



Implementasi Teknologi *Internet of Things* (IoT) pada Pengawasan Kualitas Air Sungai Mahakam secara *Real-Time*

Putri Nur Halizah^{1*}, Dwi Titi Maesaroh², Ansar Rizal³

¹⁻³Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Negeri Samarinda, Indonesia

ptrnihz@gmail.com¹, dwititi.maesaroh@polnes.ac.id², anrisal@yahoo.com³

*Penulis Korespondensi: ptrnihz@gmail.com

Abstract. River water quality acts as a key benchmark for preserving ecological harmony and community well-being, particularly for the Mahakam River, which plays a vital role in everyday activities across East Kalimantan. That said, traditional manual monitoring falls short on time savings and steady data flow. This research focuses on deploying *Internet of Things* (IoT) tech for a real-time water quality tracking system on the Mahakam River. The approach involves designing and setting up a system with a NodeMCU ESP8266 microcontroller linked to a pH sensor for acidity levels, a Total Dissolved Solids (TDS) sensor for dissolved particles, and a DS18B20 temperature sensor. Measurement data gets sent over the internet, letting users check water status right away on a monitoring device or OLED screen. Testing shows the system runs reliably, delivering ongoing water quality metrics. Recorded pH levels sat between 6.5 and 7.2, with TDS from 120 to 350 ppm—meaning the water stays within safe norms, though affected by nearby environmental actions. This setup simplifies automatic, ongoing water quality oversight and boosts smart tech-driven resource management.

Keywords: *Internet of Things; Mahakam River; Monitoring System; Real-Time; Water Quality*

Abstrak. Kualitas air sungai menjadi tolak ukur utama untuk menjaga keseimbangan alam dan kesehatan warga, terutama Sungai Mahakam yang mempunyai peran krusial dalam mendukung kehidupan sehari-hari masyarakat Kalimantan Timur. Namun, metode pemantauan secara manual masih memiliki keterbatasan dalam efisiensi waktu dan kontinuitas aliran data. Penelitian ini berfokus pada penerapan *teknologi Internet of Things* (IoT) untuk sistem observasi kualitas air Sungai Mahakam secara *real-time*. Pendekatannya meliputi rancang bangun dan pemasangan sistem berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang digabungkan dengan sensor pH guna mendeteksi tingkat keasaman, *sensor Total Dissolved Solids* (TDS) untuk mengukur zat-zat terlarut, plus sensor suhu DS18B20. Data hasil pengukuran dikirim melalui jaringan internet, sehingga pengguna dapat memantau kondisi air secara langsung melalui perangkat monitoring maupun tampilan OLED. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara stabil dan mampu mengirimkan data parameter kualitas air secara berkelanjutan. Rentang pH yang tercatat sebesar 6,5–7,2, nilai TDS 120–350 ppm, dan suhu air 27–30°C menunjukkan bahwa kondisi air yang diamati masih berada dalam kisaran parameter normal berdasarkan indikator pH, TDS, dan suhu yang digunakan dalam penelitian, meskipun tetap dipengaruhi oleh aktivitas lingkungan di sekitarnya. Sistem ini membuat pengawasan air jadi lebih mudah, otomatis, dan berkesinambungan, sekaligus mendorong pengelolaan sumber daya air menggunakan teknologi pintar.

Kata kunci: *Internet of Things; Kualitas Air; Real-Time; Sistem Monitoring; Sungai Mahakam;*

1. LATAR BELAKANG

Air merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari yang digunakan untuk berbagai keperluan, seperti konsumsi, kebersihan, dan aktivitas rumah tangga lainnya. Kualitas air yang digunakan perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi kesehatan serta kenyamanan pengguna. Air yang layak digunakan umumnya memiliki parameter kualitas yang berada dalam kisaran aman, seperti derajat keasaman (pH) dan *total dissolved solids* (TDS), sehingga pemantauan terhadap kondisi air menjadi hal yang penting,

Seiring dengan perkembangan teknologi, pemantauan kualitas air tidak lagi harus dilakukan secara manual, tetapi dapat dilakukan dengan memanfaatkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT). Teknologi ini berpotensi memungkinkan berbagai parameter kualitas air diukur dan dikirimkan secara langsung melalui jaringan internet, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi air secara lebih mudah, cepat, dan efisien. Selain itu, sistem berbasis IoT juga memungkinkan pemantauan dilakukan dari jarak jauh secara *real-time*, termasuk terhadap parameter seperti suhu, pH, dan TDS (wiriyasaputra, et.al., 2024; López-Muñoz, et al., 2024)

Namun, metode pemantauan kualitas air secara konvensional umumnya masih dilakukan secara manual, yang menyebabkan prosesnya berlangsung relatif lama dan tidak dapat memberikan informasi mengenai perubahan kondisi air secara cepat. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem monitoring kualitas air yang mampu memberikan data kondisi air secara langsung kepada pengguna. Sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) memungkinkan parameter kualitas air seperti pH, *total dissolved solids* (TDS), dan suhu untuk dipantau secara *real-time* serta dari jarak jauh melalui jaringan internet (wiriyasaputra, et.al., 2024; López-Muñoz, et al., 2024). Dengan demikian, sistem monitoring kualitas air yang dirancang diharapkan dapat membantu pengguna dalam memantau kondisi air secara *real-time* serta memberikan informasi mengenai perubahan kondisi air secara cepat dan akurat berdasarkan parameter kualitas air yang terukur, seperti pH dan *total dissolved solids* (TDS), sehingga dapat mendukung penggunaan air yang tetap berada dalam kisaran aman sesuai standar kualitas air (World Health Organization, 2022a; World Health Organization, 2022b).

2. KAJIAN TEORITIS

Kondisi kualitas air memiliki peranan penting sebagai indikator dalam menilai kelayakan suatu sumber air untuk kebutuhan lingkungan maupun aktivitas manusia. Penilaian kualitas air umumnya dilakukan melalui parameter fisik, kimia, dan biologis. Pada penelitian ini, parameter yang digunakan meliputi derajat keasaman (pH), *Total Dissolved Solids* (TDS), dan suhu air karena ketiga parameter tersebut dapat diukur secara langsung menggunakan sensor dan mewakili kondisi dasar kualitas air. Namun, hasil pengukuran dari sensor tidak dapat diinterpretasikan hanya berdasarkan angka semata, melainkan harus dibandingkan dengan batas acuan atau standar kualitas air agar dapat diketahui apakah kondisi air masih berada pada kategori normal, relatif aman, atau mengalami penurunan kualitas (World Health Organization, 2022a).

a. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH menunjukkan karakteristik keasaman dan kebasaan dari suatu air. Parameter ini sangat penting karena perubahan pH dapat memengaruhi reaksi kimia di dalam air, kelarutan zat-zat tertentu, serta kelangsungan hidup organisme akuatik (World Health Organization, 2022a). Air dengan pH yang terlalu rendah bersifat asam dan berpotensi mempercepat korosi, sedangkan pH yang terlalu tinggi dapat mengganggu keseimbangan kimia air dan menurunkan kenyamanan penggunaannya. Berdasarkan acuan standar kualitas air yang umum digunakan di Indonesia, nilai pH air yang dikategorikan baik umumnya berada pada kisaran 6,5 hingga 8,5. Rentang tersebut menunjukkan bahwa air masih berada dalam kondisi normal dari segi tingkat keasaman dan layak untuk digunakan sesuai dengan standar kualitas air yang telah diteliti pada berbagai sistem pemantauan kualitas air berbasis sensor (Ramadhan, et.al., 2025; López-Muñoz, et al., 2024).

b. *Total Dissolved Solids* (TDS)

Total Dissolved Solids (TDS) adalah jumlah total zat padat terlarut yang terkandung di dalam air, seperti mineral, garam, ion, dan senyawa terlarut lainnya (World Health Organization, 2022b). Nilai TDS digunakan untuk menggambarkan tingkat kandungan partikel terlarut yang dapat memengaruhi kualitas air secara fisik maupun kimia. Semakin tinggi TDS, maka semakin besar pula jumlah zat terlarut yang terdapat dalam air. Berdasarkan standar kualitas air yang digunakan di Indonesia, kadar TDS yang masih diperbolehkan adalah maksimal 500 mg/L atau 500 ppm (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016). Sementara itu, WHO menjelaskan bahwa TDS tidak memiliki batas berbasis risiko kesehatan tertentu, namun kadar yang terlalu tinggi dapat memengaruhi penerimaan konsumen, terutama dari segi rasa dan kenyamanan penggunaan air (World Health Organization, 2022b). Dengan demikian, nilai TDS yang masih berada di bawah 500 ppm dapat dijadikan indikator awal bahwa kondisi air masih tergolong relatif baik dari sisi kandungan zat terlarut.

c. Suhu Air

Suhu air merupakan parameter fisik yang berpengaruh terhadap kestabilan kondisi perairan. Suhu dapat memengaruhi kadar oksigen terlarut, aktivitas biologis organisme air, serta kecepatan reaksi kimia yang berlangsung di dalam air. Perubahan suhu yang terlalu ekstrem dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan dan menurunkan kualitas air secara keseluruhan. Dalam standar kualitas air lingkungan, suhu air yang baik umumnya berada pada kondisi mendekati suhu lingkungan atau suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$ (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016). Pada wilayah tropis seperti Indonesia, suhu air alami pada badan

air terbuka umumnya berada pada kisaran 27–30°C, tergantung kondisi cuaca serta tingkat paparan sinar matahari. Oleh sebab itu, suhu air yang masih berada pada kisaran tersebut dapat dikategorikan sebagai kondisi yang relatif stabil dan normal bagi perairan tropis.

d. Dasar Interpretasi Air “Normal” pada Penelitian

Berdasarkan parameter yang digunakan dalam penelitian ini, suatu sampel air dapat dikatakan masih berada pada kondisi normal secara awal apabila memenuhi beberapa indikator utama, yaitu nilai pH berada pada kisaran 6,5–8,5, nilai TDS tidak melebihi 500 ppm, dan suhu air masih berada dalam kisaran wajar perairan tropis. Dengan demikian, interpretasi terhadap hasil pengukuran sensor dalam penelitian ini dilakukan melalui perbandingan nilai pH, TDS, dan suhu hasil pengamatan terhadap acuan teoritis dan standar kualitas air yang berlaku (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016); (World Health Organization, 2022a) (World Health Organization, 2022b). Pendekatan ini penting agar penyebutan kondisi air sebagai “normal” atau “relatif aman” memiliki dasar ilmiah yang jelas dan tidak hanya didasarkan pada pengamatan umum semata.

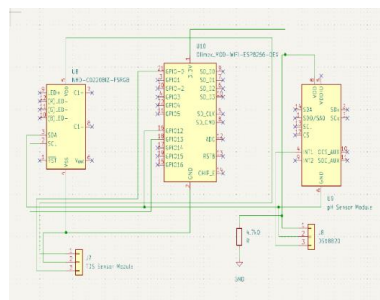
Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik seperti sensor, mikrokontroler, dan modul komunikasi saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data secara otomatis tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Teknologi ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai sistem pemantauan karena mampu mengintegrasikan perangkat keras dengan jaringan komunikasi sehingga proses pengumpulan dan pengiriman data dapat dilakukan secara berkelanjutan. Dalam penerapannya, perangkat seperti NodeMCU ESP8266 dapat digunakan sebagai mikrokontroler yang memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi untuk menghubungkan perangkat sensor dengan server atau aplikasi pemantauan sehingga data yang diperoleh dari lingkungan dapat dikirimkan melalui jaringan internet dan ditampilkan kepada pengguna melalui platform monitoring berbasis aplikasi secara *real-time*. Dengan mekanisme tersebut, proses pemantauan kondisi lingkungan, termasuk dalam sistem pengawasan kualitas air Sungai Mahakam, dapat dilakukan secara lebih efisien dan memungkinkan pengguna memperoleh informasi kondisi lingkungan secara langsung tanpa perlu melakukan pengukuran secara manual di lokasi pengamatan (Palaha, 2021). Dalam sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT), pengukuran beberapa parameter penting diperlukan untuk mengetahui kondisi lingkungan perairan secara akurat. Beberapa parameter yang umum digunakan untuk menilai kualitas air meliputi derajat keasaman (pH), *total dissolved solids* (TDS), suhu, *dissolved oxygen* (DO), dan kekeruhan (*turbidity*). Masing-masing parameter tersebut memiliki

fungsi yang berbeda dalam menggambarkan kondisi air. pH digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan air, TDS menunjukkan konsentrasi zat padat terlarut dalam air, suhu berpengaruh terhadap aktivitas biologis dan reaksi kimia dalam air, DO menunjukkan kadar oksigen terlarut yang penting bagi kehidupan organisme perairan, sedangkan *turbidity* menunjukkan tingkat kekeruhan air yang disebabkan oleh partikel tersuspensi (Maghfur, 2025).

Pada penelitian ini, parameter yang dipilih adalah pH, TDS, dan suhu. Pemilihan ketiga parameter tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa pH, TDS, dan suhu merupakan parameter dasar yang paling relevan untuk menggambarkan kualitas air secara umum, terutama untuk kebutuhan pemantauan air rumah tangga atau penggunaan sehari-hari. Selain itu, ketiga parameter tersebut dapat diukur secara langsung menggunakan sensor yang relatif mudah diperoleh, memiliki biaya implementasi yang lebih terjangkau, serta lebih sederhana untuk diintegrasikan ke dalam sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT). Sementara itu, parameter lain seperti DO dan *turbidity* juga penting, tetapi umumnya lebih sering digunakan pada pemantauan kualitas air untuk kebutuhan lingkungan perairan, budidaya, atau analisis kualitas air yang lebih mendalam, serta memerlukan sensor dan proses kalibrasi yang relatif lebih kompleks (Maghfur, 2025).

Pengukuran parameter tersebut dapat dilakukan menggunakan sensor yang terhubung dengan mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 atau perangkat sejenis yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dalam sistem IoT. Mikrokontroler akan menerima sinyal dari sensor, mengolah data hasil pengukuran, kemudian mengirimkan informasi tersebut melalui jaringan internet sehingga kondisi lingkungan dapat dipantau secara *real-time* melalui sistem monitoring digital (Maghfur, 2025). Dengan integrasi sensor dan mikrokontroler tersebut, proses pemantauan kualitas air dapat dilakukan secara otomatis dan berkelanjutan sehingga mempermudah pengawasan kualitas air pada sistem pemantauan berbasis IoT, termasuk dalam pengawasan kualitas air Sungai Mahakam.

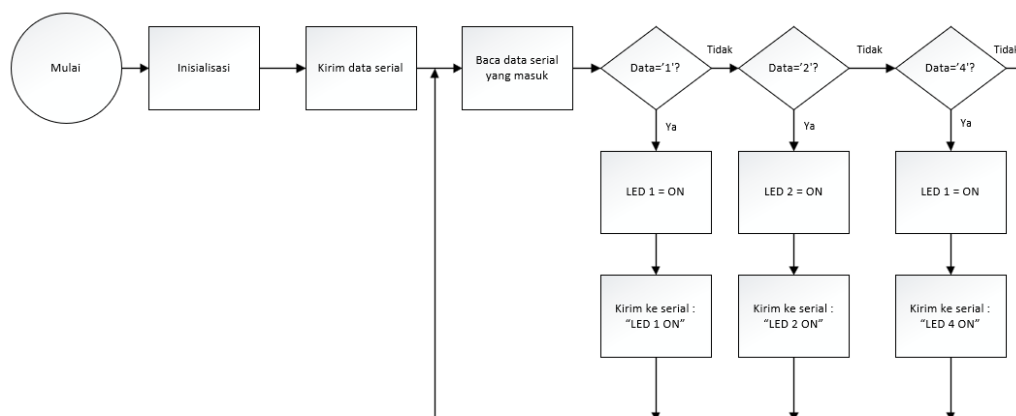


Gambar 1. Skematik

Gambar 1 menunjukkan rancangan sistem monitoring kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan mikrokontroler ESP8266 sebagai pusat pengendali untuk mengolah data dari beberapa sensor kualitas air. Sistem ini mengintegrasikan sensor Total Dissolved Solids (TDS), sensor pH, dan sensor suhu untuk memperoleh informasi mengenai kondisi air secara langsung. Data hasil pengukuran dari sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan melalui jaringan WiFi ke platform pemantauan seperti aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau kondisi kualitas air secara *real-time* melalui perangkat seperti smartphone atau laptop. Selain itu, sistem juga dapat dilengkapi dengan perangkat tampilan lokal seperti OLED untuk menampilkan data hasil pengukuran secara langsung pada alat. Implementasi sistem monitoring berbasis IoT ini memberikan berbagai keuntungan, seperti kemampuan melakukan pemantauan kualitas air secara otomatis, meningkatkan efisiensi pengawasan, serta memungkinkan identifikasi perubahan kualitas air dengan lebih cepat dibandingkan metode pemantauan manual sehingga mendukung manajemen sumber daya air yang lebih baik, mencakup dalam pengawasan kualitas air Sungai Mahakam (Marchel Devid Kainama, 2025).

Alur Kerja Sistem Monitoring

Alur kerja sistem monitoring kualitas air dirancang untuk menggambarkan proses kerja perangkat mulai dari sistem dijalankan hingga sistem melakukan pengolahan data dan memberikan respon terhadap data yang diterima. Diagram alur ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap logika kerja sistem yang digunakan dalam penelitian. Dengan adanya flowchart, proses pengembangan perangkat lunak pada mikrokontroler dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan sistematis.

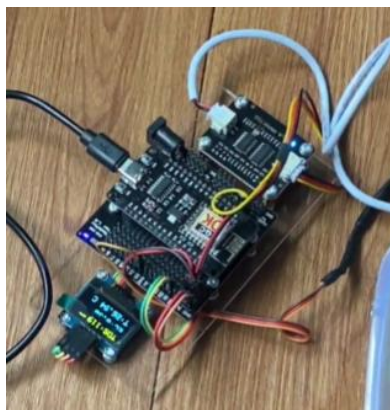


Gambar 2. Alur Kerja Sistem Monitoring

Berdasarkan *flowchart* pada Gambar 2, proses sistem dimulai dari tahap Mulai, kemudian dilanjutkan dengan proses inisialisasi sistem. Pada tahap ini, mikrokontroler melakukan konfigurasi awal terhadap seluruh perangkat yang digunakan dalam sistem, seperti pengaturan komunikasi serial, inisialisasi sensor, serta konfigurasi pin input dan output yang akan digunakan selama proses monitoring berlangsung. Setelah proses inisialisasi selesai, sistem akan melakukan pengiriman data melalui komunikasi serial. Data tersebut kemudian diterima kembali oleh sistem melalui proses pembacaan data serial yang masuk. Tahap ini berfungsi untuk membaca serta mengidentifikasi data yang diterima oleh mikrokontroler sehingga dapat diproses lebih lanjut sesuai dengan kondisi yang telah diprogram dalam sistem. Selanjutnya sistem akan melakukan proses pengambilan keputusan berdasarkan nilai data yang diterima. Jika data yang diterima bernilai 1, maka sistem akan mengaktifkan LED 1 dan mengirimkan informasi melalui serial dengan pesan "LED 1 ON". Jika data yang diterima bernilai 2, maka sistem akan menyalakan LED 2 dan mengirimkan pesan "LED 2 ON". Sedangkan apabila data yang diterima bernilai 4, maka sistem akan mengaktifkan LED 4 dan mengirimkan pesan "LED 4 ON". Proses ini berlangsung secara berulang sehingga sistem dapat terus membaca dan merespon data yang masuk secara berkelanjutan.

Implementasi Perangkat Keras Sistem Monitoring

Implementasi perangkat keras merupakan tahapan penting dalam pengembangan sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) karena pada tahap ini berbagai komponen elektronik dirangkai menjadi satu sistem yang dapat bekerja secara terintegrasi. Sistem monitoring kualitas air umumnya memanfaatkan mikrokontroler yang terhubung dengan berbagai sensor untuk mengukur parameter kualitas air secara otomatis dan *real-time*. Parameter yang sering digunakan dalam pemantauan kualitas air antara lain pH, suhu, *Total Dissolved Solids* (TDS), kekeruhan, serta konduktivitas listrik, karena parameter tersebut dapat menggambarkan kondisi fisik dan kimia air secara menyeluruh. Sensor-sensor tersebut akan mengirimkan data hasil pengukuran ke mikrokontroler untuk diproses sebelum diteruskan ke sistem monitoring berbasis jaringan atau penyimpanan data sehingga kondisi kualitas air dapat dianalisis secara cepat dan akurat. Dengan integrasi sensor dan sistem pengolahan data tersebut, pemantauan kualitas air dapat dilakukan secara terus-menerus dan lebih efisien dibandingkan metode pengukuran konvensional, sehingga mendukung penerapan sistem pengawasan kualitas air berbasis IoT secara *real-time* seperti pada pemantauan kualitas air Sungai Mahakam (Alfidyah, 2025; H. Muhammad Refqie Adam, 2026).



Gambar 3. Perangkat keras

Gambar 3 menunjukkan implementasi perangkat keras dari sistem monitoring kualitas air yang telah dirancang. Pada gambar tersebut terlihat rangkaian mikrokontroler yang terhubung dengan beberapa sensor serta modul tambahan yang digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran. Perangkat keras tersebut dirancang dalam bentuk prototipe sehingga dapat digunakan untuk melakukan pengujian sistem secara langsung. Melalui implementasi perangkat keras ini, sistem monitoring kualitas air dapat bekerja secara otomatis dalam membaca data sensor dan menampilkan informasi kondisi air. Sistem ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur penyimpanan data, sistem peringatan dini, maupun integrasi dengan platform monitoring berbasis web atau aplikasi mobile.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan implementasi sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk melakukan pemantauan kualitas air secara *real-time* pada Sungai Mahakam. Tahapan penelitian dimulai dari tahap analisis kebutuhan sistem, perancangan, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, hingga pengujian sistem. Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan proses identifikasi parameter kualitas air yang akan dipantau, seperti pH, suhu air, dan tingkat kekeruhan atau kandungan zat terlarut, yang merupakan indikator penting dalam menentukan kondisi kualitas air. Parameter-parameter tersebut kemudian diukur menggunakan sensor yang terhubung dengan mikrokontroler sehingga data dapat diperoleh secara otomatis dan berkelanjutan. Pendekatan penelitian berbasis implementasi sistem seperti ini umum digunakan dalam pengembangan sistem monitoring lingkungan karena mampu menghasilkan sistem yang dapat mengolah data sensor dan menampilkan hasil pengukuran secara langsung kepada pengguna (Dwiki Ilham Bagaskara, 2022).

Pada tahap perancangan dan implementasi sistem dilakukan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan pada sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT. Sistem dirancang dengan menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan berbagai sensor untuk membaca parameter kualitas air, selanjutnya data hasil pembacaan sensor diolah oleh mikrokontroler sebelum dikirim ke sistem monitoring atau ditampilkan pada perangkat output. Proses implementasi dilanjutkan dengan pemrograman menggunakan Arduino IDE untuk membaca data sensor serta mengatur proses pengiriman data melalui jaringan internet. Penggunaan sistem pemantauan berbasis sensor yang terintegrasi secara real-time ini terbukti mampu memberikan data parameter fisik air dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan pengujian manual (Wijaya, 2025). Setelah seluruh komponen terintegrasi, dilakukan tahap pengujian sistem untuk memastikan sensor mampu membaca data dengan akurat serta sistem dapat menampilkan dan mengirimkan informasi secara real-time sehingga proses pemantauan kualitas air dapat dilakukan secara lebih efektif dan berkelanjutan (Raehan Maulana Baehaqi, 2024).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Komponen yang Digunakan dalam Sistem

No	Komponen	Fungsi
1	NodeMCU ESP8266	Mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali utama sistem dan pengirim data melalui jaringan internet
2	Sensor pH	Mengukur tingkat keasaman air
3	Sensor TDS	Mengukur jumlah zat terlarut dalam air
4	Sensor DS18B20	Mengukur suhu air
5	OLED Display	Menampilkan data hasil pengukuran secara lokal
6	Resistor 4.7 k Ω	Digunakan sebagai pull-up resistor pada sensor suhu DS18B20
7	Kabel jumper dan breadboard	Menghubungkan seluruh komponen dalam rangkaian

Tabel 1 menampilkan komponen utama yang digunakan dalam pengembangan sistem monitoring kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk pengawasan kualitas air Sungai Mahakam secara *real-time*. Setiap komponen memiliki fungsi tertentu dalam mendukung proses pemantauan dan pengolahan data pada sistem. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pusat kendali yang bertugas menerima dan memproses data dari sensor serta mengirimkan informasi tersebut melalui jaringan WiFi ke sistem monitoring. Beberapa sensor digunakan untuk memperoleh parameter kualitas air, seperti sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air, sensor TDS untuk mengetahui jumlah zat terlarut dalam air, serta sensor

DS18B20 untuk memantau suhu air. Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler dan dapat ditampilkan melalui perangkat output seperti layar OLED sehingga pengguna dapat memantau kondisi kualitas air secara real-time pada perangkat. Selain itu, komponen pendukung seperti resistor, kabel jumper, dan breadboard digunakan untuk menghubungkan antar komponen agar rangkaian sistem dapat bekerja dengan baik dan stabil dalam proses pemantauan kualitas air secara berkelanjutan (Strat, 2023).

Hasil Implementasi Sistem Monitoring

Pada penelitian ini telah berhasil dikembangkan sebuah sistem monitoring kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu membaca beberapa parameter penting kualitas air secara *real-time*. Sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama yang terhubung dengan sensor pH, sensor TDS, dan sensor suhu DS18B20. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan layar OLED yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran secara real-time pada perangkat. Implementasi sistem dilakukan dengan merangkai seluruh komponen sesuai dengan skematik yang telah dirancang pada tahap perancangan sistem. Setelah rangkaian selesai dibuat, dilakukan proses pemrograman pada mikrokontroler menggunakan Arduino IDE. Program yang dibuat bertujuan untuk membaca data dari sensor, mengolah data, serta menampilkan hasil pengukuran pada layar OLED dan mengirimkan data melalui jaringan internet. Setelah proses implementasi selesai, sistem diuji untuk memastikan bahwa seluruh komponen dapat berfungsi dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca data dari sensor pH, sensor TDS, dan sensor suhu secara stabil. Data yang diperoleh kemudian ditampilkan pada layar OLED serta dikirimkan melalui jaringan internet sehingga dapat dipantau secara *real-time* oleh pengguna.



Gambar 4. Dokumentasi Implementasi Sistem Monitoring

Pengambilan dokumentasi pada Gambar 4 dilakukan pada saat proses pengujian alat di lingkungan sekitar Sungai Mahakam, yang merupakan lokasi pengambilan sampel air dalam penelitian ini. Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan sensor pH, sensor TDS, dan sensor suhu DS18B20 ke dalam sampel air yang diambil langsung dari aliran sungai. Proses ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca parameter kualitas air pada kondisi lingkungan sebenarnya. Selama proses pengujian, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 bekerja untuk membaca data dari setiap sensor secara berkala kemudian menampilkan hasilnya pada layar OLED. Selain itu, data hasil pengukuran juga dikirimkan melalui jaringan internet sehingga dapat dipantau secara real-time. Pengujian yang dilakukan di sekitar Sungai Mahakam ini memberikan gambaran nyata mengenai kinerja sistem monitoring yang telah dirancang. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa sistem mampu membaca parameter kualitas air secara langsung di lapangan dengan cukup stabil. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam melakukan pemantauan kualitas air sungai secara otomatis dan berkelanjutan.

Hasil Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca tingkat keasaman air. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa sampel air yang berbeda, seperti air mineral, air sungai, dan air keran. Sensor pH yang digunakan akan membaca nilai keasaman air dalam bentuk nilai pH yang kemudian diproses oleh mikrokontroler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pH mampu membaca nilai pH air dengan cukup stabil. Nilai pH yang diperoleh menunjukkan perbedaan sesuai dengan jenis sampel air yang digunakan dalam pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa sensor pH dapat digunakan untuk memantau tingkat keasaman air dalam sistem monitoring kualitas air.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor pH

No	Sampel Air	Nilai pH
1	Air Mineral	7.2
2	Air Sungai	6.5
3	Air Keran	7.0
4	Air Kolam	6.8

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian sensor pH pada beberapa sampel air yang terdiri dari air mineral, air sungai, air keran, dan air kolam dengan nilai pH masing-masing sebesar 7,2; 6,5; 7,0; dan 6,8. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa nilai pH air yang diuji berada pada kisaran netral hingga sedikit asam. Nilai pH air sungai mahakam cenderung lebih rendah dibandingkan dengan air mineral dan air keran, yang mengindikasikan adanya pengaruh faktor lingkungan seperti aktivitas manusia, limbah domestik, maupun kondisi alam di sekitar

aliran sungai. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa nilai pH air sungai berada pada kisaran 6,70–6,98, yang masih termasuk dalam rentang kondisi perairan alami namun dapat berubah akibat aktivitas di sekitar sungai dan parameter lingkungan lainnya. Fluktuasi nilai ini dipengaruhi oleh interaksi dinamis antara suhu air dan kandungan zat terlarut, di mana pola ini sejalan dengan karakteristik kualitas air pada ekosistem sungai tropis lainnya (Santoso, 2023). Oleh karena itu, perbedaan nilai pH pada berbagai sumber air menunjukkan bahwa kualitas air dipengaruhi oleh kondisi lingkungan serta tingkat aktivitas manusia di wilayah tersebut sehingga pemantauan kualitas air secara berkala sangat diperlukan untuk menjaga kestabilan ekosistem perairan (Yolanda, 2023).

Jika dibandingkan dengan acuan kualitas air yang menyatakan bahwa nilai pH yang baik berada pada rentang 6,5–8,5, (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016) maka seluruh sampel air pada penelitian ini masih berada dalam kisaran yang dapat dikategorikan normal dari sisi derajat keasaman. Nilai pH air sungai sebesar 6,5 menunjukkan batas bawah rentang normal, sehingga meskipun masih memenuhi indikator dasar kualitas air, kondisi tersebut tetap perlu dipantau secara berkala untuk mendeteksi kemungkinan perubahan akibat aktivitas lingkungan di sekitar perairan.

Hasil Pengujian Sensor TDS

Sensor Total Dissolved Solids (TDS) digunakan untuk mengukur jumlah zat terlarut yang terdapat dalam air. Pengujian sensor TDS dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis sampel air untuk mengetahui perbedaan nilai TDS yang dihasilkan oleh masing-masing sampel. Sensor TDS bekerja dengan mendeteksi jumlah partikel terlarut dalam air yang kemudian dikonversi menjadi satuan ppm (parts per million). Semakin tinggi nilai TDS, maka semakin banyak zat terlarut yang terdapat dalam air tersebut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor TDS

No	Sampel Air	Nilai TDS (ppm)
1	Air Mineral	120
2	Air Sungai	350
3	Air Keran	180
4	Air Kolam	250

Dari hasil pengujian pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai TDS tertinggi terdapat pada air sungai sebesar 350 ppm, sedangkan nilai TDS terendah terdapat pada air mineral sebesar 120 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa air sungai memiliki kandungan zat terlarut yang lebih tinggi dibandingkan dengan air yang telah melalui proses penyaringan, karena air sungai

umumnya dipengaruhi oleh berbagai sumber pencemar seperti aktivitas manusia, limbah domestik, serta material alami yang terbawa aliran air. Hasil pengujian ini sejalan dengan penelitian lain yang melaporkan bahwa nilai TDS pada air sungai dapat mencapai 442 ppm, yang masih termasuk dalam kategori kualitas air yang baik pada rentang 300–600 ppm, namun menunjukkan adanya kandungan padatan terlarut yang cukup tinggi akibat proses alami maupun aktivitas di sekitar sungai. Oleh karena itu, perbedaan nilai TDS pada berbagai sampel air menunjukkan bahwa tingkat kandungan zat terlarut sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan serta proses pengolahan air sebelum digunakan (Ashari & Widodo, 2021).

Apabila dibandingkan dengan acuan kualitas air yang menetapkan kadar TDS maksimum sebesar 500 ppm (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016), maka seluruh sampel air pada penelitian ini masih berada di bawah ambang tersebut. Nilai TDS tertinggi pada air sungai sebesar 350 ppm menunjukkan bahwa air masih berada dalam batas yang dapat dikategorikan relatif baik dari sisi kandungan zat terlarut (World Health Organization, 2022b) Meskipun demikian, nilai TDS yang lebih tinggi pada air sungai dibandingkan air mineral dan air keran menunjukkan adanya pengaruh faktor lingkungan dan material terlarut alami maupun aktivitas manusia di sekitar perairan.

Hasil Pengujian Sensor Suhu

Sensor DS18B20 digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur suhu air. Sensor ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik serta mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Pengujian sensor suhu dilakukan dengan mengukur temperatur air pada beberapa kondisi yang berbeda. Data suhu yang diperoleh kemudian ditampilkan pada layar OLED serta dikirimkan melalui jaringan internet sebagai bagian dari sistem monitoring kualitas air.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Suhu

No	Sampel Air	Suhu (°C)
1	Air Mineral	27
2	Air Sungai	29
3	Air Keran	28
4	Air Kolam	30

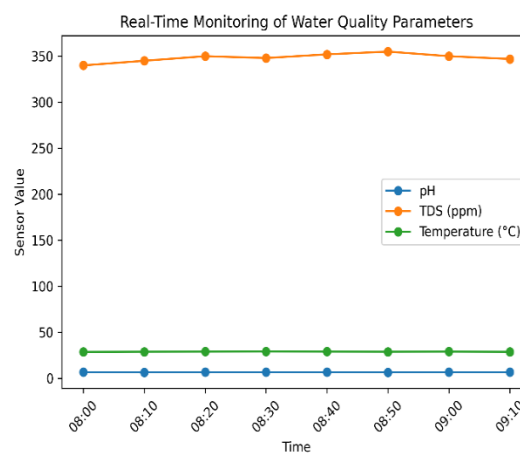
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa suhu air pada masing-masing sampel memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan, yaitu berkisar antara 27°C hingga 30°C. Nilai suhu tersebut menunjukkan bahwa kondisi air masih berada pada kisaran normal bagi perairan alami. Meskipun demikian, perubahan suhu air tetap perlu dipantau

karena dapat mempengaruhi kondisi lingkungan perairan serta kehidupan organisme yang hidup di dalamnya, seperti mempengaruhi kadar oksigen terlarut dan aktivitas biologis organisme air. Hasil ini sejalan dengan penelitian lain yang melaporkan bahwa suhu perairan sungai berkisar antara 27,7–33,4°C dengan rata-rata sekitar 28,9°C, yang masih termasuk dalam kisaran normal perairan tropis dan masih dapat mendukung kehidupan organisme akuatik. Oleh karena itu, hasil pengujian suhu pada sampel air yang berkisar 27–30°C dapat dikategorikan masih dalam kondisi yang relatif stabil dan sesuai dengan karakteristik perairan alami di wilayah tropis (Dessy Musyaffa Rahmadhaniah, 2022).

Jika ditinjau dari karakteristik perairan tropis dan acuan kualitas air lingkungan (Kemenkes RI, 2016), suhu air pada kisaran 27–30°C masih dapat dikategorikan normal dan relatif stabil. Kondisi suhu tersebut menunjukkan bahwa selama pengujian, tidak terjadi perubahan termal yang ekstrem pada sampel air. Walaupun demikian, suhu tetap menjadi parameter penting karena perubahan suhu dapat memengaruhi kadar oksigen terlarut, aktivitas biologis organisme air, serta kestabilan ekosistem perairan secara keseluruhan.

Monitoring Data Secara Real-Time

Sistem monitoring yang dikembangkan dalam penelitian ini memungkinkan pengguna memantau kualitas air secara real-time melalui jaringan internet. Data yang diperoleh dari sensor pH, TDS, dan suhu akan diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 kemudian dikirimkan melalui jaringan internet ke sistem monitoring. Selain ditampilkan pada layar OLED, data hasil pengukuran juga dapat dipantau secara jarak jauh melalui platform monitoring berbasis IoT. Kondisi ini memungkinkan pengguna untuk memantau kualitas air tanpa harus hadir langsung di lokasi pengukuran. Berikut adalah contoh grafik hasil monitoring kualitas air yang diperoleh selama proses pengujian sistem.



Gambar 5. Grafik Monitoring Parameter Kualitas Air

Gambar 5 menunjukkan perubahan nilai parameter kualitas air yang diperoleh dari sensor pH, sensor TDS, dan sensor suhu DS18B20 selama proses monitoring secara real-time. Berdasarkan grafik, nilai pH berada pada kisaran 6,5–6,7, nilai TDS berkisar antara 340–355 ppm, dan suhu air berada pada kisaran 28,7–29,1°C. Pemantauan real-time ini dilakukan selama kurang lebih 1 jam 10 menit, dimulai pukul 08.00 hingga 09.10 WITA, dengan titik pengambilan sampel berada di tepian Sungai Mahakam sekitar kawasan Jalan RE Martadinata, Kota Samarinda.

Selama rentang waktu tersebut, sistem secara kontinu membaca dan mengirimkan data sensor untuk memastikan kestabilan parameter kualitas air serta keandalan transmisi data. Nilai-nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa kondisi air cenderung stabil selama periode pengamatan dan masih berada dalam kisaran parameter normal berdasarkan indikator pH, TDS, dan suhu yang digunakan dalam penelitian. Kondisi ini sejalan dengan acuan kualitas air yang menyatakan bahwa parameter pH, TDS, dan suhu merupakan indikator penting dalam analisis kualitas air dan dapat digunakan untuk menilai kondisi perairan secara umum (Yolanda, 2023; Ashari & Widodo, 2021).

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) mampu melakukan pemantauan kualitas air secara real-time dengan kestabilan data yang baik serta kemampuan pengiriman data secara kontinu (Danang, 2024; Halawa, 2023; Marchel Devid Kainama, 2025) Pada penelitian tersebut, parameter seperti pH dan suhu juga menunjukkan pola perubahan yang relatif stabil selama periode pengamatan, sehingga memperkuat hasil yang diperoleh dalam penelitian ini.

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penerapan sistem monitoring berbasis IoT memungkinkan pengawasan kualitas air secara langsung dan efisien dalam berbagai kondisi lingkungan perairan (wiryasaputra, et.al.,2024; López-Muñoz, et al., 2024) serta mampu meningkatkan efektivitas dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan kualitas air. Sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu pemantauan kualitas air secara real-time.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 berhasil diimplementasikan. Sistem ini mampu mengintegrasikan sensor pH, TDS, dan DS18B20 untuk melakukan pemantauan parameter kualitas air Sungai Mahakam secara real-time melalui layar OLED dan aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan nilai pH berada pada rentang 6,5–7,2, nilai TDS berkisar antara 120–350 ppm, dan suhu air pada kisaran 27–

30°C, yang secara keseluruhan masih menunjukkan kondisi relatif normal berdasarkan parameter yang digunakan dalam penelitian. Nilai tersebut masih sesuai dengan acuan kualitas air untuk parameter pH, TDS, dan suhu (Ashari & Widodo, 2021; Yolanda, 2023). Implementasi teknologi ini terbukti meningkatkan efisiensi pengawasan dibandingkan metode konvensional dan berpotensi menjadi bagian dari infrastruktur *Smart City* dalam pengelolaan sumber daya air berkelanjutan (Ramadhan, 2024).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Samarinda atas dukungan fasilitas dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh dosen pembimbing yang telah memberikan arahan teknis sehingga sistem monitoring kualitas air Sungai Mahakam ini dapat diselesaikan dengan baik. Terakhir, terima kasih kepada keluarga dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Komputer atas bantuan dan dukungan moral selama proses penyusunan jurnal ini.

DAFTAR REFERENSI

- Adam, H. M. R., & S. (2026). Integrasi sistem alat deteksi multivariable dalam kandungan air untuk aplikasi medis. *Jurnal Sistem Informasi dan Sistem Komputer*, 11(1), 223–230.
- Alfidiyah, M. (2025). Pemanfaatan internet of things (IoT) untuk monitoring kualitas air sebagai upaya mendukung smart city. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(1), 8–14.
- Ashari, A., & Widodo, E. (2021). Analisis kualitas air Sungai Bladak dan Sungai Kedungrawis berdasarkan parameter fisika dan kimia. *Budidaya Perairan*, 9(2), 54–63.
- Aulady, F., & S. (2023). Sistem klasifikasi kualitas air dalam akuakultur budidaya ikan lele dengan algoritma PCA dan KNN. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(7), 3395–3404.
- Baehaqi, R. M., & S. (2024). Perancangan sistem keamanan rumah berbasis IoT dengan Wemos D1 Mini (ESP8266) menggunakan sensor infrared. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 4(2), 8–15.
- Bagaskara, D. I., & S. (2022). Sistem klasifikasi kualitas air untuk budidaya ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) menggunakan metode support vector machine. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(12), 5784–5791.

- Chua, R., & V. K. (2025). Rancang bangun sistem monitoring pH dan suhu air kolam pada budidaya ikan berbasis internet of things menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, 8(3), 1697–1705. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v8i3.9152>
- Danang, N. D. (2024). Pemanfaatan teknologi internet of things untuk monitoring kualitas air sungai di wilayah perkotaan. *Journal of New Trends in Sciences*, 2(1), 23–34. <https://doi.org/10.59031/jnts.v2i1.784>
- Dava Abi Wardhana, A. S. (2025). Kalibrasi sensor TDS menggunakan metode regresi linear untuk sistem kontrol nutrisi hidroponik berbasis IoT. *Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi Informasi*, 5(1), 525–536. <https://doi.org/10.55606/jutiti.v5i1.6094>
- Halawa, Y. (2023). Sistem pemantauan kualitas air berbasis internet of things (IoT). *Jurnal Komputer dan Aplikasi (JUKANTI)*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.15575/telka.v11n1.1-15>
- Kainama, M. D., & D. H. (2025). Implementasi sistem monitoring kualitas air berbasis IoT pada penampung mata air di daerah Larier Ambon. *Jurnal Teknologi Informasi*, 22(2), 206–220. <https://doi.org/10.24246/aiti.v22i2.206-220>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 2016 tentang standar keselamatan dan kesehatan kerja perkantoran*. Kemenkes RI.
- Kristiantya, Y. N., & S. E. (2022). Sistem kontrol dan monitoring kualitas air pada kolam ikan air tawar menggunakan logika fuzzy berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(7), 3145–3154.
- López-Muñoz, M., Torrealba-Meléndez, R., Arriaga-Arriaga, C., Tamariz-Flores, E., López-López, M., Quirino-Morales, F., & López-Marcos, F. (2024). Wireless dynamic sensor network for water quality monitoring based on the IoT. *Technologies*, 12(11), 211. <https://doi.org/10.3390/technologies12110211>
- Maghfur, M., & B. T. (2025). Perancangan prototype otomatisasi sistem monitoring dan pemberian nutrisi pada tanaman selada hidroponik berbasis internet of things. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, 8(3), 1620–1628. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v8i3.9188>
- Palaha, F. E. (2021). Analisa traffic data ESP8266 pada kontrol dan monitoring daya listrik menggunakan aplikasi Blynk berbasis Arduino Nano. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, 4(5), 480–489. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v4i5.3646>

- Rahmadhaniah, D. M., et al. (2022). Analisis status kualitas air pada perairan Sungai Paring. *Aquatic Science Journal*, 5(1), 1–22.
- Ramadhan, A., Setyajid, K., & Swarga, L. (2025). Sistem deteksi kualitas air minum kemasan dan isi ulang berbasis sensor pH dan turbidity. *JREEC*.
- Ramadhan, F. (2024). Optimasi transmisi data NodeMCU ESP8266 untuk aplikasi monitoring lingkungan. *Jurnal Teknik Komputer*, 12(1), 45–52.
- Santoso, B. (2023). Analisis real-time sensor pH dan suhu pada perairan sungai menggunakan mikrokontroler. *Jurnal Instrumentasi dan Kontrol*, 10(2), 88–95.
- Strat, P. K. (2023). Jaringan fog untuk pemantauan real-time kualitas air tambak udang. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, 6(2), 508–514. <https://doi.org/10.53513/jsk.v6i2.8315>
- Wijaya, K. (2025). Penerapan smart water management system dalam ekosistem smart city berbasis IoT. *Jurnal Sistem Cerdas*, 4(3), 145–155.
- Wiryasaputra, R., Huang, C.-Y., Lin, Y.-J., & Yang, C.-T. (2024). An IoT real-time potable water quality monitoring and prediction model based on cloud computing architecture. *Sensors*, 24(4), 1180. <https://doi.org/10.3390/s24041180>
- World Health Organization. (2022a). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed., addenda). World Health Organization.
- World Health Organization. (2022b). *Total dissolved solids in drinking-water*. World Health Organization.
- Yolanda, Y. (2023). Hubungan antara suhu, salinitas, pH, dan TDS di Sungai Brang Biji. *Jurnal Manajemen Teknologi Lingkungan Universitas Tanjungpura*, 5(2), 1–9. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v11i2.67133>