

Perancangan Aplikasi Mobile untuk Pemantauan Jarak Jauh dan Analisis Data Kualitas Air Kolam Udang Vaname

1st Isya' Syechan Faedillah

Departement of Computer Engineering
Telkom University
Surabaya, Indonesia
isyasf@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Mohammad Yanuar Hariawan

Departement of Computer Engineering
Telkom University
Surabaya, Indonesia
myanuar@telkomuniversity.ac.id

3rd Eka Sari Oktarina

Departement of Computer Engineering
Telkom University
Surabaya, Indonesia
ekasario@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Budidaya udang vaname memerlukan pengendalian kualitas air yang ketat untuk menjaga kesehatan dan pertumbuhan udang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) pada kolam budidaya udang vaname. Sistem ini akan memantau parameter-parameter penting seperti salinitas, pH, kekeruhan air, dan amonia secara Real-Time menggunakan sensor yang terhubung dengan mikrokontroler dan aplikasi mobile. Aplikasi mobile yang dirancang akan memberikan kemudahan bagi petani untuk mengakses informasi kualitas air, menerima notifikasi peringatan, serta melakukan kontrol terhadap perangkat seperti aerator secara jarak jauh. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan produktivitas budidaya udang vaname, meminimalkan risiko kematian akibat kualitas air yang buruk, serta mengurangi biaya operasional melalui pengelolaan yang lebih efisien.

Kata kunci - Udang Vaname, Kualitas Air, Internet of Things, Pemantauan Jarak Jauh, Aplikasi Mobile

I. PENDAHULUAN

Budidaya udang vaname berdampak signifikan pada ekonomi Indonesia, menyerap sekitar 3,3 juta tenaga kerja. Pada 2022, ekspor udang vaname menghasilkan devisa Rp.37,5 triliun, menjadikannya komoditas ekspor perikanan utama. Industri ini juga mendorong pertumbuhan sektor pendukung seperti pakan, obat-obatan, dan teknologi akuakultur, dengan nilai sekitar Rp.15 triliun per tahun.

Namun tantangan menjaga kualitas air tetap krusial bagi produktivitas dan keberlanjutan industri ini. Implementasi teknologi IoT dalam pemantauan kualitas air meningkatkan efisiensi operasional, berpotensi menaikkan produktivitas 20-30%, dan mengurangi risiko kerugian akibat penyakit atau kematian massal. Investasi dalam teknologi ini diperkirakan memberikan ROI 200-300% dalam 2-3 tahun, menjadikannya solusi menjanjikan untuk pengembangan industri udang vaname di Indonesia.

Implementasi IoT yang terintegrasi dengan aplikasi mobile meningkatkan efisiensi manajemen kolam, mengurangi risiko kerugian akibat deteksi terlambat, dan menghemat biaya operasional (Fariza et al. 2023). Penelitian (Setiawan and Surantha 2023) menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis IoT membantu pengawasan parameter seperti salinitas, pH, kekeruhan air, dan amonia secara terus-menerus, meningkatkan produktivitas dan efisiensi kolam udang, (Wardhani et al. 2021) mendemonstrasikan sistem IoT yang mencakup pemantauan parameter air terintegrasi dengan aplikasi seluler, meningkatkan respons terhadap perubahan kualitas air.

Keuntungan teknologi IoT meliputi pemantauan dan pengendalian kualitas air serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Data operasional dari jaringan sensor dapat difasilitasi untuk analisis prediktif, memungkinkan tindakan preventif yang lebih efisien bagi peternak. Pada penelitian (Amaliah et al. 2023) menemukan bahwa sistem klasifikasi kualitas air berbasis IoT dengan metode fuzzy logic memungkinkan petambak pengendalian parameter kritis.

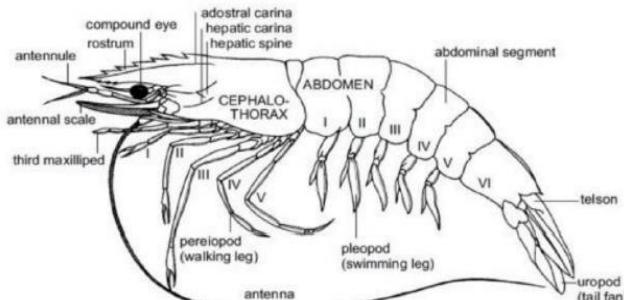
II. KAJIAN TEORI

Menyajikan dan menjelaskan teori-teori yang berkaitan dengan variabel-variabel penelitian. Poin subjudul dituliskan dalam abjad.

A. Udang Vaname

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menjadi jenis udang yang terlaris di beberapa negara yang termasuk Indonesia, karena keunggulannya dalam hal pertumbuhan, rasio kelangsungan hidup dan permintaan pasar yang tinggi. Namun modal tanam udang vaname secara intensif harus dibarengi dengan optimalnya pengendalian kualitas air untuk snar udang berproduksi dan tetap sehat. Pengelolaan kualitas air yang tidak baik bisa berakibat pada masalah, seperti lambatnya pertumbuhan udang, penyakit, bahkan udang dapat mati secara massal. Salah satu faktor yang paling penting bagi orang yang membudidayakan udang vaname adalah tingkat densitas penanaman dan pemberian pakan yang menyebabkan banyak penguras air, disebabkan oleh peningkatan organik dan berbagai jenis ubur-ubur. Udang putih Pasifik, yang juga dikenal sebagai udang vaname, termasuk dalam golongan:

- a. Kingdom: Animalia
- b. Phylum: Arthropoda
- c. Subphylum: Crustacea
- d. Class: Malacostraca
- e. Order: Decapoda
- f. Family: Penaeidae
- g. Genus: Litopenaeus
- h. Species: Litopenaeus vannamei



GAMBAR 1
(MORFOLOGI UDANG VANNAME)

Secara morfologi, udang vaname terdiri dari tiga bagian utama: cephalothorax (kepala dan tubuh yang dilindungi oleh karapaks), abdomen (perut yang bersegmen), dan ekor. Sebagai anggota Crustacea dari famili Penaeidae, udang ini memiliki tubuh bersegmen dengan sepasang kaki di setiap segmennya, serta kaki jalan bercapit pada segmen pertama hingga ketiga dan kulit yang tersusun dari kitin. Bagian kepala dilengkapi mata majemuk bertangkai, dua pasang antena (antena I dan II) yang berfungsi sebagai alat peraba dan pencium, di mana antena II memiliki eksopodit pipih (prosantema) dan endopodit panjang seperti cambuk. Kepala juga memiliki mandibula untuk menghancurkan makanan keras serta dua pasang maksila untuk mengarahkan makanan ke mandibula. Bagian dada terdiri dari delapan ruas dengan masing-masing sepasang thoracopoda; thoracopoda pada ruas pertama hingga ketiga berfungsi sebagai maxiliped (pelengkap mulut), sedangkan pada ruas keempat hingga kedelapan berfungsi sebagai periopoda atau kaki jalan, dengan capit kecil pada periopoda 1–3 yang menjadi ciri khas udang penaeid.

Bagian abdomen terdiri dari enam ruas. Pada ruas ke-1 hingga ke-5, terdapat sepasang pleopoda atau swimmeret yang berbentuk kaki renang pendek dengan ujung berbulu (setae), yang berguna untuk berenang. Adapun ruas ke-6 dilengkapi dengan uropoda yang bersama dengan telson berfungsi sebagai pengendali arah gerakan (Effendi, Simanjuntak, dan Sahibuddin 2021).

B. Kualitas Air Dalam Budidaya Udang

Untuk menjamin kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname dalam sistem budidaya intensif, pemantauan kualitas air secara ketat sangat penting, terutama terhadap parameter utama seperti salinitas, pH, kekeruhan air, dan konsentrasi senyawa beracun seperti amonia. Pengelolaan kualitas air yang baik dapat mengurangi risiko penyakit yang sering muncul akibat akumulasi bahan organik dan perubahan parameter fisik-kimia air. Salinitas sendiri merupakan indikator penting yang mencerminkan jumlah

garam terlarut dalam air, dan meskipun udang vaname tergolong organisme euryhaline yang mampu beradaptasi dengan berbagai tingkat salinitas, mereka tetap memerlukan rentang salinitas optimal untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup secara maksimal.

Salinitas optimal untuk budidaya udang vaname biasanya berada pada kisaran 15–25 ppt (parts per thousand), meskipun udang ini mampu bertahan hidup dalam rentang yang lebih luas, yaitu antara 0,5 hingga 45 ppt. Namun demikian, salinitas yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan stres, menghambat pertumbuhan, serta meningkatkan risiko terkena penyakit pada udang (Jayanti et al. 2022).

Salinitas berperan penting dalam berbagai aspek fisiologis udang vaname, seperti osmoregulasi, di mana perubahan salinitas yang drastis dapat menyebabkan stres osmotik, serta pertumbuhan, karena salinitas optimal memungkinkan efisiensi energi dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh. Selain itu, salinitas yang sesuai dapat meningkatkan ketahanan udang terhadap penyakit dan mendukung proses molting yang normal. Oleh karena itu, pemantauan dan pengelolaan salinitas secara tepat sangat krusial dalam budidaya udang, dan penggunaan sensor salinitas berbasis IoT dapat membantu peternak menyesuaikan kondisi secara real-time. Selain salinitas, pH juga merupakan faktor penting dalam pengelolaan kualitas air, di mana kestabilannya dalam rentang ideal 7,5–8,5 sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan udang dan aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem kolam.

Udang vaname sangat sensitif terhadap fluktuasi pH. Ketidakseimbangan pH menyebabkan stres fisiologis yang menghambat pertumbuhan dan meningkatkan kerentanan terhadap penyakit. PH rendah (asam) meningkatkan toksitas logam berat dalam air sedangkan nilai pH tinggi (basa) meningkatkan risiko keracunan amonia, yang merupakan salah satu pembunuh utama udang secara signifikan. Oleh karena itu, stabilitas tingkat pH menjadi salah satu faktor kunci keberhasilan budidaya (Junaedy et al. 2023).

Perubahan pH dalam kolam budidaya udang vaname berdampak signifikan tidak hanya terhadap kesehatan udang, tetapi juga terhadap kualitas air secara keseluruhan. pH yang tinggi meningkatkan konsentrasi amonia bebas (NH_3) yang bersifat toksik dan dapat menyebabkan stres hingga kematian pada udang, sementara pH yang terlalu rendah menurunkan efisiensi proses nitrifikasi oleh mikroorganisme seperti Nitrosomonas dan Nitrobacter, sehingga berpotensi menyebabkan penumpukan amonia atau nitrit berbahaya. Selain itu, fluktuasi pH juga memengaruhi kesadahan air karena kestabilan ion kalsium dan magnesium yang penting bagi kualitas cangkang udang. Untuk menjaga kestabilan pH dan kualitas air, penggunaan teknologi pemantauan berbasis IoT seperti Arduino Uno dan ESP dengan sensor pH menjadi solusi yang efektif, karena mampu memantau perubahan pH secara real-time dan akurat, memberikan data yang dapat diakses kapan saja melalui perangkat mobile, serta memungkinkan peternak melakukan intervensi cepat demi

menjaga kesehatan dan pertumbuhan optimal udang vaname. Mikrokontroler kemudian memproses data tersebut dan memberikan peringatan kepada operator jika pH berada di luar rentang aman (Hamsinar, Hasiri, and Zannah 2022).

Kekeruhan air merupakan parameter penting dalam budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), dengan rentang aman antara 25–400 NTU. Kekeruhan yang tinggi dapat mengganggu kesehatan dan pertumbuhan udang, sehingga pemantauan tingkat kekeruhan secara rutin sangat diperlukan. Kekeruhan disebabkan oleh partikel tersuspensi seperti lumpur, mikroorganisme, sisa pakan, detritus, dan input eksternal seperti air hujan. Faktor utama penyebabnya meliputi aktivitas udang, pemberian pakan berlebih, sistem sirkulasi air yang kurang optimal, serta kondisi lingkungan. Dampaknya mencakup terganggunya fotosintesis karena berkurangnya penetrasi cahaya, peningkatan toksitas amonia akibat dekomposisi anaerobik bahan organik, risiko infeksi patogen seperti *Vibrio spp.*, dan terganggunya keseimbangan ekosistem kolam. Amonia, sebagai hasil dekomposisi bahan organik dari sisa pakan dan limbah udang, juga menjadi indikator penting dalam menjaga kualitas air, karena konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan stres dan kematian pada udang. Amonia dalam air dapat ditemukan dalam dua bentuk utama, yaitu amonia bebas (NH_3) yang berbahaya, dan amonium (NH_4^+) yang lebih tidak beracun (Suhendar, Zaidy, and Sachoemar 2020).

Kandungan amonia, khususnya dalam bentuk NH_3 , berdampak negatif terhadap kesehatan udang vaname karena dapat menyebabkan stres, mengganggu fungsi pernapasan, dan keseimbangan elektrolit, dengan batas aman konsentrasi berkisar 0,02–0,1 mg/L; jika tidak dikelola, kondisi ini berpotensi menyebabkan kematian. Oleh karena itu, pengendalian kualitas air sangat penting untuk menjaga kadar amonia tetap dalam batas aman. Strategi yang dapat diterapkan antara lain aerasi untuk meningkatkan oksigen terlarut dan mempercepat oksidasi amonia, filtrasi guna mengurangi akumulasi bahan organik, sistem polikultur seperti penanaman *Gracilaria sp.* sebagai bioremediator, serta pengelolaan pakan dan kepadatan udang secara tepat guna menekan produksi amonia dari sisa pakan dan limbah metabolismik.

C. Pemantauan Jarak Jauh

Pemantauan jarak jauh merupakan metode pengawasan yang memungkinkan pengendalian sistem dari lokasi berbeda, dan dalam budidaya udang vaname, teknologi ini sangat bermanfaat untuk memantau kondisi kolam tanpa harus hadir langsung di lokasi. Sistem ini bekerja dengan mengintegrasikan sensor kualitas air seperti salinitas, pH, kekeruhan, dan amonia yang terhubung melalui teknologi Internet of Things (IoT) ke perangkat mobile, sehingga memungkinkan pemantauan secara real-time. Keuntungan dari pengawasan jarak jauh mencakup efisiensi waktu dan sumber daya karena mengurangi kebutuhan inspeksi fisik, deteksi dini terhadap anomali seperti peningkatan amonia yang dapat segera ditangani, serta kemampuan pemantauan 24 jam penuh yang sangat penting mengingat kualitas air dapat berubah drastis kapan saja. Integrasi sensor, pemroses data, dan sistem komunikasi ini meningkatkan efektivitas

pengelolaan kolam dan mendukung kesehatan serta produktivitas udang vaname secara berkelanjutan.

D. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah jaringan perangkat yang terhubung internet dan memungkinkan pertukaran informasi secara langsung untuk mengoptimalkan berbagai sistem, termasuk dalam budidaya udang vaname. Teknologi ini berperan penting dalam pengawasan dan pengaturan otomatis kualitas air kolam dengan memanfaatkan sensor, mikrokontroler, dan aplikasi berbasis web atau ponsel pintar. Sistem ini memantau parameter penting seperti salinitas, pH, kekeruhan, dan kadar amonia, lalu mengirimkan data ke pusat pengolahan untuk dianalisis dan ditampilkan secara real-time kepada pembudidaya. Jika terdeteksi kadar amonia melebihi batas aman, sistem secara otomatis dapat mengaktifkan aerator atau pompa untuk menstabilkan kondisi air. Keunggulan utama dari penerapan IoT mencakup kemudahan akses data dari mana saja, efisiensi operasional melalui pemanfaatan energi terbarukan dan sistem otomatis, serta peningkatan produktivitas dengan menjaga lingkungan kolam tetap ideal untuk pertumbuhan udang.

E. Aplikasi Mobile

Teknologi seluler telah merevolusi cara manusia berinteraksi dan mengakses informasi, termasuk dalam bidang pemantauan jarak jauh dan analisis data, dengan memanfaatkan aplikasi mobile pada perangkat pintar. Dalam konteks budidaya udang vaname, aplikasi mobile memungkinkan pengguna memantau secara real-time parameter kualitas air seperti salinitas, pH, kekeruhan, dan kadar amonia yang diukur otomatis melalui sensor yang terpasang di kolam. Aplikasi ini tidak hanya menampilkan data, tetapi juga menganalisis kondisi lingkungan, memberikan kemudahan akses tanpa batasan waktu dan lokasi, serta dapat dilengkapi dengan fitur peringatan atau saran jika ditemukan penyimpangan dari parameter ideal. Keunggulan ini menjadikan aplikasi mobile sebagai alat penting dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan kolam udang dan mendukung pengambilan keputusan secara cepat dan tepat. Oleh karena itu, perancangan aplikasi mobile harus memperhatikan kemampuan menerima dan menampilkan data sensor secara real-time agar dapat menjadi solusi efektif dalam pengelolaan kualitas air berbasis teknologi.

III. METODE

Penelitian ini menerapkan metode rekayasa sistem dengan pendekatan kuantitatif, karena fokus utamanya adalah merancang dan menguji sistem pemantauan kualitas air pada kolam udang Vaname menggunakan teknologi Internet of Things dan aplikasi berbasis mobile. Langkah awal dimulai dengan kajian literatur untuk menelusuri penelitian terdahulu serta memahami kebutuhan pengguna. Kemudian dilakukan perancangan serta pembuatan aplikasi yang mampu memantau parameter penting kualitas air, seperti pH, salinitas, kekeruhan, dan amonia secara waktu nyata. Setelah sistem berhasil dikembangkan, dilakukan pengujian secara langsung oleh petambak udang sebagai pengguna utama. Tahap selanjutnya adalah evaluasi sistem menggunakan kuesioner berbasis skala Likert untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan dan manfaat aplikasi. Untuk lebih

jelasnya, tahapan-tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar alur penelitian berikut:



GAMBAR 2
(ALUR PENELITIAN)

A. Tahapan Perencanaan Fitur Aplikasi

Aplikasi mobile yang dirancang memiliki tujuan utama untuk membantu petani udang Vaname dalam memantau kualitas air secara real-time dan melakukan analisis data yang relevan. Adapun konsep dan fitur utama aplikasi ini adalah sebagai berikut.

a. Konsep Aplikasi

Pada tahap ini aplikasi dibuat untuk mengumpulkan kebutuhan petambak untuk memantau kualitas air di kolam udang.

TABEL 1
(RESPONDEN KONSEP APLIKASI)

Partisipan	Peran	Fitur Yang Penting
Responden 1	Petambak	Penyimpanan Data
Responden 2	Petambak	Pengukuran Realtime
Responden 3	Petambak	Notifikasi
Responden 4	Petambak	Kontrol Alat
Responden 5	Petambak	Setting Batas Sensor

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan petambak, diperoleh informasi bahwa mereka menginginkan sebuah sistem yang dapat memantau kondisi air kolam secara langsung, menyimpan riwayat data pengukuran, memberikan peringatan otomatis saat parameter melebihi ambang batas, memungkinkan penyesuaian batas sensor sesuai kebutuhan, serta mendukung pengendalian alat secara jarak jauh.

b. Fitur Utama Aplikasi

Sistem pemantauan kualitas air tambak harus memenuhi beberapa fitur penting agar dapat berfungsi secara optimal. Pertama, sistem harus mampu menampilkan data sensor secara real-time, sehingga pengguna dapat memantau kondisi kolam secara langsung. Kedua, data historis dari sensor perlu disimpan secara terstruktur untuk memungkinkan analisis lebih lanjut di masa mendatang. Selain itu, sistem harus dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis yang memberikan peringatan jika nilai sensor melebihi ambang batas yang ditentukan. Fitur penting lainnya adalah kemampuan kontrol terhadap perangkat seperti aerator dan pompa, yang memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan alat secara jarak jauh. Terakhir, pengguna harus dapat mengatur ambang batas

nilai sensor sesuai kebutuhan masing-masing tambak agar sistem lebih fleksibel dan responsif terhadap kondisi lingkungan yang berbeda.

B. Perancangan Aplikasi

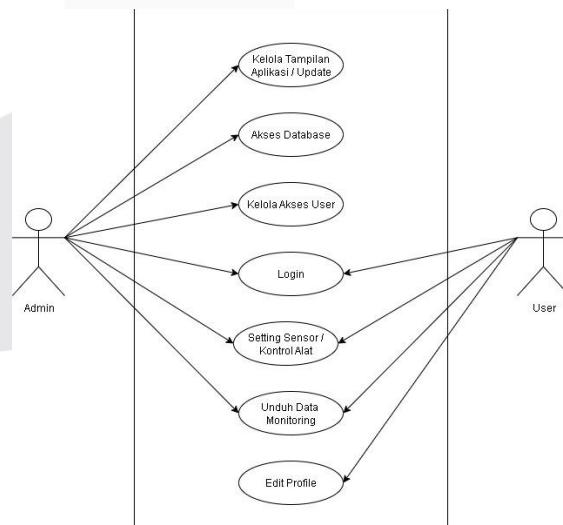
Perancangan aplikasi ini berbasis pada model client-server yang memungkinkan interaksi antara aplikasi mobile (client) dengan server yang berfungsi untuk mengelola dan menganalisis data yang diterima dari sensor kualitas air. Perancangan ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

a. Komponen Utama Aplikasi

Sistem pemantauan kualitas air berbasis teknologi terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi. Komponen pertama adalah aplikasi mobile (client), yaitu aplikasi yang diinstal pada perangkat seluler pengguna dan berfungsi untuk menerima serta menampilkan data kualitas air yang diperoleh dari server. Aplikasi ini juga memberikan notifikasi secara langsung apabila terjadi perubahan signifikan pada parameter air. Komponen kedua adalah sensor kualitas air yang dipasang di kolam udang untuk mengukur berbagai parameter penting seperti salinitas, pH, kekeruhan, dan kadar amonia. Data yang diperoleh dari sensor ini dikirimkan secara berkala untuk dianalisis. Komponen ketiga adalah database, yang berperan menyimpan seluruh data historis yang dikumpulkan dari sensor dan memastikan data tersebut dapat diakses secara fleksibel oleh aplikasi mobile dari berbagai perangkat, guna mendukung proses pemantauan dan pengambilan keputusan.

b. Diagram Use Case Sistem Aplikasi

Diagram use case ini menjelaskan bagaimana dua jenis pengguna, yaitu Admin dan User, berinteraksi dengan sistem aplikasi pemantauan kualitas air tambak udang Vaname. Masing-masing peran memiliki fungsi yang berbeda, sesuai dengan tanggung jawab dan tingkat aksesnya terhadap sistem.



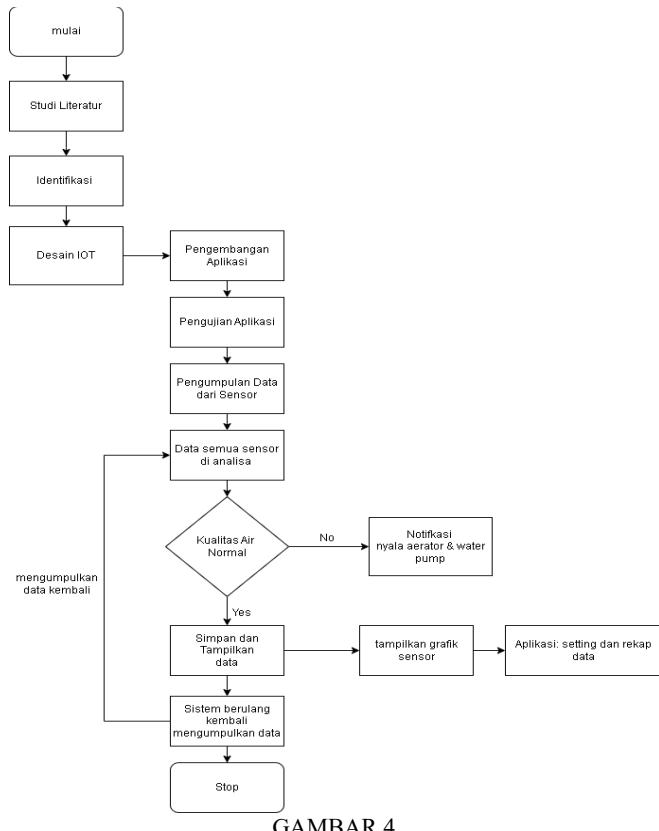
GAMBAR 3
(USE CASE SISTEM APLIKASI)

Dalam sistem pemantauan kualitas air tambak, terdapat dua aktor utama yang terlibat, yaitu Admin dan User. Admin bertugas mengelola sistem secara menyeluruh, termasuk melakukan konfigurasi, pengaturan pengguna, serta manajemen database. Sementara itu, User adalah

pengguna biasa yang memanfaatkan aplikasi untuk keperluan monitoring dan pengendalian kualitas air tambak. Sistem ini juga menampilkan berbagai fungsi penting. Admin memiliki kemampuan untuk memperbarui dan menyesuaikan tampilan aplikasi sesuai kebutuhan, mengakses serta mengelola database yang berisi data sensor dan informasi pengguna, serta mengatur akses User terhadap sistem. Baik Admin maupun User diwajibkan untuk login sebelum menggunakan sistem. Keduanya juga dapat melakukan pengaturan sensor dan mengontrol alat-alat yang terhubung, seperti aerator dan pompa. Fitur unduh data monitoring disediakan untuk memungkinkan Admin dan User mengakses laporan hasil pemantauan air guna keperluan evaluasi atau dokumentasi. Selain itu, User juga dapat mengedit profil mereka untuk memperbarui informasi pribadi seperti nama atau sandi akun.

C. Alur Kerja Sistem

Untuk memahami proses kerja dari sistem pemantauan kualitas air berbasis aplikasi dan IoT yang dikembangkan, berikut ditampilkan alur kerja sistem dalam bentuk diagram. Diagram ini menunjukkan langkah-langkah mulai dari perencanaan hingga sistem berjalan secara berulang mengumpulkan dan menganalisis data sensor.



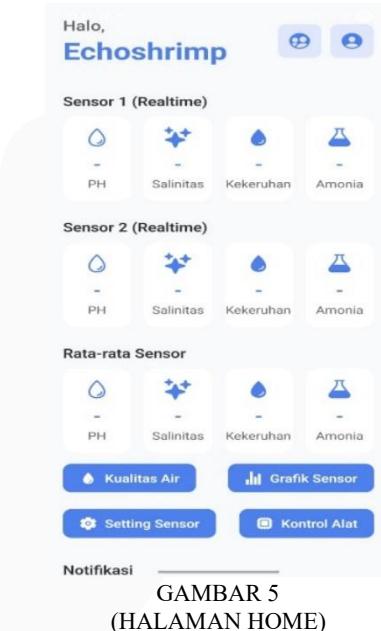
Proses pengembangan sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) diawali dengan penelaahan pustaka untuk memahami teori, konsep, dan teknologi terkait. Setelah itu, ditentukan parameter penting seperti salinitas, pH, dan kekeruhan air yang menjadi dasar perancangan sistem, mencakup pemilihan sensor, perangkat keras, dan pengembangan aplikasi pemantauan. Sistem kemudian diuji

untuk memastikan sensor dan aplikasi berfungsi dengan baik, dilanjutkan dengan pengambilan dan analisis data untuk menilai kualitas air. Jika terdeteksi kondisi air yang tidak normal, sistem secara otomatis mengaktifkan aerator untuk meningkatkan kadar oksigen, sedangkan jika normal, data disimpan dan ditampilkan melalui LCD serta aplikasi dalam bentuk grafik dan angka. Aplikasi ini juga memungkinkan pengguna mengontrol aerator dan pompa secara manual. Proses pemantauan berlangsung secara real-time dan berkelanjutan, terus mengumpulkan serta menganalisis data hingga sistem dimatikan secara manual, sehingga kualitas air dapat dipantau dan dikelola secara efektif.

D. Perancangan Desain

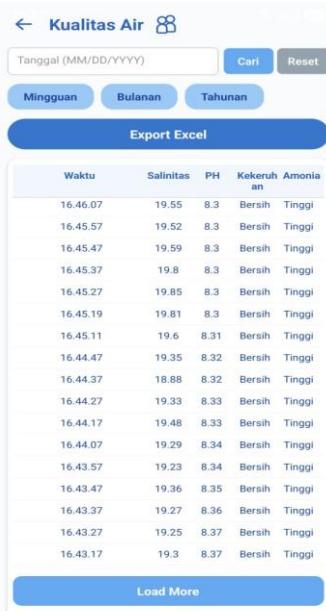
Desain antarmuka aplikasi ini dirancang dengan pendekatan yang mengutamakan kesederhanaan, kenyamanan pengguna, serta efisiensi dalam proses interaksi. Setiap elemen pada tampilan aplikasi disusun secara intuitif dan responsif agar mudah dipahami dan digunakan oleh pengguna, termasuk oleh petani tambak yang mungkin tidak memiliki latar belakang teknis. Berikut adalah rincian elemen pada setiap halaman:

a. Dashboard (Tampilan Utama)



Antarmuka sistem dirancang untuk menampilkan informasi utama mengenai kualitas air secara real-time, termasuk parameter pH, salinitas, kekeruhan, dan kadar amonia. Nilai pH dan salinitas akan dihitung dalam bentuk rata-rata, sedangkan untuk kekeruhan dan amonia akan ditampilkan berdasarkan nilai tertinggi karena keduanya bukan berupa angka tetap. Tersedia beberapa tombol yang memudahkan pengguna dalam mengakses fitur tambahan, seperti Laporan Kualitas Air untuk melihat detail data yang tercatat, Grafik Sensor untuk menampilkan data dalam bentuk visual grafik, Setting Sensor untuk menyesuaikan parameter sensor sesuai kebutuhan, serta fitur Notifikasi yang memberikan peringatan otomatis jika terjadi kondisi air yang tidak sesuai standar, seperti kenaikan pH atau tingginya kadar amonia.

b. Laporan Kualitas Air



GAMBAR 6

(HALAMAN LAPORAN KUALITAS AIR)

Halaman rekap data dirancang untuk menampilkan informasi kualitas air berdasarkan tanggal dan waktu tertentu, dilengkapi dengan tombol navigasi yang memungkinkan pengguna mengakses data dalam rentang mingguan, bulanan, atau tahunan sesuai kebutuhan. Visualisasi statistik dari parameter utama seperti pH, salinitas, kekeruhan, dan amonia disajikan secara informatif. Tersedia pula tombol Rekap Data yang dapat digunakan untuk menyimpan atau melihat keseluruhan data historis. Pengguna memiliki fleksibilitas untuk memilih data berdasarkan tahun, bulan, atau minggu tertentu guna meninjau kualitas air selama periode tersebut. Grafik mingguan untuk masing-masing parameter utama ditampilkan lengkap dengan nilai rata-rata, sementara pewarnaan pada grafik memberikan indikasi visual terhadap kondisi air, seperti warna hijau untuk kondisi bersih, kuning untuk air keruh, dan merah untuk kondisi buruk atau kadar yang sangat tinggi.

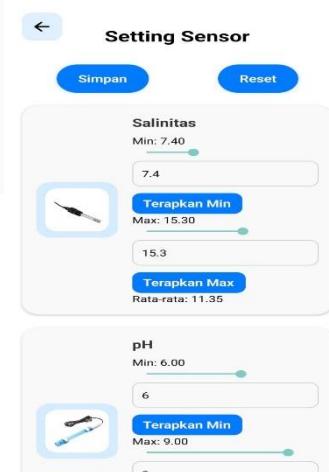


GAMBAR 7

(LAPORAN KUALITAS AIR MINGGUAN)
c. Grafik SensorGAMBAR 8
(GRAFIK SENSOR)

Data kualitas air ditampilkan secara realtime dalam bentuk grafik untuk masing-masing parameter, dengan pembagian berdasarkan waktu. Parameter pH dan salinitas disajikan dalam bentuk angka karena keduanya memiliki satuan terukur, seperti PPT untuk salinitas, sehingga memudahkan pengguna dalam menganalisis tren perubahan nilainya. Sebaliknya, parameter kekeruhan dan amonia ditampilkan dalam bentuk kategori warna, seperti Bersih, Keruh, atau dari Sangat Rendah hingga Sangat Tinggi, agar lebih mudah dipahami secara visual tanpa harus membaca angka secara detail. Setiap warna pada grafik merepresentasikan tingkat kualitas air secara langsung, di mana warna hijau menunjukkan kondisi baik seperti Bersih atau Sangat Rendah, kuning dan oranye menandakan kondisi sedang, sedangkan merah menandakan kondisi kualitas air yang buruk seperti Kotor atau Sangat Tinggi.

d. Setting Sensor

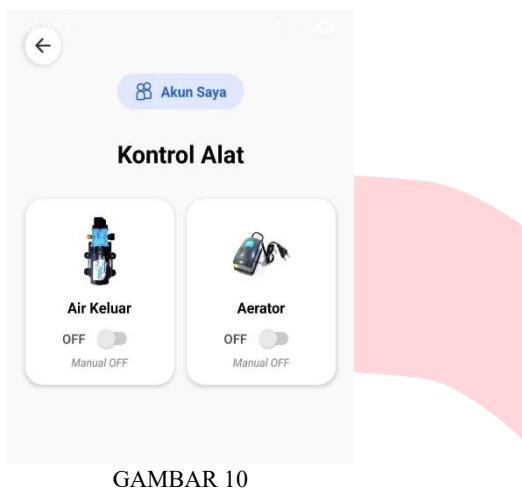
GAMBAR 9
(SETTING SENSOR)

Halaman ini menampilkan opsi untuk menyesuaikan nilai parameter sensor, seperti salinitas dan pH, sesuai

dengan kebutuhan pengguna. Terdapat pula tombol Simpan yang berfungsi untuk mengonfirmasi perubahan pengaturan, serta tombol Reset yang digunakan untuk mengembalikan nilai parameter ke pengaturan awal atau default.

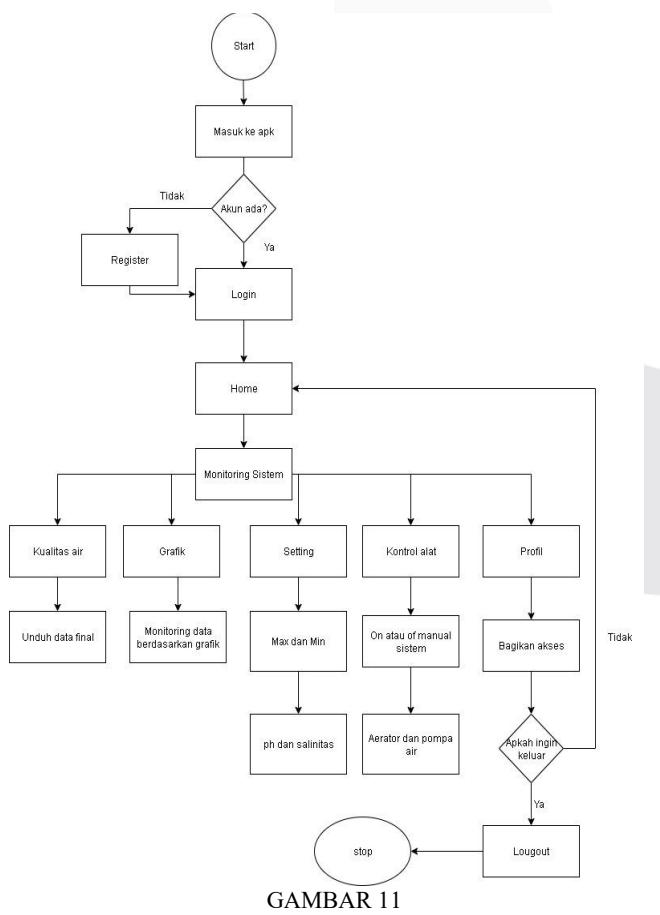
e. Kontrol Alat

Menampilkan alat-alat yang dapat dikontrol: Pompa Air dan Aerator.



GAMBAR 10
(HALAMAN KONTROL ALAT)

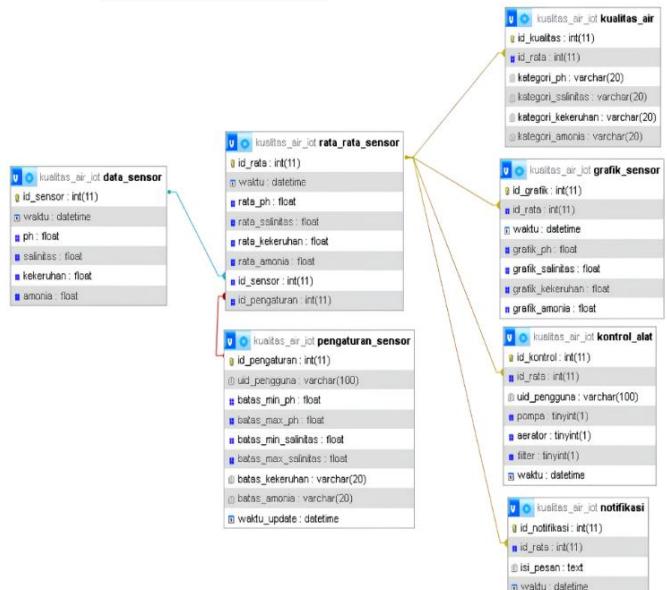
E. Alur Kerja Aplikasi



GAMBAR 11
(ALUR KERJA APLIKASI)

Framework yang dipilih untuk pengembangan aplikasi mobile ini adalah React Native. Alasan utamanya adalah kemampuan React Native dalam menciptakan aplikasi mobile yang efisien dengan kinerja hampir setara dengan aplikasi native, meskipun menggunakan satu basis kode untuk kedua platform, yaitu Android dan iOS (Adhawiyah, Kharisma, and Dewi 2022).

React Native dipilih sebagai framework untuk aplikasi pemantauan kualitas air kolam udang karena kemampuannya dalam pengembangan lintas platform, memungkinkan aplikasi berjalan di Android dan iOS dengan satu basis kode, sehingga efisien dalam waktu dan sumber daya serta memudahkan pemeliharaan. Kinerjanya mendekati aplikasi native karena komponen React Native diubah menjadi komponen asli perangkat, menghasilkan performa responsif dan lancar. Konsep komponen UI yang dapat digunakan kembali juga mempercepat pengembangan dan menjaga konsistensi tampilan. Selain itu, ekosistem pustaka dan plugin React Native yang luas mendukung integrasi dengan perangkat keras eksternal, seperti sensor kualitas air. Untuk backend, digunakan Firebase dari Google, yang berfungsi sebagai server dan database real-time tanpa perlu infrastruktur server mandiri. Firebase Realtime Database mendukung sinkronisasi data instan dan otomatis, sangat sesuai untuk menangani data sensor kualitas air seperti pH, salinitas, kekeruhan, dan amonia. Data dari sensor dikirim ke mikrokontroler ESP32, lalu diteruskan ke Firebase melalui koneksi internet. Data tersebut disimpan dalam struktur hierarki JSON berdasarkan UID pengguna dan ditampilkan secara real-time melalui aplikasi mobile.



GAMBAR 12
(STRUKTUR DATABASE)

Struktur data dalam Firebase Realtime Database pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa node utama yang masing-masing memiliki fungsi spesifik. Node `data_sensor` berisi data mentah yang dikirimkan oleh ESP32 ke database, mencakup parameter seperti pH, salinitas, kekeruhan, dan amonia. Data tersebut kemudian diolah dan disimpan dalam node `rata_rata_sensor`, yang berisi hasil perhitungan rata-rata

dari setiap parameter sensor. Selanjutnya, node pengaturan_sensor menyimpan ambang batas normal untuk masing-masing parameter tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata, node kualitas_air menyimpan kategori kualitas air yang ditentukan. Sementara itu, node grafik_sensor menyajikan data historis dalam bentuk grafik berdasarkan nilai-nilai dari rata_rata_sensor. Node kontrol_alat digunakan untuk mengendalikan alat seperti pompa dan aerator secara otomatis, berdasarkan evaluasi kualitas air dari nilai rata-rata, yang dihubungkan melalui relasi id_rata. Terakhir, node notifikasi menyimpan pesan peringatan yang dikirimkan ke pengguna, yang dihasilkan dari perbandingan antara nilai rata-rata dengan ambang batas yang terdapat pada pengaturan_sensor.

F. Pengujian Aplikasi

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan dengan mengeksekusi aplikasi, mengamati hasilnya, serta memberikan input untuk memastikan bahwa setiap fungsi berjalan sesuai persyaratan fungsional dan untuk mendeteksi berbagai kesalahan, baik dari sisi bahasa, runtime, maupun logika. Terdapat tiga aspek utama yang diuji. Pertama, pengujian sensor kualitas air dilakukan untuk memastikan akurasi pembacaan sensor dengan membandingkan data dari aplikasi dengan hasil pengukuran manual. Kedua, pengujian tampilan data real-time memverifikasi bahwa data dari sensor ditampilkan secara langsung dalam aplikasi dan bahwa grafik mampu mencerminkan perubahan nilai secara dinamis. Ketiga, pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan memantau data real-time dari parameter seperti pH, kekeruhan, dan kadar amonia, memastikan aplikasi dapat memproses dan menampilkan data tanpa keterlambatan, mencatat semua perubahan selama pemantauan, serta menguji integrasi antara aplikasi dan perangkat sensor yang dipasang di kolam.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Fungsionalitas Aplikasi

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa aplikasi pemantauan kualitas air dan antarmuka penggunaanya bekerja dengan baik, menampilkan data secara real-time, dan memberikan informasi yang mudah dipahami oleh pengguna. Aplikasi ini secara realtime menampilkan data dari dua sensor dan menghitung nilai rata-rata untuk pH, salinitas, kekeruhan, dan amonia. Selain itu, aplikasi ini menawarkan navigasi ke halaman kualitas air, pengaturan sensor, kontrol alat, dan navigasi ke halaman kualitas air.

TABEL 2
(PENGUJIAN FUNGSIONALITAS APLIKASI)

No	Fitur Yang Diuji	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	Login sesuai yang di daftarkan	Menampilkan nama pengguna yang login ke aplikasi	Nama pengguna ditampilkan di bagian atas	Muncul nama pendaftar	Berhasil
2	Data Sensor 1	Menampilkan data dari sensor 1: UID	Data terkirim sesuai UID	pH: 9, PPT: 4, Kekeruhan: 4	Berhasil

No	Fitur Yang Diuji	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
	(Realtime)	pH, Salinitas, Kekeruhan, Amonia	pengguna dan update Firebase	Sedang, Amonia: Rendah	
3	Data Sensor 2 (Realtime)	Menampilkan data dari sensor 2 secara realtime	Menampilkan data dari sensor 2 secara realtime	pH: 9, PPT: 5, Kekeruhan/ Amonia: -	Berhasil
4	Perhitungan rata-rata sensor	Menampilkan nilai rata-rata dari sensor 1 dan 2	Rata-rata ditampilkan otomatis dan akurat	pH: 9, PPT: 4.5	Berhasil
5	Tampilan kategori Kekeruhan dan Amonia	Menampilkan nilai Kekeruhan dan Amonia dalam bentuk kategori (bukan angka)	Kategori seperti "Sedang" dan "Rendah" muncul	Sesuai	Berhasil
6	Kualitas Air	Menyimpan data rata-rata kualitas air dan mengekspornya ke file Excel	Data tersimpan dan dapat diekspor ke Excel	Sesuai	Berhasil
7	Grafik	Menampilkan grafik data sensor secara realtime	Grafik tampil dan bergerak sesuai data yang masuk	Sesuai	Berhasil
8	Setting Sensor	Mengatur batas minimum dan maksimum sensor pH dan Salinitas	Batas berhasil diatur sesuai input pengguna	Sesuai	Berhasil
9	Kontrol Alat	Mengendalikan alat secara otomatis maupun manual melalui aplikasi	Mengendalikan alat secara otomatis maupun manual melalui aplikasi	Sesuai	Berhasil
10	Share Akses	Dapat melihat data yang	Bisa Melihat data	Sesuai	Berhasil

No	Fitur Yang Diuji	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
		terkirim ke akun yang dituju tanpa login menggunakan gmail yang dituju	ketika akun yang menerima data memberikan akses kepada gmail yang lain		

B. Pengujian Fitur Aplikasi

Pengujian dilakukan pada fitur utama aplikasi untuk memastikan bahwa data ditampilkan dengan benar dan akurat sesuai dengan input yang diterima dari sensor secara real-time. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi keandalan sistem dalam menampilkan informasi kualitas air pada halaman utama aplikasi.

Sensor 1 menampilkan data realtime dari empat parameter: pH, salinitas, kekeruhan, dan amonia. Nilai kekeruhan dan amonia ditampilkan dalam bentuk kategori, bukan angka.

TABEL 3
(REALTIME SENSOR 1)

No	Parameter	Nilai Ditampilkan	Satuan	Keterangan Tampilan
1	pH	16.47	pH	Angka
	Salinitas	16.16	ppt	Angka
	Kekeruhan	Kotor	-	Kategorikal
	Amonia	Sangat Tinggi	-	Kategorikal
2	pH	16.43	pH	Angka
	Salinitas	15.53	ppt	Angka
	Kekeruhan	Kotor	-	Kategorikal
	Amonia	Sangat Tinggi	-	Kategorikal

Sensor 2 berfungsi sebagai pembanding dari Sensor 1. Tidak semua parameter aktif.

TABEL 4
(REALTIME SENSOR 2)

No	Parameter	Nilai Ditampilkan	Satuan	Keterangan Tampilan
1	pH	-	pH	Angka
	Salinitas	27.52	ppt	Angka
	Kekeruhan	-	-	Kategorikal
	Amonia	-	-	Kategorikal
2	pH	-	pH	Angka
	Salinitas	27.39	ppt	Angka
	Kekeruhan	-	-	Kategorikal
	Amonia	-	-	Kategorikal

TABEL 5
(REALTIME RATA-RATA SENSOR)

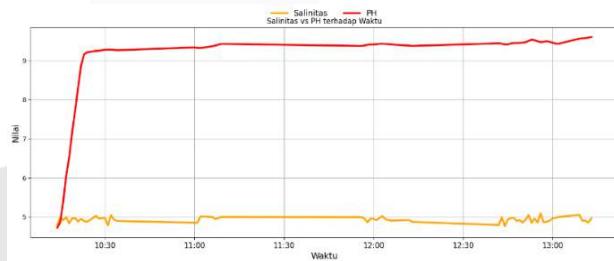
No	Parameter	Nilai Ditampilkan	Satuan	Keterangan Tampilan
----	-----------	-------------------	--------	---------------------

1	pH	16.47	pH	Angka
	Salinitas	21.84	ppt	Angka
	Kekeruhan	Kotor	-	Kategorikal
	Amonia	Sangat Tinggi	-	Kategorikal
2	pH	16.43	pH	Angka
	Salinitas	21.46	ppt	Angka
	Kekeruhan	Kotor	-	Kategorikal
	Amonia	Sangat Tinggi	-	Kategorikal

C. Pengukuran Kualitas Air

Pemantauan kualitas air meliputi parameter pH, salinitas, kekeruhan, dan amonia dilakukan secara real-time dan ditampilkan melalui aplikasi mobile yang telah dirancang. Pada pelaksanaannya, pengukuran salinitas menggunakan dua sensor, yang kemudian dirata-ratakan oleh sistem untuk menghasilkan nilai yang lebih representatif. Sementara itu, parameter pH, kekeruhan, dan amonia masih diperoleh dari satu sensor utama dan langsung ditampilkan pada aplikasi.

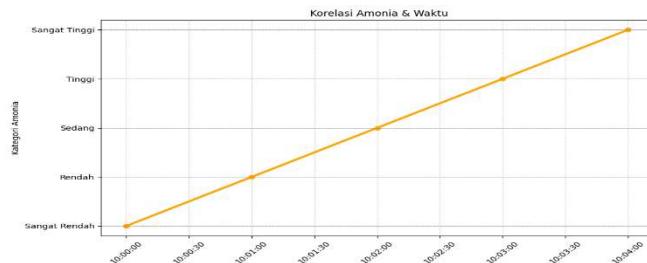
Pada grafik pH terlihat adanya lonjakan nilai yang cukup tajam di awal waktu pengamatan, di mana pH meningkat cepat dari sekitar 4,7 hingga mencapai angka di atas 9. Kenaikan drastis ini kemungkinan besar disebabkan oleh proses penyesuaian sensor saat awal pengukuran. Setelah itu, pH cenderung stabil di kisaran 9,2 hingga 9,5, meskipun tetap mengalami sedikit naik-turun. Walau berada di atas ambang pH ideal untuk kolam udang, nilainya tetap konsisten hingga akhir periode pengamatan. Sementara itu, grafik salinitas menunjukkan kondisi yang lebih stabil. Dari awal hingga akhir pengamatan, kadar garam air kolam berkisar antara 4,8 hingga 5 ppt, tanpa adanya perubahan ekstrem. Meskipun sempat menurun sedikit pada beberapa waktu tertentu, nilai salinitas secara umum tetap berada dalam batas wajar dan tidak menunjukkan gejolak signifikan.



GAMBAR 13
(GRAFIK SALINITAS DAN pH)

Data menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan air berada pada level tertinggi secara konsisten selama periode waktu pengamatan. Semua batang berwarna merah dan mencapai kategori Kotor, tanpa adanya fluktuasi atau pergeseran ke tingkat kekeruhan

Grafik menunjukkan bahwa kadar amonia di kolam udang vaname dominan berada pada level "Sangat Tinggi", yang berbahaya bagi kesehatan udang karena bersifat racun. Kondisi ini berisiko memicu stres, gangguan pernapasan, dan bahkan kematian jika tidak segera ditangani. Terlihat ada penurunan singkat ke tingkat Sedang, kemungkinan akibat tindakan spenambahan probiotik.



GAMBAR 14
(CHART AMONIA)

Data kualitas air secara realtime yang ditampilkan pada aplikasi diperoleh langsung dari Firebase Realtime Database. Data yang dikirim oleh sensor akan langsung tersinkronisasi ke dalam aplikasi secara otomatis tanpa memerlukan tindakan manual dari pengguna. Dengan sistem ini, petani dapat memantau kondisi kolam secara langsung dan berkelanjutan, serta dapat mengambil tindakan dengan cepat apabila terjadi perubahan parameter kualitas air seperti peningkatan pH atau lonjakan kadar amonia.

D. Evaluasi Akurasi Sensor pH dan Salinitas

Pengukuran manual menggunakan Tds pH meter dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dibaca oleh sensor sesuai dengan kondisi kolam. Proses validasi ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor secara otomatis dengan hasil pengukuran menggunakan Tds pH meter.

TABEL 6
(PERBANDINGAN SENSOR pH DENGAN TDS pH METER)

Parameter	Sensor pH	Tds pH meter	Selisih	Akurasi
pH	8,55	8,61	0.06	99.30%
pH	8,59	8,61	0.02	99.77%
pH	8,59	8,61	0.02	99.77%
pH	8,6	8,61	0.01	99.88%
pH	8,35	8,61	0.26	96.98%
pH	8,35	8,61	0.26	96.98%
pH	8,36	8,61	0.25	97.10%
pH	8,24	8,61	0.37	95.70%
pH	8,23	8,61	0.38	95.59%
pH	8,22	8,61	0.39	95.47%
pH	8,21	8,61	0.40	95.35%
pH	8,2	8,61	0.41	95.24%

TABEL 6 memperlihatkan perbandingan antara hasil pengukuran pH dari sensor dengan alat ukur TDS pH meter. Dari hasil yang tercantum, sebagian besar perbedaan antara kedua alat pengukur ini berada dalam rentang yang kecil, yakni antara 0,01 hingga 0,41. Meskipun terdapat sedikit perbedaan nilai, jarak tersebut masih tergolong wajar dan tidak berdampak besar terhadap keakuratan data. Hal ini diperkuat dengan angka akurasi yang tinggi, yaitu berkisar antara 95,24% sampai 99,88%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensor pH memiliki kinerja yang cukup baik dan dapat digunakan secara efektif dalam memantau kualitas air secara berkelanjutan.

TABEL 7
(PERBANDINGAN SALINITAS RATA-RATA DENGAN TDS pH METER)

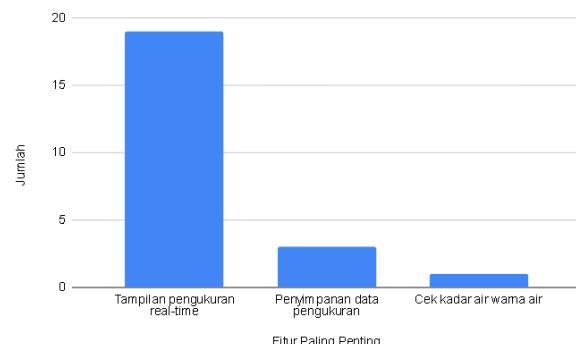
Parameter	Sensor (Rata-rata)	Tds pH meter	Selisih	Akurasi
Salinitas	4,79	5,3	0,51	90,38%
Salinitas	5,11	5,3	0,19	96,42%
Salinitas	4,7	5,3	0,6	88,68%
Salinitas	5,18	5,3	0,12	97,74%
Salinitas	4,95	5,3	0,35	93,4%
Salinitas	4,96	5,3	0,34	93,58%
Salinitas	4,95	5,3	0,35	93,4%
Salinitas	4,87	5,3	0,43	91,89%
Salinitas	4,85	5,3	0,45	91,51%
Salinitas	4,94	5,3	0,36	93,21%
Salinitas	5,06	5,3	0,24	95,47%
Salinitas	4,89	5,3	0,41	92,26%
Salinitas	4,96	5,3	0,34	93,58%
Salinitas	4,92	5,3	0,38	92,83%
Salinitas	4,92	5,3	0,38	92,83%

Berdasarkan hasil pengukuran, sensor salinitas menunjukkan performa yang cukup baik dengan selisih nilai terhadap TDS pH meter berkisar antara 0,12 hingga 0,60. Selisih ini masih dalam batas wajar dan tidak terlalu jauh, dengan akurasi yang dicapai antara 88,68% hingga 97,74%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor dapat digunakan secara andal dalam pemantauan salinitas air tambak.

E. Evaluasi Pengguna Terhadap Aplikasi

Evaluasi dilakukan untuk mengukur sejauh mana aplikasi yang dikembangkan mampu memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna, khususnya para petambak udang Vaname. Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada sejumlah petambak yang telah mencoba menggunakan aplikasi ini.

Dari hasil pengolahan data yang dilakukan, terlihat bahwa setiap responden memberikan jawaban terhadap fitur yang mereka anggap paling penting dalam sistem pemantauan kualitas air. Pilihan tersebut diambil dari beberapa fitur yang telah disediakan sebelumnya. Seluruh data kemudian dihimpun dan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan analisis. Hasil ini digunakan untuk mengetahui fitur yang paling dibutuhkan oleh pengguna, yang nantinya dapat menjadi dasar pertimbangan dalam pengembangan sistem ke depannya.



GAMBAR 15
(RESPONDEN BERDASARKAN FITUR PENTING)

Berdasarkan grafik yang ditampilkan, mayoritas responden (19 orang) menunjukkan ketertarikan paling besar pada fitur tampilan data secara real-time, karena kebutuhan untuk memperoleh informasi kondisi air secara langsung agar dapat segera mengambil tindakan saat terjadi perubahan yang berisiko. Sebanyak 3 responden memilih fitur penyimpanan data pengukuran karena dinilai penting untuk memantau tren kualitas air dalam jangka waktu tertentu atau sebagai bahan evaluasi. Sementara itu, hanya 1 responden yang memilih fitur pengecekan kadar air melalui warna, yang menunjukkan bahwa fitur tersebut belum dianggap esensial oleh sebagian besar pengguna. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa pengembangan sistem sebaiknya difokuskan pada penyajian data secara real-time karena merupakan fitur yang paling diminati dan paling relevan dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

F. Kualitas Observasi

Observasi dalam penelitian ini dilakukan sebagai proses pengamatan langsung terhadap performa sistem IoT dalam kondisi nyata, dengan tujuan mengevaluasi kemampuan sistem dalam membaca, mengirim, menyimpan, dan menampilkan data kualitas air secara real-time melalui sensor dan aplikasi. Observasi ini bertujuan memastikan sistem bekerja secara akurat, cepat, dan konsisten sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan. Untuk menguji konsistensi dan akurasi transmisi data, dilakukan pencatatan nilai pH, salinitas, kekeruhan, dan amonia yang ditampilkan pada LCD, Firebase, dan aplikasi pada beberapa waktu berbeda, guna memastikan kesesuaian data di seluruh bagian sistem.

Selain itu, pengamatan terhadap kualitas air dilakukan dalam jangka waktu tertentu untuk menilai seberapa tepat waktu dan seberapa baik sistem komunikasi antara sensor, Firebase, dan aplikasi. Tujuan dari pengamatan ini adalah untuk menemukan kemungkinan keterlambatan dalam pengiriman data dari sensor ke Firebase dan ke aplikasi pengguna.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang sistem pemantauan kualitas air tambak udang Vaname berbasis IoT. Sistem mampu memantau parameter pH, salinitas, kekeruhan, dan amonia secara real-time dimana visualisasinya mudah untuk di pahami oleh petambak, dengan akurasi hampir mendekati pengukuran manual menggunakan Tds pH meter. Penggunaan Firebase memungkinkan penyimpanan dan analisis data historis, serta kontrol alat jarak jauh.

REFERENSI

- Adhawiyah, Bella Rhobiatul, Agi Putra Kharisma, and Ratih Kartika Dewi. 2022. "Pengembangan Sistem Monitoring Transaksi Sewa Dan Pemeliharaan Mobil Berbasis Android (Studi Kasus: PT. Belfano Nahla Utama)." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 6(1).
- Amaliah, Fithrotul Irdha, Agus Indra Gunawan, Taufiqurrahman, Bima Sena Bayu Dewantara, and Ferry Astika Saputra. 2023. "Water Quality Level for Shrimp Pond at Probolinggo Area Based on Fuzzy Classification System." *Jurnal Rekayasa Elektrika* 19(1). doi:10.17529/jre.v19i1.28631.
- Chuyen, Tran Duc, Dien Duc Nguyen, Nguyen Cao Cuong, and Vu Viet Thong. 2023. "Design and Manufacture Control System for Water Quality Based on IoT Technology for Aquaculture in the Vietnam." *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics* 12(4). doi:10.11591/eei.v12i4.5180.
- Effendi, Irzal, Abung Maruli Simanjuntak, and Muhammad Qustam Sahibuddin. 2021. "Standard Operasional Dan Prosedur (Sop) Budidaya Udang Putih (Litopenaeus Vannamei) Kepulauan Seribu." *Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan* (1): 1–38. https://sustainability.ipb.ac.id/wp-content/uploads/2021/11/SOP_Budidaya_Udang_di_Laut-1.pdf.
- Fariza, Arna, Setiawardhana Setiawardhana, Bima Sena Bayu Dewantara, Aliridho Barakkah, Dadet Pramadihanto, Idris Winarno, Tessy Badriyah, et al. 2023. "Water Quality Control System Based on Web Application for Monitoring Shrimp Cultivation in Sidoarjo, East Java." *GUYUB: Journal of Community Engagement* 4(3). doi:10.33650/guyub.v4i3.7245.
- Gleiser, Marcelo, and Sérgio Moro. 2023. "Implementation of an IoT-Based Water Quality Monitoring System for Aquaculture." *International Journal of Research Publication and Reviews* 4(5). doi:10.55248/gengpi.234.5.38043.
- Hamsinar, Henny, Ery Muchyar Hasiri, and Nur Aisyah Raudatul Zannah. 2022. "Implementasi Mikrokontroler untuk Monitoring dan Pengontrolan Kadar pH Air Tambak untuk Budidaya Udang Berbasis Internet of Things." *Jurnal Informatika* 11(1). doi:10.55340/jiu.v11i1.1050.
- Jayanti, Septri Legitasari Lere, Andi Arham Atjo, Reski Fitriah, Dian Lestari, and Muh Nur. 2022. "Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Pertumbuhan Dan Sintasan Larva Udang Vaname (Litopenaeus Vannamei)." *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences* 1(1). doi:10.32734/jafs.v1i1.8617.
- Junaedy, Junaedy, Kamal Kamal, Nursanti Nursanti, and Indah Suleha. 2023. "Pengatur Ph Pada Tambak Udang Di Buton Tengah Menggunakan Arduino Mega Berbasis Android." *ILTEK : Jurnal Teknologi* 18(02). doi:10.47398/iltek.v18i02.106.
- Kajornkasirat, Siriwan, Jareeporn Ruangsri, Charuwan Sumat, and Pete Intaramontri. 2021. "Online Analytics for Shrimp Farm Management to Control Water Quality Parameters and Growth Performance." *Sustainability (Switzerland)* 13(11). doi:10.3390/su13115839.
- Natividad, Arvin N., Chabelita Miranda, John C. Valdoria, and Dianne Balubal. 2023. "An IoT Based PH Level Monitoring Mobile Application on Fishponds Using PH Sensor and Waterproof Temperature Sensor." *Journal for Educators, Teachers and Trainers* 14(3).

- Nurba, Hardy Purnama, Yopi Fauzi, Aldo Geraldie Djatnika, and Ketut Abimanyu Munastha. 2022. "IMPLEMENTASI SOLAR PANEL UNTUK PERANGKAT BATERAI PORTABEL." *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika* 7(2). doi:10.32897/infotronik.2022.7.2.2259.
- Setiawan, Budi, and Nico Surantha. 2023. "Penerapan Quality Function Deployment (QFD) Pada Desain Smart Aquaculture Untuk Sektor Tambak Udang Vaname Berbasis IOT." *Journal of Information System Research (JOSH)* 4(2). doi:10.47065/josh.v4i2.2806.
- Setiyawan, Andrik, Nuzul Hikmah, and Imam Marzuki. 2020. "Prototype Alat Untuk Mengukur PH, Suhu, Dan Kadar Kekaruan Air Tambak Untuk Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus Vannamei) Menggunakan Arduino Uno." *Jurnal Informatika Upgris* 6(2). doi:10.26877/jiu.v6i2.6633.
- Suhendar, Dita Tania, Azam Bachur Zaidy, and Suhendar I Sachoemar. 2020. "Profil Oksigen Terlarut, Total Padatan Tersuspensi, Amonia, Nitrat, Fosfat Dan Suhu Pada Tambak Intensif Udang Vanamei." *Jurnal Akuatek* 1(1).
- Sung, Wen Tsai, Indra Griha Tofik Isa, and Sung Jung Hsiao. 2023. "An IoT-Based Aquaculture Monitoring System Using Firebase." *Computers, Materials and Continua* 76(2). doi:10.32604/cmc.2023.041022.
- Suwanno, Pongteb, Pakpoom Chansri, and Yupa Joothong. 2023. "IoT Assisted Oxygen Control Monitoring in Microbial Propagation for Shrimp Ponds." In Proceeding - 2023 International Electrical Engineering Congress, IEECON 2023, doi:10.1109/iEECON56657.2023.10127007.
- Wardhani, Vivien Arief, Herman Yuliandoko, Subono, M. Udin Harun, and I. Gede Puja Astawa. 2021. "Smart System and Monitoring of Vanammei Shrimp Ponds." *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology* 11(4). doi:10.18517/ijaseit.11.4.8557.
- Wardhani, Vivien Arief, Herman Yuliandoko, Subono, M. Udin Harun Al Rasyid, and I Gede Puja Astawa. 2020. "A Mobile Application Development of Automatic Shrimp Feeder System." doi:10.2991/aer.k.201221.008.
- Wiranto, Goib, Dayat Kurniawan, Yudi Maulana, I Dewa Putu Hermida, and David Oktaviandi. 2020. "Design and Implementation of Wireless Sensors and Android Based Application for Highly Efficient Aquaculture Management System." *EMITTER International Journal of Engineering Technology*. doi:10.24003/emitter.v8i2.520.
- Sugiyono. 2021. *Pendidikan Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R Dan D / Dr. Sugiyono*; Editor: Sutopo .2021.