

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan luar biasa dalam sumber daya perikanan, dengan keanekaragaman jenis ikan yang melimpah. Terdapat sekitar 2000 spesies ikan air tawar di Indonesia, dan setidaknya 27 jenis ikan telah mengalami pembudidayaan. Ikan nila (*O. niloticus*) merupakan komoditas ikan air tawar yang paling disukai masyarakat Indonesia dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Ikan nila dikenal memiliki toleransi yang luas terhadap habitatnya, kemampuan unggul dalam menghasilkan protein berkualitas tinggi dari bahan organik limbah perikanan, pertanian, dan domestik, pertumbuhannya yang cepat serta dapat berkembang dengan baik pada teknologi budidaya intensif [1].

Ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) adalah salah satu spesies ikan budidaya air tawar yang memiliki prospek yang cukup menjanjikan untuk dikembangkan. Ikan nila juga tergolong sebagai ikan air tawar yang menunjukkan kemampuan adaptasi diri yang baik, menjadikannya komoditas unggulan dalam budidaya perikanan di Indonesia, salah satunya adalah ikan nila nirwana. Stabilitas peningkatan hasil produksi ikan nila dapat dicapai melalui metode budidaya intensif dengan memperhatikan berbagai faktor pendukung kelangsungan hidup ikan tersebut, seperti ketersediaan air, lokasi budidaya, serta kualitas lingkungan yang baik [2].

Kualitas air dalam media pemeliharaan yang kurang optimal akan berdampak negatif terhadap ikan yang dibudidayakan. Oleh sebab itu, sangat krusial untuk melaksanakan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air dalam sistem pemeliharaan berbasis bioflok ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). Inisiatif ini amat penting untuk menjamin kestabilan kualitas air di dalam sarana pemeliharaan [3].

Seiring dengan kemajuan teknologi melalui pendekatan biologis, teknologi bioflok telah diterapkan untuk menjaga mutu perairan dalam budidaya. Bioflok adalah metode yang memanfaatkan bakteri baik, baik heterotrof maupun autotrof, yang mampu mengubah limbah organik secara intensif menjadi

kumpulan mikroorganisme berbentuk flok, yang kemudian dapat digunakan oleh ikan sebagai sumber pakan. Di dalam flok terdapat berbagai organisme pembentuk seperti bakteri, plankton, jamur, alga, dan partikel-partikel terlarut yang memengaruhi struktur serta kandungan gizi bioflok, namun komunitas bakteri merupakan mikroorganisme yang paling dominan dalam pembentukan flok pada bioflok [4].

Teknologi bioflok telah muncul sebagai salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan limbah dalam budidaya intensif. Pendekatan ini sangat menguntungkan karena mampu mengurangi limbah nitrogen anorganik yang dihasilkan dari sisa pakan dan kotoran, serta menyediakan pakan tambahan yang kaya protein untuk hewan budidaya, sehingga mendukung pertumbuhan dan efisiensi pakan. Oleh karena itu, teknologi bioflok dapat dijadikan alternatif dalam peningkatan budidaya. Proses teknologi bioflok dilakukan dengan memasukkan karbohidrat organik ke dalam media pemeliharaan guna meningkatkan rasio C/N (*Carbon/Nitrogen*) dan merangsang perkembangan bakteri heterotrof yang mampu mengubah nitrogen anorganik menjadi biomassa bakteri [5].

Konduktivitas listrik atau EC (*Electrical Conductivity*) serta TDS (*Total Dissolved Solid*) kerap digunakan sebagai indikator kualitas air, khususnya di daerah pantai. Kedua indikator ini berfungsi sebagai pengukur tingkat salinitas, sehingga sangat berharga dalam memahami intrusi air laut. EC dan TDS memiliki hubungan yang erat. EC adalah ukuran kemampuan cairan dalam menghantarkan arus listrik. Kapasitas ini tergantung pada konsentrasi ion yang terlarut, kekuatan ion, dan suhu saat pengukuran. Umumnya, konsentrasi ion terlarut diukur dalam satuan TDS [6].

Pertumbuhan pengetahuan dan teknologi memiliki dampak signifikan, baik yang berkaitan langsung dengan aktivitas manusia maupun yang tidak langsung. Teknologi dimulai dari model sistem tradisional yang kemudian bertransformasi menuju sistem yang diotomatisasi. Berdasarkan kemajuan teknologi, terdapat sistem mikrokontroler terbaru yaitu ESP32 yang dapat digunakan sebagai pengendali.

Pengawasan kualitas air dalam budidaya ikan nila yang dilakukan dengan cara tradisional sering kali kurang efisien karena tidak adanya sistem pencatatan waktu yang terintegrasi untuk mengetahui kapan air dalam kolam perlu diganti. Hal ini berisiko menurunkan kualitas air yang dapat mengakibatkan meningkatnya kemungkinan kematian ikan serta serangan penyakit. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan kualitas air berbasis teknologi untuk memberikan informasi secara langsung. Sistem ini dirancang untuk mencatat parameter kualitas air secara terus menerus serta memberikan peringatan jika nilai parameter tersebut melampaui batas yang ditetapkan dalam standar budidaya sistem bioflok.

Penelitian yang dilakukan terintegrasi dengan *Internet of Things*. IoT adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari koneksi internet yang terhubung. Cara kerja IoT adalah di mana suatu objek diwujudkan dalam sistem komputer dalam bentuk data. Teknologi IoT secara umum dibagi menjadi tiga lapisan arsitektur, yaitu lapisan persepsi, lapisan jaringan, dan lapisan aplikasi. IoT digunakan untuk mengumpulkan data mentah secara real-time dengan cara yang efisien [7].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan kualitas air kolam bioflok berbasis IoT dengan integrasi sensor pH, suhu, turbidity, dan TDS. Namun, sebagian besar masih memiliki keterbatasan. Pertama, banyak penelitian tidak menggunakan metode penelitian terstruktur seperti DSRM (*Design Science Research Method*), sehingga proses perancangan dan evaluasi kurang terdokumentasi secara sistematis. Kedua, akurasi pembacaan TDS masih rendah karena mengandalkan ADC bawaan mikrokontroler. Ketiga, sistem pemantauan biasanya hanya tersedia pada satu platform, seperti LCD atau aplikasi web, sehingga membatasi fleksibilitas pengguna. Keempat, mekanisme peringatan masih terbatas pada alarm lokal tanpa dukungan notifikasi pesan instan. Kelima, ambang batas TDS yang digunakan sering kali bersifat umum, tanpa mempertimbangkan nilai optimal khusus untuk ikan nila pada sistem bioflok.

Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan kualitas air kolam bioflok ikan nila berbasis IoT yang dirancang menggunakan metode DSRM, dilengkapi modul ADC eksternal ADS1115 untuk meningkatkan akurasi pembacaan TDS, dan menyediakan pemantauan real-time melalui LCD, aplikasi IoT Remote pada smartphone, serta penyimpanan data di cloud Arduino. Sistem ini juga memiliki mekanisme peringatan ganda melalui bot Telegram dan buzzer ketika nilai TDS melebihi ambang batas 1000 ppm, yang disesuaikan dengan literatur biologis terkait toleransi ikan nila. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan kualitas air secara berkelanjutan dan mendukung keberhasilan budidaya ikan nila berbasis bioflok.

Dalam penelitian ini digunakan algoritma KNN (*K-Nearest Neighbor*) untuk membantu mengklasifikasikan kualitas air berdasarkan parameter TDS (*Total Dissolved Solid*). KNN merupakan salah satu metode klasifikasi sederhana namun efektif yang bekerja dengan prinsip jarak kedekatan. Algoritma ini akan membandingkan nilai TDS yang diperoleh dari sensor dengan dataset pelatihan yang telah ditentukan sebelumnya. Proses dimulai dengan menghitung jarak antara data uji dan data pelatihan, kemudian memilih sejumlah tetangga terdekat (k). Selanjutnya, kategori yang paling banyak muncul dari tetangga tersebut ditetapkan sebagai hasil klasifikasi.

Penggunaan algoritma KNN dalam sistem ini dipilih karena sifatnya yang tidak memerlukan proses pelatihan kompleks, mudah diimplementasikan pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya seperti mikrokontroler, serta cukup akurat untuk mengelompokkan data TDS ke dalam kategori kualitas air, yaitu terlalu rendah, optimal, cukup tinggi, dan berisiko tinggi. Dengan demikian, integrasi KNN dalam sistem pemantauan berbasis IoT memungkinkan deteksi dan klasifikasi kualitas air dilakukan secara otomatis dan real-time, sehingga respon terhadap perubahan kondisi lingkungan dapat dilakukan lebih cepat [8].

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas implementasi sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT dengan sensor TDS dalam mendeteksi perubahan kondisi air kolam bioflok ikan nila secara real-time?
2. Sejauh mana algoritma KNN mampu mengklasifikasikan kategori kualitas air berdasarkan data TDS yang dikumpulkan, serta apa keterbatasannya pada nilai ambang batas antar kategori?
3. Faktor apa saja (kalibrasi sensor, kondisi lingkungan, distribusi data latih) yang memengaruhi akurasi, kestabilan, dan keandalan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dan KNN dalam aplikasi nyata di kolam bioflok?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya, penelitian ini memiliki tujuan utama sebagai landasan dalam merancang dan mengimplementasikan sistem yang efektif. Adapun tujuan penelitian ini secara spesifik adalah sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT dengan sensor TDS untuk memantau kondisi kolam bioflok ikan nila secara real-time.
2. Menerapkan algoritma KNN dalam proses klasifikasi kualitas air berdasarkan data TDS, serta mengevaluasi kinerjanya terhadap nilai uji yang berada di sekitar batas kategori.
3. Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi akurasi dan keandalan sistem, termasuk aspek kalibrasi sensor, kondisi lingkungan, serta distribusi dataset latih, guna meningkatkan performa monitoring kualitas air berbasis IoT dan KNN.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

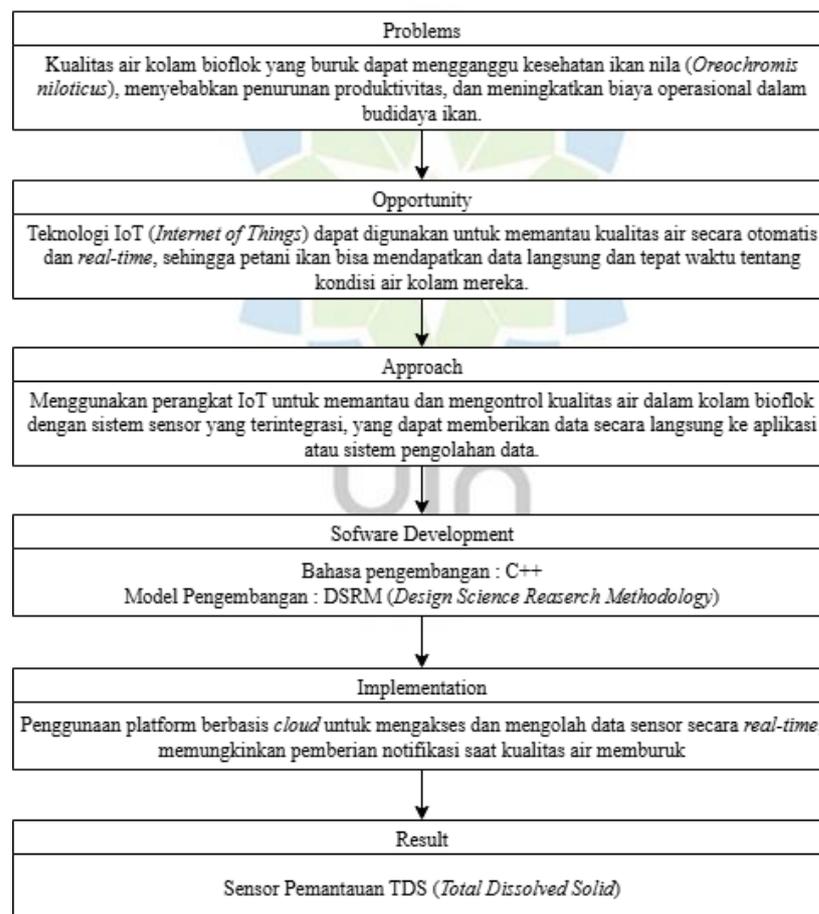
Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yang perlu ditetapkan untuk memperjelas fokus dan ruang lingkup penelitian. Batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya memfokuskan pada pemantauan kualitas air kolam bioflok menggunakan parameter TDS dengan sensor TDS dan mikrokontroler ESP32.

2. Sistem monitoring dibatasi pada penggunaan ADS1115, LCD, buzzer, Arduino Cloud, dan Telegram sebagai media akuisisi data, tampilan, dan notifikasi.
3. Evaluasi klasifikasi kualitas air hanya menggunakan algoritma KNN dengan perhitungan jarak Euclidean, serta pengujian dilakukan pada skala budidaya kecil.

1.5 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merangkum hubungan masalah, teori, dan langkah sistem sebagai dasar solusi Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Pemikiran

Pada gambar 1.1 kerangka pemikiran berfokus pada masalah penerapan teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam pemantauan dan pengolahan kualitas air kolam bioflok ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam budidaya ikan. Dengan menggunakan sensor IoT

yang terintegritas, kualitas air dapat di pantau secara real-time, memberikan data yang akurat dan tepat waktu kepada petani ikan, sehingga memungkinkan mereka untuk segera mengambil tindakan jika ada perubahan kualitas air yang dapat membahayakan kesehatan ikan.

Pemanfaatan platform berbasis cloud dalam sistem ini memungkinkan pengelolaan data sensor secara langsung, memberikan peringatan saat kondisi air menurun, dan mempermudah pemantauan jarak jauh. Oleh karena itu, sistem ini memiliki potensi untuk meningkatkan produktivitas ikan nila serta mengurangi biaya operasional yang disebabkan oleh kualitas air yang kurang baik. Di samping itu, pendekatan ini juga dapat memperkenalkan metode yang lebih modern dan efisien dalam manajemen budidaya ikan melalui teknologi IoT.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan DSRM (*Design Science Research Methodology*), yaitu metode yang menekankan pada perancangan dan pengembangan artefak sebagai solusi terhadap masalah nyata. Tahapan DSRM meliputi identifikasi masalah, penentuan tujuan, perancangan, pengembangan, evaluasi, hingga komunikasi hasil penelitian. Pemilihan metode ini didasarkan pada kebutuhan penelitian untuk menghasilkan sistem pemantauan kualitas air kolam bioflok berbasis IoT yang tidak hanya dirancang secara konseptual, tetapi juga diuji efektivitas dan relevansinya dalam praktik budidaya.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan skripsi ini disusun agar memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian dan pengembangan sistem. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang yang menjelaskan pentingnya penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan masalah yang menjadi ruang lingkup pengembangan sistem.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini membahas teori-teori yang relevan sebagai dasar penelitian, yang mencakup :

1. Kajian pustaka tentang Teknologi IoT
2. Komponen hardware seperti TDS sensor, ADS1115, ESP32, dan Arduino nano.
3. *Internet of Things*
4. Platform bot Telegram
5. Studi literature yang mendukung pengembangan sistem

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi metode yang digunakan dalam penelitian, yaitu Design Science Research Methodology (DSRM) yang mencakup :

1. *Proble Identification and Motivatiob*
2. *Definition Objective of Solution*
3. *Design and Development*
4. *Demonstration*
5. *Evaluation*
6. *Communication*

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang proses implementasi system, pengujian fungsionalitas, serta hasil dari pengujian prototype. Pembahasan mengenai analisis performa system dalam merespons input dan mengirim notifikasi ke Telegram.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyimpulkan hasil dari penelitian dan memberikan saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut agar dapat diterapkan pada skala ternak yang lebih luas dan lebih kompleks.