

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Budidaya ikan lele dengan media kolam terpal merupakan salah satu usaha perikanan air tawar yang berkembang pesat di Indonesia. Media terpal dipilih karena lebih praktis, biaya pembuatan kolam relatif terjangkau, dan perawatannya lebih mudah dibandingkan kolam tanah maupun beton. Selain itu, penggunaan terpal membuat lokasi budidaya lebih fleksibel karena dapat diterapkan di lahan sempit baik di pedesaan maupun perkotaan. Permintaan pasar terhadap ikan lele juga cenderung stabil bahkan terus meningkat, sehingga menjadikan usaha ini memiliki potensi ekonomi yang besar dan menjadi salah satu sumber penghasilan yang menjanjikan bagi masyarakat (Andriani & Nurinsani, 2025).

Kegiatan pemeliharaan lele di kolam terpal meliputi penebaran benih, pengaturan air kolam, pemberian pakan, serta pemantauan kesehatan ikan. Semua tahapan tersebut memerlukan perhatian penuh agar ikan dapat tumbuh baik hingga masa panen. Walaupun media terpal memiliki kelebihan, pembudidaya tetap menghadapi sejumlah kendala di lapangan. Keterbatasan waktu untuk perawatan, biaya operasional yang tinggi, serta kesulitan menjaga kondisi air agar tetap stabil menjadi tantangan yang sering muncul. Situasi tersebut menunjukkan perlunya metode yang lebih efektif untuk mendukung keberhasilan pemeliharaan lele pada kolam terpal.

Berdasarkan hasil observasi di lokasi mitra budidaya lele, ditemukan adanya permasalahan yang cukup serius, yakni tingkat kematian ikan yang tinggi pada setiap periode pemeliharaan. Dalam satu kolam terpal berisi sekitar 200 ekor ikan, dapat ditemukan 30 hingga 40 ekor ikan yang mati sebelum masa panen. Hal ini disebabkan oleh perubahan kualitas air yang tidak stabil serta pemberian pakan yang belum teratur. Pengukuran pH air masih dilakukan secara manual menggunakan kertas lakmus, sedangkan pemberian pakan masih dilakukan secara konvensional, yaitu sekitar dua piring pakan untuk satu kolam dalam sekali pemberian. Kondisi ini menunjukkan bahwa kegiatan pemantauan dan pemberian pakan masih mengandalkan perkiraan dan

belum sepenuhnya berbasis data, sehingga sering kali menyebabkan kualitas air menurun dan ikan menjadi stres bahkan mati (Hartono & Rosyada, 2024).

Kualitas air merupakan faktor penting dalam budidaya lele pada kolam terpal. Air berfungsi sebagai media utama kehidupan ikan sehingga kestabilannya harus dijaga (Pramono, 2023). Faktor ukur yang perlu diperhatikan meliputi tingkat keasaman (pH), suhu, dan kebersihan kolam. Pada media terpal, perubahan pH dapat terjadi lebih cepat akibat sisa pakan, kotoran ikan, serta pengaruh cuaca. Ketika pH terlalu rendah atau terlalu tinggi, ikan menjadi stres, nafsu makan menurun, pertumbuhan terhambat, bahkan bisa mengalami kematian. Banyak pembudidaya mengetahui pentingnya menjaga kualitas air, tetapi hanya sebagian yang melakukan pengukuran secara rutin karena keterbatasan alat dan waktu. Kondisi ini membuat pengawasan kualitas air di kolam terpal belum optimal.

Selain kualitas air, pemberian pakan juga menjadi faktor penentu keberhasilan budidaya. Biaya pakan mencapai enam puluh hingga tujuh puluh persen dari total produksi (Yusa dkk., 2024). Pada kolam terpal, pakan biasanya diberikan secara manual dengan perkiraan takaran tertentu. Cara ini sering menimbulkan permasalahan, seperti pemberian yang tidak merata, jumlah pakan yang tidak sesuai, atau keterlambatan jadwal. Akibatnya, sisa pakan mengendap di dasar kolam, memicu penurunan kualitas air, serta meningkatkan risiko kematian pada ikan. Jika pakan kurang, ikan juga tidak mendapatkan nutrisi yang memadai, sehingga pertumbuhan tidak maksimal. Hal ini berdampak langsung terhadap hasil panen dan efisiensi usaha.

Perkembangan teknologi memberi peluang penggunaan sistem otomatisasi pada kolam terpal (Rusindiyanto dkk., 2024). Alat pengukur pH otomatis dapat memantau kondisi air secara berkala, sedangkan alat pemberi pakan otomatis dapat mengatur jumlah dan waktu sesuai kebutuhan ikan. Kehadiran perangkat otomatisasi dapat membantu pembudidaya menjaga stabilitas kualitas air, meningkatkan keteraturan pemberian pakan, dan mengurangi biaya operasional. Dengan adanya teknologi ini, budidaya lele di kolam terpal dapat dilakukan secara lebih modern, efisien, dan berkelanjutan.

Penelitian sebelumnya banyak berfokus pada penggunaan teknologi sederhana untuk mendukung budidaya ikan air tawar. Beberapa penelitian merancang sistem pemberi pakan otomatis berbasis mikrokontroler yang dapat mengatur jadwal serta jumlah pakan sesuai kebutuhan ikan (Pratama & Abdillah, 2025). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alat tersebut mampu meningkatkan efisiensi pemberian pakan dan mengurangi risiko keterlambatan yang sering terjadi pada metode manual. Selain itu, penelitian lain mengembangkan sensor digital untuk mengukur kualitas air, terutama tingkat pH, yang terbukti membantu pembudidaya memantau kondisi kolam secara lebih akurat dan teratur (Aprillianto, 2024).

Selain itu, ada penelitian yang menggabungkan dua fungsi sekaligus, yaitu pengukuran pH dan pengendalian suhu air pada kolam budidaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan informasi secara cepat kepada pengguna dan membantu menjaga kestabilan lingkungan hidup ikan agar tetap sesuai dengan standar kualitas air yang ideal (Fikri, 2024). Penelitian lain juga mengembangkan sistem berbasis Internet of Things yang memungkinkan data pH, suhu, dan kadar oksigen terhubung dengan aplikasi berbasis web. Sistem tersebut mempermudah pembudidaya dalam mengontrol kolam dari jarak jauh melalui perangkat seperti laptop atau ponsel (Alwansyah & Fahrurrozi, 2024).

Terdapat pula penelitian yang berfokus pada pengembangan alat pemberi pakan otomatis yang dapat disesuaikan dengan ukuran ikan dan tingkat pertumbuhannya. Dengan adanya sensor pendeteksi gerakan atau jumlah ikan di permukaan air, sistem ini dapat menyesuaikan jumlah pakan yang diberikan agar tidak terjadi kelebihan atau kekurangan (Nur dkk., 2024). Hal ini terbukti mampu menghemat biaya operasional dan mengurangi limbah pakan yang dapat mencemari kolam. Beberapa penelitian lain juga menekankan pentingnya penggunaan sistem terintegrasi yang menggabungkan sensor, aktuator, dan jaringan komunikasi data agar proses pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan secara *real-time* (Octiva dkk., 2025).

Berdasarkan pemilihan judul penelitian mengenai “Sistem Monitoring Kualitas Air dan Pakan Otomatis Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT dengan Web dan Firebase

Realtime Database” didasarkan pada pentingnya efisiensi dan ketepatan dalam proses budidaya ikan.

Selama ini, banyak pembudidaya masih mengandalkan cara manual dalam memantau kualitas air dan memberikan pakan, yang sering kali kurang efektif dan memerlukan waktu serta tenaga yang besar. Kondisi tersebut dapat menyebabkan ketidakseimbangan kualitas air, keterlambatan pemberian pakan, serta penurunan produktivitas ikan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem otomatis berbasis *Internet of Things* yang mampu memantau pH air dan mengatur pemberian pakan secara *real-time* melalui koneksi internet. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghadirkan solusi inovatif yang dapat membantu pembudidaya dalam mengelola kolam secara lebih efisien dan terukur. Secara umum, penerapan sistem ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi kalangan pembudidaya ikan lele, yaitu mempermudah proses pemantauan dan pengelolaan kolam, meningkatkan produktivitas, serta mendukung keberlanjutan usaha budidaya melalui penerapan teknologi otomatis yang efisien dan ramah lingkungan. Dengan demikian, penerapan teknologi otomatisasi dapat menjadi strategi tepat dalam meningkatkan produktivitas lele di media kolam terpal sekaligus memberikan keuntungan yang lebih besar bagi pembudidaya.

Sistem *Internet of Things* (IoT) yang digunakan pada penelitian ini berfungsi untuk menghubungkan perangkat keras seperti sensor pH, sensor suhu, dan servo motor dengan layanan *cloud Firebase Realtime Database* melalui mikrokontroler ESP32. Dengan penerapan IoT, seluruh perangkat dapat saling berkomunikasi dan bekerja secara otomatis tanpa perlu pengawasan langsung oleh pengguna. Sistem ini berperan penting dalam proses pemantauan dan pengendalian kualitas air serta pemberian pakan ikan lele secara *real-time*. Data yang diperoleh dari sensor dikirim ke Firebase dan ditampilkan melalui antarmuka web berbasis HTML, CSS, dan JavaScript, sehingga pengguna dapat memantau kondisi kolam dari jarak jauh menggunakan perangkat yang terhubung ke internet. Selain itu, sistem IoT juga mengatur servo motor untuk membuka wadah pakan secara otomatis sesuai jadwal yang telah ditentukan. Apabila terjadi kondisi tidak normal seperti pH atau suhu air di luar batas ideal, buzzer akan memberikan peringatan sebagai bentuk notifikasi. Dengan demikian, sistem IoT ini

tidak hanya berfungsi untuk monitoring dan kontrol otomatis, tetapi juga membantu pengguna dalam menjaga stabilitas lingkungan kolam secara efisien dan terukur.

1.2 Rumusan Permasalahan

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

1. Bagaimana merancang perangkat keras untuk memantau pH air dan mengatur pemberian pakan otomatis pada budidaya ikan lele dengan media kolam terpal?
2. Bagaimana mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian berbasis web yang terhubung dengan perangkat keras agar dapat berfungsi secara *real-time*?
3. Bagaimana tingkat akurasi sensor dan efektivitas sistem yang dikembangkan berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi pengguna?

1.3 Batasan Masalah

Batasan ini digunakan untuk memperjelas ruang lingkup penelitian sehingga pembahasan tidak melebar ke luar dari pokok permasalahan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas penggunaan komponen perangkat keras seperti sensor pH 4502C, mikrokontroler ESP32, dan alat pemberi pakan otomatis yang berfungsi memantau serta mengatur kondisi kolam terpal secara otomatis.
2. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pemantauan dan pengendalian berbasis web yang menampilkan data pH air dan mengatur pemberian pakan secara *real-time*, tanpa membahas aspek pemasaran, manajemen keuangan, atau distribusi hasil panen.
3. Sistem web yang digunakan dalam penelitian ini dibangun menggunakan teknologi web dasar seperti HTML, CSS, dan JavaScript, serta terhubung dengan mikrokontroler ESP32 melalui jaringan internet menggunakan modem WiFi portable (*MiFi*) berbasis jaringan seluler 4G LTE untuk proses komunikasi data antara perangkat keras dan antarmuka web.
4. Sistem yang dikembangkan hanya digunakan untuk pemantauan dan pengendalian satu kolam terpal, sehingga tidak membahas integrasi dengan beberapa kolam atau skala industri.

5. Penelitian ini dilakukan pada kondisi lingkungan budidaya lele, sehingga hasil pengujian mungkin berbeda jika diterapkan pada jenis kolam atau sistem budidaya lain.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini disusun berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Tujuan tersebut meliputi:

1. Merancang perangkat keras yang mampu memantau pH air, suhu air, dan ketersediaan pakan secara *real-time* serta mengatur pemberian pakan otomatis pada kolam terpal budidaya ikan lele.
2. Mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian berbasis web yang terhubung dengan perangkat keras melalui Firebase Realtime Database agar dapat berfungsi secara *real-time* dan dapat diakses dari jarak jauh.
3. Menguji tingkat akurasi sensor pH 4502C dan sensor suhu DS18B20 dalam membaca parameter kualitas air kolam dibandingkan dengan alat ukur pembanding.
4. Mengevaluasi kinerja sistem secara fungsional menggunakan metode *Blackbox Testing* untuk memastikan seluruh fitur sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang.
5. Menganalisis tingkat kelayakan sistem berdasarkan penilaian pembudidaya ikan lele sebagai pengguna akhir menggunakan instrumen kuesioner dengan Skala Likert.

1.5 Manfaat Penelitian

Setiap penelitian diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi berbagai pihak yang terlibat maupun yang merasakan hasilnya. Manfaat penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Pembudidaya

Penelitian ini membantu pembudidaya lele mengoptimalkan usaha melalui alat otomatis pengukur pH dan pemberi pakan, sehingga kualitas air terjaga, pemberian pakan teratur, produktivitas meningkat, dan biaya lebih hemat.

1.5.2 Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman praktis dalam perancangan dan implementasi sistem IoT berbasis perangkat keras dan perangkat lunak yang dipakai dalam budidaya lele.

1.5.3 Bagi Masyarakat

Penelitian ini bisa menjadi contoh penggunaan teknologi sederhana yang bermanfaat untuk mendukung budidaya lele agar lebih praktis, efisien, dan terus berkembang.

