

SISTEM MONITORING *REALTIME* KUALITAS AIR BERBASIS IOT DENGAN SENSOR TDS DAN NODEMCU ESP32

Puspita Nur Setiawati¹⁾, Fitriyani²⁾

^{1,2} Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
Jl. Terusan Sekolah No.1-2, Kec. Kiaracondong, Kota Bandung, Jawa Barat 40282

Co Responden Email: 17213017@ars.ac.id

Abstract

Article history

Received 07 Jun 2025

Revised 09 Jul 2025

Accepted 16 Jul 2025

Available online 31 Jul 2025

Keywords

Water quality monitoring,

TDS Meter Sensor,

DS18B20 Temperature Sensor,

NodeMCU ESP32,

Telegram.

Water contamination caused by domestic and industrial waste is a major issue that threatens both human health and environmental balance. Conventional water quality monitoring methods are often inefficient, time-consuming, and inaccurate, especially when involving multiple water sources. This study presents a real-time water quality monitoring system using Internet of Things (IoT) technology. The system employs TDS (Total Dissolved Solids) and DS18B20 temperature sensors integrated with a NodeMCU ESP32 microcontroller. It measures key parameters such as TDS and Electrical Conductivity (EC), and delivers data remotely through the Telegram platform, enabling effective monitoring from a distance. The development process follows the waterfall model, consisting of requirement analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. Testing showed high sensor accuracy, with TDS accuracy reaching 98.4% and temperature sensor accuracy at 97.28%. The system's fastest response time was 1.88 seconds on a 4G network, though slower responses were observed in areas with weak signal coverage. This solution supports real-time water quality management and is useful for the public, small-scale industries, and water resource agencies. Future improvements may include the integration of pH and turbidity sensors, along with automated threshold-based alerts. Overall, this research enhances the use of IoT for smart and reliable environmental monitoring.

Abstrak

Riwayat

Diterima 07 Jun 2025.

Revisi 09 Jul 2025

Disetujui 16 Jul 2025

Terbit online 31 Jul 2025

Kata Kunci

Pemantauan kualitas air,

Sensor TDS Meter,

Sensor Suhu DS18B20,

NodeMCU ESP32,

Telegram.

Pencemaran air akibat limbah domestik dan industri merupakan masalah besar yang mengancam kesehatan manusia dan keseimbangan lingkungan. Metode pemantauan kualitas air secara konvensional sering kali tidak efisien, memakan waktu, dan kurang akurat, terutama saat melibatkan banyak sumber air. Penelitian ini menghadirkan sistem pemantauan kualitas air secara *realtime* menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memanfaatkan sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) dan sensor suhu DS18B20 yang terintegrasi dengan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Sistem dapat mengukur parameter penting seperti TDS dan Konduktivitas Listrik (EC), serta mengirimkan data secara jarak jauh melalui *platform* Telegram. Pengembangan sistem mengikuti model *waterfall*, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Hasil pengujian menunjukkan akurasi tinggi, yaitu 98,4% untuk sensor TDS dan 97,28% untuk sensor suhu. Waktu respons tercepat tercatat 1,88 detik pada jaringan 4G, meskipun ditemukan keterlambatan di area dengan sinyal lemah. Sistem ini mendukung pemantauan kualitas air secara real-time dan bermanfaat bagi masyarakat umum, industri kecil, dan instansi pengelola air. Ke depan, sistem ini dapat ditingkatkan dengan penambahan sensor pH, kekeruhan, dan notifikasi otomatis berbasis ambang batas.

PENDAHULUAN

Air adalah salah satu sumber daya alam yang paling penting bagi kehidupan manusia.

Lebih dari 70% dari tubuh manusia terdiri dari air, menjadikannya komponen vital untuk menjaga fungsi tubuh dan metabolisme (Putri et

al., 2024). Selain itu, air sangat diperlukan dalam sektor pertanian, industri, dan rumah tangga. Namun, pencemaran air akibat limbah domestik dan industri telah menurunkan kualitas air di berbagai daerah. Dampak dari pencemaran ini tidak hanya mengurangi kualitas lingkungan, tetapi juga menyebabkan berbagai penyakit seperti diare, kerusakan ginjal, dan keracunan logam berat (Febriarta & Widyastuti, 2020).

Penilaian kualitas air biasanya ditentukan oleh beberapa parameter fisik dan kimia, terutama *Total Dissolved Solids* (TDS) dan *Electrical Conductivity* (EC). TDS mengacu pada jumlah total padatan terlarut dalam air, termasuk bahan organik dan anorganik yang memengaruhi rasa dan keamanan air. Sementara itu, EC mengukur kemampuan air dalam menghantarkan listrik, yang berkorelasi dengan jumlah ion yang terdapat dalam air (Revansyah et al., 2022). Menurut *World Health Organization* (WHO), batas maksimum kadar TDS untuk air minum adalah 500 mg/L, dan EC maksimum adalah 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nilai yang melebihi ambang batas tersebut menunjukkan potensi kontaminasi yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Anzjarwati et al., 2023).

Pemantauan kualitas air secara manual dengan alat TDS meter portabel masih umum, tetapi kurang efisien jika digunakan pada banyak titik pengukuran karena membutuhkan waktu, tenaga, dan ketelitian tinggi. Selain itu, metode manual tidak menyediakan data *realtime* dan berisiko *human error* dalam pencatatan. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemantauan otomatis, efisien, dan dapat diakses jarak jauh.

Seiring berkembangnya teknologi, konsep *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi potensial. IoT memungkinkan perangkat fisik seperti sensor terhubung dan bertukar data melalui internet secara otomatis (Rohadiat & Fitriyani, 2023). Dengan IoT, sistem monitoring dapat berjalan terus-menerus, mengirim data ke pengguna tanpa intervensi manual. NodeMCU ESP32 sangat sesuai untuk implementasi sistem ini karena dilengkapi konektivitas *WiFi*, penyimpanan cukup besar, dan kompatibilitas tinggi dengan berbagai sensor (Suriana et al., 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT. Jatnika et al. (2021) merancang

sistem dengan sensor pH, LM35, dan TDS menggunakan Arduino Uno, serta menampilkan data pada LCD dan *website*. Danih & Sugiyatno (2021) menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan sensor pH, *turbidity*, dan DHT11 untuk mengirim data ke aplikasi *Blynk*. Manurung et al. (2022) memakai ESP32 untuk mengukur suhu, kekeruhan, dan pH yang terhubung ke *Firebase* dan ditampilkan melalui aplikasi *MIT App Inventor*.

Namun, terdapat keterbatasan pada penelitian tersebut. Mayoritas masih memakai LCD atau *website* sebagai antarmuka data dengan keterbatasan akses dan biaya. Penggunaan *platform* komunikasi *realtime* seperti *Telegram* masih jarang, padahal *Telegram* menyediakan API terbuka, mudah digunakan, serta mendukung pengiriman data cepat dan efisien. Penelitian sebelumnya juga belum mengkaji kecepatan respon sistem pada kondisi jaringan berbeda, seperti 4G, *WiFi*, dan sinyal lemah.

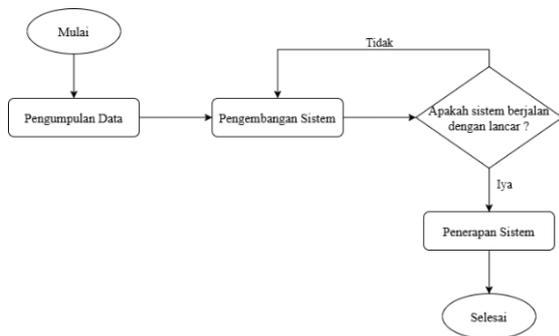
Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT secara *realtime* menggunakan NodeMCU ESP32. Sistem menggunakan sensor TDS dan suhu DS18B20 yang terintegrasi untuk mengukur TDS dan EC. Data ditampilkan lokal melalui OLED dan dikirim ke *Telegram* bot agar dapat diakses jarak jauh. Sistem diuji dari sisi keakuratan sensor dan kecepatan pengiriman data pada berbagai kondisi jaringan untuk memastikan kestabilan dan keandalan sistem. Kontribusi penelitian ini meliputi sistem yang lebih praktis dan hemat biaya karena menggunakan *Telegram*, mendukung pemantauan *realtime* dari jarak jauh, serta pengukuran komparatif kecepatan respon pada jaringan berbeda, yang jarang dibahas sebelumnya.

Dengan identifikasi masalah dan batasan, penelitian ini diharapkan memberi solusi efisien dan aplikatif dalam pemantauan kualitas air, baik untuk rumah tangga, industri kecil, maupun instansi pengelola air. Tujuan akhirnya adalah menciptakan sistem monitoring air yang akurat, fleksibel, dan mudah dioperasikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan dua dimensi dalam metodologinya. Pada aspek pengumpulan data, digunakan studi pustaka. Sementara itu, pada aspek pengembangan

sistem, diterapkan metode waterfall sebagai kerangka kerja pengembangan perangkat lunak. Adapun alur penelitian dijelaskan pada flowchart di bawah:



Gambar 1. Alur Penelitian

Flowchart pada gambar 1 menunjukkan alur penelitian yang dimulai dari pengumpulan data melalui studi pustaka, dilanjutkan dengan pengembangan sistem menggunakan pendekatan waterfall. Setelah sistem dikembangkan, dilakukan pengujian untuk mengevaluasi fungsional dan akurasi. Jika sistem belum berjalan dengan baik, maka dilakukan perbaikan dan pengujian ulang. Apabila sistem dinyatakan berjalan lancar, maka dilanjutkan ke tahap penerapan sistem sebagai solusi pemantauan kualitas air berbasis IoT.

Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka dengan menelaah literatur ilmiah yang relevan terhadap sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT. Fokus kajian meliputi karakteristik sensor, prinsip kerja perangkat IoT, dan metode pengembangan sistem *realtime*. Hasil kajian menjadi dasar teoritis dalam menentukan spesifikasi dan desain sistem yang sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Model pengembangan sistem yang digunakan yaitu metode *waterfall*. Model *Waterfall* adalah pendekatan pengembangan sistem yang bersifat linier dan berurutan, di mana setiap tahap diselesaikan secara menyeluruh sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya (Adila & Fitriyani, 2024). Metode ini dipilih karena cocok untuk proyek yang memiliki spesifikasi yang telah ditentukan dengan jelas dan tetap stabil selama proses pengembangan (Hidayat et al., 2022). Selain itu, dokumentasi yang dihasilkan di setiap tahap mendukung koordinasi tim dan memastikan konsistensi kualitas sistem (Fachri & Rizal,

2024). Berikut tahapan pada metode pengembangan sistem *waterfall* yang digunakan:

1. Requirements Definition

Tahap ini merupakan proses pengembangan awal untuk memahami sistem perangkat lunak, termasuk fungsi dan fitur yang akan ditampilkan. Setelah identifikasi dan evaluasi masalah, dirumuskan kebutuhan yang diperlukan dalam perancangan sistem cerdas. Berikut adalah rincian kebutuhannya:

a. NodeMCU ESP32

NodeMCU adalah *platform* IoT *open source* yang mendukung pemrograman Lua dan Arduino IDE, dirancang untuk mempercepat prototipe perangkat IoT (Danang et al., 2022). Versi ESP32 DevKit V1 menyempurnakan ESP8266 dengan lebih banyak pin I/O, penyimpanan lebih besar, serta dukungan *WiFi* dan *Bluetooth* BLE bawaan (Suriana et al., 2021).

b. Sensor TDS Meter

Sensor TDS mengukur konduktivitas listrik larutan melalui dua elektroda, di mana konduktivitas meningkat seiring tingginya kandungan ion (Chuzaini & Dzulkifli, 2022). Hasilnya dikonversi ke satuan ppm untuk menunjukkan total padatan terlarut dalam air (Syahfiqri et al., 2023).

c. Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital satu kabel yang memiliki nomor seri 64-bit, beroperasi pada tegangan 3–5V, dengan akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dan rentang suhu antara 10–85°C (Reinanda et al., 2024). Untuk penggunaannya pada Arduino, hanya diperlukan resistor *pull-up* (Ibrahim et al., 2023). Sensor ini dilengkapi dengan kabel berwarna merah (VCC), hitam (GND), dan kuning (data) yang memiliki diameter 4 mm dan panjang 90 cm (Putri et al., 2024).

d. OLED I2C

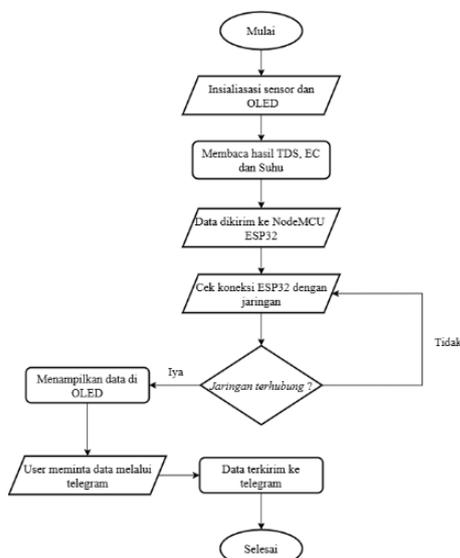
OLED adalah layar kecil berbasis dioda organik dengan kontras tinggi, menggunakan protokol I2C dan chip SSD1306 yang mendukung tegangan 1,65–3,3V, cocok untuk ESP32 DevKit V1 (Irmansyah et al., 2024). *Chip* ini memiliki RAM *internal* untuk *buffering*, sehingga mengurangi beban mikrokontroler.

e. Telegram Bot

Bot Telegram adalah program otomatis yang berjalan di platform Telegram dan dapat menjalankan berbagai tugas tanpa pengawasan langsung, seperti menjawab perintah, mengirim pemberitahuan, atau memberi pengingat (Athallah & Agung, 2022). Keunggulan utama Telegram terletak pada penyediaan *Application Programming Interface* (API) yang terbuka, memungkinkan pengembangan bot secara luas untuk berbagai kebutuhan (Lenardo et al., 2020).

2. System and Software Design

Sistem modular terdiri dari tiga unit utama yaitu sensor TDS meter dan DS18B20 *waterproof* yang terhubung ke NodeMCU ESP32, tampilan OLED 0.96 inci dengan koneksi I2C, serta komunikasi menggunakan WiFi ESP32 dan library Telegram Bot. Data ditampilkan secara lokal setiap detik dan dikirim otomatis melalui Telegram. *Flowchart* perangkat lunak menjelaskan desain sistem berikut:



Gambar 2. Flowchart Sistem

3. Implementation and Unit Testing

Tahap ini mengimplementasikan desain sistem menjadi program menggunakan bahasa C di Arduino IDE. Pengkodean meliputi pembacaan data sensor TDS dan suhu, konversi satuan, serta tampilan pada OLED 0.96 inci dengan library SSD1306. Sistem juga mengintegrasikan komunikasi WiFi ESP32 untuk notifikasi Telegram, dengan bot yang dikonfigurasi lewat @BotFather dan terhubung ke NodeMCU sebagai pemantau kualitas air.

4. Integration and System Testing

Setelah pengembangan, sistem diuji untuk akurasi sensor TDS, kecepatan respon Telegram, dan konsistensi tampilan OLED. Akurasi dihitung dengan rumus error :

$$Error (\%) = \frac{(n - m)}{m} \times 100\%$$

Keterangan:

n = Nilai Sensor

m = Nilai Referensi

Respon diuji dari perintah “/cek” hingga data terkirim di tiga kondisi jaringan: 4G, WiFi, dan sinyal lemah. Tampilan OLED diverifikasi agar deviasi di bawah 3% dan bebas gangguan. Hasil dianalisis secara statistik untuk menilai presisi dan kelayakan.

5. Operation and Maintenance

Pemeliharaan sistem adalah proses berkelanjutan untuk menjaga kinerja, memperbaiki bug, dan menyesuaikan dengan perkembangan agar sistem tetap efektif dan berkelanjutan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Hardware

Implementasi perangkat keras dilakukan berdasarkan desain sistem yang telah disusun sebelumnya.

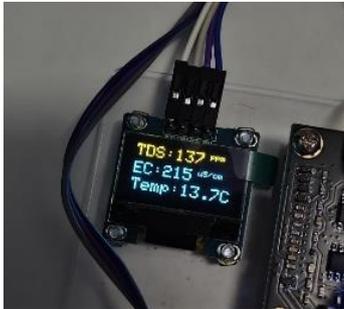


Gambar 3. Hasil Perancangan Hardware

Sistem ini terdiri dari empat komponen utama, yaitu NodeMCU ESP32 yang berfungsi sebagai pusat kendali dan penghubung ke Telegram melalui jaringan internet, sensor TDS yang digunakan untuk mengukur kadar padatan terlarut, sensor DS18B20 yang berfungsi untuk mendeteksi suhu, serta OLED I2C yang menampilkan data secara *realtime*. Semua data dikirimkan ke aplikasi Telegram, sehingga pengguna dapat memantau kualitas air dengan mudah melalui *smartphone*.

2. Perancangan Software

Penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai pusat kendali yang mengirim data sensor ke Telegram hanya saat perintah “/cek” diterima, tanpa interaksi dua arah. Sistem menginisialisasi sensor TDS, suhu DS18B20, dan OLED I2C, membaca data terus-menerus, serta menampilkan di OLED, sementara pengiriman ke Telegram bersifat pasif dan berdasarkan permintaan pengguna.



Gambar 4. Tampilan Data Pada OLED



Gambar 5. Tampilan Data Pada Telegram

3. Hasil Uji Akurasi Sensor TDS Meter

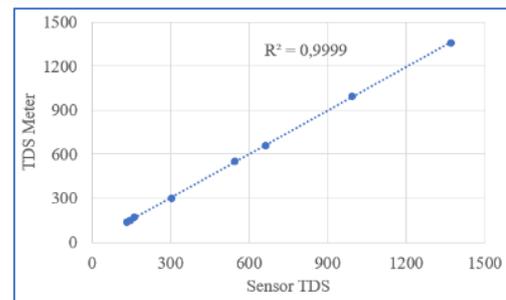
Pengujian dilakukan pada enam jenis air, masing-masing diukur lima kali dengan waktu stabilisasi ± 5 detik. Hasil menunjukkan bahwa Aqua, Aquiva, dan Nestle Pure Life memiliki nilai TDS < 100 ppm dan tergolong sangat layak konsumsi menurut standar WHO. Galon isi ulang mendekati batas aman (296 ppm), sementara Isoplus dan air keran melebihi 500 ppm, sehingga tidak direkomendasikan tanpa proses filtrasi.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Parameter TDS

No	Jenis Air	Rata-rata Sensor (PPM)	TDS Meter (PPM)	Presentase Kesalahan (%)
1	Air	995	993	0,2

2	Keran Air Kalibrasi	1371	1360	0,81
3	Aqua	146	150	2,67
4	Aquiva Galon	134	137	2,19
5	Isi Ulang	306	300	2
6	Isoplus Nestle	664	659	0,76
7	Pure Life	165	169	2,37
8	Pocari Sweat	547	554	1,2
Rata-rata Presenrase Kesalahan Alat			1,525	
Akurasi Alat			98,4	

Sensor TDS yang dirancang menunjukkan akurasi tinggi, yaitu 98,4%, dengan rata-rata kesalahan hanya 1,525%. Nilai ini menunjukkan bahwa perbedaan antara hasil pembacaan sensor dan standar pengukuran sangat kecil, sehingga alat dapat diandalkan dalam mendeteksi variasi zat terlarut secara konsisten dan tepat pada berbagai jenis sampel air.



Gambar 6. Grafik Uji Akurasi Sensor TDS

Sensor TDS yang dirancang menunjukkan tingkat akurasi sangat tinggi, dengan persentase kesalahan antara 0,2% hingga 2,67%. Rentang kesalahan ini tergolong minimal, mencerminkan stabilitas dan konsistensi performa sensor. Hal ini diperkuat oleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9999, yang menunjukkan korelasi linier hampir sempurna antara hasil pembacaan sensor dan nilai referensi.

4. Hasil Uji Keakuratan Sensor Suhu

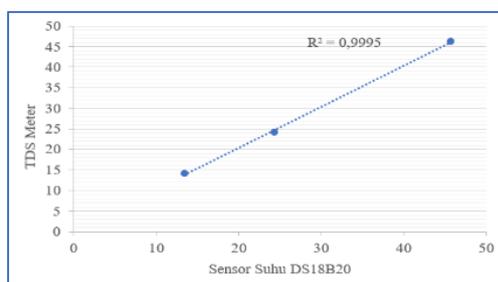
Pengujian menganalisis respons sensor suhu DS18B20 terhadap variasi suhu air dengan membandingkan hasilnya ke sensor

suhu internal TDS meter. Sampel air panas, suhu ruang, dan dingin diuji tiga kali dengan stabilisasi ± 10 detik. Hasil menunjukkan DS18B20 konsisten dan akurat mendeteksi perubahan suhu pada berbagai kondisi.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sensor Suhu DS18B20

No	Jenis Air	Rata-rata Sensor (°C)	TDS Meter (°C)	Presentase Kesalahan (%)
1	Air Dingin	13,43	14,17	4,67
2	Air Normal	24,33	24,27	1,37
3	Air Panas	45,83	46,20	2,13
Rata-rata Presentase Kesalahan				2,72
Akurasi Alat				97,28%

Berdasarkan hasil pengujian, sensor DS18B20 menunjukkan akurasi tinggi dalam mengukur suhu air, dengan rata-rata akurasi mencapai 97,28%. Pada air dingin, rata-rata kesalahan tercatat sebesar 4,67%, dengan selisih maksimum 1°C. Untuk air bersuhu ruang, akurasi meningkat signifikan dengan kesalahan rata-rata hanya 1,37%, menunjukkan performa optimal sensor pada kondisi tersebut. Pada air panas, kesalahan rata-rata tercatat sebesar 2,13%, tetap dalam batas wajar.



Gambar 7. Grafik Akurasi Sensor Suhu

Grafik menunjukkan bahwa kesalahan pengukuran sensor DS18B20 menurun seiring peningkatan suhu, dengan nilai R^2 sebesar 0,9995 yang menandakan korelasi sangat kuat antara data sensor dan referensi. Hal ini menunjukkan konsistensi dan stabilitas sensor, terutama pada suhu ruang dan tinggi. Meski akurasi menurun pada suhu rendah, sensor tetap andal untuk pengukuran suhu presisi tinggi, terutama dengan kalibrasi rutin.

5. Hasil Uji Kecepatan Telegram

Selain akurasi sensor, kecepatan respons sistem dalam mengirim pemberitahuan Telegram menjadi parameter penting. Pengujian dilakukan dengan mencatat waktu dari pengiriman perintah “/cek” hingga pemberitahuan diterima, pada tiga kondisi jaringan. Batas toleransi maksimal ditetapkan 4 detik, waktu respons yang melebihi nilai ini dianggap gagal. Hasil pengujian bertujuan mengevaluasi keandalan sistem komunikasi guna memastikan performa stabil dalam implementasi nyata.

Tabel 3. Hasil Uji Kecepatan Telegram

No	Jenis Jaringan	Rata-rata Waktu Respon (Detik)	Standar Deviasi
1	WiFi	2,34	0,71
2	4G	1,88	0,41
3	Sinyal Lemah	8,23	0,47
Rata-rata Standar Deviasi			0,53

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jenis jaringan memengaruhi kecepatan respons pemberitahuan Telegram. Jaringan 4G memberikan performa terbaik (1,88 detik; deviasi 0,41 detik), diikuti oleh WiFi (2,34 detik; deviasi 0,71 detik), sementara sinyal lemah memiliki respons paling lambat (8,23 detik) namun konsisten (deviasi 0,47 detik). Rata-rata deviasi keseluruhan sebesar 0,53 detik menunjukkan sistem tetap stabil di berbagai kondisi jaringan. Temuan ini menegaskan pentingnya kualitas jaringan dalam memastikan efektivitas komunikasi real-time, dengan 4G sebagai pilihan paling optimal.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang terintegrasi dengan Telegram efektif untuk pemantauan yang akurat, efisien, dan *realtime*. Pernyataan ini didasarkan pada hasil pengujian yang menunjukkan akurasi tinggi dari sensor TDS sebesar 98,4% dan sensor suhu DS18B20 sebesar 97,28%, serta waktu respon tercepat 1,88 detik pada jaringan 4G dalam pengiriman data melalui Telegram.

Pendekatan modular dan jaringan terbuka yang digunakan mendukung adaptasi terhadap perkembangan teknologi dan kebutuhan

pengguna. Hal ini tercermin dari penggunaan NodeMCU ESP32 yang mendukung berbagai jenis sensor dan protokol komunikasi, serta pemanfaatan Telegram API yang bersifat terbuka dan *fleksibel* untuk integrasi lebih lanjut.

Telegram terbukti menjadi media komunikasi data yang praktis dan relevan. Kontribusi utama terletak pada integrasi sensor, mikrokontroler, dan komunikasi digital yang aplikatif bagi masyarakat dan institusi teknis. Ke depan, disarankan pengembangan dengan penambahan sensor pH, turbidity, serta fitur notifikasi otomatis berbasis ambang batas.

REFERENSI

- Adila, F., & Fitriyani. (2024). PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI KASIR BERBASIS WEBSITE PADA BIYA SALON MUSLIMAH. *JIKA (Jurnal Informatika)*, 8(2), 171. <https://doi.org/10.31000/jika.v8i2.9990>
- Anzjarwati, S., Basilia, L. S., Aradiyah, R. A., & Purnaini, R. (2023). Penyisihan Kadar TDS, pH, Dan Total Coliform Dalam Pengolahan Air Hujan Menjadi Air Siap Minum. *JURNAL SAINS TEKNOLOGI & LINGKUNGAN*, 9(3), 429–438. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i3.324>
- Athallah, Y., & Agung, R. (2022). Rancang Bangun Prototype Monitoring Lampu Jalan Secara Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ESP32 Dan Api Bot Telegram. *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA STMIK ANTAR BANGSA*, 9(1), 12–19. <http://awesomerockguy.blogspot.com/2015/10/tutorial->
- Chuzaini, F., & Dzulkifli. (2022). IoT MONITORING KUALITAS AIR DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR SUHU, pH, DAN TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 11(3), 46–56.
- Danang, D., Fredyan, E., & Suasana, I. Sa. (2022). Prototype Alat Keamanan Rumah Internet Of Things (Iot) Berbasis Nodemcu Esp8266 Dengan Esp32 Cam Dan Kombinasi Sensor Menggunakan Telegram. *Jurnal Universal Technic*, 1(1), 1–16.
- Danih, & Sugiyatno. (2021). Sistem Monitoring Berbasis Internet of Thing (IoT) Untuk Pengendalian Kualitas Air dan Pakan Ikan pada Budidaya sistem Akuaponik. *Journal of Students Research in Computer Science*, 2(1), 2722–290. <http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/JSRCS>
- Fachri, B., & Rizal, C. (2024). Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka Berbasis Web. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Komputer*, 2(3), 2962–3022. <https://kampusmerdeka.kemdikbud.go.id/>
- Febriarta, E., & Widyastuti, M. (2020). Kajian Kualitas Air Tanah Dampak Intrusi di Sebagian Pesisir Kabupaten Tuban. *Jurnal Geografi*, 17(2), 39–48. <https://doi.org/10.15294/jg.v17i2.12443>
- Hidayat, R., Satriansyah, A., & Nurhayati, M. S. (2022). Penggunaan Metode Waterfall untuk Rancangan Bangun Aplikasi Penyewaan Lapangan Olahraga. *BIOS: Jurnal Teknologi Informasi Dan Rekayasa Komputer*, 3(1), 9–16. <https://doi.org/10.37148/bios.v3i1.35>
- Ibrahim, F. R., Syifa, F. T., & Pujiharsono, H. (2023). Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 5(2), 63–73. <https://doi.org/10.20895/jtece.v5i2.844>
- Irmansyah, T., Munadi, R., & Santoso, I. H. (2024). Sistem Monitoring Suhu, Ph Dan Tds Berbasis Internet Of Things Untuk Kolam Ikan Koi. *E-Proceeding of Engineering*, 11(6), 6416–6422.
- Jatnika, H., Rifar, M. F., Purwanto, Y. S., & Karmila, S. (2021). Monitoring Kualitas Air Berbasis Smart System Untuk Ketersediaan Air Bersih Desa Ciaruteun Ilir, Kec. Cibungbulang, Kab. Bogor. *KILAT*, 10(1), 89–100. <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i1.1042>

- Lenardo, G. C., Herianto, & Irawan, Y. (2020). Pemanfaatan Bot Telegram Sebagai Media Informasi Akademik di STMIK Hang Tuah Pekanbaru. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 1(4), 351–357.
- Manurung, C. T. H., Arifin, J., Syifa, F. T., & Rochmanto, R. A. (2022). Pemanfaatan ESP32 sebagai Sistem Pemantauan Kualitas Air Keran Siap Minum secara Real-Time Menggunakan Aplikasi. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering*, 4(2), 93–98. <https://doi.org/10.20895/jtece.v4i2.535>
- Putri, S. A., Novayelinda, R., Amir, Y., Ernawaty, J., Indriati, G., Zuhra, R. M., & Tampubolon, N. R. (2024). PAKET EDUKASI HIDUP SEHAT “MINUM YANG CUKUP UNTUK ANAK CEMERLANG” DAN PEMERIKSAAN WARNA URIN SEBAGAI SKRINING SEDERHANA UNTUK KEADEKUATAN MINUM PADA ANAK USIA SEKOLAH. *Communnity Development Journal*, 5(6), 12917–12924.
- Reinanda, M. A., Sulu, V. N., Alfredo, R. B., & Rochadiani, T. H. (2024). IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN SENSOR DS18B20 DAN FLOAT SENSOR UNTUK MONITORING SUHU DAN KETINGGIAN AIR PADA PROSES MEMANDIKAN BAYI. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(3), 3824–3829.
- Revansyah, M. A., Wms, P., Putriyani, M., Ayu, N. P., Men, L. K., Setianto, Fitriawati, Safriani, L., Syakir, N., & Aprilia, A. (2022). ANALISIS TDS, PH, DAN COD UNTUK MENGETAHUI KUALITAS AIR WARGA DESA CILAYUNG. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 12(02), 43–49.
- Rohadiat, R., & Fitriyani. (2023). IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN CONTROLLING SUHU OTOMATIS DI PT. KEBERLANJUTAN STRATEGIS INDONESIA. *JURNAL RESPONSIF*, 5(2), 425–433. <https://ejurnal.ars.ac.id/index.php/jti>
- Suriana, I. W., Setiawan, I. G. A., & Graha, I. M. S. (2021). Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Punia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram. *Jurnal Ilmiah Telsinas*, 4(2), 11–20.
- Syahfiqri, M. M., Kuswara, E., Nugraha, M. I., & Saputra, Z. (2023). Rangkaian Pengkondisi Sinyal dan Regresi Linier sebagai Metode Peningkatan Akurasi Pembacaan Sensor TDS pada Sistem Hidroponik. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 1(1), 130–138.