

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Budidaya ikan nila merupakan salah satu sektor perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, produksi ikan nila meningkat menjadi 1,56 juta ton pada tahun 2024, naik dari 1,36 juta ton di tahun sebelumnya. Ikan nila termasuk dalam lima komoditas unggulan ekspor Indonesia bersama udang, kepiting, rumput laut, dan lobster, yang menunjukkan peran strategis ikan nila dalam perekonomian nasional. Kebutuhan ikan nila terus meningkat, baik untuk konsumsi domestik maupun ekspor, sehingga budidaya ikan nila menjadi salah satu prioritas dalam program ketahanan pangan nasional.

Untuk menghasilkan produktivitas yang optimal, kualitas air pada kolam ikan nila harus selalu terjaga dalam kondisi yang ideal. Parameter kualitas air seperti *potensial of hydrogen* (pH), suhu, kekeruhan, dan kandungan zat lainnya sangat mempengaruhi pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan efisiensi pakan pada ikan nila. Penelitian yang dilakukan oleh (Shoko et al., 2014) menunjukkan bahwa kualitas air yang buruk dapat menyebabkan stres pada ikan dan berdampak negatif terhadap pertumbuhan, mengakibatkan produksi rendah, keuntungan menurun, dan kualitas produk yang tidak optimal.

Menurut buku yang ditulis oleh Rahmawati dan Dailami (2021), terdapat beberapa syarat hidup ikan nila yang optimal, meliputi suhu air kolam 25-30°C

sebagai suhu optimum untuk pertumbuhan, meskipun ikan nila dapat bertahan pada suhu 15-37°C, kadar oksigen terlarut (DO) minimal 3 ppm untuk pertumbuhan yang baik, derajat keasaman (pH) ideal pada pH 7, salinitas air tawar 0-0,5 ppm dengan ikan nila dapat mentolerir hingga 30 ppm, tingkat kekeruhan optimal 2540 cm dari permukaan air, kadar ammonia terlarut tidak boleh melebihi 0,1 mg/liter, dan kolam harus terbebas dari pencemaran bahan kimia.

Penelitian lain oleh (Makori et al., 2017) memperkuat temuan ini dengan menyatakan bahwa temperatur antara 27-30°C dan kadar oksigen terlarut (DO) 523 mg/l merupakan kondisi ideal untuk pertumbuhan ikan nila, dengan tingkat pertumbuhan spesifik (SGR) mencapai 3,8%/hari atau lebih untuk produktivitas yang tinggi. Fluktuasi parameter kualitas air yang tidak terkontrol dapat menyebabkan stres pada ikan, menurunkan laju pertumbuhan, bahkan mengakibatkan kematian massal yang berujung pada kerugian ekonomi yang signifikan.

Metode konvensional pemantauan kualitas air pada kolam ikan nila umumnya dilakukan secara manual dengan pengukuran parameter air menggunakan alat ukur portable pada waktu-waktu tertentu. Penelitian oleh (Wei et al., 2023) menyatakan bahwa metode konvensional memerlukan petani ikan untuk melakukan pengujian kualitas air secara manual dan mencatat pada banyak tangki ikan secara berkala. Senada dengan hal tersebut, penelitian oleh (LindholmLehto, 2023) menjelaskan bahwa pemantauan kualitas air konvensional menggunakan sensor genggam dan analisis laboratorium pada interval tertentu, yang memakan tenaga dan memerlukan waktu yang lama. Pendekatan ini memiliki

beberapa kelemahan, yaitu tidak dapat memberikan data secara waktu-nyata (*realtime*), membutuhkan tenaga kerja yang intensif, dan memiliki risiko keterlambatan penanganan jika terjadi perubahan parameter air yang mendadak di luar jadwal pengukuran. Perubahan drastis pada kualitas air dapat menyebabkan stres pada ikan, menurunkan tingkat pertumbuhan, bahkan kematian massal yang berakibat pada kerugian ekonomi yang signifikan bagi pembudidaya.

Selain pemantauan kualitas air, pembudidaya juga menghadapi tantangan dalam pengelolaan pemberian pakan dan pemantauan pertumbuhan ikan. Pemberian pakan yang tidak efisien dapat mengakibatkan pemborosan dan menurunkan kualitas air, sementara kurangnya pemantauan pertumbuhan membuat petani sulit mengevaluasi efektivitas sistem budidaya mereka. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Karningsih et al., (2021)., sistem pemberian pakan otomatis menghasilkan pertambahan berat rata-rata per ikan yang lebih tinggi (89,50 g) dibandingkan dengan pemberian pakan manual (78,50 g), dengan efisiensi pemberian pakan 20,9% untuk sistem otomatis dan 18,6% untuk sistem manual. Pemberian pakan yang tidak tepat dapat menyebabkan perubahan kualitas air yang mengakibatkan stres pada ikan, menurunkan tingkat pertumbuhan, bahkan mengakibatkan kematian massal yang berakibat pada kerugian ekonomi yang signifikan bagi pembudidaya. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat mengintegrasikan monitoring kualitas air dengan pemberian pakan yang adaptif berdasarkan data pertumbuhan ikan.

Berdasarkan survei awal di N3 Farm, ditemukan beberapa permasalahan terkait pengelolaan budidaya ikan nila. Pertama, terdapat fluktuasi pH yang sulit

dikendalikan. Pemilik kolam ikan nila saat ini menggunakan garam sebagai metode untuk menaikkan pH, namun masih dilakukan secara manual tanpa ada mekanisme otomatis yang dapat menjaga pH tetap dalam rentang ideal. Kedua, pemberian pakan masih dilakukan secara manual dengan estimasi visual, tanpa penyesuaian berdasarkan biomassa ikan atau kondisi lingkungan, yang berpotensi menyebabkan pemberian pakan berlebih (*overfeeding*) atau pemberian pakan kurang (*underfeeding*). Ketiga, tidak ada sistem untuk memantau pertumbuhan ikan secara periodik untuk mengevaluasi efektivitas budiday. Keempat, kurangnya sistem untuk mencatat dan menganalisis data historis mengenai pemberian pakan, kontrol kualitas air, dan pertumbuhan ikan untuk evaluasi performa budidaya secara menyeluruh.

Untuk aerasi dan sirkulasi air, pemilik kolam telah menggunakan pompa ikan yang dianggap cukup efektif untuk menghasilkan oksigen terlarut yang memadai dan menjaga suhu air tetap stabil. Untuk pencegahan suhu panas, pemilik kolam telah menggunakan paranet sebagai cara untuk mencegah suhu air menjadi terlalu panas.

Identifikasi masalah pada kasus ini menunjukkan bahwa meskipun risiko fluktuasi parameter kualitas air pada kolam ikan nila sangat tinggi, belum banyak sistem yang dapat mendeteksi perubahan ini secara otomatis dan *real-time*. Pembudidaya seringkali terlambat mengetahui adanya perubahan parameter kualitas air yang dapat membahayakan ikan, terutama ketika perubahan terjadi di luar jadwal pengukuran manual. Sistem konvensional yang hanya mengandalkan

pengukuran berkala memiliki kelemahan yang signifikan, khususnya dalam mencegah kerugian ekonomi akibat kematian ikan.

Teknologi *Internet of Things* (Internet untuk Segala/*IoT*) telah berkembang pesat dan menawarkan solusi efektif untuk berbagai masalah di bidang akuakultur. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Nursobah et al., 2022), implementasi teknologi IoT pada budidaya ikan air tawar dapat meningkatkan efisiensi pemantauan hingga 20% dan mengurangi risiko kematian ikan hingga 15%.

Melihat permasalahan yang ada, penelitian ini dilakukan dengan tujuan merancang dan menerapkan sistem monitoring dan automasi kualitas air berbasis IoT di kolam ikan nila N3 Farm. Sistem yang dikembangkan difokuskan untuk memantau parameter kualitas air secara *real-time* dan mengontrol pH secara otomatis agar tetap stabil, dengan menggunakan teknologi yang terjangkau namun efisien.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan survei awal yang dilakukan di N3 Farm dan kajian literatur terkait budidaya ikan nila, ditemukan beberapa permasalahan utama dalam pengelolaan kolam ikan nila yang perlu diatasi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya. Yang paling mendasar, terdapat fluktuasi pH yang sulit dikendalikan secara konsisten dimana pemilik kolam ikan nila saat ini menggunakan garam sebagai metode untuk menaikkan pH namun masih dilakukan secara manual tanpa ada mekanisme otomatis yang dapat menjaga pH tetap dalam rentang ideal 7 sebagaimana disarankan oleh Rahmawati dan Dailami (2021),

sehingga fluktuasi pH yang tidak terkontrol dapat menyebabkan stres pada ikan dan menurunkan laju pertumbuhan. Selain itu, pemberian pakan masih dilakukan secara manual dengan estimasi visual tanpa penyesuaian berdasarkan biomassa ikan atau kondisi lingkungan, padahal menurut (Karningsih et al., 2021) sistem pemberian pakan otomatis menghasilkan pertambahan berat rata-rata per ikan yang lebih tinggi yaitu 89,50 gram dibandingkan dengan pemberian pakan manual 78,50 gram dengan efisiensi pemberian pakan 20,9% untuk sistem otomatis dan 18,6% untuk sistem manual, dimana pemberian pakan yang tidak tepat berpotensi menyebabkan overfeeding atau underfeeding yang dapat menurunkan kualitas air dan menghambat pertumbuhan ikan.

Lebih lanjut, tidak ada sistem untuk memantau pertumbuhan ikan secara periodik yang dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas budidaya dan mengoptimalkan strategi pakan, sehingga tanpa data pertumbuhan yang terukur pembudidaya kesulitan dalam menentukan apakah feeding rate yang diterapkan sudah optimal atau perlu penyesuaian. Di samping itu, terdapat kurangnya sistem untuk mencatat dan menganalisis data historis mengenai pemberian pakan, kontrol kualitas air, dan pertumbuhan ikan untuk evaluasi performa budidaya secara menyeluruh, padahal data historis sangat penting untuk mengidentifikasi pola atau tren yang dapat membantu pengambilan keputusan strategis dalam pengelolaan kolam. Selanjutnya, metode pemantauan kualitas air konvensional yang dilakukan secara manual memiliki beberapa kelemahan signifikan, dimana penelitian oleh (Wei et al., 2023) menyatakan bahwa metode konvensional memerlukan petani ikan untuk melakukan pengujian kualitas air secara manual dan mencatat pada

banyak tangki ikan secara berkala, senada dengan hal tersebut (Lindholm-Lehto, 2023) menjelaskan bahwa pemantauan kualitas air konvensional menggunakan sensor genggam dan analisis laboratorium pada interval tertentu yang memakan tenaga dan memerlukan waktu yang lama, sehingga pendekatan ini tidak dapat memberikan data secara *real-time*, membutuhkan tenaga kerja yang intensif, dan memiliki risiko keterlambatan penanganan jika terjadi perubahan parameter air yang mendadak di luar jadwal pengukuran. Terlebih lagi, meskipun risiko fluktuasi parameter kualitas air pada kolam ikan nila sangat tinggi, belum banyak sistem yang dapat mendeteksi perubahan ini secara otomatis dan *real-time* sehingga pembudidaya seringkali terlambat mengetahui adanya perubahan parameter kualitas air yang dapat membahayakan ikan terutama ketika perubahan terjadi di luar jadwal pengukuran manual, dimana penelitian oleh (Shoko et al., 2014) menunjukkan bahwa kualitas air yang buruk dapat menyebabkan stres pada ikan dan berdampak negatif terhadap pertumbuhan yang mengakibatkan produksi rendah, keuntungan menurun, dan kualitas produk yang tidak optimal. Akhirnya, perubahan drastis pada kualitas air dapat menyebabkan stres pada ikan, menurunkan tingkat pertumbuhan, bahkan kematian massal yang berakibat pada kerugian ekonomi yang signifikan bagi pembudidaya, dimana menurut (Makori et al., 2017) fluktuasi parameter kualitas air yang tidak terkontrol dapat menurunkan tingkat pertumbuhan spesifik (SGR) ikan nila yang seharusnya mencapai 3,8%/hari atau lebih untuk produktivitas yang tinggi.

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, diperlukan sistem yang dapat mengintegrasikan monitoring kualitas air secara *real-time* dengan kontrol otomatis

untuk menjaga parameter air tetap dalam kondisi ideal serta *automasi* pemberian pakan yang adaptif berdasarkan data pertumbuhan ikan, dimana teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi efektif untuk mengatasi permasalahan ini sebagaimana menurut (Nursobah et al., 2022) implementasi teknologi IoT pada budidaya ikan air tawar dapat meningkatkan efisiensi pemantauan hingga 60% dan mengurangi risiko kematian ikan hingga 35%.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikembangkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan *automasi* kualitas air berbasis IoT yang dapat memantau parameter pH, suhu, dan kekeruhan secara *real-time* serta mengontrol pH secara otomatis pada kolam ikan nila?
2. Bagaimana mengembangkan sistem pemantauan pertumbuhan ikan dan pemberian pakan otomatis yang adaptif berdasarkan biomassa ikan?
3. Bagaimana menyajikan informasi historis dari catatan (*log*) pemberian pakan, *log* kontrol kualitas air, hasil penimbangan ikan sampling, dan evaluasi performa harian kualitas air untuk monitoring budidaya ikan nila?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Penelitian ini fokus pada pengembangan sistem monitoring dan automasi untuk kolam ikan nila di N3 Farm dengan parameter utama yang dipantau adalah pH, suhu, dan kekeruhan air.
2. Sistem *automasi* yang dikembangkan meliputi kontrol pH air melalui penambahan cairan basa dan asam secara otomatis, pemberian pakan otomatis dengan penyesuaian dosis berdasarkan biomassa ikan, dan pemantauan pertumbuhan menggunakan sistem penimbangan *sampling*.
3. Pemantauan pertumbuhan dilakukan secara *sampling* pada maksimal 20% populasi ikan untuk efisiensi sistem.
4. Analisis data dibatasi pada analisis historis dan statistik sederhana tanpa implementasi *machine learning*, meliputi perbandingan data pemberian pakan dengan pertumbuhan ikan, dan analisis tren kualitas air.
5. Penelitian tidak mencakup sistem *automasi* untuk aerasi dan sirkulasi air karena pemilik kolam telah menggunakan pompa ikan yang dianggap cukup efektif untuk menghasilkan oksigen terlarut.
6. Pengujian sistem dilakukan dalam skala prototipe pada kontainer plastik untuk memvalidasi fungsi monitoring dan automasi, dan tidak mencakup implementasi langsung pada kolam produksi skala komersial.

7. Sistem analisis dibatasi pada pengolahan data historis dengan metode statistik konvensional dan visualisasi grafik untuk membantu interpretasi data.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikembangkan, berikut adalah tujuan penelitian yang dirancang untuk menjawab masalah terkait:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan *automasi* kualitas air berbasis *IoT* yang dapat memantau parameter pH, suhu, dan kekeruhan secara *real-time* serta mengontrol pH secara otomatis menggunakan mekanisme penambahan cairan basa dan asam pada kolam ikan nila di N3 Farm.
2. Mengembangkan sistem pemantauan pertumbuhan ikan secara periodik melalui pencatatan data penimbangan manual dan sistem pemberian pakan otomatis dengan algoritma penyesuaian dosis berdasarkan total biomassa.
3. Menyajikan informasi historis dari *log* pemberian pakan, *log* kontrol kualitas air, hasil penimbangan ikan sampling, dan evaluasi performa harian kualitas air melalui papan instrument (*dashboard*) monitoring dan visualisasi data untuk mendukung pengelolaan budidaya ikan nila.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini terbagi atas dua jenis, diantaranya:

1.6.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dalam penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teori mengenai penerapan teknologi IoT dalam bidang akuakultur, khususnya dalam monitoring dan pengendalian kualitas air secara otomatis serta manajemen pakan yang adaptif.
2. Penelitian ini memperkaya literatur ilmiah terkait dengan implementasi sensor kualitas air pada budidaya ikan nila menggunakan berbagai sensor (pH, suhu, dan kekeruhan) dan sistem terintegrasi untuk pemantauan pertumbuhan.
3. Penelitian ini menyajikan model teoritis mengenai bagaimana sistem automasi berbasis IoT dapat diaplikasikan secara komprehensif pada budidaya ikan nila, termasuk aspek pemberian pakan otomatis dan analisis data historis untuk optimalisasi budidaya.
4. Memberikan pemahaman baru tentang hubungan antara parameter kualitas air dan performa pertumbuhan ikan nila melalui analisis data historis yang sistematis.

1.6.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis dalam penelitian ini meliputi:

1. Bagi Pembudidaya Ikan, sistem ini meningkatkan efisiensi operasional dengan sistem otomatisasi yang dapat bekerja 24 jam, mengurangi biaya pakan melalui pemberian yang lebih efisien dan terukur, memberikan data pertumbuhan yang akurat untuk evaluasi performa budidaya melalui *log* historis yang terorganisir, meningkatkan produktivitas dan kualitas ikan melalui lingkungan yang terkontrol, serta mengurangi risiko kematian ikan akibat perubahan mendadak pada kualitas air.
2. Bagi Pengembangan Teknologi, penelitian ini menghasilkan purwarupa sistem IoT yang dapat diadaptasi untuk berbagai skala budidaya, memberikan contoh implementasi logging dan analisis data sederhana yang efektif untuk industri perikanan, dan menyediakan model integrasi berbagai sensor dan aktuator dalam satu sistem yang coheren.
3. Bagi Industri Akuakultur, memberikan solusi skalabel untuk meningkatkan efisiensi industri perikanan dengan pendekatan datadriven yang sederhana namun efektif, mendukung program ketahanan pangan nasional melalui optimalisasi produksi ikan nila, dan memberikan sistem pencatatan dan pelaporan yang dapat digunakan untuk standarisasi industri.
4. Bagi Peneliti dan Akademisi, penelitian ini menyediakan platform penelitian untuk pengembangan lebih lanjut sistem IoT dalam akuakultur dengan fokus pada analisis data sederhana namun bermakna, menghasilkan publikasi ilmiah yang dapat berkontribusi pada

pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan memberikan dasar untuk penelitian sistem logging dan analisis data dalam konteks budidaya ikan.

1.7 Metode Penelitian

1.7.1 Metode Pengumpulan Data

1. Metode Studi Literatur

Peneliti mengumpulkan dan menganalisis literatur terkait teknologi IoT dalam sistem monitoring kualitas air untuk budidaya perikanan, spesifikasi teknis sensor pH, suhu, dan TDS/kekeruhan yang relevan untuk aplikasi akuakultur, serta sistem otomasi pemberian pakan dan kontrol kualitas air berbasis mikrokontroler ESP32. Studi literatur juga mencakup penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan parameter kualitas air optimal untuk budidaya ikan tilapia, teknologi *Firebase Realtime Database* untuk penyimpanan data sensor IoT, pengembangan aplikasi *mobile* berbasis *Flutter* untuk monitoring *real-time*, serta *best practices* dalam implementasi sistem *automasi* dan *logging* data pada perikanan air tawar. Literatur yang dikaji meliputi jurnal ilmiah nasional dan internasional, buku referensi tentang *Internet of Things* dan akuakultur, dokumentasi teknis komponen *hardware* dan *software*, serta Standar Nasional Indonesia (SNI) terkait kualitas air untuk budidaya ikan.

2. Metode Observasi

Peneliti melakukan observasi langsung terhadap kondisi kolam budidaya ikan tilapia di N3 Farm untuk memperoleh data dan informasi riil terkait praktik pengelolaan kualitas air yang sedang berjalan, metode pemberian pakan manual yang diterapkan, kondisi infrastruktur kolam, serta permasalahan yang dihadapi dalam monitoring dan kontrol kualitas air. Observasi dilakukan dengan mengamati parameter kualitas air secara visual, pola pertumbuhan ikan, jadwal pemberian pakan harian, serta mencatat kendala-kendala teknis yang muncul dalam operasional budidaya. Data hasil observasi digunakan sebagai dasar analisis kebutuhan sistem dan penentuan spesifikasi fungsional sistem monitoring dan otomasi yang akan dikembangkan.

3. Metode Wawancara

Peneliti mewawancarai pemilik dan pengelola N3 Farm secara langsung untuk menentukan kebutuhan spesifik sistem monitoring, target produktivitas budidaya, ekspektasi terhadap sistem otomasi, serta kendala yang dihadapi dalam pengelolaan kualitas air dan pemberian pakan. Wawancara juga dilakukan dengan pekerja atau operator kolam untuk memahami prosedur operasional harian, tingkat kesulitan monitoring manual, dan harapan terhadap kemudahan penggunaan sistem yang akan dikembangkan. Informasi dari wawancara digunakan untuk merancang antarmuka aplikasi yang *user-friendly*, menentukan *fitur-fitur* prioritas sistem, serta memastikan solusi yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

1.7.2 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode *prototype* (prototipe), yang memungkinkan pengembangan model awal untuk memperoleh umpan balik dan menyempurnakan kebutuhan sistem sebelum menjadi produk akhir (Syarif & Risdiansyah, 2024). Proses pengembangan meliputi perancangan sistem terintegrasi berupa desain arsitektur IoT yang mengintegrasikan semua subsistem, perancangan *database* untuk penyimpanan data sensor, *log* pemberian pakan, *log* kontrol kualitas air, dan data pertumbuhan ikan, dan desain sistem *logging* dan pelaporan untuk menyajikan data historis. Implementasi bertahap dengan Fase 1 meliputi implementasi sistem monitoring kualitas air dan automasi pH dengan *logging* aktivitas, Fase 2 untuk pengembangan sistem pemantauan pertumbuhan dan pencatatan data penimbangan, Fase 3 untuk implementasi pemberian pakan otomatis dengan *logging* aktivitas dan pakan adaptif, dan Fase 4 untuk integrasi sistem pelaporan berupa penyajian data *historis*. Pengujian dan validasi mencakup pengujian fungsional setiap subsistem, pengujian integrasi antar subsistem, validasi akurasi sensor dan efektivitas automasi, serta evaluasi hasil pertumbuhan ikan dengan sistem baru dan pemanfaatan data historis untuk verifikasi efektivitas sistem.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini meliputi:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi gambaran umum penelitian yang mencakup latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian, metode pengumpulan data, metode pengembangan sistem, serta sistematika penulisan.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori dasar yang relevan dengan topik penelitian, termasuk teknologi IoT dalam akuakultur, sistem monitoring kualitas air, pemberian pakan otomatis, pemantauan pertumbuhan ikan, dan metode analisis data historis untuk optimalisasi budidaya.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan desain dan perancangan sistem yang akan dibuat, termasuk metode dan tahapan yang digunakan dalam proses penelitian, arsitektur sistem IoT, algoritma pemberian pakan adaptif, dan metodologi logging dan analisis data historis.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil implementasi, pengujian, analisis, dan pembahasan sistem yang telah dibuat berdasarkan perancangan pada bab sebelumnya, termasuk evaluasi efektivitas sistem melalui analisis data historis dan dampaknya terhadap performa budidaya.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian dan rangkuman yang mencakup poin-poin penting dari pembahasan di bab-bab sebelumnya, serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.

