan kualitas pertumbuhan ikan [3][4]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemberian pakan yang otomatis dan terkontrol untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pendekatan berbasis Internet of Things (IoT) semakin banyak diadopsi dalam bidang pertanian dan perikanan untuk mengotomatisasi proses serta meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan sumber daya [5][6]. Teknologi IoT memungkinkan pengawasan dan pengendalian sistem secara real-time melalui perangkat yang terhubung ke jaringan internet [7]. Dalam konteks budidaya ikan, sistem pemberi pakan otomatis berbasis IoT dapat diintegrasikan dengan sensor waktu, kelembaban, suhu, dan kualitas air, serta dikendalikan melalui aplikasi mobile atau web [8].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem serupa pada tambak dan kolam konvensional dengan hasil yang menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan pakan dan pertumbuhan ikan yang lebih baik [9][10]. Namun, implementasi sistem tersebut pada kolong bekas tambang timah masih belum banyak dilakukan, mengingat kondisi lingkungan yang khas seperti kedalaman air, kualitas air yang bervariasi, serta keterbatasan infrastruktur jaringan [11]. Oleh karena itu, perlu dilakukan rancang bangun sistem pemberi pakan otomatis berbasis IoT yang sesuai dengan kondisi lokal kolong bekas tambang.

Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dalam pengembangan sistem pemberi pakan ikan otomatis berbasis IoT yang dirancang secara khusus untuk adaptasi di lingkungan kolong bekas tambang timah. Sistem ini tidak hanya mampu memberikan pakan secara terjadwal, tetapi juga menyesuaikan intensitas pemberian pakan berdasarkan data lingkungan. Inovasi lainnya terletak pada integrasi dan aplikasi mobile yang memungkinkan pembudidaya memantau kondisi kolam dan mengontrol sistem dari jarak jauh secara real-time. Dengan penerapan sistem ini, diharapkan proses budidaya ikan di kolong dapat berjalan lebih efisien, berkelanjutan, dan produktif, serta mendukung pengelolaan pasca-tambang yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomi tinggi.

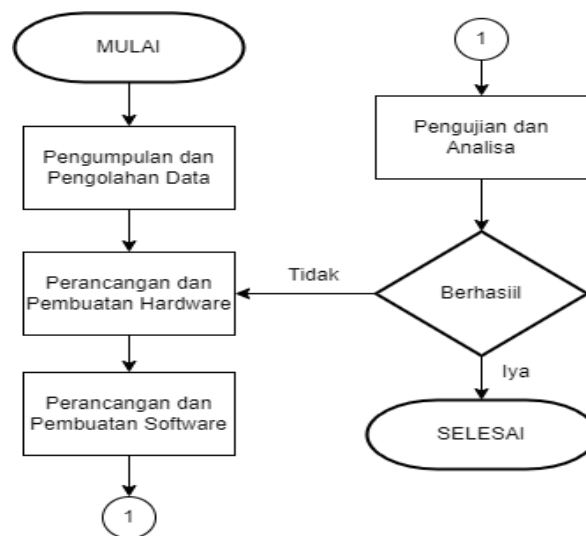
2. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian, metode dan langkah pelaksanaan yang akan dilakukan terdiri dari melakukan survei, pengumpulan dan pengolahan data, perancangan dan pembuatan hardware dan software, pengujian dan analisa terhadap keseluruhan alat. Tahapan penelitian yang dibuat dapat ditunjukkan pada Gambar 1.

Tahap Pengumpulan dan pengolahan Data (Study literature) , dimana kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

(a) Study Literatur

Dilakukan dengan 1) melakukan review terhadap penelitian-penelitian atau literatur yang terkait sistem pemberi pakan otomatis, teknologi IoT, serta karakteristik fisik-kimia kolong bekas tambang. 2) Melakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna (pembudidaya), kondisi lingkungan kolong, dan sumber daya yang tersedia (seperti ketersediaan listrik, sinyal internet, dan jenis ikan yang dibudidayakan). 3) Menentukan spesifikasi sistem, seperti jenis sensor, aktuator, mikrokontroler, serta kebutuhan energi.

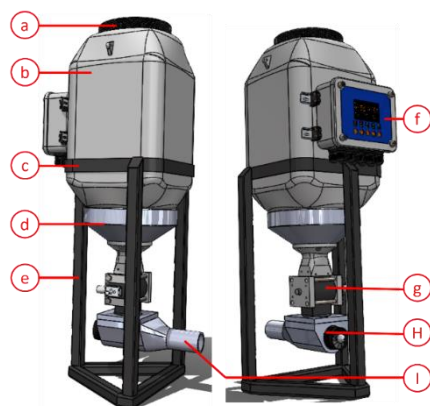


Gambar 1. Diagram Penelitian

(b) Perancangan Hardware dan Software

• *Perancangan Hardware*

Perancangan alat dibuat untuk memberikan gambaran visual yang jelas mengenai konstruksi dan mekanisme kerja mesin pemberi pakan ikan otomatis. Dengan adanya desain ini, perancangan dan analisis struktur dapat dilakukan lebih akurat sebelum proses manufaktur, sehingga memastikan bahwa mesin memiliki kestabilan, ketahanan, dan efisiensi kerja yang optimal. Desain ini juga membantu dalam mengevaluasi tata letak komponen, seperti rangka utama, wadah pakan, dan sistem pelontar, agar mesin dapat bekerja secara efektif dalam mendistribusikan pakan ke kolam. Selain itu, visualisasi ini berguna sebagai referensi dalam dokumentasi teknis serta komunikasi antara tim perancang, teknisi, dan pengguna. Mesin pemberi pakan ikan secara otomatis secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.



Keterangan pada gambar adalah sebagai berikut:

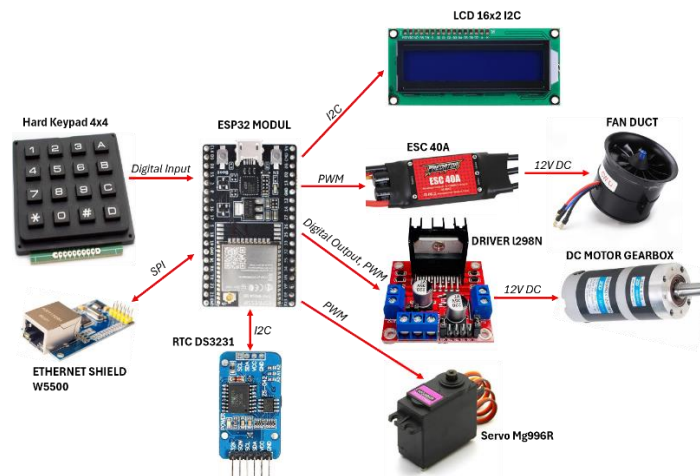
- a) Penutup wadah pakan
- b) Wadah pakan
- c) Frame penahan wadah pakan
- d) Corong pengarah pakan ke sistem pendorong
- e) Frame utama mesin
- f) Panel kontrol
- g) Saluran pengalir pakan
- h) Saluran pengalir pakan ke kolam
- i) Basis mesin

Gambar 2 Desain Mesin Pemberi Pakan Ikan Otomatis

Setelah melakukan perancangan terhadap konstruksi alat pada penelitian ini, maka selanjutnya peneliti akan merancang rangkaian kontrol akan digunakan. Untuk perancangan rangkaian kontrol dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

Keypad 4x4 merupakan perangkat untuk mengatur jadwal waktu secara langsung di mesin. Modul ethernet shield W5500 digunakan untuk komunikasi antara ESP32 dengan komputer server. Modul RTC DS3231 merupakan komponen yang menyediakan data waktu secara lokal pada mesin. Data waktu yang sudah diatur akan dicocokkan dengan waktu lokal dari RTC. Ketika waktu terpenuhi maka ESP32 akan mengeksekusi program pelontar pakan. LCD digunakan untuk menampilkan data waktu penjadwalan. ESC dan Fan Duct bekerja secara bersamaan untuk membentuk sistem pelontar. Driver L298N dan Motor DC

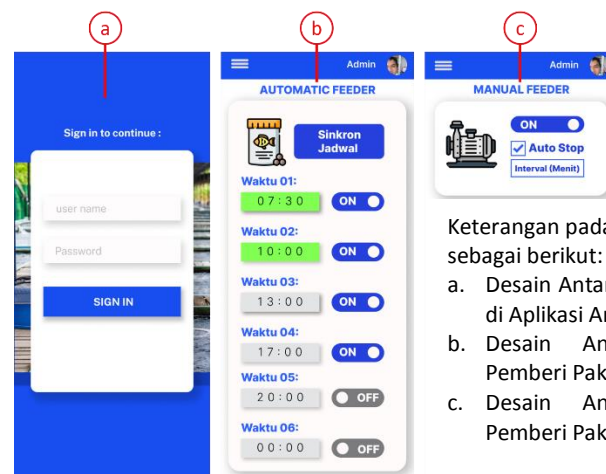
bekerja secara bersamaan untuk mendorong pakan keluar dari wadah penampung menuju saluran pendorong.



Gambar 3. Blok Diagram Perancangan Rangkaian Kontrol

- *Perancangan Software Antarmuka Aplikasi Android*

Desain antarmuka ini dibuat untuk menunjukkan elemen visual dan interaktif pada aplikasi Android agar pengguna dapat berinteraksi dengan aplikasi tersebut secara mudah, nyaman, dan efisien. Desain ini mencakup tata letak layar, warna, ikon, tombol, teks, dan elemen navigasi yang digunakan pengguna saat menjalankan aplikasi. Desain antarmuka ini merupakan bagian dari User Interface (UI) Design yang fokus pada aspek visual, sekaligus mendukung User Experience (UX) Design untuk memastikan pengalaman pengguna yang baik. Desain antarmuka aplikasi Android ditampilkan pada Gambar 4



Keterangan pada gambar adalah sebagai berikut:

- Desain Antarmuka Login form di Aplikasi Android
- Desain Antarmuka Menu Pemberi Pakan Otomatis
- Desain Antarmuka Menu Pemberi Pakan Mode Manual

Gambar 4. Desain Antarmuka Aplikasi Android

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai output dari penelitian yang telah dilaksanakan. Fokus dari bagian ini adalah untuk memperoleh pemahaman tentang hasil pengujian dari sistem yang telah dikembangkan. Pembahasan pada bagian ini akan membahas secara menyeluruh mengenai uji coba sistem yang telah direncanakan, disertai dengan dukungan visual berupa gambar dan tabel untuk mendukung hasil penelitian dan uji coba tersebut.

3.1. Ujicoba Akurasi Waktu Pelontaran

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi waktu pelontaran pakan oleh sistem otomatis sesuai dengan waktu yang telah diatur pada sistem. Hal ini penting untuk memastikan bahwa pakan dilempar pada waktu yang tepat sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dalam beberapa kali penjadwalan dengan perbandingan 2 buah smartphone yang berbeda untuk memastikan konsistensi kinerjanya. Hasil ujicoba akurasi waktu pelontaran ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Akurasi Waktu Pelontaran

Ujicoba Ke	Perangkat Referensi Pewaktuan	Waktu Penjadwalan Pada Sistem	Waktu yang Tampil di Smartphone (sebagai referensi)	Deviasi Waktu terhadap pembandingan (menit)
1	Smartphone 1	08:30	08:30	0
2	Smartphone 1	12:00	12:00	0
3	Smartphone 1	16:58	16:58	0
4	Smartphone 2	21:00	21:00	0
5	Smartphone 2	06:30	06:31	0

Berdasarkan hasil pengujian, eksekusi waktu penjadwalan sesuai dengan waktu referensi pembandingan. Dalam 8 kali ujicoba dengan 2 perangkat pembandingan yang berbeda, semuanya menunjukkan eksekusi pelaksanaan pemberian pakan tepat waktu. Ujicoba akurasi waktu pelontaran ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Ujicoba Akurasi Waktu Penjadwalan

3.2. Ujicoba Jarak Lontaran Pakan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak minimum dan maksimum saat pakan dilontarkan oleh mesin pelontar pakan ikan otomatis. Hal ini penting untuk memastikan pakan tersebar secara merata ke seluruh area kolam sesuai jangkauan yang diinginkan.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Jarak Lontaran Pakan

Ujicoba Ke	Kecepatan motor Pelontar (%)	Jarak Lontaran Minimum	Jarak Lontaran Maksimum	Jumlah pakan yang berada dalam jarak lontaran minimum (%)
1	90	4.1	6.2	8
2	90	4.3	6.5	8
3	90	2.4	6.3	4
4	90	4.3	6.2	8
5	90	2.6	6.4	4



Gambar 6. Pengukuran Jarak Lontaran Pakan Jarak Minimum = 240 cm dan maksimum 530cm

Berdasarkan hasil ujicoba dengan kecepatan motor pelontar 90% maka didapatkan jarak pelontaran terjauh adalah sebesar 6.6 meter, dan jarak terdekat adalah 2.4 meter. Meskipun hasil lontaran pakan memiliki jarak minimum pada angka 2.4meter namun persentase pakan yang berada pada titik tersebut sangat kecil yaitu maksimal 4% dari total keseluruhan pakan yg dilontarkan. Dengan ini maka dapat disimpulkan sistem pelontar cukup baik untuk digunakan serta memiliki jangkauan area yg cukup luas.

3.3. Ujicoba Kapasitas Pakan Yang Dikeluarkan Oleh Feeder

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah (dalam satuan gram) pakan yang dapat dikeluarkan oleh sistem feeder dalam satu siklus proses. Pengujian ini penting untuk memastikan pemberian pakan sesuai dengan kebutuhan ikan. Ujicoba dilakukan secara bertahap, ujicoba pertama dilakukan untuk menguji konsistensi jumlah keluaran pakan dalam 1 kali putaran motor feeder. Kemudian deviasi dihitung dengan mengurangi jumlah keluaran pakan terbesar dan terkecil. Setelah itu ujicoba dilanjutkan dengan beberapa kali putaran motor feeder untuk menguji jumlah kumulatif pakan yg dikeluarkan. Kemudian persentase error dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah pakan yang dikeluarkan terhadap jumlah aktual yang seharusnya dikeluarkan.

Berdasarkan hasil ujicoba yang telah dilakukan, maka rata-rata hasil keluaran pakan pada sistem feeder untuk 1 kali putaran motor adalah 21.7 gram. Hasil keluarannya relatif konstan dengan deviasi sebesar 0.3 gram. Sedangkan dalam uji coba multiple putaran motor feeder, didapatkan persentase error terbesar adalah 0.7 pada 8 kali putaran motor feeder. Hasil keluaran pakan pada multiple putran motor feeder dapat dikatakan stabil dan konstan karena memiliki persentase error < 1%. Ujicoba keluaran pakan ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Ujicoba Keluaran Pakan dalam 1 Siklus Putaran Motor Feeder

Tabel 3. Ujicoba Keluaran Pakan dengan 1 Kali Putaran Motor Feeder

Ujicoba Ke	Jumlah Putaran Motor (Putran)	Jumlah Keluaran Pakan (gram)
1	1	21.8
2	1	21.6
3	1	21.5
4	1	21.8
5	1	21.8
Rata-rata		21.7

Tabel 4. Ujicoba Keluaran Pakan dengan 4 dan 8 Kali Putaran Motor Feeder

Ujicoba Ke	Jumlah Putaran Motor (Putran)	Jumlah Keluaran Pakan (gram)	Error Absolut (gram)	Persentase Error (%)
1	4	87.2	0.4	0.46
2	4	87.3	0.5	0.6
3	8	174.8	1.2	0.7
4	8	174.9	1.3	0.7
5	8	174.9	1.3	0.7

3.4. Ujicoba Pertukaran Data antara Website dengan Online Database

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem website dapat melakukan pertukaran data (pengiriman dan pengambilan) dengan basis data online secara andal dan real-time. Ini penting untuk menjamin kendali jarak jauh dan pemantauan aktivitas pelontaran pakan berjalan dengan lancar.

a) Ujicoba Kesesuaian Data

Ujicoba kesesuaian data dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang tampil di Website terhadap nilai yang tersimpan didalam database online.

Tabel 5. Ujicoba Kesesuaian Data

No	Role Platform Website	Jenis Data	Data Yang Tampil di Platform Website	Data Yang Tampil di Database Online	Data Sesuai (Y/T)
1	Mengirimkan Data	String	"10:00"	"10:00"	Y
2	Mengirimkan Data	String	"14:00"	"14:00"	Y
3	Mengirimkan Data	Boolean	true	true	Y
4	Mengirimkan Data	Boolean	false	false	Y
5	Menerima Data	String	"17:30"	"17:30"	Y

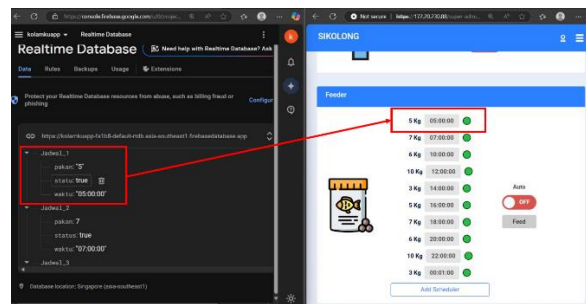
b) Ujicoba Latensi Respon Perubahan Data

Ujicoba latensi respon perubahan data dilakukan dalam 2 tahapan, yaitu Website mengirimkan data, dan Website mengambil data dari database online. Pengambilan data dilakukan dengan cara mencatat waktu respon perubahan data pada masing-masing tahapan uji coba. Ujicoba latensi respon perubahan data ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Ujicoba Respon Perubahan Data

No	Role Platform Website	Jenis Data	Data Yang Tampil di Platform Website	Data Yang Tampil di Database Online	Latensi Data (miliDetik)
1	Mengirimkan Data	String	"10:00"	"10:00"	221
2	Mengirimkan Data	String	"14:00"	"14:00"	189
3	Mengirimkan Data	Boolean	true	true	165
4	Menerima Data	String	"17:30"	"17:30"	310
5	Menerima Data	Boolean	false	false	300

Berdasarkan hasil pengujian, nilai persentase error secara keseluruhan dalam pengujian kesesuaian data adalah **0%**. Yang berarti nilai yang disimpan di database online adalah sama dengan nilai yang muncul di platform website, baik tipe data String maupun Boolean.



Gambar 7. Ujicoba Pertukaran Data Antara Website dan Database Online

Sedangkan latensi pengiriman data ke database online memiliki rata-rata waktu pengiriman sebesar 185 milidetik. Dan latensi pengambilan data dari database online memiliki rata-rata waktu 268.4 milidetik. Sesuai dengan kriteria uji pada metodologi ujicoba, maka dengan nilai latensi yang kecil ini, dapat disimpulkan jika website dapat bekerja secara responsif. Ujicoba pertukaran data ditampilkan pada gambar 6.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan uji coba sistem pemberi pakan ikan otomatis berbasis IoT di kolong bekas tambang timah, dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil beroperasi secara andal dan efektif dalam mendukung kegiatan budidaya ikan air tawar. Beberapa poin penting dari hasil pengujian adalah sebagai berikut: 1. Sistem berhasil melakukan pemberian pakan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan selama uji coba tanpa terjadi kegagalan sistem, pemberian pakan tepat waktu. Tingkat akurasi waktu pemberian pakan mencapai 100% berdasarkan pembacaan sensor RTC dan log aktivitas sistem. Hasil keluaran pakan pada multiple putaran motor feeder dapat dikatakan stabil dan konstan karena memiliki persentase error < 1%. Dan jarak pelontaran pelet dengan kecepatan motor pelontar 90% terjauh adalah sebesar 6.6 meter, dan jarak terdekat adalah 2.4 meter. 2. Kemudahan Kontrol Jarak Jauh berbasis web memungkinkan pengguna untuk mengatur jadwal pemberian pakan dan memantau status alat secara real-time dari perangkat smartphone maupun komputer. Dengan adanya sistem ini, produktivitas budidaya di wilayah pascatambang dapat ditingkatkan, sekaligus mengurangi risiko pencemaran air akibat pemberian pakan yang berlebihan. Sistem juga memberikan kemudahan dalam pengawasan jarak jauh, sehingga sangat cocok untuk diterapkan di daerah terpencil atau minim infrastruktur. Ke depan, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan sensor kualitas air (seperti suhu, pH, dan oksigen terlarut) serta integrasi dengan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk mengoptimalkan jumlah pakan berdasarkan perilaku makan ikan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih Terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia atas dukungan pendanaan yang telah diberikan sehingga penelitian Katalisator Berdikari ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Polman Babel) atas segala dukungan fasilitasi serta kesempatan yang telah diberikan untuk melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. (2022). Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir.
- [2] Yusron, E., & Wibowo, P. (2020). Pemanfaatan Kolong Bekas Tambang Timah untuk Budidaya Ikan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 12(2), 87–94.
- [3] Effendi, H. (2016). Kajian Kualitas Air untuk Budidaya Ikan. *Jurnal Lingkungan Tropis*, 10(1), 15–21.
- [4] Iskandar, D., & Mahendra, A. (2021). Teknologi Tepat Guna untuk Peningkatan Produktivitas Budidaya Ikan Air Tawar. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 9(2), 98–106.

-
- [5] Maulana, A., Nugraha, A., & Lestari, W. (2021). Optimalisasi Kolong Bekas Tambang untuk Budidaya Ikan Lele. *Jurnal Kelautan dan Perikanan*, 16(1), 88–95.
 - [6] Rahmatullah, A., Zulkifli, H., & Maulida, F. (2022). Transformasi Digital dalam Perikanan Budidaya. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(2)Pengabdian Masyarakat, 3(3), 250–257.
 - [7] Setiawan, D., Prayogo, T., & Irawan, H. (2021). Implementasi IoT untuk Otomatisasi Pemberian Pakan Ikan. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9(4), 345–352.
 - [8] Mahardika, H., et al. (2021). Perancangan Smart Feeder Berbasis IoT untuk Budidaya Ikan Lele. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9(1), 33–40.
 - [9] Kusnandar, K., & Prasetyo, H. (2020). Sistem Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis Arduino dan IoT. *Jurnal Inovasi Teknologi*, 8(3), 112–118.
 - [10] Nuryadin, M. et al. (2021). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(2), 45–52.
 - [11] Sari, R. N., et al. (2022). Pengaruh Kualitas Air Kolong Terhadap Budidaya Ikan. *Jurnal Ekologi Perairan*, 7(2), 77–85.
 - [12] Wahyuni, I., & Rohim, A. (2020). Evaluasi Kinerja Alat Pemberi Pakan Otomatis Berbasis Arduino untuk Budidaya Ikan Nila. *Jurnal Rekayasa Teknologi Pertanian*, 4(1), 23–30.