

IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA PENGENDALIAN KUALITAS AIR TAMBAK BUDIDAYA UDANG VANAME

Muhammad Khazil¹, Azhar^{1*}, M. Khadafi¹

¹ Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

*Penulis Korespondensi: azhar.tik@pnl.ac.id

Article info: Diterima tanggal 04/02/2025, Direvisi tanggal 07/02/2025, Diterima akhir 25/02/2025

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Abstrak

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Indonesia sangat bergantung pada kualitas air tambak yang optimal. Parameter utama seperti pH, oksigen terlarut (DO), dan suhu perlu dipantau dan dikendalikan secara efektif. Pemantauan manual memiliki keterbatasan efisiensi dan akurasi, sehingga diperlukan solusi berbasis teknologi. Penelitian ini mengimplementasikan Internet of Things (IoT) pada pengendalian kualitas air tambak dengan menggunakan sensor pH, sensor DO, relai, pompa air, dan modul ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk. Sistem ini memungkinkan pemantauan real-time melalui perangkat mobile dan otomatisasi pengendalian kondisi air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memantau dan mengendalikan kualitas air tambak secara real-time dengan akurasi tinggi. Implementasi sistem ini meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan tambak udang vaname, mengurangi risiko kerugian akibat kondisi lingkungan yang tidak terkontrol, dan mengurangi beban kerja petambak.

Kata kunci : Tambak Udang, Udang Vaname, Internet of Things, ESP32

1. Pendahuluan

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) telah menjadi salah satu sektor perikanan yang sangat menjanjikan di Indonesia. Udang vaname terkenal dengan pertumbuhannya yang cepat, tingkat kelangsungan hidup yang tinggi, dan toleransinya terhadap berbagai kondisi lingkungan. Namun, keberhasilan dalam budidaya udang vaname sangat bergantung pada kualitas air tambak yang harus selalu optimal. Kualitas air yang buruk dapat menyebabkan stres pada udang, menurunkan tingkat pertumbuhan, dan bahkan mengakibatkan kematian massal.

Beberapa parameter penting yang menentukan kualitas air tambak meliputi pH, oksigen terlarut (Dissolved Oxygen/DO), dan suhu pada air. Pengukuran dan pengendalian parameter ini secara manual membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar, sering kali kurang akurat, dan tidak responsif terhadap perubahan kondisi air yang cepat. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang lebih efisien dan efektif untuk memantau dan mengendalikan kualitas air tambak secara real-time.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi potensial untuk tantangan ini. Dengan memanfaatkan sensor pH, sensor DO, sensor suhu, relai, dan pompa air yang terintegrasi dengan modul ESP32, sistem monitoring dan pengendalian kualitas air tambak dapat dilakukan secara otomatis dan real-time. ESP32 sebagai mikrokontroler utama mampu mengumpulkan data dari sensor-sensor tersebut dan mengirimkannya ke web server melalui koneksi internet. Petambak dapat memantau kondisi air tambak mereka secara langsung melalui aplikasi berbasis website, serta menerima notifikasi apabila ada parameter yang menyimpang dari batas normal. Relai dan pompa air juga dapat dikendalikan secara otomatis untuk menyesuaikan kondisi air tambak sesuai kebutuhan.

Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan tambak udang vaname. Dengan pemantauan dan pengendalian kualitas air yang lebih baik, risiko kerugian akibat kondisi lingkungan yang tidak terkontrol dapat diminimalisir, sehingga produktivitas tambak dapat meningkat. Selain itu,

penggunaan teknologi IoT juga dapat mengurangi beban kerja petambak dalam mengawasi kualitas air secara manual.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan IoT pada pengendalian kualitas air tambak budidaya udang vaname menggunakan sensor pH, sensor suhu, sensor DO, relai, pompa air, dan ESP32 yang dipantau melalui aplikasi Blynk. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mengoptimalkan pengelolaan tambak udang vaname serta mendorong adopsi teknologi IoT di sektor perikanan Indonesia.

2. Metode

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan dari penelitian. Penelitian ini melakukan pengumpulan data dengan cara melakukan wawancara langsung ke pihak yang berkaitan dan observasi ke tambak yang akan dijadikan sampel penelitian. Wawancara dan observasi ke tambak yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data mengenai tata cara pengendalian kualitas air tambak budidaya udang vaname yang sedang digunakan.

B. Analisis Kebutuhan Data

Analisa kebutuhan data pada penelitian ini terdiri dari analisa data primer dan sekunder, data primer merujuk pada informasi yang diumpamakan pertama kali dari sumber yang langsung terkait dengan objek penelitian. Dalam konteks ini, data primer dapat berupa pengukuran langsung dari sensor-sensor seperti pH, suhu, oksigen terlarut, yang terhubung ke sistem monitoring pada tambak udang vaname. Sementara data skunder merupakan informasi yang berasal dari sumber lain yang mengolah atau menggunakan data primer sebagai dasar analisis. Data skunder berupa hasil penelitian sebelumnya tentang parameter kualitas air, panduan standar budidaya udang, atau literatur terkait penggunaan teknologi IoT dalam sistem monitoring lingkungan..

C. Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang mencakup entitas yang terlibat dalam sebuah sistem beserta proses-proses yang dilakukan oleh entitas tersebut. Sistem yang akan dibangun memiliki analisis kebutuhan fungsional sebagai berikut:

- Entitas yang terlibat pada sistem yang akan dibangun yaitu hanya user.
- Sistem ini memiliki proses menghidupkan dan mematikan pompa air, monitoring kadar oksigen, monitoring suhu, dan monitoring kadar pH air.
- Sistem ini akan menyajikan data kadar pH air, data suhu, dan kadar oksigen serta menampilkan visualisasi berupa chart dan informasi.

Berikut peran user pada sistem yang akan dibangun yaitu :

- Menghidupkan dan mematikan pompa air.
- Monitoring kadar pH, suhu dan oksigen

D. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dan konektivitas internet yang terus terhubung. IoT memungkinkan berbagai kemampuan seperti berbagi data dan kontrol jarak jauh. Pada dasarnya, IoT mengacu pada objek yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis internet. Cara kerja IoT memanfaatkan pemrograman argumentasi, di mana setiap perintah argumennya menghasilkan interaksi otomatis antar mesin yang saling terhubung tanpa campur tangan manusia, meskipun jaraknya jauh. Internet berfungsi sebagai penghubung interaksi mesin-mesin tersebut, sementara manusia berperan sebagai pengatur dan pengawas kerja alat-alat tersebut secara langsung. Tantangan terbesar dalam konfigurasi IoT adalah menyusun jaringan komunikasi yang sangat kompleks dan memerlukan sistem keamanan yang ketat.

E. Sensor PH

Dalam penelitian ini, sensor pH SEN0161-V2 digunakan sebagai parameter input. Sensor ini berperan dalam mendeteksi tingkat keasaman larutan dengan output berupa nilai analog. Untuk melakukan konversi nilai pengukuran dari sensor, diperlukan penggunaan rumus yang disertakan dalam kode program [9]. Sensor ini umumnya digunakan dalam berbagai bidang seperti aquaponik, pengujian kualitas air, hidroponik, dan bidang lainnya. Spesifikasi dari sensor ini mencakup PH signal Conversion Board V2, tegangan kerja antara 3.3 hingga 5.5V, output tegangan analog 0 hingga 3.0V, serta jenis konektor probe yang menggunakan tipe BNC (Bayonet Neill-Concelman). [9]

F. Sensor Oksigen

Pada penelitian ini sensor oksigen yang digunakan adalah Dissolved Oxygen termasuk dalam kategori sensor elektrokimia, di mana reaksi antara gas oksigen dan larutan elektrolit menghasilkan sinyal elektrik yang sebanding dengan konsentrasi oksigen (Dfrobot). Sensor Dissolved Oxygen (DO) yang digunakan adalah produk Dfrobot Analog Gravity. Berikut adalah penjelasan spesifikasi teknis untuk sensor oksigen terlarut (DO) jenis galvanic probe:

- Sensor ini adalah jenis galvanic probe yang dirancang untuk mengukur kadar oksigen terlarut dalam rentang deteksi dari 0 hingga 20 mg/L. Sensor ini memiliki waktu respon yang cepat, mencapai 98% respon penuh dalam waktu 90 detik pada suhu 25°C. Sensor ini dapat beroperasi dalam kisaran tekanan dari 0 hingga 50 PSI, memberikan fleksibilitas dalam berbagai kondisi lingkungan.
- Elektroda sensor memiliki umur layanan sekitar 1 tahun dengan penggunaan normal. Perawatan sensor termasuk penggantian tutup membran yang disarankan setiap 1 hingga 2 bulan jika digunakan dalam air berlumpur, atau setiap 4 hingga 5 bulan dalam air bersih. Solusi pengisian untuk elektroda perlu diganti setiap bulan untuk menjaga akurasi pengukuran.
- Sensor dilengkapi dengan kabel sepanjang 2 meter dan konektor probe tipe BNC, serta memerlukan tegangan operasi antara 3.3 hingga 5.5V. Sinyal keluaran dari sensor berkisar antara 0 hingga 3.0V, dan konektor sinyal menggunakan interface analog gravitas (PH 2.0-3P). Dimensi sensor adalah 42mm x 32mm, memungkinkan integrasi yang mudah dalam sistem pemantauan kualitas air.

Dengan spesifikasi ini, sensor DO galvanic probe menawarkan keandalan dan presisi dalam pengukuran kadar oksigen terlarut, serta kemudahan dalam pemeliharaan dan integrasi ke sistem pengukuran.

G. Sensor Suhu

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor yang menghasilkan output berupa data digital dan beroperasi menggunakan satu kabel, atau disebut juga dengan 1-wire bus, yang menggunakan protokol one-wire. Protokol ini memungkinkan pengoperasian banyak sensor DS18B20 secara bersamaan hanya dengan satu kabel penghubung untuk data dan ground yang terhubung ke mikrokontroler. Prinsip kerja sensor DS18B20 adalah ketika probe sensor mengalami perbedaan suhu secara gradien, akan menghasilkan tegangan listrik. Semakin tinggi suhu, semakin cepat ion-ion bergerak dan semakin tinggi nilai konduktivitas listrik. Untuk memastikan proses transfer tegangan listrik tetap stabil, diperlukan resistor pull-up 4,7 kΩ antara pin VCC dan pin data.

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital keluaran terbaru dari Maxim IC dan memiliki keunggulan yaitu tahan air (waterproof). Berikut adalah penjelasan mengenai spesifikasi teknis untuk sensor suhu:

- Sensor suhu ini dirancang untuk beroperasi dengan tegangan antara 3,0 hingga 5,5 V, memungkinkan fleksibilitas dalam berbagai aplikasi dan sistem daya. Sensor ini dapat mengukur suhu dalam rentang yang sangat luas, dari -55°C hingga 125°C, menjadikannya cocok untuk berbagai kondisi lingkungan, baik yang ekstrem maupun normal.
- Dalam hal akurasi, sensor ini menawarkan tingkat ketepatan yang sangat baik, dengan margin kesalahan $\pm 0,5\%$ dalam rentang suhu antara -10°C hingga 85°C. Ini berarti bahwa pengukuran suhu yang dilakukan oleh sensor ini sangat akurat dan dapat diandalkan dalam rentang suhu tersebut.
- Sensor ini juga memiliki resolusi antara 9 hingga 12 bit, yang menunjukkan kemampuan sensor untuk membedakan perubahan suhu dengan detail yang tinggi. Resolusi ini mempengaruhi sejauh mana sensor

dapat membedakan perbedaan suhu kecil.

- Kecepatan konversi sensor ini kurang dari 750 ms, yang berarti sensor dapat memberikan pembacaan suhu dengan cepat setelah menerima sinyal, sehingga memungkinkan pemantauan suhu yang responsif dan real-time.

Dengan spesifikasi ini, sensor suhu menawarkan kinerja yang andal dan akurat, cocok untuk aplikasi yang memerlukan pengukuran suhu yang luas dan detail dalam berbagai kondisi.

H. ESP 32

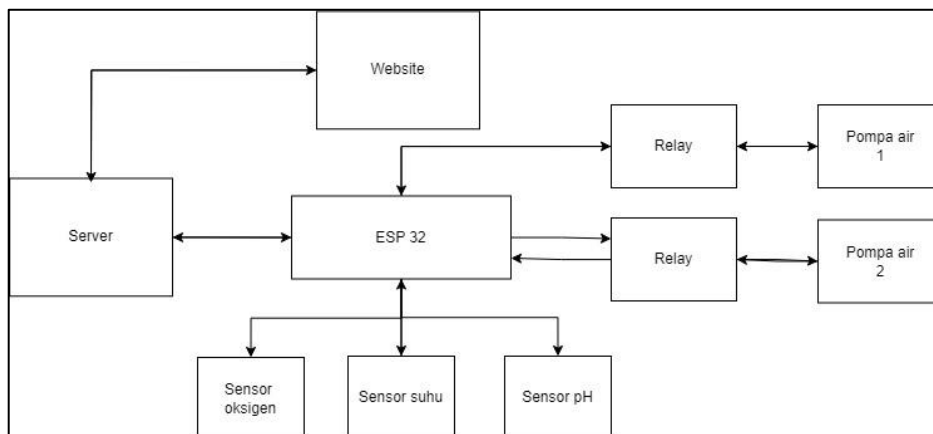
ESP32 adalah sebuah chip tunggal yang telah terintegrasi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth. Chip ini dibuat oleh Espressif Systems dengan bantuan TSMC, menggunakan teknologi ultra-low power 40 nm. ESP32 dirancang untuk memiliki konsumsi daya yang sangat rendah, namun dengan performa frekuensi radio (RF) yang tinggi, serta menunjukkan ketangguhan dan kekuatan yang dapat digunakan untuk berbagai implementasi. Beberapa fitur unggulan dari ESP32 termasuk kemampuannya sebagai solusi untuk perangkat hemat daya dan kemudahan integrasi dengan modul eksternal lainnya, menjadikannya ideal untuk solusi Internet of Things (IoT). ESP32 banyak digunakan dalam berbagai mikrokontroler, seperti ESP32 DOIT Devkit v1 yang digunakan dalam penelitian ini. Beberapa mikrokontroler lainnya yang menggunakan chip ESP32 termasuk ESP32 CAM (dengan modul kamera terintegrasi), ESP32 DevkitC V4, LoRa ESP32, dan WeMos D1 R32 (gabungan ESP32 dengan Arduino UNO). Perbedaan antara versi ESP32 tersebut terletak pada konfigurasi pin GPIO, jumlah pin GPIO (analog dan digital), dan jenis port yang digunakan, seperti port USB. Alasan penggunaan ESP32 dalam penelitian ini antara lain karena ESP32 sudah memiliki modul Wi-Fi terintegrasi, sehingga tidak memerlukan modul Wi-Fi tambahan. Selain itu, harganya terjangkau, sekitar 70 ribu Rupiah pada bulan Juni 2024. ESP32 juga memiliki pin GPIO yang memenuhi kriteria untuk alat yang dibuat dalam penelitian ini. Beberapa versi ESP32 memiliki mikroprosesor dual-core yang memungkinkan dua program berjalan secara bersamaan (multitasking).

I. Relai

Dalam Penelitian ini, dua relai 5V digunakan sebagai penanda output dari sistem. Penggunaan relai dalam penelitian ini bertujuan sebagai indikator untuk LED. Komponen ini berperan sebagai switch elektronik dengan dua jenis kontak, yakni normaly close dan normaly open. Fungsi-fungsi relai dalam aplikasinya ke komponen elektronik meliputi beberapa hal, seperti menjalankan fungsi logika, digunakan sebagai delay, mengatur sirkuit tegangan tinggi menggunakan sinyal tegangan rendah, serta melindungi komponen lain dari potensi hubung singkat.[11]

J. Water Pump

Motor Pompa Submersible Mini adalah motor pompa submersible berbiaya rendah dengan ukuran kecil yang dapat dioperasikan dengan catu daya 2,5 ~ 6V. Motor ini dapat memompa hingga 120 liter per jam dengan konsumsi arus yang sangat rendah yaitu 220mA. Untuk menggunakannya, cukup sambungkan pipa tabung ke outlet motor, rendam dalam air, dan nyalakan. Pastikan ketinggian air selalu lebih tinggi dari motor untuk mencegah kerusakan akibat dry run yang dapat menyebabkan pemanasan dan kebisingan.



Gambar 1. Block Diagram Sistem

K. Rancangan Block Diagram

.Metode perancangan pembuatan sistem yang digunakan yaitu block diagram. Gambar 1 merupakan rancangan block diagram sistem IoT pada pengendalian kualitas air tambak budidaya udang vaname. Perancangan dan pembuatan perangkat Monitoring memiliki fungsi sebagai berikut:

- Sistem monitoring pengendalian kualitas air tambak pada budidaya udang Vaname berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan alat sensor pH, sensor Dissolved Oxygen (DO), sensor suhu, 2 relai, 2 pompa air, ESP32, dan dipantau menggunakan website dengan data yang tersimpan ke server bekerja dengan cara yang efisien dan terintegrasi. Sistem ini dimulai dengan sumber daya listrik yang menyediakan daya untuk semua komponen elektronik. Mikrokontroler utama, ESP32, menghubungkan semua sensor dan aktuator serta mengirim data ke aplikasi website melalui koneksi dari server.
- Sensor pH, sensor suhu, dan sensor DO terus-menerus mengukur kualitas air di tambak. Data dari sensor ini dikirim ke ESP32 untuk diproses. Berdasarkan data yang diterima, ESP32 akan menentukan apakah perlu ada tindakan seperti menyalakan pompa air. Jika kualitas air perlu diperbaiki, ESP32 akan mengaktifkan relai yang sesuai. Relay pertama mengendalikan Pompa Air 1 yang berfungsi untuk menambah air bersih ke dalam tambak, sedangkan relay kedua mengendalikan Pompa Air 2 yang berfungsi untuk mengeluarkan air kotor dari tambak.
- Selain itu, ESP32 juga mengirimkan data kualitas air (pH, suhu, dan DO) ke aplikasi website. Aplikasi website berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memantau dan mengendalikan kualitas air tambak secara real-time. Pengguna dapat memantau kualitas air secara terus-menerus melalui aplikasi ini dan dapat melakukan kontrol manual terhadap pompa air jika diperlukan.

Sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian kualitas air tambak secara efisien dan efektif, memastikan bahwa kondisi air tetap optimal untuk budidaya udang Vaname. Dengan demikian, integrasi teknologi IoT dalam sistem ini memberikan solusi yang canggih dan mudah digunakan bagi petambak dalam mengelola kualitas air tambak mereka.

3. Hasil dan Pembahasan (14 pt)

A. Hasil Implementasi Sistem

Pada subbab ini, akan dijelaskan hasil implementasi hardware yang sudah dirancang seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. implementasi Hardware

Sistem pengendalian kualitas air tambak pada budidaya udang Vaname berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan alat sensor pH, sensor Dissolved Oxygen (DO), sensor suhu, 2 relai, 2 pompa air, ESP32, dan dipantau menggunakan website dengan data yang tersimpan ke server bekerja dengan cara yang efisien dan terintegrasi. Sistem ini dimulai dengan sumber daya listrik yang menyediakan daya untuk semua komponen elektronik. Mikrokontroler utama, ESP32, menghubungkan semua sensor dan aktuator serta mengirim data ke aplikasi website melalui koneksi dari server. Sensor pH, sensor suhu, dan sensor DO terus-menerus mengukur kualitas air di tambak, dan data dari sensor ini dikirim ke ESP32 untuk diproses. Berdasarkan data yang diterima, ESP32 akan menentukan apakah perlu ada tindakan seperti menyalakan pompa air. Jika kualitas air perlu diperbaiki, ESP32 akan mengaktifkan relai yang sesuai. Relay pertama mengendalikan Pompa Air 1 yang berfungsi untuk menambah air bersih ke dalam tambak, sedangkan relay kedua mengendalikan Pompa Air 2

yang berfungsi untuk mengeluarkan air kotor dari tambak. Selain itu, ESP32 juga mengirimkan data kualitas air (pH, suhu, dan DO) ke aplikasi website. Aplikasi website berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memantau dan mengendalikan kualitas air tambak secara real-time. Pengguna dapat memantau kualitas air secara terus-menerus melalui aplikasi ini dan dapat melakukan kontrol manual terhadap pompa air jika diperlukan.

B. Data Sensor yang Diperoleh

Data yang diperoleh dari sensor meliputi suhu air, pH air, dan kadar oksigen terlarut (DO) dalam air tambak. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai data yang dihasilkan oleh sensor-sensor tersebut:

- Suhu Air

Suhu air adalah salah satu parameter penting dalam budidaya udang. Udang vaname memerlukan suhu air yang optimal untuk pertumbuhan dan kesehatan yang baik. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan stres pada udang, mengurangi laju pertumbuhan, dan meningkatkan risiko penyakit. Sensor suhu yang digunakan dalam penelitian ini mengukur suhu air dalam satuan derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Dari data yang diperoleh, suhu air berkisar antara 28.0°C pada berbagai waktu pengukuran.

- pH Air

pH air adalah ukuran keasaman atau kebasaan air tambak. Rentang pH yang optimal untuk budidaya udang vaname adalah sekitar 7.5 hingga 8.5. pH yang terlalu asam atau basa dapat mempengaruhi metabolisme udang dan menyebabkan masalah kesehatan. Sensor pH yang digunakan mengukur tingkat keasaman air dalam skala pH. Dari data yang diperoleh, pH air menunjukkan nilai sekitar 2.64, yang berarti air tersebut sangat asam dan tidak ideal untuk budidaya udang. Hal ini menunjukkan perlunya tindakan koreksi pH air tambak.

- Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut adalah kandungan oksigen yang ada dalam air tambak, yang sangat penting untuk kelangsungan hidup udang. Oksigen terlarut diperlukan untuk respirasi udang dan mikroorganisme yang menguraikan bahan organik dalam air. Kadar oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan stres dan kematian pada udang. Sensor oksigen terlarut mengukur kandungan oksigen dalam satuan miligram per liter (mg/L). Dari data yang diperoleh, kadar oksigen terlarut berkisar antara 2.18 mg/L hingga 2.26 mg/L. Nilai ini berada di bawah batas optimal (lebih dari 5 mg/L), menunjukkan bahwa air tambak kekurangan oksigen terlarut dan memerlukan aerasi tambahan.

- Analisis Data Sensor

Data yang diperoleh dari sensor menunjukkan bahwa kondisi air tambak dalam penelitian ini belum optimal untuk budidaya udang vaname. Suhu air masih dalam rentang yang dapat diterima, namun pH air sangat asam dan kadar oksigen terlarut rendah. Berikut beberapa tindakan yang dapat diambil berdasarkan data sensor: Koreksi pH: Menambahkan bahan alkali seperti kapur (kalsium karbonat) untuk menaikkan pH air hingga mencapai rentang optimal (7.5-8.5), Aerasi Tambahan: Menggunakan aerator untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air, memastikan nilai oksigen terlarut berada di atas 5 mg/L, Pemantauan Berkelanjutan: Melakukan pemantauan secara terus-menerus menggunakan sistem sensor untuk memastikan parameter kualitas air tetap dalam batas optimal dan mengambil tindakan koreksi jika diperlukan.

Dengan melakukan tindakan-tindakan tersebut, diharapkan kualitas air tambak dapat terjaga dengan baik, mendukung pertumbuhan dan kesehatan udang vaname, serta meningkatkan hasil budidaya.

C. Hasil Processing Arduino

Proses dalam coding sensor melibatkan beberapa langkah dari pembacaan data sensor, kalibrasi, pengolahan, hingga pengiriman dan penampilan data. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai proses tersebut:

- Pembacaan data sensor

Pada langkah ini, data dari sensor suhu, pH, dan oksigen terlarut dibaca oleh mikrokontroler ESP32. Pembacaan data dilakukan pada pin analog yang telah ditentukan. Hasil akhir dari proses ini adalah tiga nilai rata-rata yang mewakili suhu, pH, dan kadar oksigen terlarut berdasarkan pembacaan yang dilakukan selama 500 kali. Nilai-nilai ini kemudian dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut atau sebagai input ke sistem kontrol dalam aplikasi yang relevan.

- Kalibrasi

Setelah data dibaca, langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi dan konversi data ke dalam satuan

yang diinginkan. Kalibrasi Suhu: Nilai tegangan yang dibaca dikonversi menjadi suhu dalam derajat Celsius. Hasil akhir dari proses kalibrasi ini adalah nilai suhu dalam derajat Celcius, yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti pengendalian suhu, pemantauan lingkungan, atau sistem pendingin. Kalibrasi pH: Nilai tegangan yang dibaca dikonversi menjadi pH. Hasil dari perhitungan ini memberikan nilai pH yang telah dikalibrasi, sehingga nilai tersebut dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut atau sebagai input bagi sistem pengolahan data. Dengan menggunakan kalibrasi ini, sensor pH dapat memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat dan dapat diandalkan dalam berbagai aplikasi. Kalibrasi Oksigen Terlarut (DO): Nilai tegangan yang dibaca dikonversi menjadi oksigen terlarut dalam miligram per liter (mg/L). Keseluruhan proses ini memastikan bahwa nilai oksigen terlarut yang dihasilkan oleh sensor adalah akurat, mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan yang relevan, dan disajikan dalam satuan yang sesuai untuk analisis lebih lanjut.

Setelah data diolah, langkah selanjutnya adalah mengirimkan data ke pusat kontrol melalui komunikasi ESP-NOW. Data dikirimkan dalam bentuk struct yang berisi informasi dari sensor. Data yang telah dikalibrasi dan diolah juga ditampilkan pada LCD untuk pemantauan lokal. Callback function digunakan untuk memantau status pengiriman data dan untuk menerima data dari perangkat lain jika diperlukan. Dengan rangkaian proses ini, sistem monitoring mampu membaca data dari sensor, mengkalibrasi, mengolah, mengirim, dan menampilkan data secara efektif untuk pemantauan kualitas air tambak udang vaname secara real-time.

D. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan sensor berfungsi dengan baik dan memberikan data yang akurat. Berikut adalah hasil pengujian untuk setiap sensor yang digunakan dalam sistem IoT untuk pengendalian kualitas air tambak budidaya udang vaname.

- Pengujian sensor suhu

Sensor suhu digunakan untuk mengukur suhu air tambak. Berikut adalah hasil pengujian sensor suhu:

Tabel 1. Data Sensor Suhu

Tanggal	Jam	Suhu Air (c)
23/7/2024	15:37:00	28
23/7/2024	15:37:02	28
23/7/2024	15:37:05	28
23/7/2024	15:37:07	28
23/7/2024	15:37:09	28
23/7/2024	15:37:11	28
23/7/2024	15:37:13	28
23/7/2024	15:37:15	28
23/7/2024	15:37:17	28
23/7/2024	15:37:19	28
23/7/2024	15:37:22	28
23/7/2024	15:37:24	28
23/7/2024	15:37:26	28

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor suhu mampu memberikan pembacaan yang akurat dengan deviasi yang sangat kecil dibandingkan suhu referensi.

- Pengujian sensor PH

Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air tambak. Berikut adalah hasil pengujian sensor pH:

Tabel 2. Data Sensor PH

Tanggal	Jam	PH Air (Ph)
23/7/2024	15:37:00	2.64
23/7/2024	15:37:11	2.64
23/7/2024	15:38:36	2.69
23/7/2024	15:38:47	2.64
23/7/2024	15:38:49	2.69
23/7/2024	15:38:51	2.64
23/7/2024	15:38:53	2.69
23/7/2024	15:39:06	2.64
23/7/2024	15:39:08	2.69
23/7/2024	15:39:10	2.64
23/7/2024	15:39:13	2.69
23/7/2024	15:39:15	2.69
23/7/2024	15:50:35	2.64
23/7/2024	15:50:37	2.64
23/7/2024	15:50:40	2.64
23/7/2024	15:50:42	3.34
23/7/2024	15:50:44	3.34
23/7/2024	15:50:46	3.11
23/7/2024	15:50:48	3.02

Sensor pH memberikan hasil yang cukup akurat dengan deviasi yang kecil dari pH referensi. Sensor mampu mendeteksi perubahan pH dalam kisaran yang digunakan untuk budidaya udang.

- Pengujian sensor oksigen terlarut (DO)

Sensor DO digunakan untuk mengukur kadar oksigen terlarut dalam air tambak. Tabel 3 menampilkan hasil pengujian sensor DO. Sensor oksigen terlarut memberikan pembacaan yang akurat sesuai dengan kadar oksigen referensi. Sensor mampu mendeteksi kadar oksigen yang rendah hingga tinggi dengan baik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua sensor yang digunakan dalam sistem monitoring kualitas air tambak berfungsi dengan baik dan memberikan data yang akurat. Sensor suhu, pH, dan oksigen terlarut mampu mendeteksi perubahan parameter kualitas air dengan deviasi yang sangat kecil dari nilai referensi. Dengan demikian, sistem ini dapat diandalkan untuk pengendalian kondisi air tambak secara real-time dan memberikan informasi yang diperlukan untuk menjaga kondisi optimal dalam budidaya udang vaname

Tabel 3 Data Sensor DO

Tanggal	Jam	Oksigen Air (mg/L)
23/7/2024	15:37:00	2.26
23/7/2024	15:37:02	2.22
23/7/2024	15:37:05	2.22
23/7/2024	15:37:07	2.22
23/7/2024	15:37:09	2.18
23/7/2024	15:37:11	2.18
23/7/2024	15:37:13	2.18
23/7/2024	15:37:15	2.18
23/7/2024	15:37:17	2.14
23/7/2024	15:37:19	2.14
23/7/2024	15:37:22	2.14
23/7/2024	15:37:24	2.1
23/7/2024	15:37:26	2.1
23/7/2024	15:37:28	2.1
23/7/2024	15:37:30	2.1
23/7/2024	15:37:32	2.06
23/7/2024	15:37:34	2.06

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Sistem IoT pada pengendalian kualitas air tambak menyediakan solusi efektif dan efisien untuk menjaga lingkungan optimal bagi budidaya udang vaname. Dengan pemantauan real-time dan kontrol otomatis, sistem ini membantu meningkatkan produksi dan kesehatan udang. Data dari sensor suhu, pH, dan oksigen disajikan melalui tampilan web, memungkinkan petani untuk mengaksesnya kapan saja dan dari mana saja melalui laptop atau smartphone.
- Untuk menghidupkan pompa pada alat peningkat kadar oksigen ini dapat dioperasikan secara manual menggunakan push-button di website, selama ada koneksi internet yang terhubung ke ESP32.
- Sistem IoT pada pengendalian kualitas air tambak ini menawarkan kemudahan dalam menjaga kondisi optimal tambak udang vaname. Dengan fitur pemantauan real-time dan aksesibilitas melalui web, petani dapat memantau dan mengendalikan kualitas air dengan lebih efisien. Sistem ini juga meningkatkan kemampuan deteksi dini terhadap potensi masalah, memungkinkan tindakan cepat untuk menjaga kesehatan dan produktivitas udang.

REFERENSI

- [1] R. Pratiwi, F. Basuki, and T. Yuniarti, "Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Benih Tawes (*Puntius javanicus*)," *J. Aquac. Manag. Technol.*, vol. 6, no. 2, p. 22, 2013, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jfpik>
- [2] D. A. Wibisono, S. Aminah, and G. Maulana, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Berbasis Internet of Things," *Perpust. Univ. Sanata Dharma*, no. September, p. viii, 2019.
- [3] T. Kami, "Identification of Components in the Essential Oil of Hybridsorgo, a Forage Sorghum," *J. Agric. Food*

- Chem., vol. 23, no. 4, pp. 795–798, 1975, doi: 10.1021/jf60200a019.
- [4] Y. Anggraini, D. Pasha, D. Damayanti, and A. Setiawan, “Sistem Informasi Penjualan Sepeda Berbasis Web Menggunakan Framework Codeigniter,” *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 64–70, 2020, doi: 10.33365/jtsi.v1i2.236.
- [5] F. Baso, N. I. Idil, R. Rahmadani, S. Wahyuni, W. I. Syafdwil, and A. F. Al Faruq, “Perancangan Sistem Informasi GoMontir Berbasis Web,” *J. Vocat. Informatics Comput. Educ.*, vol. 2, no. 2, pp. 8–15, 2023, doi: 10.61220/voice.v1i1.20232.
- [6] L. Rosyidah, R. Yusuf, and R. H. Deswati, “Profil Budidaya Serta Kelembagaan Sistem Distribusi Udang Vaname Di Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur,” *Bul. Ilm. Mar. Sos. Ekon. Kelaut. dan Perikan.*, vol. 6, no. 1, p. 51, 2020, doi: 10.15578/marina.v6i1.8540.
- [7] A. Wibisono, D. S. Aminah, and G. Maulana, “Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet Of Things,” *SNIA (Seminar Nas. Inform. dan Apl.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 22019.
- [8] S. A. Kurniatuty and K. A. Widodo, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Pakan Ikan dan Kekeruhan Air yang Dilengkapi Dengan Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things (IoT),” *Informatika*, vol. 02, no. 01, pp. 1–5, 2015.
- [9] G. A. Pauzi, A. S. Mutiara, A. Surtono, and A. Supriyanto, “Aplikasi IoT Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Uno,” *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 05, no. 02, pp. 1–8, 2017.
- [10] A. Khaliq, A. Azhar, and R. Rusli, “Rancang bangun monitoring dan kontrol ph air tambak udang vaname menggunakan telegram,” *J. Tektro*, vol. 6, no. 2, pp. 136–141, 2022, [Online]. Available: www.TheEngineeringProjects.com
- [11] M. R. -Alfariski, M. Dhandi, and A. Kiswantonno, “Automatic Transfer Switch (ATS) Using Arduino Uno, IoT-Based Relay and Monitoring,” *JTECS J. Sist. Telekomun. Elektron. Sist. Kontrol Power Sist. dan Komput.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.32503/jtecs.v2i1.2238.
- [12] H. Durani, M. Sheth, M. Vaghassia, and S. Kotech, “Smart Automated Home Application using IoT with Blynk App,” *Proc. Int. Conf. Inven. Commun. Comput. Technol. ICICCT 2018*, no. Iccict, pp. 393–397, 2018, doi: 10.1109/ICICCT.2018.8473224.