

Sistem Monitoring dan Pakan Otomatis pada Ikan Lele Berbasis Mikrokontroler ESP32

Alif Bartus Ikhrom^{1*}, Rini Puji Astutik²

Progam Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

Email : alifbartus1927@gmail.com, astutik_rpa@umg.ac.id

*Penulis korespondensi : alifbartus1927@email.com

Abstract. *Catfish farming is one of the fisheries areas with great potential in Indonesia. However, the problem of feed efficiency, use of probiotics, and air temperature control are still the main obstacles that affect the health and growth of fish. This study aims to design and implement an automatic system that can regulate the provision of feed and probiotics and control and control air temperature directly using the ESP32 microcontroller. This system has several important components, such as the ESP32 microcontroller as a control center, servo motors for feed and probiotic distribution, and DS18B20 temperature sensors to monitor air temperature. All components can be controlled and viewed through an IoT-based application with a Wi-Fi connection or applications such as Telegram. This trial aims to determine whether this system can provide feed and probiotics according to the specified time, and maintain air temperature in the optimal range (28°C–40°C) for catfish growth. In this way, the system is expected to increase efficiency in catfish farming automatically, reduce the need for human labor, and minimize errors in pond management.*

Keywords: *Automatic Feed, Catfish, ESP32, Temperature Control, Temperature Sensor.*

Abstrak. Budidaya lele adalah salah satu area perikanan dengan potensi yang sangat besar di Indonesia. Namun, masalah dalam efisiensi pakan, penggunaan probiotik, dan pengendalian suhu air masih menjadi rintangan utama yang memengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan sebuah sistem otomatis yang bisa mengatur pemberian pakan dan probiotik serta memantau dan mengontrol suhu air secara langsung menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini memiliki beberapa komponen penting, seperti mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kontrol, motor servo untuk distribusi pakan dan probiotik, serta sensor suhu DS18B20 untuk memonitor suhu air. Semua komponen dapat dikendalikan dan dilihat lewat aplikasi berbasis IoT dengan koneksi Wi-Fi atau aplikasi seperti Telegram. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem ini dapat memberikan pakan dan probiotik sesuai waktu yang ditentukan, serta menjaga suhu air dalam kisaran optimal (28°C–40°C) untuk pertumbuhan ikan lele. Dengan cara ini, diharapkan sistem ini akan meningkatkan efisiensi dalam budidaya ikan lele secara otomatis, mengurangi kebutuhan akan tenaga kerja manusia, dan meminimalkan kesalahan dalam pengelolaan kolam.

Kata Kunci: Control Suhu, ESP32, Ikan Lele, Pakan Otomatis, Sensor Suhu.

1. LATAR BELAKANG

Industri perikanan di Indonesia memiliki potensi lokal yang sangat besar. Salah satu contoh adalah budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) yang dikenal karena kemudahan dalam pembudidayaan dan pertumbuhannya yang cepat. Kualitas dari budidaya ini sangat tergantung pada seberapa rutin dan efisien pakan diberikan. Namun, saat ini, pemberian pakan masih banyak dilakukan secara manual, yang sering kali tidak efisien dan bisa menimbulkan masalah jika takarannya tidak tepat. Selain itu, para pembudidaya yang memiliki aktivitas padat sering mengalami kesulitan dalam mengatur jadwal pakan dan melakukan pemantauan kolam dengan rutin.

Selain makanan, pengawasan kondisi lingkungan seperti suhu air sangat penting, karena suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat mempengaruhi metabolisme ikan lele. Agar kesehatan ikan tetap baik dan biaya produksi dapat ditekan, pemberian pakan tambahan yang mengandung probiotik juga perlu dilakukan, sebab dapat menetralkan air kolam dan meningkatkan kualitas ikan.

Menjawab tantangan ini, kemajuan dalam teknologi otomatisasi, terutama yang berkaitan dengan sistem berbasis mikrokontroler, menjadi jawaban yang baik. Mikrokontroler ESP32 dipilih sebab ia adalah versi yang lebih maju dari ESP8266, dilengkapi dengan kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth, sehingga sangat sesuai untuk penerapan sistem Internet of Things (IoT) dalam budidaya ikan. Dengan teknologi ini, kita dapat memberi makan ikan secara otomatis dan memantau suhu air melalui sensor seperti DS18B20 dari jauh, menggunakan platform berbasis web atau aplikasi mobile seperti Telegram.

Karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan prototipe alat pemberi makan otomatis bagi ikan dan mengevaluasi seberapa efektif alat ini dalam memberi pakan kepada ikan lele.

2. KAJIAN TEORITIS

Studi ini berfokus pada ide sistem pemberian makanan dan penggunaan probiotik untuk ikan lele, serta pengaturan suhu air secara otomatis dengan Mikrokontroler ESP32. Diharapkan, hal ini dapat meningkatkan hasil panen dan membuat pembudidayaan ikan menjadi lebih efisien.

Mikrokontroler ESP32

ESP32 berfungsi sebagai otak pengontrol sistem. Berfungsi sebagai otak sistem, mengelola data dari sensor dan mengontrol aktuator. ESP32 mendukung konektivitas WiFi, yang digunakan untuk mengirimkan data ke aplikasi pemantauan.

Motor Servo

Motor ini digunakan untuk mekanisme distribusi pakan serta probiotik, beroperasi dengan sistem umpan balik tertutup guna menjamin posisi rotasi yang tepat.

Sensor Suhu DS18B20

Sensor digital ini dipilih karena keakuratannya yang tinggi ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) dalam rentang suhu dari -10 hingga $+85^{\circ}\text{C}$. Sensor ini berfungsi untuk memantau suhu di kolam.

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi ketersediaan level pakan di penampung dengan mengukur jarak dari objek menggunakan gelombang suara.

Power Suply

Komponen penting dalam sistem otomatisasi yang menggunakan mikrokontroler. Sumber ini bertugas memberikan arus dan tegangan yang stabil sesuai dengan kebutuhan perangkat keras seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler.

LCD 12C 16x2

LCD 16x2, yang merupakan Liquid Crystal Display dengan 16 karakter dan 2 baris, sangat penting dalam sistem. Fungsi utamanya adalah menampilkan informasi dan kondisi sistem secara langsung di lokasi perangkat, tanpa memerlukan alat lain seperti laptop atau ponsel untuk melihat informasi saat ini.

Modul Relay

Komponen ini berfungsi sebagai sakelar yang dioperasikan secara elektrik. Dalam proyek yang melibatkan mikrokontroler seperti ESP32, relay digunakan agar perangkat berdaya rendah bisa mengontrol sirkuit yang memiliki daya tinggi.

RTC DS3231

Modul Jam Real-Time ini menyimpan informasi tentang waktu dan tanggal, yang sangat penting untuk menjalankan jadwal pemberian pakan dengan tepat.

Solenoid Valve

Alat ini berfungsi sebagai aktuator yang mengatur aliran air, di mana solenoid valve mengendalikan saluran pengisian dan pembuangan.

Pompa DC

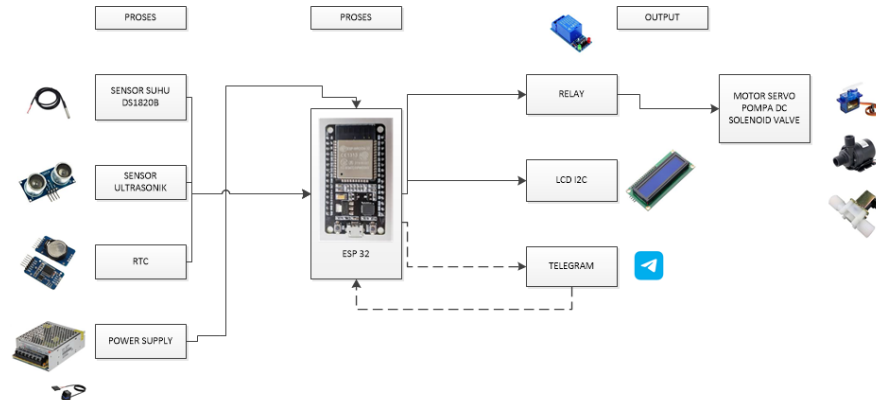
Pompa DC digunakan untuk mengalirkan air dan keduanya dikendalikan melalui modul relay yang terhubung ke ESP32.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi perancangan sistem yang meliputi, perancangan software, perancangan hardware dan proses kerja sistem

Perancangan Sistem

Rancangan untuk sistem ini merupakan tahap selanjutnya setelah menemukan referensi yang tepat dan komponen yang sesuai untuk sistem pemberian pakan otomatis. Oleh karena itu, perancangan dan konstruksi dapat dilakukan dengan dasar sumber dan studi sebelumnya yang dapat dipercaya.



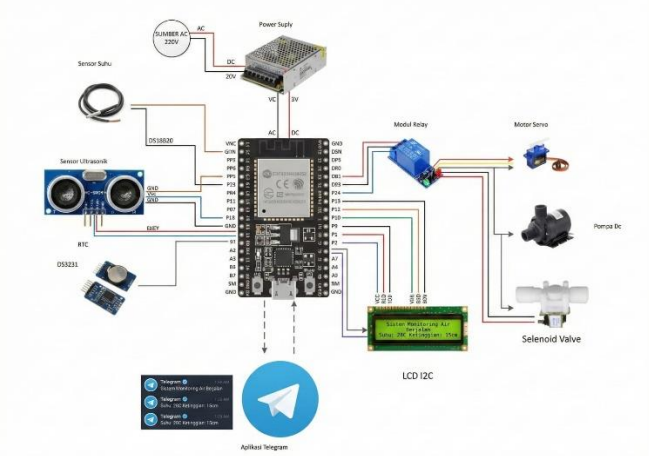
Gambar 1. Blok Diagram Sistem.

Perancangan Software

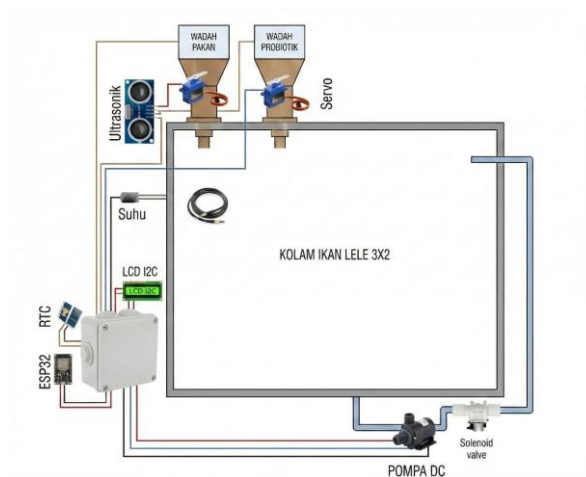
Program Arduino IDE berfungsi untuk menulis kode pada mikrokontroler ESP-32, sehingga dapat membaca informasi dan mengontrol sensor atau perangkat dalam sistem. Untuk memprogram menggunakan Arduino IDE, perlu dilakukan penyesuaian pada library agar perangkat dapat terhubung dan diprogram. Pemilihan pin GPIO di ESP-32 harus sesuai dengan sifat dari setiap sensor, tergantung apakah sensor itu menggunakan pin digital atau analog. Dalam proses pemrograman, fungsi millis dimanfaatkan agar sistem dapat beroperasi secara bersamaan tanpa ada penundaan data yang signifikan.

Perancangan Hardware

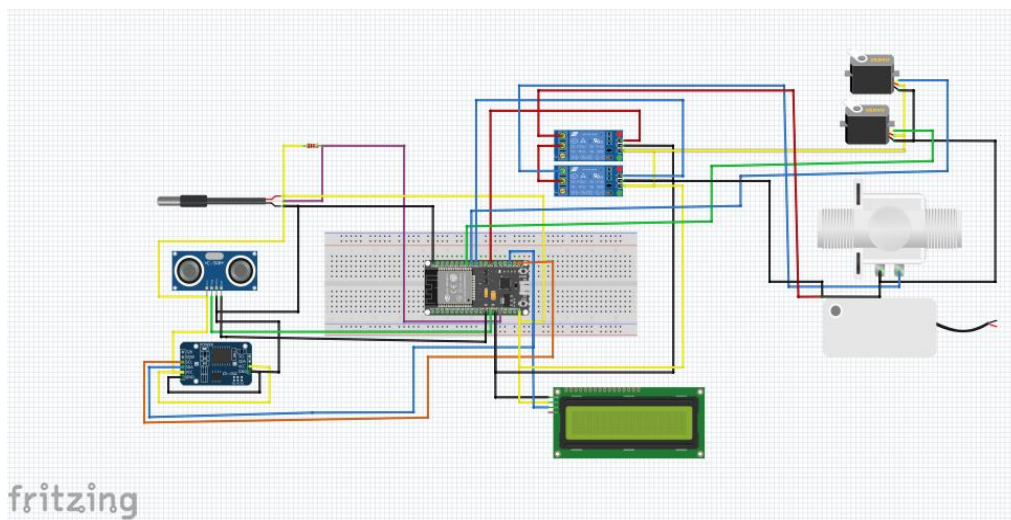
Perancangan perangkat hardware adalah proses untuk mengatur komponen yang akan dipakai dan penempatan sensor agar berfungsi dengan baik. Pada tahap perancangan perangkat keras ini, dilakukan juga pengkabelan untuk setiap alat.



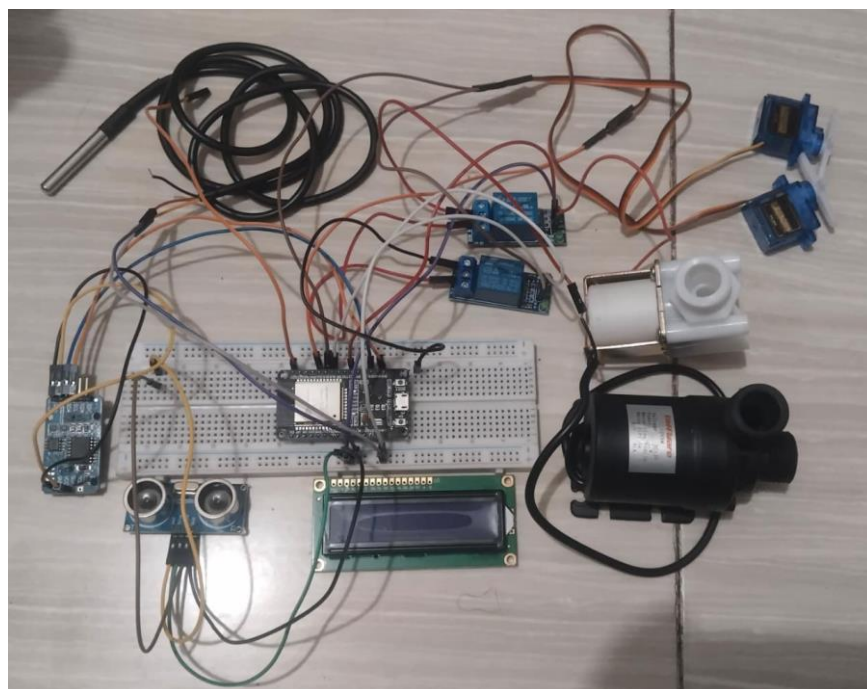
Gambar 2. Perancangan Hardware.



Gambar 3. Layout Sistem.

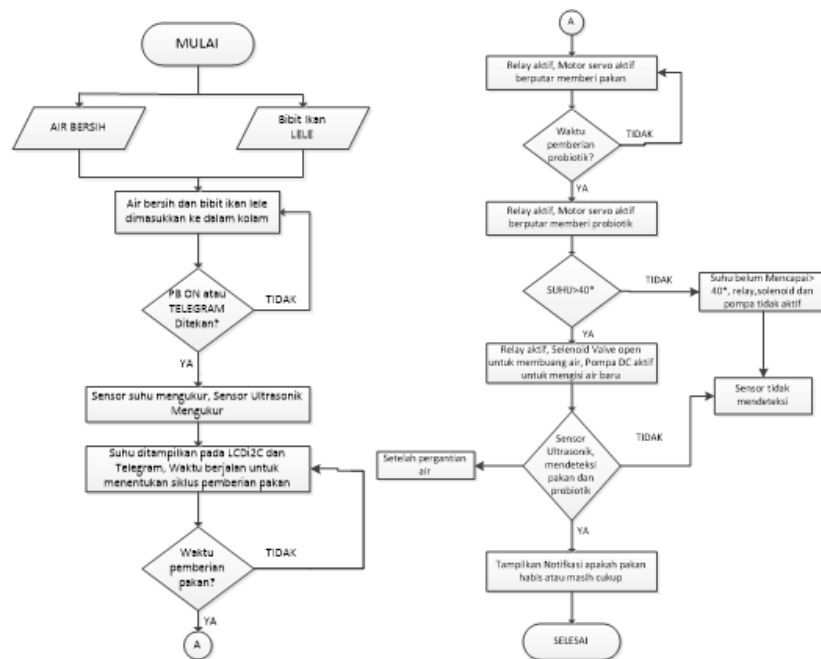


Gambar 4. Wiring Diagram.



Gambar 5. Gambaran Rangkaian Alat.

Proses Kerja Sistem



Gambar 6. Flowchart Sistem.

Keterangan:

1. Pada tahap inisialisasi, air bersih dan ikan lele harus ada pada kolam
2. Sumber AC harus dinyalakan terlebih dahulu agar sistem dapat bekerja
3. Saat Sumber AC dinyalakan, , *power supply* akan menyala, dan ESP-32 aktif yang menandakan sistem siap bekerja.
4. Tombol power digunakan untuk mengaktifkan sistem pemberian pakan ikan, ataupun telegram untuk mengaktifkan dari jarak jauh sensor suhu dan ultrasonik akan aktif untuk mengukur.
5. Sensor akan mengukur suhu air dengan standart tertentu, saat semua sensor sudah mengambil besaran nilai, maka nilai tersebut akan ditampilkan secara realtime melalui LCD I2C, dan data hasil pembacaan akan dikirim dan disimpan pada bot telegram.
6. Setelah itu waktu berjalan untuk mnentukan siklus pemberian pakan, pemberian pakan dilakukan secara 2-3 kali sehari selang waktu pemberian pakan pada ikan lele dengan interval 8 jam sekali, setiap pemberian pakan.
7. Kemudian Motor servo dan relay aktif, berputar untuk memberi pakan pada ikan lele.
8. Ketika sudah waktu untuk pemberian probiotik pada ikan lele, motor servo dan relay aktif, untuk pmberian probiotik.
9. Jika suhu air pada kolam lebih dari 40 derajat, relay aktif, solenoid valve terbuka untuk membuang air, setelah itu pompa dc aktif untuk mengisi air baru pada kolam.

10. Sensor ultrasonic mendeteksi pakan dan probiotik apakah pakan masih cukup atau pakan sudah habis.
11. Bot pada aplikasi Telegram membaca atau memberi informasi
Selesai

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem ini dilakukan untuk mengevaluasi seberapa efektif sistem pemberian pakan ikan otomatis yang telah dibuat. Area yang diuji mencakup kalibrasi sensor, pengujian kemampuan memberikan nutrisi, pemantauan di layar LCD, hingga penggabungan data dengan aplikasi Telegram.

1. Pengujian dan Kalibrasi Sensor

Tahap pertama dari pengujian terpusat pada seberapa tepat sensor ultrasonik dan sensor suhu membaca parameter lingkungan.

a) Sensor Ultrasonik

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan pembacaan jarak oleh sensor dengan alat ukur manual guna menentukan nilai error.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik.

No	Sensor Ultrasonik	Hasil Baca Sensor	Error
1.	10	10.2	2%
2.	20	19.8	1%
3.	30	30.1	0.33%
4.	40	39.7	0.75%
5.	50	50.3	0.6%
6.	60	59.9	0.16%

b) Sensor Suhu

Kalibrasi perlu dilakukan agar suhu air kolam dapat terdeteksi dengan tepat, karena suhu memiliki pengaruh besar terhadap metabolisme ikan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Suhu.

No	Sensor Suhu	Hasil Baca Sensor	Error
1.	27.0	27.2	0.74%
2.	28.5	28.4	0.35%
3.	29.0	29.1	0.34%

4.	30.2	30.5	0.99%
5.	31.0	31.0	0%
6.	32.5	32.4	0.61%

2. Pengujian Sistem Pemberian Pakan dan Probiotik

Pengujian ini dilakukan untuk mengonfirmasi keakuratan waktu dan hasil kerja motor dalam mengeluarkan pakan serta probiotik.

a) Pengujian Probiotik

Pengujian ini mencatat sejauh mana jadwal yang ditentukan sesuai dengan keluarnya cairan probiotik dan keadaan motor.

Tabel 3. Hasil Pengujian Probiotik.

No	Waktu Pengujian	Jadwal Probiotik	Probiotik Keluar	Status Motor	Berhasil/gagal
1.	08:00:05	08:00	10 ml	Aktif	Berhasil
2.	08:00:05	08:00	10 ml	Aktif	Berhasil
3.	08:00:04	08:00	10 ml	Aktif	Berhasil
4.	16:00:06	16:00	10 ml	Aktif	Berhasil
5.	16:00:05	16:00	10 ml	Aktif	Berhasil
6.	16:00:04	16:00	10 ml	Aktif	Berhasil

b) Pengujian Pakan

Menguji seberapa sukses mekanisme pelontar pakan pada waktu yang telah ditetapkan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pakan.

No	Waktu Pengujian	Jadwal Pakan	Pakan Keluar	Status Motor	Berhasil/gagal
1.	07:00:05	07:00	50 gram	Berputar	Berhasil
2.	17:00:04	17:00	50 gram	Berputar	Berhasil
3.	07:00:06	07:00	50 gram	Berputar	Berhasil
4.	17:00:05	17:00	52 gram	Berputar	Berhasil
5.	07:00:04	07:00	48 gram	Berputar	Berhasil
6.	17:00:05	17:00	50 gram	Berputar	Berhasil

3. Monitoring dan Notifikasi

Sistem ini menyediakan dua cara untuk memantau: satu secara lokal menggunakan LCD dan satu lagi dari jauh melalui Telegram.

a) Pengujian Pembacaan LCD

Monitoring langsung di tempat dilakukan menggunakan layar LCD untuk memantau parameter sistem secara langsung.

Tabel 5. Pembacaan LCD.

No	Parameter	Nilai Ditampilkan	Keterangan
1.	Suhu Air	29.5°C	Terbaca Normal
2.	Tinggi Air	45 cm	Terbaca Normal
3.	Status Pakan	"Feeding..."	Motor sedang bekerja
4.	Koneksi WiFi	"Connected"	Terhubung ke internet
5.	Waktu (RTC)	07:01:20	Sesuai waktu nyata
6.	Status Probiotik	"Ready"	Menunggu jadwal

b) Notifikasi Telegram

Pengujian ini dilakukan untuk menjamin bahwa setiap aktivitas sistem, seperti ketika pemberian pakan selesai, dikirimkan sebagai pesan kepada pengguna. Pesan tersebut berisi waktu pemberitahuan dan konten yang diterima.

Tabel 6. Pembacaan Notifikasi Telegram.

No	Waktu Notifikasi	Isi Pesan Telegram
1.	07:00	[INFO] Pakan telah diberikan (50gr).
2.	08:00	[INFO] Probiotik telah diberikan (10ml).
3.	12:30	[REPORT] Suhu: 29°C, Tinggi Air: 40cm.

4.	14:15	[WARNING] Suhu air tinggi: 33°C!
5.	17:00	[INFO] Pakan telah diberikan (50gr).
6.	20:00	[REPORT] Status harian: Sistem Normal.

4. Pengujian Keseluruhan Sistem (Skenario)

Pengujian Keseluruhan dilaksanakan dengan cara mensimulasikan berbagai skenario kerja untuk menguji logika dan ketahanan sistem.

Tabel 7. Pengujian Keseluruhan.

No	Skenario Pengujian	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1.	Monitoring suhu air kolam	Masukkan sensor ke air	Suhu muncul di LCD & Telegram	Sesuai	Berhasil
2.	Monitoring ketinggian air kolam	Ubah ketinggian air	Perubahan nilai jarak terdeteksi	Sesuai	Berhasil
3.	Pemberian pakan dan probiotik otomatis sesuai jadwal	Tunggu jam pakan	Motor bergerak sesuai jadwal	Motor berputar	Berhasil
4.	Pemberian pakan dan probiotik via aplikasi telegram	Klik tombol /pakan	Pakan keluar secara manual	Pakan keluar	Berhasil
5.	Koneksi dan pengiriman data ke aplikasi telegram	Hubungkan ESP32 ke WiFi	Data terkirim ke database/bot	Terkirim	Berhasil

6.	Kehilangan koneksi pada wifi	Matikan Router	Sistem tetap jalan offline (RTC)	Jalan offline	Berhasil
7.	Suhu diluar ambang batas	Panaskan sensor	Muncul notifikasi peringatan	Notifikasi muncul	Berhasil
8.	Pemadaman listrik/ Restart sistem	Cabut & colok power	Sistem boot-up dan lari otomatis	Auto-reconnect	Berhasil
9.	Operasi sistem jalan secara terus menerus selama 24 jam	Jalankan 24 jam	Tidak ada sistem yang hang/freeze	Sistem stabil	Berhasil

5. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem monitoring dan pakan ikan otomatis berbasis ESP32, berikut adalah kesimpulan utamanya:

1. Efektivitas Sistem: Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem otomatis untuk pakan ikan ini bekerja dengan baik, dari pembacaan sensor hingga pengiriman informasi ke Telegram.
2. Akurasi Sensor: Kalibrasi yang dilakukan pada sensor ultrasonik dan sensor suhu memastikan bahwa data yang dihasilkan sangat akurat dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah sebelum digunakan untuk pemantauan secara real-time.
3. Keandalan Mekanisme Pakan: Sistem berhasil melaksanakan jadwal pemberian pakan dan probiotik secara otomatis dengan motor yang berfungsi dengan baik, sehingga memberikan nutrisi yang konsisten bagi ikan.
4. Kemudahan Monitoring: Pengguna dapat dengan mudah memeriksa parameter air dan status sistem melalui dua cara, yaitu tampilan fisik di LCD dan notifikasi jarak jauh melalui Telegram.
5. Ketahanan Operasional (Skenario): Sistem telah terbukti stabil dalam berbagai situasi, termasuk saat terjadi perubahan suhu yang ekstrem, kehilangan koneksi WiFi, pemadaman listrik, serta berjalan terus-menerus selama 24 jam

6. Secara keseluruhan, sistem ini siap untuk membantu para pembudidaya ikan lele dalam mengotomatiskan proses pemberian pakan dan memantau kondisi kolam dengan efisien. Secara keseluruhan, sistem ini siap digunakan untuk membantu pembudidaya ikan lele dalam mengotomatisasi pemberian pakan dan memantau kondisi kolam secara efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Allah SWT yang telah membantu kelancaran saya dalam menyusun jurnal artikel ini dan juga Nabi Muhammad SAW yang menjadi panutan bagi saya dalam proses pengerjaannya. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua yang telah membantu dalam pembuatan jurnal artikel, yaitu:

1. Orang tua saya yang selalu mendoakan, memberikan restu, dan dukungan yang tanpa henti, sehingga proses pengerjaan artikel ini dapat berjalan lancar dan terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Denny Irawan, S. T. , M. T. sebagai kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Gresik.
3. Ibu Rini Puji Astutik, S. T. , M. T. sebagai dosen pembimbing yang memberikan bimbingan, motivasi, dan pengetahuan kepada saya selama perkuliahan hingga penyusunan ini.
4. Teman-teman seangkatan di Teknik Elektro angkatan 21 yang telah mendukung saya.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik yang telah banyak memberikan pengetahuan mengenai teknik elektro kepada saya.

DAFTAR REFERENSI

- Feranita, Firdaus, Safrianti, E., Sari, L. O., & Fadilla, A. (2019). Sistem Otomatisasi Alat Pemberi Pakan Ikan Lele Berbasis Arduino Uno. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(1.1), 33-37. <https://doi.org/10.24036/jtev.v5i1.1.106139>
- Florestiyanto, M. Y., Prasetyo, D. B., & Handigar, M. R. (2019). Pengembangan Alat Pemberi Makan Ikan Otomatis Menggunakan Arduino. *Telematika: Jurnal Informatika Dan Teknologi Informasi*, 16(2), 73-80. <https://doi.org/10.31315/telematika.v16i2.3185>
- H. S. Weku, V. C. Poekoel, And R. F. Robot, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler", *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, Vol. 5 (7), ISSN: 2301-8402, 2015.

- Harifuzzumar, Arkan, F., & Putra, G. B. (2018). Perancangan Dan Implementasi Alat Pemberian Pakan Ikan Lele Otomatis Pada Fase Pendederan Berbasis Arduino Dan Aplikasi Blynk. In *PROCEEDINGS OF NATIONAL COLLOQUIUM RESEARCH AND COMMUNITY SERVICE* (Vol. 2). Bangka Belitung: Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
- Jusdi, Chandra, A., & Syam, N. (2023). RANCANG BANGUN SMART ROOM MENGGUNAKAN VOICE RECOGNITION BERBASIS ESP32 DAN BLYNK. *Journal System Information And Computer*, 1(1), 35-46. Retrieved From <https://journal.binaadinata.ac.id/index.php/ammatoa/article/view/5>
<https://doi.org/10.63989/ammatoa.v1i1.5>
- M. Yohanna And D. T. N. Lumban Toruan, "Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan Dan Minum Ayam Secara Otomatis", *Jutisi*, Vol. 4, No. 2, Pp. 308 -, Aug. 2018.
- Nurhidayah, T., Ulfah, M., & Jamal, N. (2024). Sistem Monitoring Kualitas Air Dan Pakan Otomatis Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Fokus Elektroda : Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika Dan Kendali*, 9(2), 91-98. <https://doi.org/10.33772/jfe.v9i2.174>
- Pratama, A., & Arifianto, H. (2021). Desain Sistem Pakan Ikan Otomatis Berbasis Arduino Dengan Solar Cell. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa*, 6(1), 25-32.
- Putra, Putu Dharma Adnyana (2024). Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Peternakan Ikan Lele Skala Mikro secara Otomatis Berbasis Iot. Undergraduate thesis, Politeknik Negeri Bali. <https://repository.pnb.ac.id/id/eprint/14879>
- Riantama, R. A., & Fatimah, T. (2022). Sistem Monitoring Dan Pemberian Pakan Ikan Otomatis Menggunakan ESP32CAM Berbasis Web. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 1(1), 724-733. Diambil Dari <https://senafiti.budiluhur.ac.id/senafiti/article/view/24>
- Sulistyo, D. (2021). Sistem Otomatisasi Pakan Ikan Dengan Arduino Uno Berbasis Iot. *Jurnal Teknologi Dan Komputer*, 15(2), 34-40.
- WIBOWO, SENDANG ARY (2024). Monitoring dan Kontrol Pakan Ikan Berbasis Internet of Things (IoT) pada Budidaya Lele. Other thesis, Universitas Duta Bangsa Surakarta. <https://eprints.udb.ac.id/id/eprint/2786>
- Witono, P. Roseff, And N. Sapta, "Perancangan Pemberian Pakan Ikan Secara Otomatis Dan Manual Berbasis Raspberry PI"