



RESEARCH ARTICLE

Implementasi Mikrokontroler ESP32 Dan Sensor Kualitas Air Dalam Sistem Monitoring Lingkungan Berbasis Internet of Things

Abdul Aziz ^{1*} | Sujono ²

^{1,2} Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas K.H A. Wahab Hasbullah, Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia.

Correspondence

¹ Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas K.H A. Wahab Hasbullah, Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia.
Email: aadoel9999@gmail.com.

Funding information

Universitas K.H A. Wahab Hasbullah.

Abstract

This study develops an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring system using the ESP32 microcontroller integrated with pH and turbidity sensors to overcome the limitations of manual observation. The system is designed to measure water parameters periodically and transmit the data via a Wi-Fi connection to a web-based dashboard. Through this interface, users can observe water conditions remotely without direct presence at the measurement site. The development process includes hardware integration, sensor data processing, and network communication testing. The evaluation results indicate that the sensors achieve an accuracy rate of 92.4% when compared with standard measurement instruments, while the data transmission success rate reaches 98% under various network conditions. The system is also capable of providing early warnings when parameter changes indicate potential water contamination. These results demonstrate that the proposed system can function as an efficient and practical tool for monitoring water quality. In addition, it supports faster decision-making in maintaining environmental water conditions.

Keywords

Internet of Things; ESP32; Water Quality Sensor; Real-Time Monitoring; Water Pollution.

Abstrak

Penelitian ini merancang sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 serta sensor pH dan kekeruhan untuk mengatasi keterbatasan pemantauan secara manual. Sistem dikembangkan agar mampu melakukan pengukuran parameter air secara berkala dan mengirimkan data melalui koneksi Wi-Fi ke sebuah dashboard berbasis web. Melalui tampilan tersebut, pengguna dapat memantau kondisi air secara langsung tanpa harus berada di lokasi pengukuran. Proses perancangan meliputi integrasi perangkat keras, pengolahan data sensor, serta pengujian komunikasi jaringan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sensor mencapai 92,4% dibandingkan alat ukur standar, sedangkan tingkat keberhasilan pengiriman data mencapai 98% dalam berbagai kondisi jaringan. Sistem juga mampu memberikan peringatan dini ketika terjadi perubahan nilai parameter yang mengindikasikan potensi pencemaran air. Kinerja tersebut menunjukkan bahwa rancangan yang diusulkan dapat digunakan sebagai solusi pemantauan kualitas air yang lebih efisien dan praktis. Selain itu, sistem dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dalam menjaga kondisi lingkungan perairan.

Keywords

Internet of things; esp32, sensor kualitas air; pemantauan real-time; pencemaran air.

1 | PENDAHULUAN

Kualitas air memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem serta memenuhi kebutuhan hidup manusia. Aktivitas domestik, industri, dan pertanian yang terus meningkat berpotensi menurunkan mutu perairan akibat masuknya zat pencemar. Perubahan kondisi tersebut menuntut adanya sistem pemantauan yang mampu bekerja secara berkelanjutan serta memberikan informasi secara cepat dan akurat. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi perangkat sensor dengan sistem komunikasi untuk mendukung pemantauan lingkungan secara real-time. Mikrokontroler ESP32 banyak dimanfaatkan karena memiliki fitur konektivitas Wi-Fi serta efisiensi daya yang baik. Penggunaan sensor kualitas air seperti pH, suhu, dan kekeruhan memungkinkan proses pengukuran dilakukan secara langsung pada lokasi pengamatan. Implementasi sistem monitoring berbasis IoT dengan memanfaatkan ESP32 dan sensor kualitas air memungkinkan proses pengumpulan serta pengiriman data berlangsung secara otomatis. Informasi yang diperoleh dapat diakses melalui perangkat pengguna guna mendukung pemantauan kondisi perairan. Penerapan teknologi tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan lingkungan serta membantu proses pengambilan keputusan berdasarkan data yang akurat dan terkini.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi Internet of Things (IoT) mampu meningkatkan efisiensi dalam pemantauan kualitas air pada sektor budidaya. Penelitian oleh Putri, dan Arinal, (2025) mengembangkan sistem monitoring kualitas air yang terintegrasi dengan kendali pakan otomatis. Sistem tersebut mendukung pengelolaan kolam melalui pemantauan parameter air secara berkelanjutan serta pengaturan pakan yang lebih terjadwal, sehingga aktivitas budidaya dapat dilakukan dengan lebih terkontrol. Penelitian lain oleh Damayanti *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penerapan IoT pada tambak ikan koi mampu menyediakan informasi kualitas air secara real-time. Data yang diperoleh dari sensor memungkinkan pengguna mengetahui perubahan kondisi perairan secara cepat, sehingga tindakan penanganan dapat dilakukan tanpa penundaan. Hal tersebut memberikan dampak positif terhadap keberlangsungan hidup ikan serta meminimalkan risiko kerugian. Selain itu, penelitian oleh Gurum Ahmad Pauzi *et al.* (2017) memanfaatkan Arduino dan aplikasi Blynk untuk monitoring kualitas air tambak udang. Sistem tersebut memungkinkan pemantauan dilakukan dari jarak jauh melalui perangkat mobile, sehingga pengguna tidak harus selalu berada di lokasi budidaya. Kemudahan akses terhadap data memberikan fleksibilitas dalam proses pengawasan serta meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga. Penggunaan teknologi IoT pada berbagai penelitian tersebut menunjukkan adanya peningkatan dalam proses monitoring dan pengelolaan kualitas air. Integrasi antara perangkat sensor, mikrokontroler, dan jaringan komunikasi memungkinkan data diperoleh secara kontinu dan dapat diakses dengan mudah. Berdasarkan hal tersebut, pemanfaatan mikrokontroler ESP32 menjadi pilihan yang relevan karena memiliki kemampuan konektivitas yang baik serta mendukung proses pengiriman data secara stabil dan efisien dalam sistem monitoring lingkungan.

Pendekatan pengembangan sistem yang terstruktur menjadi faktor penting dalam menghasilkan perangkat monitoring yang efektif, andal, serta mudah diterapkan pada berbagai kondisi lapangan. Model ADDIE yang dijelaskan oleh Cahyadi (2019) menawarkan tahapan sistematis yang meliputi analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Setiap tahapan memberikan arah yang jelas selama proses perancangan sehingga kebutuhan pengguna dapat diidentifikasi dengan baik dan solusi yang dihasilkan menjadi lebih tepat sasaran. Penggunaan model tersebut juga membantu mengurangi potensi kesalahan sejak tahap awal serta meningkatkan kualitas hasil pengembangan. Pemanfaatan perangkat berbasis Internet of Things (IoT) dalam bidang perikanan telah berkembang dengan penggunaan berbagai platform. Penelitian oleh Rohadi *et al.* (2018) memanfaatkan Raspberry Pi sebagai pusat pengolahan data dalam sistem monitoring budidaya ikan lele. Sistem tersebut mampu mengirimkan data kondisi lingkungan secara real-time, sehingga pengguna dapat memantau perubahan kualitas air tanpa harus berada di lokasi secara langsung. Kemampuan tersebut memberikan kemudahan dalam proses pengawasan sekaligus meningkatkan efisiensi pengelolaan kolam. Selain itu, penelitian oleh Burhani *et al.* (2022) mengembangkan sistem monitoring akuarium yang terintegrasi dengan pemberian pakan otomatis berbasis IoT. Sistem tersebut memungkinkan pemantauan dan pengendalian dilakukan melalui perangkat yang terhubung ke jaringan. Integrasi antara fungsi monitoring dan kontrol memberikan kemudahan dalam pengelolaan serta membantu menjaga kondisi perairan tetap stabil. Pendekatan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan metode pengembangan yang terarah dan teknologi IoT mampu meningkatkan kinerja sistem monitoring secara lebih optimal.

Penerapan teknologi otomatisasi dalam budidaya perikanan menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kualitas hasil produksi. Penelitian oleh Chaidir *et al.* (2025) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pemberian pakan otomatis mampu meningkatkan pertumbuhan ikan nila serta menjaga kestabilan kondisi perairan. Pengaturan pakan yang terjadwal dan terukur membantu mengurangi sisa pakan yang berpotensi menurunkan kualitas air. Selanjutnya, Indrawati *et al.* (2024) mengembangkan sistem pemberian pakan otomatis berbasis IoT dengan pendekatan Fuzzy Logic Control (FLC) yang mempertimbangkan parameter suhu, pH, dan kekeruhan. Sistem tersebut mampu menyesuaikan jumlah pakan berdasarkan kondisi air sehingga mendukung efisiensi serta menjaga stabilitas lingkungan budidaya. Integrasi antara pemantauan dan pengendalian memberikan kinerja yang lebih optimal dibandingkan metode konvensional. Penelitian lain oleh Koromari, dan David, (2023) mengembangkan sistem monitoring

Total Dissolved Solids (TDS) yang terintegrasi dengan pemberian pakan otomatis berbasis IoT. Sistem tersebut memungkinkan pemantauan dilakukan secara berkelanjutan serta mendukung pengendalian jarak jauh melalui perangkat pengguna. Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, integrasi sistem monitoring kualitas air dan otomatisasi pakan menunjukkan peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan perairan. Pemanfaatan mikrokontroler ESP32 diharapkan mampu meningkatkan stabilitas komunikasi data serta mendukung kinerja sistem monitoring lingkungan berbasis Internet of Things secara lebih efisien.

Pengembangan sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things menjadi langkah yang relevan untuk mendukung pengelolaan lingkungan perairan secara lebih efektif. Integrasi mikrokontroler ESP32 dengan berbagai sensor kualitas air memungkinkan proses pemantauan berlangsung secara berkelanjutan dengan tingkat akurasi yang memadai. Selain itu, kemampuan sistem dalam mengirimkan data secara real-time memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan pengawasan tanpa bergantung pada kehadiran langsung di lokasi. Pendekatan pengembangan yang terarah serta dukungan teknologi otomatisasi turut memperkuat kinerja sistem dalam menjaga stabilitas kondisi perairan. Pemanfaatan teknologi tersebut membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan sekaligus mengurangi potensi kerusakan lingkungan akibat keterlambatan penanganan. Oleh karena itu, penerapan sistem monitoring berbasis ESP32 diharapkan mampu menjadi solusi yang efektif dalam menjaga kualitas air serta mendukung keberlanjutan ekosistem perairan.

2 | LANDASAN TEORI

Kualitas air merupakan faktor krusial dalam menjaga keberlangsungan ekosistem perairan serta menentukan keberhasilan budidaya ikan. Parameter fisik dan kimia seperti suhu, pH, kekeruhan, oksigen terlarut, serta kandungan zat berbahaya harus berada pada rentang yang sesuai agar tidak mengganggu proses metabolisme organisme air. Ketidakseimbangan pada parameter tersebut dapat berdampak langsung terhadap kesehatan ikan, seperti meningkatnya tingkat stres, penurunan nafsu makan, gangguan pertumbuhan, hingga risiko kematian. Perubahan kecil yang terjadi secara terus-menerus juga dapat menyebabkan kondisi lingkungan menjadi tidak stabil. Penelitian oleh Farabi, dan Latuconsina (2023) menunjukkan bahwa pengelolaan kualitas air yang terkontrol mampu meningkatkan produktivitas budidaya serta menjaga keseimbangan ekosistem perairan secara berkelanjutan.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi antara sensor, perangkat pengolah data, dan jaringan komunikasi dalam satu sistem yang saling terhubung secara otomatis. Teknologi tersebut mendukung proses pemantauan yang dapat dilakukan secara real-time serta memungkinkan akses data dari jarak jauh melalui jaringan internet. Dengan adanya sistem yang terhubung, pengguna dapat memperoleh informasi kondisi lingkungan secara cepat tanpa keterbatasan lokasi. Penelitian oleh Alwansyah dan Fahrurrozi (2024) menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu memberikan informasi kualitas air melalui aplikasi mobile secara langsung. Hal tersebut mempermudah proses pengawasan serta membantu pengguna dalam mengambil keputusan secara lebih cepat. Selain itu, kemampuan sistem dalam mengirimkan data secara berkelanjutan juga meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga, serta mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih optimal.

Mikrokontroler menjadi komponen utama dalam sistem Internet of Things karena berfungsi sebagai pusat pengolahan data sekaligus pengendali seluruh perangkat yang terhubung. Perangkat tersebut bertugas menerima data dari sensor, mengolah informasi, serta mengirimkan hasilnya ke server atau platform monitoring. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah ESP32 yang dilengkapi fitur Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi serta kemampuan pemrosesan yang cukup tinggi. Penelitian oleh Kasim *et al.* (2022) menunjukkan bahwa ESP32 mampu mendukung komunikasi data secara stabil dengan konsumsi daya yang relatif rendah. Kemampuan tersebut menjadikan ESP32 sesuai untuk sistem monitoring yang membutuhkan konektivitas berkelanjutan. Selain itu, fleksibilitas dalam integrasi dengan berbagai sensor menjadikan perangkat tersebut banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis IoT.

Dalam sistem monitoring kualitas air, sensor berperan sebagai perangkat utama untuk mengukur parameter lingkungan. Sensor suhu digunakan untuk mengetahui perubahan temperatur air yang berpengaruh terhadap metabolisme ikan. Sensor pH berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaaan air, sedangkan sensor kekeruhan digunakan untuk mengetahui tingkat kejernihan air. Data dari sensor tersebut dikirimkan ke mikrokontroler untuk diproses sebelum diteruskan ke platform monitoring. Penerapan IoT dalam budidaya perikanan sering dikombinasikan dengan sistem otomatisasi, terutama pada pemberian pakan. Penelitian oleh Maryam *et al.* (2023) mengembangkan sistem pemberian pakan ikan nila otomatis yang dilengkapi dengan monitoring suhu air. Sistem tersebut mampu mengatur jadwal pemberian pakan secara teratur serta mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia. Pengaturan pakan yang tepat dapat mengurangi sisa pakan yang berpotensi mencemari air.

Pendekatan lain dilakukan oleh Maulana *et al.* (2021) dengan memanfaatkan metode fuzzy dalam sistem

monitoring dan controlling kualitas air. Metode tersebut memungkinkan sistem mengambil keputusan secara adaptif berdasarkan perubahan nilai parameter lingkungan yang tidak selalu bersifat tetap. Dengan menggunakan logika fuzzy, sistem mampu mengolah data yang memiliki ketidakpastian dan variasi tinggi, seperti perubahan pH, suhu, atau kekeruhan air. Penerapan metode tersebut memberikan fleksibilitas dalam proses pengendalian karena keputusan yang dihasilkan tidak hanya berdasarkan nilai baku, tetapi juga mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan. Hal tersebut membantu meningkatkan ketepatan respon sistem terhadap perubahan lingkungan. Selain itu, penggunaan logika fuzzy juga mendukung proses otomatisasi sehingga pengelolaan kualitas air dapat dilakukan secara lebih efisien dan responsif.

Penelitian oleh Nauli, S. B. dan Iman, (2023) mengembangkan alat otomatis yang menggabungkan fungsi monitoring kualitas air dan pemberian pakan pada kolam ikan hias dalam satu sistem terintegrasi. Sistem tersebut dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan dengan mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual. Pengguna dapat memantau kondisi air sekaligus mengatur pemberian pakan secara lebih terjadwal melalui jaringan IoT. Integrasi kedua fungsi tersebut memberikan kemudahan dalam menjaga stabilitas lingkungan perairan serta mendukung pertumbuhan ikan secara optimal. Pendekatan serupa juga dilakukan oleh Mustain *et al.* (2025) yang mengembangkan sistem monitoring pada pembesaran ikan koi berbasis IoT. Sistem tersebut mampu mengumpulkan data kualitas air secara kontinu sehingga perubahan kondisi lingkungan dapat diketahui dengan cepat. Ketersediaan data secara berkelanjutan membantu pengguna dalam melakukan evaluasi serta pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait pengelolaan kualitas air.

Penerapan IoT juga berkembang pada sektor lain seperti peternakan. Penelitian oleh Budiawan *et al.* (2025) memanfaatkan sensor gas amonia untuk memantau kualitas udara pada peternakan ayam. Sistem tersebut mampu memberikan peringatan dini ketika terjadi peningkatan kadar gas berbahaya. Selain itu, Satrya *et al.* (2024) mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT untuk pengukuran berat ternak secara real-time, yang menunjukkan bahwa teknologi IoT memiliki fleksibilitas tinggi dalam berbagai bidang. Dalam bidang pengolahan hasil ternak, penelitian oleh Triyannanto *et al.* (2020) menunjukkan bahwa kualitas produk dipengaruhi oleh kondisi lingkungan selama penyimpanan. Hal tersebut memperkuat pentingnya sistem monitoring dalam menjaga kualitas tidak hanya pada tahap budidaya, tetapi juga pada tahap pasca produksi.

Berdasarkan berbagai teori dan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa integrasi teknologi IoT dalam sistem monitoring kualitas air memberikan banyak keuntungan, seperti kemudahan akses data, peningkatan efisiensi, serta kemampuan pengendalian secara otomatis. Penggunaan mikrokontroler ESP32 bersama sensor kualitas air menjadi dasar dalam pengembangan sistem monitoring lingkungan yang mampu bekerja secara real-time dan berkelanjutan.

3 | METODE

Metode penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang mencakup perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, serta pengujian sistem secara langsung untuk memastikan kinerja berjalan dengan baik. Tahap perancangan perangkat keras diawali dengan pemilihan komponen utama yang mampu mendukung integrasi sistem secara efisien dan stabil. Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 digunakan sebagai pusat pengolahan data karena memiliki fitur Analog-to-Digital Converter (ADC) yang memungkinkan pembacaan sinyal analog dari beberapa sensor secara bersamaan tanpa memerlukan modul tambahan. Selain itu, kemampuan konektivitas nirkabel pada perangkat tersebut mendukung proses pengiriman data secara real-time.

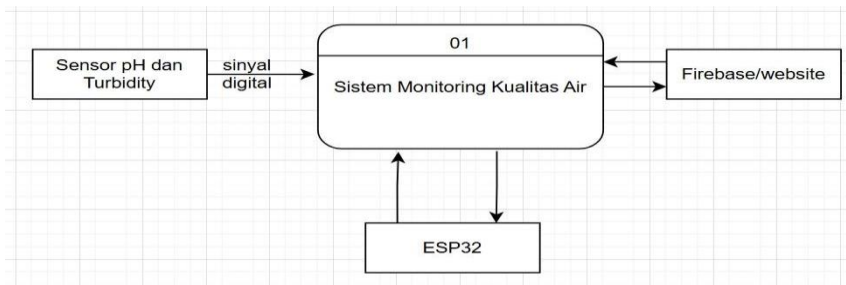
Sistem dirancang dengan memanfaatkan sensor pH tipe SEN0161 dan sensor turbidity SEN0189 sebagai alat ukur kualitas air. Sensor pH berfungsi untuk mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaan air, sedangkan sensor turbidity digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan. Sinyal analog dari sensor pH dihubungkan ke pin 32 pada ESP32, sementara sensor turbidity terhubung ke pin 33. Kedua pin tersebut berperan sebagai input analog yang membaca perubahan tegangan berdasarkan kondisi air yang diamati. Komponen pendukung seperti breadboard dan kabel jumper digunakan untuk mempermudah proses perakitan rangkaian. Sumber daya sistem diperoleh dari adaptor 5V atau melalui koneksi USB. Laptop atau komputer digunakan sebagai media pemrograman sekaligus untuk pemantauan data. Tahap pengembangan perangkat lunak dilakukan untuk mengolah data sensor dan mengatur proses komunikasi dengan platform monitoring. Setelah seluruh rangkaian dan program terintegrasi, dilakukan pengujian untuk memastikan setiap bagian sistem berfungsi dengan baik serta menghasilkan data yang stabil dan dapat diandalkan.



Gambar 1. Alat dan Bahan Penelitian.

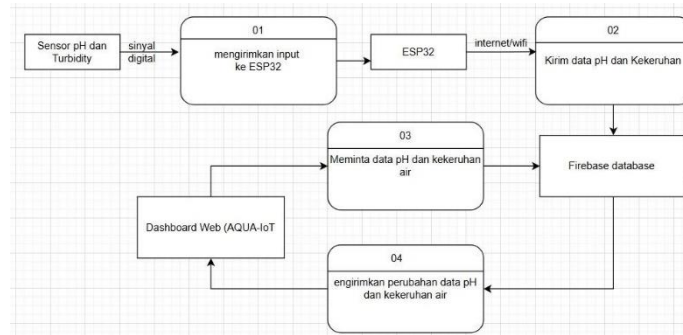
Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE, Firebase, dan Visual Studio Code yang saling mendukung dalam proses pengembangan sistem. Arduino IDE digunakan untuk menulis, mengedit, serta mengunggah program ke mikrokontroler ESP32. Firebase dimanfaatkan sebagai basis data berbasis cloud yang berfungsi untuk menyimpan dan mengelola data hasil pembacaan sensor secara real-time. Data tersebut dapat diakses oleh pengguna melalui jaringan internet. Visual Studio Code digunakan sebagai editor tambahan untuk pengembangan kode, terutama dalam pengelolaan struktur program dan integrasi dengan layanan lainnya. Kombinasi ketiga perangkat lunak tersebut mendukung proses pengembangan sistem agar lebih terstruktur, efisien, dan mudah dikembangkan.

Diagram konteks menggambarkan hubungan antara sistem dengan entitas eksternal yang terlibat dalam proses pengolahan dan pertukaran data. Terdapat tiga entitas utama yaitu pengguna, sistem Firebase, dan web dashboard yang saling terhubung melalui alur komunikasi data. Pengguna berperan dalam melakukan pemantauan serta menerima informasi yang ditampilkan melalui web dashboard. Data yang diperoleh berasal dari pembacaan sensor yang kemudian diproses oleh mikrokontroler sebelum dikirimkan ke Firebase sebagai media penyimpanan berbasis cloud. Firebase berfungsi sebagai perantara dalam pengiriman dan penyimpanan data sehingga informasi dapat diakses secara real-time. Selanjutnya, web dashboard menampilkan data dalam bentuk yang lebih mudah dipahami oleh pengguna. Diagram tersebut memberikan gambaran umum mengenai aliran data dalam sistem serta interaksi antar komponen. Gambar diagram konteks dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Diagram monitoring Suhu dan kelembaban Ruangan.

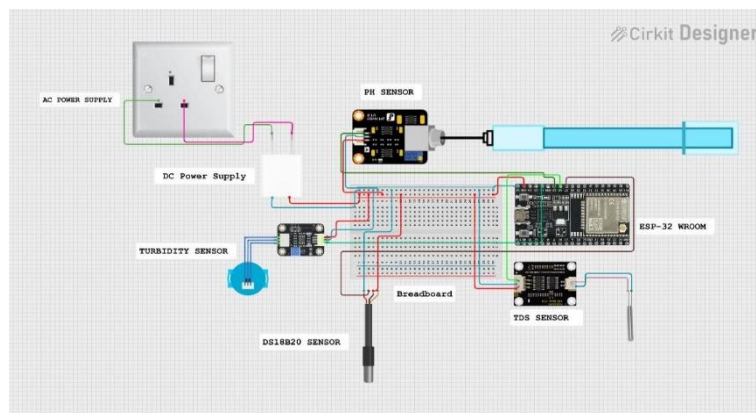
Diagram aliran data menggambarkan proses perpindahan data dalam sistem monitoring kualitas air berbasis IoT secara terstruktur dan berurutan. Diagram tersebut menunjukkan beberapa subproses utama yang saling terhubung mulai dari tahap awal hingga informasi diterima oleh pengguna. Proses diawali dengan pembacaan parameter air menggunakan sensor pH dan sensor turbidity yang menghasilkan nilai kondisi perairan secara langsung. Data hasil pembacaan kemudian dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses dan dikonversi menjadi informasi yang lebih terorganisir. Setelah melalui tahap pengolahan, data dikirim secara periodik ke server database melalui jaringan internet. Proses pengiriman berlangsung otomatis sehingga pemantauan dapat dilakukan secara berkelanjutan. Data yang tersimpan pada server selanjutnya ditampilkan melalui dashboard web dalam bentuk visual yang lebih mudah dipahami. Alur tersebut menunjukkan hubungan antar komponen serta mekanisme kerja sistem dalam mengolah dan menampilkan data kualitas air.



Gambar 3. Flow Urutan Data (DFD) Sistem Monitoring Kualitas Air.

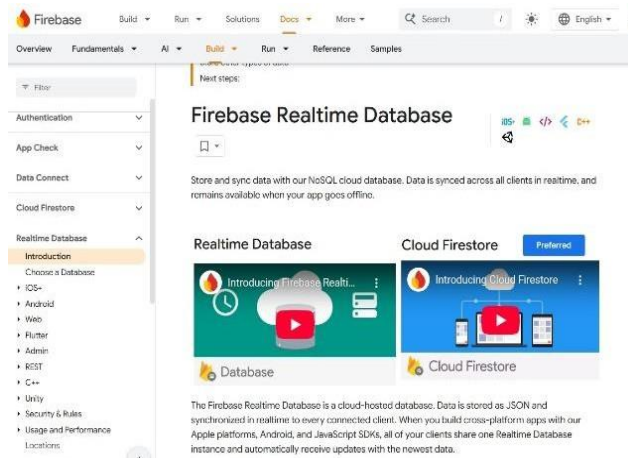
Data flow diagram pada sistem monitoring kualitas air terdiri dari empat subproses utama yang saling terhubung dalam satu alur kerja. Proses pertama dimulai dari sensor pH dan sensor turbidity yang berfungsi sebagai input untuk membaca tingkat keasaman serta kekeruhan air. Data yang dihasilkan kemudian diterima oleh ESP32 untuk diolah sebelum dikirimkan melalui koneksi Wi-Fi secara periodik. Selanjutnya, data tersebut disimpan pada Firebase Realtime Database sehingga dapat diakses secara real-time. Tahap akhir berupa penampilan informasi melalui dashboard dalam bentuk angka maupun grafik, sehingga memudahkan pengguna dalam memahami kondisi kualitas air secara keseluruhan.

Rancangan perangkat keras pada sistem monitoring kualitas air disusun dengan memperhatikan kemudahan integrasi serta kestabilan pembacaan data sensor. Sensor pH dihubungkan ke pin 32 pada board ESP32, sedangkan sensor turbidity terhubung ke pin 33. Kedua pin tersebut berfungsi sebagai input analog yang digunakan untuk membaca perubahan tegangan dari masing-masing sensor berdasarkan kondisi air. Sinyal analog yang diterima kemudian diproses oleh ESP32 untuk dikonversi menjadi data digital yang lebih mudah diolah. Pemilihan pin analog dilakukan untuk memastikan pembacaan data dapat berjalan dengan akurat dan responsif terhadap perubahan lingkungan. Selain itu, penggunaan breadboard dan kabel jumper membantu dalam proses perakitan rangkaian sehingga lebih fleksibel dan mudah dilakukan pengujian. Gambaran rangkaian perangkat keras dapat dilihat pada gambar berikut.



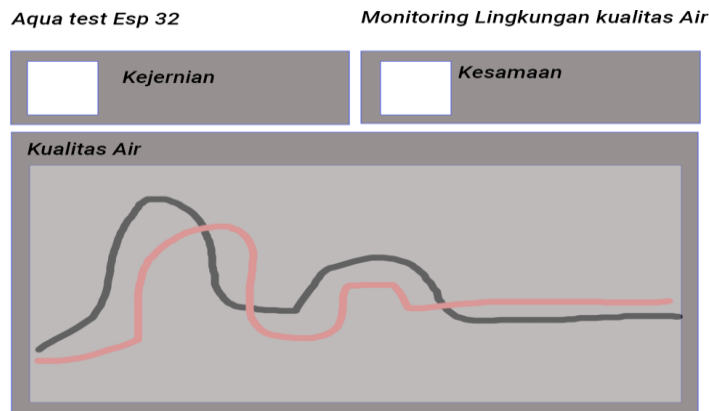
Gambar 4. Rancangan ESP32.

Firebase merupakan layanan yang disediakan oleh Google untuk mendukung proses pengembangan aplikasi berbasis cloud dengan berbagai fitur yang memudahkan integrasi sistem. Salah satu fitur utama yang digunakan adalah Realtime Database, yaitu basis data yang mampu menyimpan dan menyinkronkan data secara langsung. Pada sistem monitoring kualitas air, Firebase berperan sebagai pusat penyimpanan data hasil pembacaan sensor yang dikirim oleh ESP32 melalui jaringan internet. Data yang tersimpan dapat diakses secara real-time sehingga pengguna dapat memantau kondisi perairan tanpa jeda waktu yang signifikan. Selain itu, Firebase juga mendukung proses pembaruan data secara otomatis setiap kali terjadi perubahan nilai sensor. Tampilan dari Realtime Database dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Web Database Firebase.

Perancangan User Interface (UI) web dilakukan dengan memperhatikan kemudahan penggunaan serta kejelasan informasi bagi pengguna. Tampilan dirancang sederhana dan terstruktur agar data hasil pembacaan sensor dapat dipahami secara cepat. Informasi utama yang ditampilkan meliputi nilai pH dan tingkat kekeruhan air yang diperbarui secara real-time sesuai data yang diterima dari sistem. Selain penyajian dalam bentuk angka, antarmuka juga dilengkapi grafik untuk membantu pengguna melihat perubahan kondisi air secara berkala. Tata letak dibuat rapi dengan pemilihan warna yang mendukung keterbacaan informasi. Desain yang responsif memungkinkan akses melalui berbagai perangkat seperti komputer maupun smartphone. Perancangan tersebut mendukung proses pemantauan kualitas air secara lebih praktis dan efisien.



Gambar 6. Ilustrasi Rancangan awal design Web

Dashboard Berdasarkan hasil desain sistem, sebuah antarmuka web dibuat untuk menampilkan data pH dan kekeruhan air dari sensor kualitas air secara real-time melalui koneksi Firebase. Dashboard web ini dirancang agar sederhana dan responsif sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi kualitas air dari perangkat yang terhubung ke internet. Tampilan utama terdiri dari beberapa elemen, yaitu panel data sensor, grafik perubahan pH dan kekeruhan, serta tabel hasil pengujian sensor. Panel data menampilkan tingkat keasaman (pH), tingkat kekeruhan air (turbidity), waktu pembacaan, dan status kondisi kelayakan air. Grafik digunakan untuk menunjukkan tren perubahan kualitas air dari waktu ke waktu, sedangkan tabel berfungsi untuk menampilkan perbandingan antara sensor kualitas air dan instrumen pengukur konvensional.

4 | HASIL DAN PEMBAHASAN

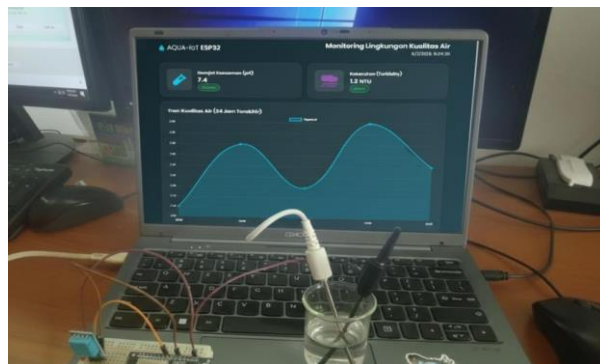
4.1 Hasil

Bagian pengujian dilakukan secara bertahap untuk memastikan setiap komponen dalam sistem dapat bekerja dengan baik dan saling terintegrasi. Tahap awal dilakukan pada mikrokontroler ESP32 untuk memastikan proses pembacaan data dari sensor serta pengiriman data melalui jaringan berjalan dengan stabil. Selanjutnya, pengujian dilakukan pada Firebase Realtime Database untuk memastikan data yang dikirim dapat tersimpan dengan benar dan diperbarui secara real-time

tanpa kendala. Tahap berikutnya difokuskan pada pengujian dashboard web sebagai antarmuka pengguna. Pengujian dilakukan untuk memastikan data yang ditampilkan sesuai dengan hasil pembacaan sensor serta dapat diakses dengan baik melalui berbagai perangkat. Proses pengujian tersebut bertujuan untuk memastikan sistem mampu bekerja secara optimal dan menghasilkan informasi yang akurat.

4.1.1 Pengujian Sensor

Setelah rangkaian perangkat keras selesai dirancang dan dirakit, tahap berikutnya dilakukan pengujian sensor untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja dengan baik. Proses diawali dengan melakukan upload sintaks program ke mikrokontroler ESP32 menggunakan Arduino IDE. Program yang dimasukkan berfungsi untuk membaca data dari sensor pH dan sensor turbidity secara berkala. Selama proses pengujian, dilakukan pengamatan terhadap nilai yang dihasilkan oleh masing-masing sensor untuk memastikan pembacaan berjalan stabil dan sesuai dengan kondisi air yang diamati. Hasil pembacaan tersebut kemudian ditampilkan melalui serial monitor sebagai tahap verifikasi awal sebelum dikirim ke sistem penyimpanan data. Proses pengujian dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Pengujian secara Real-time.

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor pH dan sensor turbidity terhadap alat ukur referensi standar. Dari enam kali pengujian pH, diperoleh error antara 0,20 hingga 0,25 dengan persentase error sekitar 1,25%–4,54%. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor pH memiliki akurasi yang cukup baik untuk pengukuran tingkat keasaman air karena masih berada dalam batas toleransi spesifikasi sensor yang konsisten. Sementara itu, pada pengujian kekeruhan (turbidity) diperoleh error antara -0,5 hingga 1,0 NTU, dengan persentase error sekitar 4,00%–8,00%. Nilai error kekeruhan memang lebih bervariasi, namun masih dapat diterima dan sangat representatif untuk memantau kondisi kejernihan air secara real-time. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pH dan turbidity dapat digunakan untuk monitoring kualitas air dalam sistem berbasis IoT. Sensor ini mampu memberikan data dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil untuk parameter pH, serta cukup akurat untuk mendeteksi tingkat kekeruhan. Namun, untuk aplikasi yang memerlukan tingkat ketelitian laboratorium yang lebih tinggi, disarankan menggunakan sensor dengan spesifikasi industri yang memiliki tingkat presisi lebih tinggi. bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Sensor pH & Turbidity (SEN0189).

No	Parameter	Alat Standar	Hasil Sensor	Error	Persentase
1	pH	7.00	7.15	0.15	2.14%
2	pH	4.00	3.85	-0.15	3.75%
3	pH	9.00	9.20	0.20	2.22%
4	pH	6.50	6.30	-0.20	3.08%
5	pH	8.00	8.10	0.10	1.25%
6	pH	5.50	5.75	0.25	4.54%
7	Kekeruhan (NTU)	5.0	5.3	0.3	6.00%
8	Kekeruhan (NTU)	10.0	9.5	-0.5	5.00%
9	Kekeruhan (NTU)	1.0	1.05	0.05	5.00%
10	Kekeruhan (NTU)	20.0	21.0	1.0	5.00%
11	Kekeruhan (NTU)	2.5	2.3	-0.2	8.00%
12	Kekeruhan (NTU)	15.0	15.6	0.6	4.00%

Tabel hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pH dan turbidity mampu memberikan pembacaan yang cukup mendekati nilai standar. Pada pengujian pH, selisih error berkisar antara -0.20 hingga 0.25 dengan persentase kesalahan relatif kecil. Nilai tersebut menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik dalam mengukur tingkat keasaman air.

Sementara itu, pada pengujian kekeruhan, nilai error berada pada rentang -0.5 hingga 1.0 dengan persentase kesalahan yang masih dapat diterima. Secara keseluruhan, kedua sensor menunjukkan kinerja yang stabil dan layak digunakan dalam sistem monitoring kualitas air.

4.1.2 Dashboard Web Pengguna

Dashboard web pada sistem Implementasi Mikrokontroler ESP32 Dan Sensor Kualitas Air Dalam Sistem Monitoring Lingkungan Berbasis Internet of Things (IoT) berfungsi sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk memantau kondisi pH dan kekeruhan air secara real-time. Tampilan dashboard ini dirancang agar informatif, interaktif, dan mudah dipahami oleh pengguna. Melalui antarmuka ini, pengguna dapat melihat data hasil pengukuran yang dikirimkan oleh mikrokontroler ESP32 ke Firebase Realtime Database. Informasi disajikan dalam berbagai bentuk, seperti angka digital untuk pembacaan instan dan grafik untuk memantau tren perubahan kualitas air dari waktu ke waktu.



Gambar 8. Tampilan Website Pengguna.

Dashboard web pada sistem pemantauan kualitas air ini berfungsi sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk memantau kondisi pH dan kekeruhan air secara real-time. Tampilan dashboard ini dirancang dengan gaya dark mode yang informatif, interaktif, dan mudah dipahami. Pada bagian atas dashboard ditampilkan data sensor secara langsung yang meliputi.

- 1) Derajat Keasaman (pH): 7.4 (Status: NORMAL).
- 2) Kekeruhan (Turbidity): 1.2 NTU (Status: JERNIH).
- 3) Waktu pengambilan data: 6/2/2026, 16.04.36.
- 4) Status lingkungan: Kondisi Stabil/Aman.

Sistem juga memberikan indikator visual berupa badge berwarna hijau ("NORMAL" dan "JERNIH") sehingga pengguna dapat dengan mudah mengetahui bahwa parameter air berada pada kondisi aman. Secara umum, sistem memantau agar nilai pH tetap berada pada rentang ideal (6,5–8,5) serta tingkat kekeruhan berada di bawah ambang batas yang ditentukan. Pada bagian tengah dashboard terdapat grafik tren kualitas air selama 24 jam terakhir yang menampilkan fluktuasi nilai pH berdasarkan waktu pengambilan data (08.00, 10.00, 12.00, 14.00, dan 16.00). Grafik tersebut menunjukkan perubahan nilai yang dinamis, dengan nilai pH tertinggi tercatat pada pukul 14.00 sebesar 7,50 dan nilai terendah pada pukul 08.00 sebesar 7,10. Visualisasi tersebut membantu pengguna dalam memantau kestabilan kondisi air sepanjang hari. Selanjutnya, pada bagian log aktivitas sensor ditampilkan tabel yang merinci riwayat pembacaan terakhir. Berdasarkan data tabel, pada pukul 10.00 tercatat nilai pH sebesar 7,2 dengan kekeruhan 1,1 NTU, kemudian meningkat menjadi pH 7,4 dengan kekeruhan 1,2 NTU pada pukul 11.00. Kedua kondisi tersebut masih berada dalam status "Stabil". Perbedaan nilai yang relatif kecil menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang konsisten dan dapat diandalkan untuk pemantauan lingkungan. Pada bagian bawah dashboard atau melalui menu panduan, sistem menyediakan rekomendasi pemeliharaan air bagi pengguna, antara lain.

- 1) Menjaga pH air pada kisaran netral (6.5 – 8.5) untuk mencegah korosi atau kerak.
- 2) Memastikan tingkat kekeruhan tetap rendah dengan melakukan filtrasi berkala.
- 3) Melakukan pemeriksaan sumber air jika terjadi lonjakan nilai kekeruhan secara tiba-tiba.
- 4) Membersihkan wadah penampungan air secara rutin untuk mencegah pengendapan partikel.

Dashboard web tersebut mampu menampilkan hasil pembacaan sensor secara jelas dan terstruktur sehingga memudahkan pengguna dalam memahami kondisi kualitas air. Informasi yang ditampilkan secara real-time memberikan kemudahan dalam melakukan pemantauan tanpa keterlambatan data. Selain itu, penyajian dalam bentuk angka dan grafik

membantu pengguna dalam mengidentifikasi perubahan nilai parameter air secara lebih cepat. Kemampuan sistem dalam menyajikan data secara akurat mendukung proses pengendalian kualitas air agar tetap berada pada kondisi yang sesuai. Dengan adanya fitur pemantauan tersebut, potensi pencemaran dapat terdeteksi lebih awal sehingga tindakan penanganan dapat segera dilakukan secara tepat dan efisien.

3.2 Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things mampu bekerja secara terintegrasi mulai dari proses akuisisi data hingga penyajian informasi kepada pengguna. Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat pengolahan data yang menerima input dari sensor pH dan turbidity, kemudian mengirimkan data ke Firebase Realtime Database secara real-time. Proses tersebut berjalan stabil tanpa gangguan komunikasi yang signifikan, sehingga mendukung pemantauan jarak jauh secara kontinu.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Wijaya, (2023) yang menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT menggunakan NodeMCU mampu mengirimkan data pH dan suhu secara real-time melalui aplikasi Blynk. Kemampuan pengiriman data secara langsung menjadi faktor penting dalam menjaga kualitas air, karena pengguna dapat segera mengetahui perubahan kondisi lingkungan. Selain itu, penelitian oleh Muhammad Yusri *et al.* (2024) juga menegaskan bahwa penerapan IoT dalam monitoring kualitas air mampu meningkatkan efisiensi pengawasan serta mempercepat proses pengambilan keputusan. Dari sisi akurasi sensor, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pH memiliki tingkat kesalahan yang relatif kecil dibandingkan dengan sensor turbidity. Nilai error pH berada pada rentang yang rendah sehingga masih sesuai untuk kebutuhan monitoring lingkungan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Andi Susilo dan Fazeri (2021) yang menyatakan bahwa sensor pH pada sistem berbasis IoT mampu memberikan hasil yang cukup stabil untuk pemantauan kualitas air kolam budidaya. Sementara itu, variasi error pada sensor turbidity dipengaruhi oleh kondisi partikel dalam air yang bersifat dinamis. Meskipun demikian, hasil pembacaan masih dapat digunakan sebagai indikator tingkat kejernihan air secara umum.

Penggunaan ESP32 sebagai mikrokontroler utama juga memberikan keuntungan dalam hal konektivitas dan efisiensi sistem. Penelitian oleh Anggara *et al.* (2023) menunjukkan bahwa ESP32 mampu mendukung sistem monitoring berbasis IoT dengan koneksi yang stabil serta konsumsi daya yang efisien. Hal tersebut mendukung hasil pengujian yang menunjukkan bahwa proses pengiriman data ke server dapat berlangsung secara konsisten. Selain itu, penelitian oleh Oktarian *et al.* (2023) juga menyatakan bahwa integrasi sensor dan mikrokontroler dalam sistem IoT mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi lingkungan secara real-time. Pada sisi antarmuka pengguna, dashboard web yang dikembangkan mampu menampilkan data dalam bentuk angka, grafik, serta riwayat pembacaan. Penyajian tersebut memudahkan pengguna dalam memahami kondisi kualitas air tanpa memerlukan analisis yang kompleks. Hal ini sejalan dengan penelitian Fahmi *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan web responsif dalam sistem monitoring dapat meningkatkan kemudahan akses serta kenyamanan pengguna dalam melakukan pemantauan. Selain itu, visualisasi data dalam bentuk grafik juga membantu dalam mengidentifikasi tren perubahan parameter air dari waktu ke waktu.

Sistem yang dikembangkan juga menunjukkan kemampuan dalam memberikan indikasi kondisi air melalui status tertentu, seperti "NORMAL" dan "JERNIH". Pendekatan tersebut mempermudah interpretasi data bagi pengguna. Penelitian oleh Mulia *et al.* (2026) menunjukkan bahwa sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dapat memberikan notifikasi atau indikator kondisi lingkungan sebagai bentuk peringatan dini terhadap perubahan parameter yang tidak normal. Selain digunakan pada monitoring kualitas air, teknologi IoT juga banyak diterapkan pada sistem pemantauan ketinggian air. Penelitian oleh Pratama *et al.* (2020) serta Safii *et al.* (2022) menunjukkan bahwa sistem berbasis IoT mampu memberikan informasi kondisi lingkungan secara real-time dan mendukung sistem peringatan dini. Hal tersebut memperkuat bahwa teknologi IoT memiliki fleksibilitas tinggi dalam berbagai aplikasi pemantauan lingkungan.

Sistem monitoring kualitas air berbasis ESP32 mampu bekerja dengan baik dalam mengumpulkan, mengolah, dan menampilkan data secara real-time. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, basis data, dan dashboard web memberikan kemudahan dalam proses pemantauan serta meningkatkan efisiensi pengelolaan kualitas air. Sistem tersebut dapat digunakan sebagai solusi dalam mendeteksi perubahan kondisi air secara dini sehingga risiko pencemaran dapat diminimalkan.

5 | KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi sistem, dapat disimpulkan bahwa sensor kualitas air berupa pH dan turbidity mampu melakukan pembacaan parameter fisik air dengan tingkat akurasi yang cukup baik dalam mendeteksi kondisi lingkungan yang berpotensi tercemar. Data yang dihasilkan menunjukkan bahwa kedua sensor dapat bekerja secara stabil dalam berbagai kondisi pengujian, sehingga layak digunakan dalam proses pemantauan

kualitas air secara berkelanjutan. Mikrokontroler ESP32 berfungsi secara optimal dalam mengumpulkan data dari sensor, mengolah informasi, serta mengirimkannya ke basis data Firebase melalui koneksi jaringan. Proses pengiriman data berlangsung secara real-time sehingga informasi dapat segera diakses oleh pengguna tanpa jeda yang signifikan. Data yang tersimpan kemudian ditampilkan pada dashboard web dalam bentuk angka digital, tabel riwayat, serta grafik perubahan nilai pH dan kekeruhan air yang memudahkan proses pemantauan. Dashboard web mampu memberikan informasi kondisi air secara jelas dan mudah dipahami, sehingga pengguna dapat mengetahui apakah kualitas air berada pada rentang ideal, yaitu pH antara 6,5–8,5 serta tingkat kekeruhan yang masih aman. Apabila terjadi penyimpangan nilai parameter atau peningkatan kekeruhan, sistem dapat memberikan indikasi adanya potensi pencemaran yang perlu segera ditangani. Penerapan teknologi Internet of Things menunjukkan kemampuan yang efektif dalam mendukung pemantauan kualitas air secara berkala. Sistem yang dikembangkan mampu membantu pengguna dalam mengontrol kondisi perairan, meningkatkan efisiensi pemantauan, serta mendukung upaya pelestarian sumber daya air bersih secara berkelanjutan.

REFERENSI

- A. Susilo and Y. Fazeri, "05-Andi Susilo-Jurnal-Monitor Kualitas Air Kolam Budi Daya Ikan Lele Berkonsep IoT-merge," *J. Sains Teknol. Univ. Darma Persada*, vol. XI, pp. 34–41, 2021
- Alwansyah and Fahrurozi, A. (2024) 'Implementasi Internet of Thing (Iot) Sistem Monitoring Kualitas Air Shrimp Farming Vaname Pada Aplikasi Berbasis Android', *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 29(1), pp. 71–85. Available at: <https://doi.org/10.35760/tr.2024.v29i1.11227>.
- Anggara, W. E. F., Yuana, H., & Puspitasari, W. D. (2023). Rancang bangun alat monitor ketinggian air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan framework Blynk. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(5), 3837–3845. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i5.7956>
- Budiawan, A., Suryono, R. R., & Darwis, D. (2025). Implementasi Sensor Gas Amonia Berbasis Internet of Things pada Peternakan Ayam Potong dengan Sistem Monitoring dan Pengendalian Kualitas Udara Otomatis: Implementation of Internet of Things-Based Ammonia Gas Sensors on Broiler Chicken Farms with an Automatic Air Quality Monitoring and Control System. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 343-349. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1649>
- Burhani, F., Zaenurrohmah, Z., & Purwiyanto, P. (2022). Rancang Bangun Monitoring Akuarium Dan Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet Of Things (IOT). *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, 4(2), 62-68. <https://doi.org/10.33650/jeeecom.v4i2.4309>.
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Chaidir, A. R., Herdiyanto, D. W., Eska, A. C., & Kalandro, G. D. (2025). THE EFFECT OF AUTOMATIC FISH FEEDING TECHNOLOGY ON THE QUALITY OF TILAPIA FISH CULTURE PRODUCTS. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 16(1), 44-51. <https://doi.org/10.24319/jtpk.16.44-51>.
- Damayanti, S. Y., Andriyanto, T., & Ristyawan, A. (2021, August). Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Ikan Koi (Cyprinus Carpio) Berbasis Teknologi Internet Of Things (IOT). In *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)* (Vol. 5, No. 2, pp. 141-147). <https://doi.org/10.29407/inotek.v5i2.1028>
- Fahmi, Z., Satra, R., & Fattah, F. (2021). Monitoring Ketinggian Air Berbasis NodeMCU dengan Menggunakan Web Resposive. *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam (BUSITI)*, 2(1), 1-5. doi: 10.33096/busiti.v2i1.688
- Farabi, A.I. and Latuconsina, H. (2023) 'Manajemen Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) di UPT. BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur', *Jurnal Riset Perikanan Dan Kelautan*, 5(1), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.33506/jrpk.v5ii.2097>.
- Gurum Ahmad Pauzi, Mutiara Amalia Syafira, Arif Surtono, dan A. S. (2017). Aplikasi IoT Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Uno. *JURNAL Teori Dan Aplikasi Fisika*, 05(02), 1. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>

- Indrawati, E. M., Suprianto, B., & Kartika, U. T. (2024). Pemberi Pakan Ikan Otomatis berbasis IoT dengan FLC Berdasarkan Kualitas Air (Suhu, PH, Kekeruhan). *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 13(3), 383-394. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v13i3.85982>.
- Kasim, M.A.A., Ruslan, R. and Zain, S.G. (2022) 'Pengembangan Smart Fitting Berbasis Iot (Internet of Things) Dengan Menggunakan Mikrokontroler Esp 32 S', *Jurnal Media Elektrik*, 19(2), p. 60. Available at: <https://doi.org/10.26858/metrik.v19i2.31504>.
- Koromari, B. I., & David, F. (2023). Perancangan Dan Implementasi Sistem Pakan Otomatis Dan Monitoring Tds Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Iot. *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2(2), 154-164. <https://doi.org/10.24246/itexplore.v2i2.2023.pp154-164>.
- M. Safii et al., "Monitoring Ketinggian Permukaan Air Menggunakan Telegram Bot Berbasis NODEMCU ESP8266," *Metik J.*, vol. 6, no. 2, pp. 123–132, 2022, doi: 10.47002/metik.v6i2.384
- Maryam, M., Musyrifah, M., & Mansyur, M. F. (2023). Pemberian Pakan Ikan Nila Otomatis Dan Mengecek Suhu Air Berbasis Internet of Things (Iot). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3s1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3378>.
- Maulana, R., Kusnadi, K., & Asfi, M. (2021). Sistem Monitoring dan Controlling Kualitas Air Serta Pemberian Pakan Pada Budidaya Ikan Lele Menggunakan Metode Fuzzy, NodeMCU dan Telegram. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, 6(1), 53-64. <https://doi.org/10.24235/itej.v6i1.57>.
- Muhammad Yusri, Yani Maulita, & Hermansyah Sembiring. (2024). Penerapan IoT dalam Monitoring dan Pengendalian Kualitas Air . Repeater : Publikasi Teknik Informatika Dan Jaringan, 2(4), 231–242. <https://doi.org/10.62951/repeater.v2i4.250>
- Mulia, A., Biabdillah, F., wajiansyah, A., & Jeacfy Gozal Go, A. (2026). AQUAMONITOR: SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN NODEMCU V3 ESP8266. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 14(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v14i1.8373>
- Mustain, M., Kusuma, A. P., & Puspitasari, W. D. (2025, January). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Pembesaran Ikan Koi Berbasis Internet Of Things (IoT). In *Seminar Nasional Teknologi & Sains (Vol. 4, No. 1, pp. 289-294)*. <https://doi.org/10.29407/j23ne824>
- Nauli, S. B., & Ilman, Z. (2023). Perancangan Alat Otomatis untuk Pakan Ikan dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Hias Berbasis IOT. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(9), 3759-3766. <https://doi.org/10.55681/sentri.v2i9.1555>.
- Oktarian, A. R., Antony, F., & Verano, D. A. (2023). Rancang Sistem Monitoring Kualitas dan Ketinggian Air Berbasis Internet of Things (IoT). *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, 1(2), 75-83. <https://doi.org/10.36982/jinig.v1i2.3649>
- Pratama, N., Darusalam, U., & Nathasia, N. D. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Ketinggian Air Sebagai Pendeteksi Banjir Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 117-123. doi: 10.30865/mib.v4i1.1905
- Putri, S. E., & Arinal, V. (2025). Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Air dan Kendali Pakan Otomatis untuk Budidaya Ikan Berbasis Internet of Things. *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika Dan Komunikasi*, 6(3), 1884-1892. <https://doi.org/10.63447/jimik.v6i3.1605>
- Rohadi, E., Adhitama, D. W., Ekojono, E., Ariyanto, R., Asmara, R. A., Ronilaya, F., Siradjuddin, I., & Setiawan, A. (2018). Sistem Monitoring Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things Menggunakan Raspberry Pi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(6), 745. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2018561135>
- Satrya, A., Styawati, S., Ismail, I., & Alim, S. (2024). IoT-based implementation of rickshaws for real-time monitoring and measuring the weight of cattle. *Journal of Soft Computing Exploration*, 5(1), 26-31., doi: 10.52465/josce.v5i1.265.
- Triyannanto, E., Arizona, A. S., Rusman, R., Suryanto, E., Sujarwanta, R. O., Jamhari, J., & Widyastuti, I. (2020). Pengaruh

kemasan retorted dan penyimpanan pada suhu ruang terhadap kualitas fisik dan mikrobiologi sate ayam. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(3), 265-272. doi: 10.31186/jspi.id.15.3.265-272.

Wijaya, W.D.P. (2023) 'Sistem Pemantauan Suhu Dan pH Air Kolam Budidaya Udang Vaname Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasins Nodemcu Esp 8266', 8266, pp. 1- 49.

How to cite this article: Azis, A., & Sujono, S. (2026). Implementasi Mikrokontroler ESP32 Dan Sensor Kualitas Air Dalam Sistem Monitoring Lingkungan Berbasis Internet of Things. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi (JMASIF)*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.59431/jmasif.v5i1.716>