

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor perikanan budidaya air tawar di Indonesia memiliki peran strategis dalam menopang ketahanan pangan nasional dan pemberdayaan ekonomi masyarakat. Ikan lele (*Clarias spp.*) merupakan salah satu komoditas akuakultur primadona karena memiliki laju pertumbuhan yang pesat, daya adaptasi yang tinggi terhadap fluktuasi kondisi lingkungan perairan, serta efisiensi pemanfaatan pakan yang baik [3]. Meskipun memiliki potensi ekonomi yang menjanjikan, margin keuntungan dan efisiensi produksi budidaya ikan lele sangat bergantung pada manajemen pakan. Hal ini dilatarbelakangi oleh fakta empiris bahwa pakan merupakan komponen pengeluaran terbesar yang menyerap sekitar 60% hingga 70% dari total biaya operasional produksi [3], [6], [7]. Oleh karena itu, optimalisasi pengelolaan pakan, baik dari segi kuantitas maupun frekuensi pemberiannya, menjadi faktor penentu krusial bagi keberhasilan dan keberlanjutan usaha budidaya.

Secara konvensional, mayoritas pembudidaya ikan lele skala mikro hingga menengah masih mengandalkan tenaga manusia dalam proses pemberian pakan. Praktik manual ini rentan terhadap inefisiensi akibat bias subjektivitas, kelalaian, dan keterbatasan waktu pembudidaya, yang berakumulasi pada ketidakakuratan jadwal serta dosis pakan yang diberikan [1], [4]. Manajemen pakan yang buruk memiliki implikasi langsung terhadap performa biologis ikan dan ekosistem perairan. Frekuensi dan volume pemberian pakan yang berada di bawah titik optimal (*underfeeding*) akan menyebabkan lambatnya laju pertumbuhan benih dan memicu peningkatan perilaku kanibalisme [4]. Sebaliknya, pemberian pakan yang melampaui kapasitas serapan ikan (*overfeeding*) tidak hanya berimplikasi pada inefisiensi ekonomi (pemborosan pakan), tetapi juga memicu degradasi kualitas air secara masif. Penumpukan sisa pakan organik di dasar kolam berpotensi meningkatkan kadar amonia beracun yang secara signifikan dapat menekan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) ikan lele [3], [5].

Selain persoalan akurasi waktu dan dosis, distribusi spasial pakan yang tidak

merata di area kolam juga menjadi kendala utama dalam budidaya dengan padat tebar tinggi. Penumpukan pakan pada satu titik memicu kompetisi intraspesifik yang tinggi, di mana ikan dengan ukuran lebih dominan akan memonopoli asupan nutrisi, sehingga menghasilkan *disparitas* ukuran ikan yang tinggi pada saat panen [1]. Untuk mengatasi permasalahan multidimensional tersebut, diperlukan transisi dari metode konvensional menuju sistem otomatis yang cerdas dan terintegrasi.

Seiring dengan disrupsi teknologi pada era Revolusi Industri 4.0, penerapan *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif dalam modernisasi sektor akuakultur. Teknologi IoT memfasilitasi konektivitas antara perangkat keras fisik dan komputasi awan (*cloud*), memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses pemberian pakan secara *real-time* tanpa batasan proksimitas spasial [2]. Beberapa literatur terkini telah mengeksplorasi purwarupa sistem pakan otomatis berbasis IoT. Penelitian Ramadhani *et al.* (2025) berhasil mengembangkan sistem "AquaInnova" menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang dikendalikan melalui antarmuka Telegram [14]. Senada dengan hal tersebut, Rusindiyanto *et al.* (2024) menegaskan bahwa adopsi alat pemberi pakan otomatis secara holistik mampu mengeliminasi pemborosan waktu, menjaga stabilitas asupan nutrisi, serta meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan peternak [5].

Meskipun sistem otomatisasi pakan telah banyak diinisiasi, sebagian besar perangkat yang ada di lapangan masih bersifat parsial dan memiliki keterbatasan teknis. Terdapat kesenjangan teknologi (*technological gap*) yang signifikan pada ketersediaan sistem yang mampu mengintegrasikan penjadwalan presisi (*timer*), kalibrasi volume pakan yang dikeluarkan secara akurat (massa pakan), serta mekanisme lontaran yang memastikan pakan tersebar merata secara simultan.

Untuk menjembatani kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sebuah arsitektur *smart feeder* yang komprehensif. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai unit pemrosesan utama karena keandalannya dalam manajemen daya dan kemampuan integrasi modul Wi-Fi untuk komunikasi IoT yang stabil. Alat ini secara spesifik dirancang untuk mengatur jadwal pemberian pakan secara deterministik, mengonfigurasi massa keluaran pakan yang disesuaikan dengan kurva pertumbuhan biomassa ikan, serta mengimplementasikan sistem

aktuator pelontar sentrifugal guna mewujudkan distribusi pakan yang ekuivalen di seluruh area permukaan kolam.

Berdasarkan rasionalisasi permasalahan dan justifikasi teknis yang telah diuraikan, maka penelitian dengan judul "Rancang Bangun Smart Feeder System Ikan Lele Berbasis IoT dengan Kontrol Timer dan Massa Pakan. " ini diusulkan. Implementasi dari sistem cerdas ini diekspektasikan mampu memberikan keunggulan kompetitif bagi pembudidaya melalui simplifikasi operasional, reduksi biaya produksi, dan optimalisasi parameter pertumbuhan ikan lele secara berkelanjutan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun Smart Feeder System ikan lele berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 yang dapat melakukan pemberian pakan secara otomatis dan dapat dipantau dari jarak jauh?
2. Bagaimana tingkat akurasi sistem dalam mengendalikan massa pakan yang dikeluarkan serta menjalankan pemberian pakan otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditentukan?
3. Bagaimana implementasi Telegram Bot dan Google Spreadsheet sebagai media monitoring, pengendalian, dan pencatatan data pemberian pakan secara real-time?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Dengan mengacu pada rumusan masalah di atas, tujuan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun Smart Feeder System ikan lele berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32.
2. Mengimplementasikan kontrol massa pakan dan pemberian pakan otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditentukan.
3. Mengintegrasikan Telegram Bot dan Google Spreadsheet sebagai media monitoring, pengendalian, dan penyimpanan data pemberian pakan secara real-time untuk meningkatkan kemudahan pengelolaan budidaya ikan lele.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

1.4.1 Manfaat Akademik

1. Menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan sistem otomasi dan kendali berbasis mikrokontroler, khususnya pada aplikasi autofeeder untuk budidaya ikan menggunakan ESP32.
2. Menambah literatur dan wawasan dalam bidang teknik elektronika, sistem tertanam, serta penerapan sensor load cell dan modul RTC pada sistem kendali otomatis.
3. Mendorong pengembangan riset lanjutan terkait integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dalam sektor pertanian dan perikanan, termasuk pemantauan dan pengendalian sistem budidaya secara jarak jauh berbasis smartphone.

1.4.2 Manfaat Praktisi

1. Memberikan panduan praktis dalam perancangan dan implementasi sistem autofeeder ikan otomatis berbasis ESP32, mencakup integrasi modul RTC, sensor load cell, motor servo, motor DC, dan antarmuka smartphone.
2. Menjadi contoh kasus nyata (case study) yang relevan bagi mahasiswa, peneliti, maupun teknisi dalam mengembangkan sistem otomasi sederhana yang terjangkau dan dapat diterapkan pada berbagai skala budidaya perikanan.
3. Memperkuat pemahaman teknis dalam pengoperasian sistem kendali otomatis berbasis mikrokontroler, termasuk teknik pembacaan sensor berat dan pengendalian aktuator melalui jaringan WiFi lokal.

1.4.3 Manfaat bagi Masyarakat dan Pembudidaya Ikan

1. Memberikan solusi teknologi yang praktis dan terjangkau bagi para pembudidaya ikan dalam mengatasi permasalahan ketidakaturan waktu pemberian pakan, ketidakstabilan dosis pakan, dan ketidakmerataan distribusi pakan yang selama ini dilakukan secara manual.
2. Membantu pembudidaya ikan dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, serta meminimalkan pemborosan pakan sehingga biaya produksi dapat ditekan secara signifikan.

- 3 Mendorong pertumbuhan ikan yang lebih seragam melalui pemberian pakan yang teratur, terukur, dan merata ke seluruh sektor kolam, sehingga kualitas dan nilai jual hasil panen dapat meningkat secara konsisten.

1.5 Batasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini, batasan masalah ditetapkan agar proses perancangan dan pengujian sistem tetap sesuai dengan ruang lingkup penelitian. Adapun batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada perancangan dan pembangunan Smart Feeder System untuk budidaya ikan lele berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, dengan fokus pada pengendalian massa pakan dan waktu pemberian pakan sesuai jadwal yang telah ditentukan.
2. Sistem pemberian pakan dilakukan secara otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditentukan menggunakan modul RTC DS3231 dan dapat dikontrol secara manual melalui Telegram Bot.
3. Pengukuran dan pengendalian jumlah pakan yang dikeluarkan dilakukan menggunakan sensor load cell sebagai pengukur massa pakan.
4. Massa pakan yang dapat diatur dan diuji pada sistem dibatasi pada rentang 100 gram hingga 500 gram, dengan variasi setpoint pengujian sebesar 100 gram, 200 gram, 300 gram, 400 gram, dan 500 gram.
5. Monitoring, kontrol jarak jauh, dan pencatatan data pemberian pakan dilakukan melalui Telegram Bot dan Google Spreadsheet yang terhubung melalui jaringan internet.
6. Pengujian sistem dibatasi pada aspek ketepatan waktu pemberian pakan, akurasi massa pakan, serta keberhasilan pengiriman data ke Telegram Bot dan Google Spreadsheet, tanpa membahas pengaruhnya terhadap pertumbuhan ikan, kualitas air, maupun analisis ekonomi budidaya.
7. Pengujian sistem atau alat purwarupa tidak diimplementasikan secara langsung pada kolam budidaya ikan lele yang sesungguhnya, melainkan dilakukan pada lingkungan simulasi atau area pengujian yang telah dikondisikan.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan Tugas Akhir disusun untuk memberikan gambaran

mengenai isi dan pembahasan pada setiap bab. Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penyusunan tugas akhir. Bab ini menjelaskan dasar pemikiran serta ruang lingkup penelitian yang dilakukan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tinjauan pustaka dan teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi budidaya ikan lele, Internet of Things (IoT), ESP32, RTC DS3231, sensor load cell dan HX711, motor servo, motor DC, LCD, keypad, Telegram Bot, Google Spreadsheet, serta komponen pendukung lainnya yang digunakan dalam perancangan sistem.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, diagram blok sistem, wiring diagram, flowchart sistem, metode pengumpulan data, serta prosedur pengujian yang dilakukan pada Smart Feeder System.

BAB IV PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas proses pembuatan dan implementasi sistem, meliputi pembuatan perangkat keras, perakitan rangkaian elektronik, integrasi sistem, pembuatan perangkat lunak, serta implementasi program pada mikrokontroler ESP32.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS ALAT

Bab ini menyajikan hasil pengujian sistem serta analisis terhadap kinerja Smart Feeder System. Analisis dilakukan terhadap akurasi massa pakan menggunakan sensor load cell, ketepatan pemberian pakan berdasarkan jadwal, serta kinerja monitoring dan pencatatan data berbasis IoT.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem serta saran yang dapat digunakan untuk pengembangan alat pada penelitian selanjutnya.