JOURNAL OF INSTRUMENTATION AND HARDWARE
ISSN: 3047-180X (Online)
Vol. 4 No. 1 (2026) 36 – 43
https://jih.akamigas.ac,.id/index.php/inhardware

INHARDWARE

Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32

Rionita Febriola Kustari[1], Wasis Waskito Adi[1], M. Zaky Zaim Muhtadi M[1]*

[1] *Program Studi Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas Cepu – Blora – Central Java, 58311, INDONESIA*

*Corresponding Author: zmuhtadi@esdm.go.id
DOI: https://doi.org/10.53026/21dpeb24

Article Info

Received: 26 September 2025
Accepted: 1 Juni 2026
Available online: 20 Juni 2026

Keywords

Monitoring system, Internet of Things, ESP32, pH sensor, TDS, Turbidity, Blynk

Abstrak

Air yang aman untuk dikonsumsi merupakan faktor kunci dalam menjaga kesehatan masyarakat dan mencegah berbagai penyakit yang ditularkan melalui air. Namun, pemantauan kualitas air secara manual di tingkat masyarakat masih kurang efisien dan rentan terhadap kesalahan manusia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini dilengkapi dengan sensor pH, TDS (Total Dissolved Solids), dan turbiditas untuk mengukur parameter utama kualitas air secara real-time. Data yang diperoleh dari sensor ditampilkan melalui aplikasi Blynk dan layar LCD 20x4, sehingga pengguna dapat memantau kondisi air secara langsung. Selain itu, sistem memberikan notifikasi otomatis apabila parameter kualitas air melebihi batas ambang yang telah ditetapkan sesuai standar kesehatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memantau kualitas air dengan akurat dan cepat, memberikan kemudahan dalam deteksi dini air yang tidak memenuhi standar konsumsi, serta menawarkan solusi digital yang efektif dan efisien dalam monitoring kualitas air di lingkungan masyarakat

Abstract

Safe drinking water is a key factor in maintaining public health and preventing various waterborne diseases. However, manual water quality monitoring at the community level is still inefficient and prone to human error. Therefore, this study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring system using the ESP32 microcontroller. This system is equipped with pH, TDS (Total Dissolved Solids), and turbidity sensors to measure key water quality parameters in real-time. Data obtained from the sensors is displayed through the Blynk application and a 20x4 LCD screen, allowing users to monitor water conditions directly. Additionally, the system provides automatic notifications if water quality parameters exceed predefined thresholds in accordance with health standards. Test results demonstrate that the system can accurately and quickly monitor water quality, facilitating early detection of water that does not meet consumption standards, and offering an effective and efficient digital solution for water quality monitoring in community environments

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license.

© 2026 TIK PEM Akamigas Publisher.
https://jih.akamigas.ac.id/index.php/inhardware

Journal of Instrumentation and Hardware Vol. 4 No. 1 (2026) p. 36-43

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan air minum sangat krusial bagi kehidupan manusia, dan hingga kini belum ditemukan zat lain yang mampu menggantikan fungsinya. Jika kebutuhan ini tidak terpenuhi, dapat terjadi dehidrasi serius yang berujung pada kematian [1]. Air tergolong sumber daya terbarukan karena keberadaannya selalu diperbarui secara alami melalui proses daur hidrologi. Hampir 70 persen permukaan bumi didominasi oleh air yang tersebar dalam bentuk laut, sungai, danau, serta air tanah. Meskipun jumlah air sangat melimpah, ketersediaannya sering kali terancam oleh perubahan iklim, polusi, dan penggunaan yang tidak berkelanjutan. Padahal, air berkualitas tinggi sangat dibutuhkan untuk memenuhi keperluan sehari-hari, terutama di daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Sayangnya, pencemaran udara, tanah, dan air semakin memperburuk kondisi ini [2].

Air minum yang aman untuk dikonsumsi umumnya tidak memiliki warna, bau, maupun rasa, serta tidak mengandung partikel atau endapan. Unsur utama penyusun air adalah hidrogen dan oksigen yang membentuk senyawa H_2O. Dalam tubuh manusia, air berperan penting sebagai pelarut zat, pengatur suhu, sumber mineral dan elektrolit, serta penjaga keseimbangan pH. Agar dapat diminum langsung, air minum harus memenuhi sejumlah kriteria tertentu sesuai dengan standar kualitas lingkungan yang telah ditetapkan [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Winatama dkk, kualitas air minum diukur berdasarkan beberapa parameter, di antaranya batas maksimum Total Dissolved Solids (TDS), yang diperbolehkan sebesar 500 mg/l, serta rentang pH yang direkomendasikan antara 6,5 hingga 8,5 sesuai standar yang berlaku [4]. Ketersediaan air minum yang layak tidak terlepas dari sistem distribusi yang andal sebagai bagian dari infrastruktur pendukung. Mayoritas masyarakat desa masih bergantung pada sumur sebagai sumber air utama, terutama di wilayah yang belum memiliki akses terhadap sistem distribusi air. Meskipun tersedia, sumber air alami seperti mata air tidak selalu memenuhi standar kelayakan untuk dikonsumsi.

Pada umumnya, air tanah atau air sumur memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan air permukaan. Meski terlihat jernih, air tanah sering kali mengandung konsentrasi mineral dan garam yang tinggi akibat peresapan melalui lapisan batuan. Kualitas serta jumlah air tanah di daerah datar sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan sekitar. Volume air bergantung pada luas daerah resapan, sementara kebersihannya sangat dipengaruhi oleh kondisi sanitasi lingkungan tempat air tersebut berada

Air yang tampak buram atau berubah warna biasanya menunjukkan adanya zat pencemar yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia, seperti mikroorganisme patogen dan logam berat. Kekeruhan yang tinggi mengurangi kejernihan air dan sering kali menandakan kehadiran partikel-partikel tersebut. Oleh karena itu, tingkat kekeruhan dapat digunakan sebagai indikator bahwa air tidak memenuhi standar kebersihan dan tidak layak konsumsi. Ketentuan mengenai batas maksimal kekeruhan dalam air telah ditetapkan dalam regulasi berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan RI (2023) [5]

Kekeruhan merupakan karakteristik optik pada air yang menghambat penetrasi cahaya akibat adanya partikel tersuspensi. Air dianggap keruh apabila mengandung partikel halus dalam jumlah besar, yang menyebabkan air terlihat gelap atau kotor. Meningkatnya konsentrasi partikel tersebut akan meningkatkan tingkat kekeruhan, sedangkan kejernihan air menunjukkan tingkat kekeruhan yang rendah [6]. Beberapa penyebab umum kekeruhan meliputi tanah liat, lumpur, pasir halus, dan bahan organik lainnya [7]. Untuk memastikan bahwa air memenuhi persyaratan konsumsi, diperlukan proses pengolahan seperti pencucian dan penyaringan. Filtrasi merupakan teknik pemurnian air yang banyak digunakan untuk menghilangkan partikel dan kontaminan agar air menjadi lebih bersih dan layak pakai. Proses ini dapat dilakukan dengan berbagai media filter, salah satunya adalah pasir [8].

Sistem penjernihan air berperan dalam meningkatkan kualitas air baku dengan mengurangi sejumlah parameter pencemar, seperti ion Fe dan Mn, tingkat keasaman (pH), serta total padatan terlarut (TDS) [9]. Salah satu tujuan utama dalam pengembangan sistem ini adalah untuk meningkatkan efektivitas operasionalnya. Pemantauan kualitas air dilakukan selama fase operasional guna memastikan efisiensi proses pembersihan. Salah satu parameter penting yang diukur adalah tingkat kekeruhan, yang berfungsi sebagai indikator kebersihan air. Teknologi pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) telah diterapkan dalam alat pemurni air untuk mengawasi berbagai aspek kualitas air secara otomatis [10].

Pemantauan kualitas air dapat dilakukan dengan memanfaatkan sensor tertentu. Beberapa sensor yang umum digunakan untuk mengukur kejernihan dan kandungan zat dalam air meliputi sensor pH, sensor kekeruhan (turbidity), serta sensor Total Dissolved Solids (TDS) [11]. Saat ini, pemantauan kualitas air masih banyak dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien dan menyulitkan pengguna dalam mengontrol kondisi air secara real-time. Oleh karena itu, sistem otomatis yang mampu mengendalikan pompa air serta melakukan pemantauan dari jarak jauh menjadi solusi yang lebih efektif. Sistem ini beroperasi secara waktu nyata dengan dukungan teknologi IoT, dan data yang diperoleh dapat ditampilkan melalui aplikasi seperti Blynk, yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol kondisi air secara langsung [12].

Dalam bidang elektronika, mikrokontroler ESP32 dapat diprogram menggunakan perangkat lunak seperti Arduino Integrated Development Environment (IDE). Arduino IDE merupakan platform pemrograman yang umum digunakan untuk berbagai jenis mikrokontroler, termasuk ESP32. Karena fleksibilitasnya, platform ini

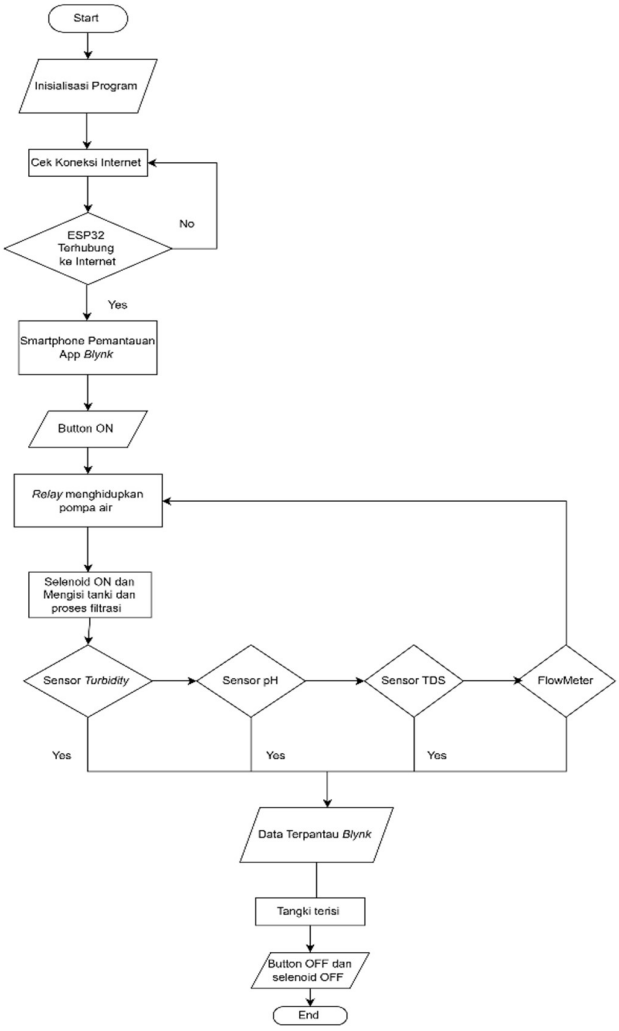
banyak dipilih untuk mengembangkan sistem berbasis IoT. ESP32 mampu membaca dan mengolah data dari sensor pH serta sensor kekeruhan, lalu menampilkan hasilnya melalui layar LCD atau antarmuka pengguna. Program yang dikembangkan untuk sistem ini diuji guna memastikan bahwa seluruh sensor dan komponen berfungsi dengan optimal [13].

Penelitian yang dilakukan oleh Sasmoko menggunakan ESP32 untuk memantau kualitas air berdasarkan data yang diperoleh dari sensor pH, yang kemudian dikirimkan ke aplikasi Blynk [14]. ESP32 berperan sebagai pusat pengelolaan data dalam sistem ini. Pemilihan ESP32 didasarkan pada sejumlah pertimbangan, salah satunya adalah karena beberapa sensor yang digunakan bersifat analog. ESP32 memiliki pin ADC (Analog to Digital Converter) yang memungkinkan konversi sinyal analog ke digital untuk berbagai bidang termasuk untuk mendeteksi gerakan[15], sehingga cocok untuk memenuhi kebutuhan sensor-sensor tersebut [16].

Beberapa studi telah memanfaatkan teknologi IoT dalam pemantauan air, tetapi belum sepenuhnya mengintegrasikan ESP32 sebagai pusat pengelolaan data dengan fitur yang memungkinkan konversi sinyal analog ke digital secara optimal. Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi dengan merancang sistem yang lebih otomatis dan responsif, sehingga pengguna dapat memantau kualitas air secara akurat dan efisien dari jarak jauh.

2. METODA

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif dengan desain rekayasa teknologi (*engineering research*) yang berfokus pada pengembangan dan implementasi sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT). Desain penelitian ini dipilih untuk menghasilkan solusi teknologi yang aplikatif dan terukur dalam mengatasi permasalahan pemantauan kualitas air secara real-time. Langkah-langkah dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 *Flow Chart Langkah-Langkah Penelitian*

Journal of Instrumentation and Hardware Vol. 4 No. 1 (2026) p. 36-43

2.1. Desain Sistem dan Instrumentasi

Sistem pemantauan dirancang dengan arsitektur terintegrasi yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama. Pemilihan ESP32 didasarkan pada kemampuannya dalam menangani komunikasi wireless, kapasitas pemrosesan yang memadai, serta efisiensi daya yang optimal untuk aplikasi IoT. Sistem ini mengintegrasikan tiga sensor utama untuk mengukur parameter kritis kualitas air: (1) sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman atau basa dengan rentang pengukuran 0-14, (2) sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) untuk mendeteksi total padatan terlarut dengan rentang 0-1000 ppm, dan (3) sensor turbiditas untuk mengukur tingkat kekeruhan air dengan rentang 0-1000 NTU (*Nephelometric Turbidity Units*).

2.2. Alur Kerja Sistem Pemantauan Kualitas Air

Berdasarkan diagram alir yang dirancang tersebut seperti ditunjukan dalam gambar 1, sistem pemantauan kualitas air bekerja melalui serangkaian tahapan terintegrasi. Proses dimulai dengan inisialisasi program pada mikrokontroler ESP32. Selanjutnya, sistem secara otomatis melakukan verifikasi koneksi internet dan terus melakukan pengecekan hingga koneksi berhasil terbentuk. Hal ini penting mengingat komunikasi dengan aplikasi Blynk memerlukan konektivitas yang stabil untuk memastikan data dapat dikirim dan diterima secara real-time. Setelah terhubung ke internet, pengguna dapat mengaktifkan sistem melalui aplikasi Blynk yang kemudian mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan relay dan pompa air. Aktivasi pompa ini diikuti dengan pembukaan katup solenoid yang memulai proses pengisian tangki sekaligus menjalankan sistem filtrasi air.

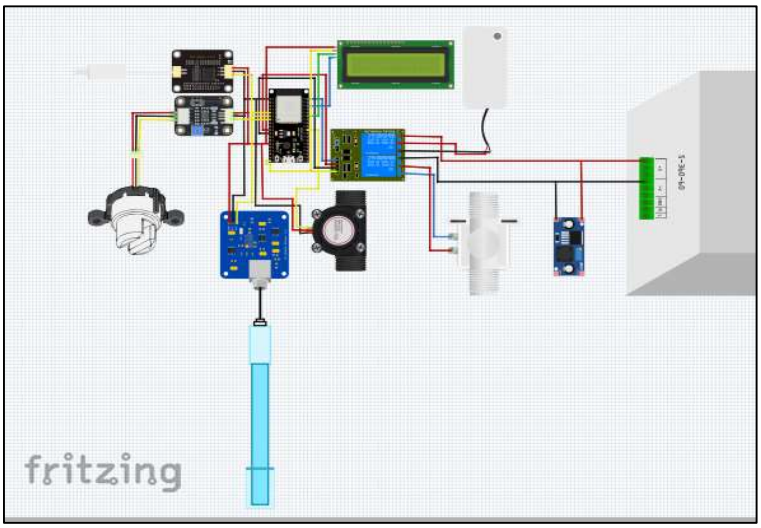
Selama proses pengisian berlangsung, empat sensor utama bekerja secara simultan untuk memantau kualitas air. Sensor turbiditas mengukur kejernihan air, sensor pH mendeteksi tingkat keasaman, sensor TDS mengukur padatan terlarut, dan flowmeter memantau laju aliran air. Data dari keempat sensor ini dievaluasi dan jika memenuhi standar yang ditetapkan, informasi ditampilkan secara real-time pada aplikasi Blynk.

Sistem terus beroperasi hingga tangki terisi penuh, kemudian pengguna dapat menonaktifkan sistem melalui tombol pada aplikasi yang akan mematikan solenoid dan menghentikan aliran air. Setelah proses selesai, sistem memasuki mode idle dan siap untuk siklus berikutnya. Keseluruhan proses ini dirancang untuk berjalan otomatis dengan intervensi minimal dari pengguna, namun tetap memberikan kontrol penuh melalui aplikasi monitoring.

2.3. Desain Rangkaian Elektrik Sistem Monitoring

Gambar 2 menampilkan skematik rangkaian elektrik sistem pemantauan kualitas air yang dirancang menggunakan perangkat lunak Fritzing. Arsitektur sistem ini mengintegrasikan berbagai komponen elektronik yang saling terhubung untuk membentuk sistem pemantauan yang komprehensif dan otomatis.

Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai unit pemrosesan sentral yang mengoordinasikan seluruh operasi sistem. Komponen ini dipilih karena kemampuannya dalam menangani multiple input/output serta fitur konektivitas wireless yang terintegrasi. ESP32 terhubung dengan display LCD 20x4 melalui protokol I2C untuk menampilkan informasi parameter kualitas air secara lokal. Konfigurasi I2C dipilih untuk mengoptimalkan penggunaan pin GPIO pada mikrokontroler.



Gambar 2 *Skematik rangkaian elektrik sistem*

Sistem sensor yang terimplementasi mencakup tiga sensor utama untuk parameter kualitas air yang diposisikan langsung dalam media air. Sensor-sensor ini terhubung ke ESP32 melalui modul antarmuka yang berfungsi sebagai signal conditioning untuk memastikan pembacaan yang akurat dan stabil. Flow meter dipasang pada jalur inlet untuk memantau volume air yang masuk ke dalam sistem secara real-time.

Komponen aktuator direalisasikan melalui modul relay satu channel yang beroperasi sebagai saklar elektromekanik untuk mengendalikan pompa air. Relay ini memungkinkan mikrokontroler dengan tegangan operasi rendah (3.3V) untuk mengontrol pompa yang beroperasi pada tegangan AC yang lebih tinggi dengan aman. Konfigurasi pengkabelan menunjukkan sistem yang mempertimbangkan aspek keamanan dan isolasi elektrik antara rangkaian kontrol dan rangkaian daya.

Keseluruhan komponen terintegrasi dalam satu sistem yang kohesif dengan jalur komunikasi data dan distribusi daya yang terorganisir. Desain rangkaian ini memungkinkan sistem untuk beroperasi secara otomatis dalam melakukan pemantauan parameter kualitas air, pengolahan data, dan pengendalian aktuator berdasarkan logika yang telah diprogram dalam mikrokontroler

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan dipaparkan hasil implementasi sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah dibuat. Fokus utama adalah dalam hal konektivitas, integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta hasil pengukuran kualitas air. Tujuannya adalah untuk menilai sejauh mana sistem dapat memantau kualitas air secara langsung dan mudah diakses melalui berbagai antarmuka pengguna. Selanjutnya, akan dijelaskan hasil pengujian konektivitas dan integrasi pada sistem ini.

3.1. Pengujian Konektivitas dan Integrasi Sistem Pemantauan

Implementasi sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT memerlukan validasi menyeluruh terhadap kemampuan komunikasi dan visualisasi data. Pengujian konektivitas menjadi aspek krusial dalam memastikan bahwa informasi dari sensor dapat ditransmisikan dan ditampilkan secara akurat melalui berbagai antarmuka pengguna. Penelitian ini melakukan serangkaian pengujian komprehensif terhadap dua komponen visualisasi utama: display LCD lokal dan platform cloud Blynk, yang keduanya berperan vital dalam menyediakan akses informasi real-time.

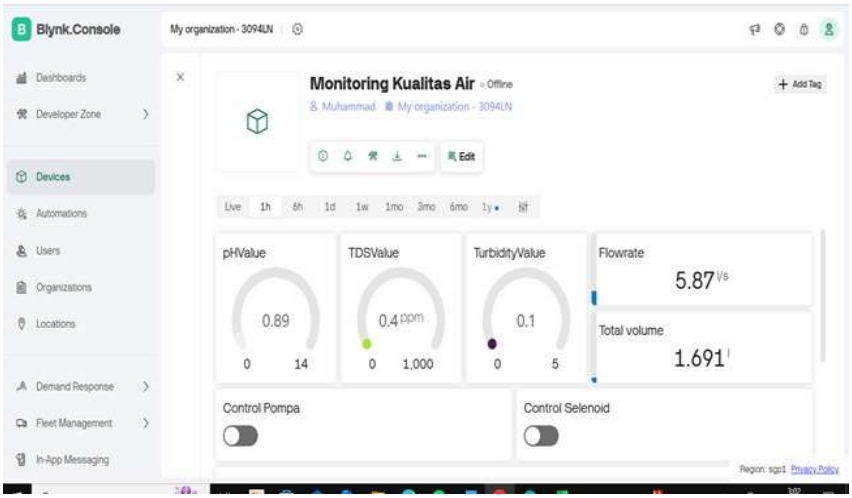
Modul LCD 20x4 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 menunjukkan bahwa LCD mampu menampilkan parameter-parameter kualitas air secara simultan dan berkelanjutan seperti ditunjukan dalam gambar 3. Keberhasilan ini mengindikasikan bahwa protokol komunikasi I2C berfungsi optimal dalam menangani transfer data multi-parameter. Visualisasi lokal melalui LCD menjadi sangat penting terutama dalam kondisi di mana konektivitas internet tidak tersedia, memastikan sistem tetap dapat dipantau secara langsung di lokasi instalasi.



Gambar 3. *Visualisai lokal melalui LCD*

Pengujian konektivitas *cloud* dilakukan untuk memvalidasi kemampuan sistem dalam mengirimkan data ke platform Blynk melalui jaringan WiFi seperti ditunjukan dalam gambar 4. Proses autentikasi menggunakan token unik memastikan keamanan transmisi data antara perangkat IoT dan server cloud. Implementasi berbagai widget visualisasi pada platform Blynk, termasuk LCD virtual, value display, dan gauge meter, memberikan fleksibilitas dalam representasi data sesuai preferensi pengguna. Hasil pengujian menunjukan data yang dapat ditampilkan pada LCD fisik maupun pada aplikasi Blynk, baik melalui antarmuka web maupun aplikasi mobile.

Journal of Instrumentation and Hardware Vol. 4 No. 1 (2026) p. 36-43



Gambar 4. *Visualisai melalui Blynk*

Implementasi sistem visualisasi ganda ini juga memfasilitasi aksesibilitas yang lebih luas, di mana dapat memantau data sistem melalui LCD, sementara monitoring jarak jauh dapat dilakukan melalui aplikasi Blynk. Kemampuan platform Blynk dalam menyimpan historical data juga memberikan nilai tambah untuk analisis tren kualitas air dalam periode waktu tertentu, sebuah fitur yang tidak dapat direalisasikan melalui display LCD konvensional. Integrasi yang berhasil antara komponen hardware lokal dan platform cloud menunjukkan kematangan desain sistem dalam mengadopsi paradigma IoT untuk aplikasi pemantauan lingkungan.

3.2. Analisis Kinerja Sistem dan Hasil Pengujian Kualitas Air

Hasil pengujian terhadap empat sampel air yang berbeda dalam sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT dimasukan dalam Tabel 1. Analisis menunjukkan nilai yang signifikan dalam parameter kualitas air dan kemampuan sistem dalam mendeteksi spektrum kondisi air yang luas, mulai dari air dengan kualitas sangat buruk hingga air yang memenuhi standar konsumsi optimal.

Sampel air keruh sebelum filtrasi menunjukkan kondisi kritis dengan nilai pH berkisar antara 2,31-2,57, jauh di bawah standar minimum yang bernilai 6,5. Tingkat keasaman ekstrem ini mengindikasikan kontaminasi signifikan yang berpotensi membahayakan kesehatan. Nilai turbiditas yang mencapai 12,7-15,3 NTU melampaui batas maksimum 5 NTU, menunjukkan tingginya konsentrasi partikel tersuspensi. Menariknya, nilai TDS yang terukur sangat rendah (0,27-0,28 ppm), fenomena yang dapat dijelaskan oleh dominasi kontaminan non-ionik atau partikel organik yang tidak berkontribusi terhadap konduktivitas elektrik air.

Tabel 1. *Hasil Analisa/Evaluasi Pengukuran*

Jenis Air	pH	TDS (ppm)	Turbidity (NTU)	Status Evaluasi
Air Keruh (Sebelum Filtrasi)	2.31 – 2.57	0.27 – 0.28	12.7 – 15.3	Tidak layak (pH & turbidity jauh dari standar)
Air Bening (Sesudah Filtrasi)	6.45 – 6.60	0.12 – 0.14	1.0 – 1.8	Layak (pH nyaris batas bawah, TDS & turbidity baik)
Air PDAM Blora	6.43	41.5	0.37	Layak (pH sedikit di bawah standar minimal)
Air Cleo	7.0	26	0.2	Sangat layak (semua parameter sesuai)

Proses filtrasi menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan kualitas air. Nilai pH mengalami peningkatan dramatis menjadi 6,45-6,60, mendekati batas minimum standar dan masuk dalam kategori layak konsumsi. Penurunan turbiditas hingga 1,0-1,8 NTU mendemonstrasikan efisiensi sistem filtrasi dalam menghilangkan partikel tersuspensi dengan tingkat reduksi mencapai lebih dari 90%. Perubahan nilai TDS yang minimal mengonfirmasi bahwa sistem filtrasi bekerja secara selektif terhadap partikel makro tanpa secara signifikan mempengaruhi kandungan mineral terlarut.

Perbandingan dengan air PDAM Blora yang memiliki pH 6,43 memberikan benchmark regional untuk kualitas air yang didistribusikan secara publik. Meskipun nilai pH sedikit di bawah standar ideal, kombinasi dengan TDS 41,5 ppm dan turbiditas 0,37 NTU menunjukkan bahwa air tersebut masih dalam kategori aman untuk dikonsumsi. Nilai TDS yang lebih tinggi dibandingkan air hasil filtrasi mengindikasikan keberadaan mineral alami yang justru bermanfaat bagi kesehatan dalam konsentrasi yang tepat.

Selanjutnya air kemasan Cleo saat percobaan menunjukan parameter dengan pH netral 7,0, TDS 26 ppm, dan turbiditas 0,2 NTU. Kemampuan sistem dalam mendeteksi dan membedakan kualitas air premium ini memvalidasi akurasi sensor-sensor yang digunakan. Konsistensi pembacaan pada rentang nilai yang berbeda-beda menunjukkan linearitas respons sensor yang baik dan kalibrasi yang tepat.

Keberhasilan sistem dalam mengidentifikasi variasi kualitas air dari kondisi tidak layak hingga sangat layak membuktikan sensitivitas dan rentang dinamis yang memadai untuk aplikasi pemantauan *real-time*. Integrasi sensor pH, TDS, dan turbiditas memberikan profil kualitas air yang holistik, memungkinkan evaluasi multi-parameter yang lebih komprehensif dibandingkan sistem pemantauan konvensional yang umumnya hanya fokus pada parameter tunggal.

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemantauan kualitas air yang tidak hanya mampu melakukan pengukuran akurat namun juga menyediakan akses informasi real-time melalui platform IoT. Kemampuan sistem dalam mendeteksi air yang tidak memenuhi standar Permenkes memberikan layer proteksi tambahan bagi konsumen. Integrasi dengan platform Blynk memungkinkan monitoring jarak jauh yang sangat relevan untuk aplikasi di daerah terpencil atau instalasi pengolahan air skala komunitas.

Hasil pengujian mengonfirmasi bahwa teknologi IoT berbasis ESP32 dapat diimplementasikan untuk mengetahui kualitas air yang diuji. Sistem yang dikembangkan memberikan solusi praktis untuk tantangan monitoring kualitas air di Indonesia, khususnya dalam konteks keterbatasan akses terhadap laboratorium pengujian air konvensional. Keberhasilan implementasi ini membuka peluang untuk *scaling-up* dan replikasi di berbagai lokasi dengan kebutuhan pemantauan kualitas air yang serupa

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things yang terintegrasi dan andal untuk aplikasi monitoring real-time. Implementasi mikrokontroler ESP32 sebagai unit kontrol terbukti efektif dalam mengkoordinasikan data dari sensor pH, TDS, dan turbiditas, serta mentransmisikan informasi melalui dual-interface berupa LCD 20x4 dan *platform cloud* Blynk. Hasil pengujian terhadap empat sampel air dengan karakteristik berbeda menunjukan akurasi dan sensitivitas sistem yang baik. Sistem mampu mendeteksi variasi kualitas air mulai dari kondisi sangat buruk (pH 2,31-2,57; turbiditas 12,7-15,3 NTU) hingga kualitas premium (pH 7,0; turbiditas 0,2 NTU). Kemampuan sistem dalam mengidentifikasi air yang tidak layak konsumsi dan memberikan notifikasi peringatan secara otomatis merepresentasikan nilai tambah signifikan untuk aplikasi monitoring. Sistem ini memudahkan pengawasan *real-time* secara lokal maupun *remote*. Meski terbatas pada monitoring, keberhasilannya membuka peluang pengembangan sistem yang lebih lengkap untuk pengelolaan air secara cepat dan efisien

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Suryadi, "Sistem Kendali Dan Monitoring Tingkat Kekeruhan Air Pada Bak Filtrasi Sebagai Bahan Baku Air Bersih," *Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin*, 2013.

[2] K. Rafi, M. Fadhlan, N. Hendrarini, and M. Rosmiati, "Membangun Sistem Monitoring Penjernihan Air Berbasis Sensor," *Universitas Telkom*, 2017.

[3] Edition, Fourth., "Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda," *Environment, Climate Change and Health (ECH), Water, Sanitation, Hygiene and Health (WSH)*, 2022.

[4] A. Winatama, S. Sumaryo, and E. Kurniawan, "Rancang Bangun Perangkat Water Ionizer Sebagai Sistem Filtrasi Air Minum Dengan Menggunakan Metode Elektrolisis," *eProceedings of Engineering*, vol. 9, no. 5, 2022.

[5] Kementerian Kesehatan, "Permenkes No. 2," *Kemenkes Republik Indonesia*, vol. 151, pp. 10–17, 2023.

[6] W. Wagino and A. Arafat, "Monitoring Dan Pengisian Air Tandon Otomatis Berbasis Arduino," *Technologia: Jurnal Ilmiah*, vol. 9, no. 3, pp. 192–196, 2018.

[7] S. Bahri and K. Fikriyah, "Prototype Monitoring Penggunaan Dan Kualitas Air Berbasis Web Menggunakan Raspberry Pi," *eLEKTUM*, vol. 15, no. 2, 2018.

[8] Z. Zaenurrohman, H. Susanti, F. Hazrina, and S. Rahmat, "Sistem Penjernih Air Otomatis Dengan Filtrasi Berulang Dan Monitoring Kekeruhan Berbasis Iot," *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 8, no. 1, pp. 1–11, 2023.

[9] A. Andrie, S. Fatmawati, and H. Tehuayo, "Rancangan Sistem Penjernihan Air Baku Dengan Sistem Slow Sand Filter Di Desa Lekopancing Kab. Maros Sulawesi Selatan," *ILTEK*, vol. 11, no. 01, pp. 1523–1530, 2016.
[10] M. Orlando and W. Kasoep, "Sistem monitoring dan penjernihan air berdasarkan derajat keasaman (pH) dan kekeruhan pada bak penampungan air berbasis internet of things," *CHIPSET*, vol. 1, no. 01, pp. 17–22, 2020.
[11] N. Fahmi and S. Natalia, "Sistem pemantauan kualitas air budidaya ikan lele menggunakan teknologi IoT," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 4, pp. 1243–1248, 2020.
[12] T. Rikanto and A. Witanti, "Sistem Monitoring Kualitas Kekeruhan Air Berbasis Internet Of Thing," *Jurnal Fasilkom*, vol. 11, no. 2, pp. 87–90, 2021.
[13] R. Rezki, B. S. Nugroho, and N. Nurhasanah, "Rancang Bangun Alat Ukur Kualitas Air Berdasarkan pH Air dan Kekeruhan," *PRISMA FISIKA*, vol. 9, no. 3, pp. 297–303, 2021.
[14] D. Sasmoko, "Sistem monitoring aliran air dan penyiraman otomatis pada rumah kaca berbasis IoT dengan Esp8266 dan Blynk," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2020.
[15] Lilo Pringgo Antoro, Alfian Istighfarur Rizal, Asepta Surya Wardhana, and M Zaky Zaim Muhtadi, "Implementasi Sistem Keamanan Untuk Mendeteksi Gerakan Berbasis IoT Menggunakan Esp32-cam," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, 2024.
[16] K. D. Yasa, I. Janardana, and I. N. Budiastra, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Nilai Ph Dan Kadar Kekeruhan Air Pada Kolam Ternak Kodok Lembu Berbasis IoT," *Spectrum*, 2020.