

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING pH DAN KEKERUHAN AIR PADA TANDON KOMUNAL BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Sulihkhudin Aditya Risqi¹, Slamet Indriyanto^{*2}, Mas Aly Afandi³

^{1,3}Program Studi Teknik Telekomunikasi, Telkom University, Purwokerto, Indonesia

²Program Studi Teknik Elektro, Telkom University, Purwokerto, Indonesia

*e-mail: slamet@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kualitas air bersih di lingkungan perumahan sering kali menjadi permasalahan krusial, terutama terkait fluktuasi tingkat kekeruhan dan derajat keasaman (pH) pada tandon komunal. Kontaminasi endapan dan bahan organik dapat menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji prototipe sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32. Parameter yang dipantau meliputi tingkat kekeruhan (menggunakan sensor TDS), derajat keasaman (menggunakan sensor pH-4502C), serta volume air (menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04). Data pembacaan sensor diproses oleh ESP32 dan dikirimkan ke *server* berbasis web untuk dipantau secara *real-time* oleh warga tanpa memerlukan proses otentikasi (login). Sistem peringatan dini diimplementasikan menggunakan modul buzzer yang akan aktif jika parameter air melampaui ambang batas aman (TDS > 500 mg/L atau pH di luar rentang 6,5–8,5). Pengujian sistem menunjukkan bahwa akurasi pembacaan sensor pH mencapai rata-rata 98,83%, sensor TDS mencapai 99,65%, dan sensor ultrasonik mencapai 97,52%. Integrasi IoT berjalan optimal dengan pembaruan antarmuka website secara presisi sesuai dengan kondisi air. Sistem ini diharapkan dapat mempermudah warga dan pengelola tandon dalam menjaga sanitasi air secara proaktif.

Kata kunci: Kualitas Air; *Internet of Things*; ESP32; Tandon Komunal; Kekeruhan; pH.

Abstract

Clean water quality in residential areas is often a crucial issue, particularly regarding fluctuations in turbidity and acidity (pH) levels in communal water tanks. Contamination from sediment and organic matter poses significant health risks. This study aims to design and test an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring prototype using the ESP32 microcontroller. The monitored parameters include turbidity (using a TDS sensor), acidity (using a pH-4502C sensor), and water volume (using an HC-SR04 ultrasonic sensor). Sensor reading data is processed by the ESP32 and transmitted to a web-based server for real-time monitoring by residents without the need for authentication (login). An early warning system is implemented using a buzzer module that activates if water parameters exceed safe limits (TDS > 500 mg/L or pH outside the 6.5–8.5 range). System testing revealed that the average accuracy for the pH sensor was 98.83%, the TDS sensor was 99.65%, and the ultrasonic sensor was 97.52%. The IoT integration operated optimally, with the website interface updating precisely according to the water conditions. This system is expected to assist residents and tank operators in maintaining water sanitation proactively.

Keywords: Water Quality; Internet of Things; ESP32; Communal Water Tank; Turbidity; pH.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan fundamental bagi makhluk hidup, namun kualitas ketersediaannya sangat rentan terhadap permasalahan global seperti kontaminasi silang dan fasilitas sanitasi yang kurang memadai. Di lingkungan perumahan warga, ketersediaan air bersih umumnya disuplai melalui tandon komunal. Permasalahan utama yang kerap muncul adalah air keruh yang disebabkan oleh kontaminasi bakteri, endapan lumpur, serta tingginya kadar bahan organik yang terbawa dari sumber air tanah [1], [2]. Kondisi ini tidak hanya menurunkan tingkat kenyamanan penghuni, tetapi juga berpotensi memicu berbagai gangguan kesehatan, seperti penyakit kulit dan masalah pencernaan, yang sangat berisiko bagi kelompok rentan seperti anak-anak dan lanjut usia [3]. Penanganan secara konvensional umumnya mengandalkan penyaringan fisik mekanis atau proses koagulasi-flokulasi [4]. Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid dalam limbah cair agar partikel-partikel tersuspensi yang sangat halus dapat mengendap ke dasar tandon [4]. Meskipun langkah tersebut dapat mengatasi partikel kasar, pengawasan secara langsung terhadap kualitas kimiawi dan fisik air (seperti pH dan jumlah zat padat terlarut) tetap sulit dilakukan oleh warga secara *real-time*.

Beberapa penelitian terkait pemantauan tandon air pernah dilakukan oleh Az-Zikri [5] namun masih sebatas pemantauan tandon air. Penelitian lain mengembangkan sistem pemantauan kualitas air, seperti

Revansyah [6] menganalisis TDS, pH, dan COD pada air warga secara kuantitatif melalui uji laboratorium manual dan kualitatif melalui wawancara. Jatnika [7] merancang sistem *smart monitoring* kualitas air bersih, sedangkan Sasmoko [8] membangun sistem kontrol kekeruhan menggunakan sensor TDS-10 yang dihubungkan ke aplikasi *smartphone* via *platform* BLYNK. Meski pendekatan IoT telah mulai diadaptasi, belum banyak sistem yang mengintegrasikan pemantauan kekeruhan (TDS), tingkat keasaman (pH), kapasitas volume tandon, sistem peringatan alarm (*buzzer*), dan antarmuka website publik tanpa proses otentikasi login secara utuh di level perumahan.

Celah riset/*research gap* yang mendasar dari publikasi terdahulu terletak pada masalah aksesibilitas data dan eksklusivitas ekosistem pemantauan. Penggunaan aplikasi pihak ketiga yang mewajibkan pembuatan akun atau proses otentikasi masuk (*login*) terbukti menciptakan hambatan bagi warga awam, sehingga transparansi kondisi air komunal menjadi terbatas. Ketiadaan akses informasi yang inklusif ini menghilangkan fungsi kontrol sosial masyarakat terhadap kelayakan sanitasi lingkungan mereka sendiri. Selain itu, terdapat kesenjangan teknis di mana pemantauan kuantitas (volume air tandon) dan kualitas (pH dan TDS) sering kali dirancang secara terpisah. Belum ditemukan arsitektur IoT yang memadukan respons bahaya mekanis (*buzzer* lokal) dengan otomatisasi visual berbasis warna pada sebuah domain web terbuka. Kesenjangan struktural dan fungsional inilah yang diisi melalui penelitian ini, guna mendemokratisasi data kualitas air demi kepentingan publik

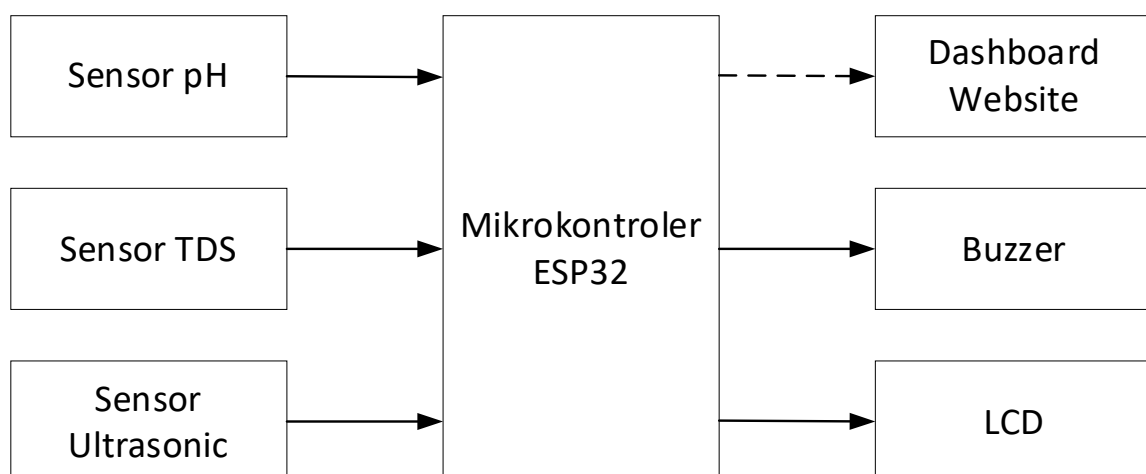
Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja sistem monitoring pH dan kekeruhan air berbasis mikrokontroler ESP32. Pengukuran parameter difokuskan pada nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) untuk indikasi partikel keruh, serta derajat keasaman (pH) menggunakan sensor pH-4502C. Data tersebut dikirimkan ke *server web*. Dengan sistem ini, pengelola atau penjaga tandon dapat menentukan waktu pengurusan yang tepat, dan warga perumahan dapat mengonsumsi air secara aman tanpa khawatir akan penurunan kualitas air secara tiba-tiba.

2. METODE

Sistem yang diusulkan terdiri dari integrasi perangkat keras berupa sensor dan mikrokontroler serta perangkat lunak berupa pemrograman dan antarmuka *website*. Perancangan ini dilakukan melalui beberapa tahap, dimulai dari spesifikasi perangkat, pengkabelan (*wiring*), penyusunan algoritma kontrol, hingga skenario pengujian komparatif.

2.1. Perancangan Perangkat Keras

Infrastruktur perangkat keras dibangun dengan unit pemrosesan utama berupa NodeMCU ESP32 (model WROOM-32), yang memiliki prosesor *dual-core* 32-bit (Tensilica Xtensa LX6) dengan frekuensi hingga 240 MHz, serta dukungan modul komunikasi Wi-Fi 802.11 b/g/n secara *on-board* [9]. Pemilihan ESP32 didasarkan pada kebutuhan pengiriman data secara nirkabel secara terus-menerus. Blok diagram sistem ditunjukkan pada gambar 1 dan skema rangkaian ditunjukkan pada gambar 2.

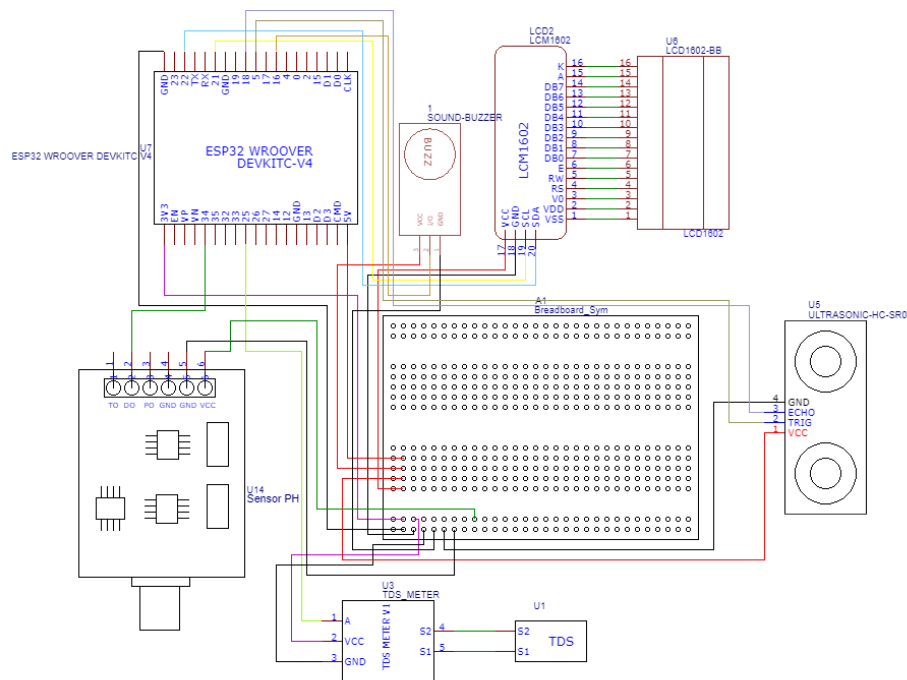


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Sistem input terdiri dari tiga sensor utama:

1. Sensor pH-4502C: Menggunakan elektroda kaca BNC yang bekerja dengan prinsip elektrokimia untuk mengukur konsentrasi ion hidrogen (H⁺) dalam air. Output analog dikonversi oleh *Analog to Digital Converter* (ADC) 12-bit pada ESP32.
2. Sensor TDS: Berfungsi mendeteksi konduktivitas air untuk menghitung total padatan terlarut (mg/L) [10]. Pin transmisi modul TDS dihubungkan ke Pin 15 pada ESP32.
3. Sensor Ultrasonik HC-SR04: Modul yang mengirimkan gelombang suara berfrekuensi 120 kHz untuk mengukur ketinggian level air pada tandon dengan akurasi nominal ± 3 mm [11], [12].

Output dari sistem ini melibatkan LCD 16x2 dengan modul I2C untuk pemantauan parameter *on-site* [13]. Selain itu, sebuah *buzzer* aktif dihubungkan untuk menghasilkan notifikasi suara berkelanjutan jika kualitas air dideteksi berada pada tingkat kritis. Rangkaian secara utuh dimasukkan ke dalam wadah proteksi (Box X6) untuk menghindari kerusakan perangkat elektronik akibat percikan air.



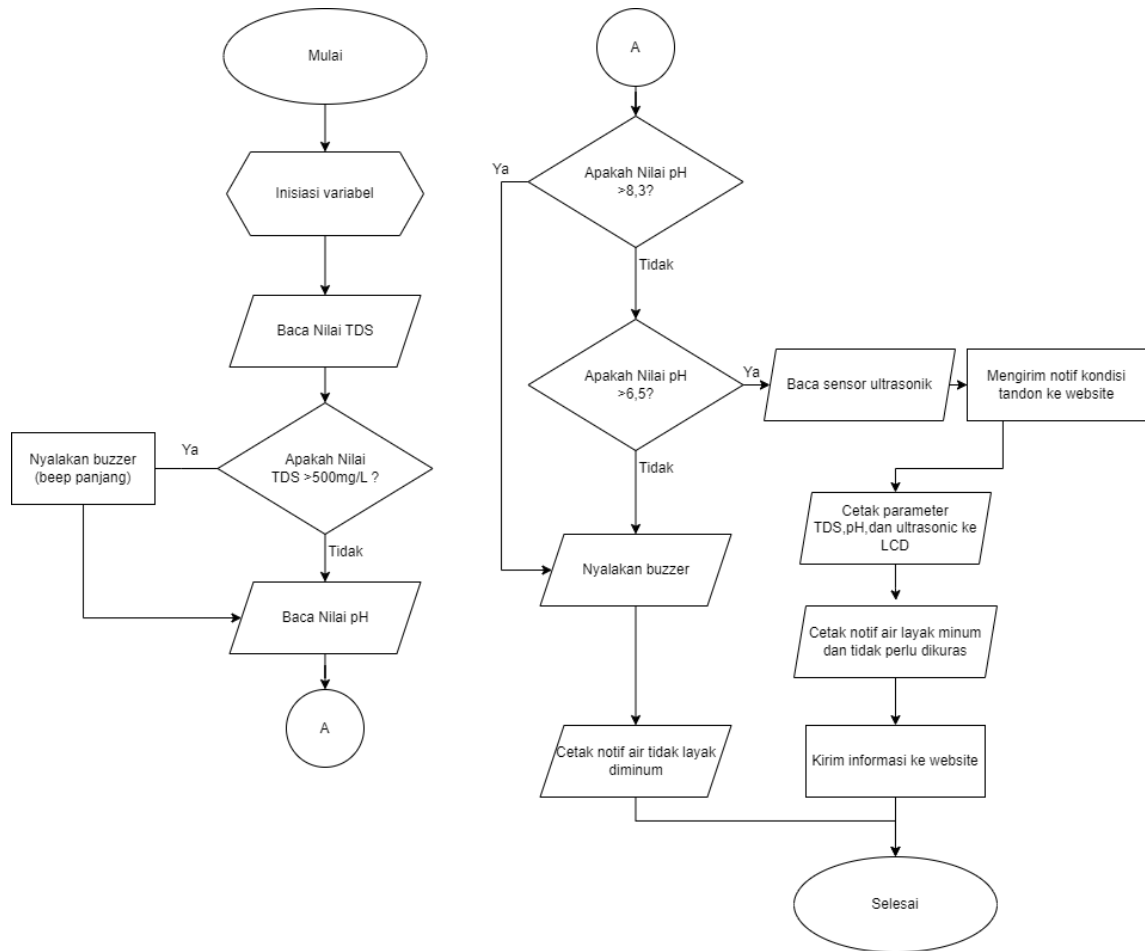
Gambar 2. Skema Rangkaian Perangkat Keras

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Algoritma utama disusun menggunakan *Integrated Development Environment* (Arduino IDE) berbasis bahasa C/C++. Alur program dimulai dengan inisiasi koneksi Wi-Fi dan deklarasi variabel pembacaan sensor. Parameter kritis ditetapkan mengikuti regulasi Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010, yakni ambang batas kelayakan TDS adalah ≤ 500 mg/L, dan tingkat pH netral berada pada interval 6,5 hingga 8,5 [10].

Jika pembacaan logika program menunjukkan nilai TDS melebihi batas atau pH kurang dari 6,5 / lebih dari 8,5, instruksi khusus akan dieksekusi: (1) ESP32 memicu sinyal HIGH pada pin *Buzzer* sehingga alarm berbunyi; (2) LCD menampilkan status "Tidak Layak/Kuras"; dan (3) antarmuka website mengubah indikator *dashboard* menjadi status bahaya/merah.

Antarmuka dikembangkan menggunakan *framework* berbasis *bootstrap* (HTML/CSS) untuk memfasilitasi visualisasi yang responsif di berbagai peramban, baik dari komputer maupun *smartphone* [14]. Aksesibilitas diatur secara publik (tanpa login) dengan basis *Internet Protocol* (IP Address) lokal atau *domain forwarding* guna mempermudah transparansi informasi bagi seluruh warga. *Flowchart* algoritma perangkat lunak ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Algoritma Perangkat Lunak

2.3. Skenario Pengujian Instrumen

Evaluasi sistem dilakukan secara berjenjang, dimulai dari kalibrasi masing-masing sensor hingga uji ketahanan konektivitas data IoT. Pengujian mengacu pada persamaan tingkat *Error absolut* (Persamaan 1) dan persentase Akurasi (Persamaan 2) [15]:

$$Error = \left| \frac{x-y}{y} \right| \dots \dots \dots (1)$$

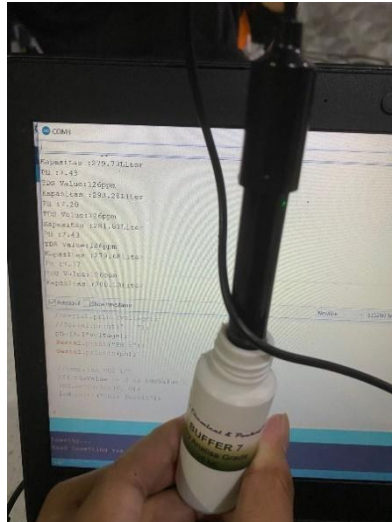
$$Akurasi = 100\% - Error \dots \dots \dots (2)$$

Di mana x adalah nilai pembacaan dari sensor ESP32, dan y merupakan instrumen pengukur standar industri (seperti pH meter buffer, TDS meter digital, dan mistar ukur konvensional). Pengujian fungsionalitas website diukur berdasarkan konsistensi pembaruan tampilan dasbor dalam interval 5 jam operasi *real-time*.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Pengujian Modul Sensor pH

Pengujian dilakukan sebanyak 10 iterasi dengan mencelupkan *probe* sensor ke dalam dua jenis cairan standar (pH *buffer solution* 4,00 dan 7,00) selama 10 detik. Skenario pengujian sensor pH ditunjukkan pada gambar 4 dan hasilnya ditunjukkan pada tabel 1.



Gambar 4. Pengujian Sensor pH dengan larutan pH Buffer

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor pH

pH Buffer	Rata-rata Pembacaan Sensor pH	Error (%)	Akurasi (%)
4	3,94	1,53	98,48
7	6,94	0,82	99,18
Rata-rata		1,17	98,83

Pada larutan *buffer* asam (4,00), pembacaan sensor berfluktuasi pada kisaran 3,90 hingga 3,98. Nilai rata-rata dari sensor menunjukkan angka 3,94 dengan deviasi *persentase error* sebesar 1,53%. Tingkat akurasi pada larutan asam terbukti sangat tinggi, yaitu mencapai rata-rata 98,52%. Selanjutnya, pada pelarutan *buffer* netral (pH 7,00), sensor mencatatkan hasil pengukuran berkisar di angka 6,88 hingga 6,98. Deviasi pada titik ini cenderung lebih rendah; nilai *error* tereduksi menjadi rata-rata 0,82% dan tingkat akurasi meningkat hingga menyentuh 99,18%. Secara keseluruhan, sensor telah terkondisikan dengan baik dan layak digunakan dalam mendeteksi kontaminasi asidifikasi air baku.

3.2. Pengujian Modul Sensor TDS

Uji performa sensor konduktivitas (*Total Dissolved Solids*) divalidasi terhadap TDS Meter pabrikan pada 4 variasi larutan suspensi yang berbeda: air kopi, air bersih, air berlumut, dan air garam. Setiap variasi direplikasi pengukurannya sebanyak 5 kali. Skenario pengujian sensor ditunjukkan pada gambar 5 dan hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.



Gambar 5. Pengujian Sensor TDS dengan Larutan Air Kopi

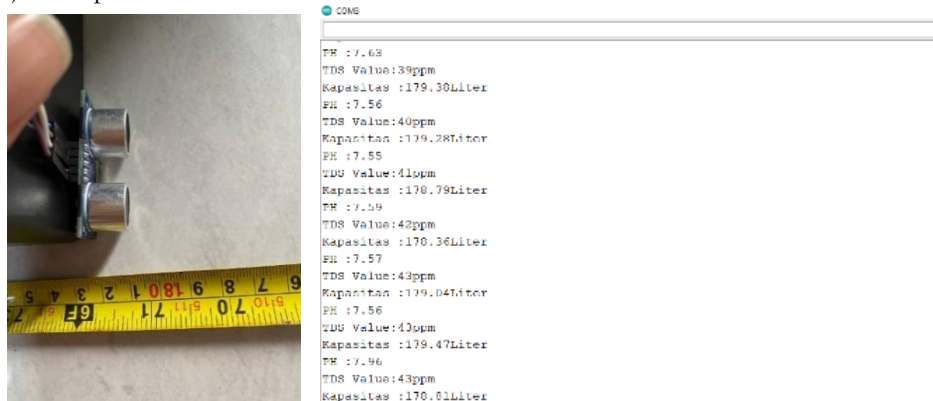
Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor TDS dengan Beberapa Larutan Berbeda

Larutan	TDS Meter (mg/L)	Rata-rata Pembacaan Sensor TDS (mg/L)	Error (%)	Akurasi (%)
Air Bersih	181	181,4	0,22	99,78
Larutan Kopi	287	288,6	0,56	99,44
Air Berlumut	640	638,6	0,22	99,78
Air Garam	553	550,8	0,40	99,60
Rata-rata			0,35	99,65

1. Air Bersih: Mendekati kondisi ideal tandon rumahan dengan rata-rata kepekatan partikel yang sangat rendah (sekitar 181 mg/L). Error tercatat rata-rata yaitu 0,22% dengan Akurasi 99,78%.
2. Larutan Kopi: Konsentrasi solid rata-rata tercatat di angka rata-rata 288,6 mg/L dengan margin eror rata-rata sebesar 0,56% dengan akurasi 99,44%.
3. Air Berlumut: Merepresentasikan kondisi tandon yang belum dikuras. TDS Sensor membaca kepadatan partikel tinggi rata-rata di angka 638,6 mg/L. Modul sensor juga dapat mempresentasikan pembacaan yang konstan dengan akurasi sebesar 99,78%.
4. Air Garam: Pengujian salinitas tinggi menunjukkan rata-rata error sebesar 0,40% dengan keandalan deteksi akurasi di 99,60%.

3.3. Pengujian Modul Sensor Ultrasonik

Pengukuran volume direpresentasikan melalui deteksi ketinggian (jarak pantulan air terhadap atap tandon). Pengukuran dilakukan menggunakan pita ukur manual (meteran) untuk skala jarak 5 cm hingga batas plafon tandon simulasi, yakni 180 cm. Skenario pengujian ditunjukkan pada gambar 6 dan hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3.



Gambar 6. Pengujian Sensor *Ultrasonic*

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor *Ultrasonic*

Meteran (cm)	Rata-rata Sensor <i>Ultrasonic</i> (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
5	5,73	14,60	85,40
25	24,80	0,80	99,20
50	50	0,00	100
75	74,3	0,93	99,07
100	100,6	0,60	99,40
150	149,31	0,46	99,54
180	180	0,00	100
Rata-rata		2,48	97,52

Hasil komparasi mendemonstrasikan bahwa pada jarak absolut pantulan terdekat (< 5 cm), *blind spot* dari transduser HC-SR04 mulai memberikan lonjakan eror hingga di atas 14%. Namun, pada jarak operasional 25 cm hingga 180 cm, sensor bekerja baik dengan persentase *error* yang turun secara drastis (di bawah 1%). Nilai rata-rata eror pembacaan untuk keseluruhan rentang skala jarak adalah sebesar 2,48% dan akurasi sebesar 97,52%. Kinerja ini dinilai cukup andal mengingat tinggi air (level) umumnya diukur secara makro (volume utuh).

3.4. Pengujian Integrasi Sistem Keseluruhan dan Internet of Things (IoT)

Implementasi sistem komprehensif dievaluasi melalui uji reliabilitas pengiriman serial data ke penampil antarmuka lokal (LCD) sekaligus transmisi menuju *server internet* melalui arsitektur routing (*IP Address*). Pengujian latensi dan fungsionalitas berbasis waktu disimulasikan selama 5 jam berturut-turut (Pukul 13.00 - 17.00). Hasil rekaman *server* tidak menemukan gejala pemutusan transmisi data. Pembacaan serial monitor Arduino IDE dan keluaran *website* menunjukkan presisi yang sangat identik (1:1) tanpa adanya reduksi data (*packet loss*). Tampilan antarmuka *dashboard website* monitoring ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Antarmuka Sistem Monitoring Berdasarkan Klasifikasi Kualitas Air).

Status pada *dashboard website* secara dinamis berubah melalui indikator pewarnaan grafis (*Conditional UI Formatting*):

1. Indikator Hijau (Aman): Berjalan pada kondisi air dengan pH netral (sekitar 7,4) dan TDS rendah (di bawah ambang batas).
2. Indikator Kuning (Waspada): Menunjukkan anomali awal, terjadi saat TDS mulai mengalami eskalasi (indikasi air mulai keruh) meskipun pH masih di ambang layak.
3. Indikator Merah (Bahaya): Sistem secara otomatis merespons apabila parameter jauh melampaui toleransi (misalnya TDS menembus lebih dari 600 mg/L dan/atau pH bersifat basa ekstrem / asam ekstrem). Pada kondisi ini, sistem alarm (buzzer) pada node fisik langsung terpicu, dan LCD menginstruksikan perintah "KURAS".

4. DISKUSI

Hasil studi empiris menegaskan kesesuaian arsitektur mikroelektronika dengan tujuan awal perancangan. Keberhasilan kalibrasi perangkat, yang terlihat dari angka probabilitas akurasi yang dominan berada di kisaran 98-99%, sebagian besar didukung oleh kapabilitas modul ADC 12-bit bawaan milik prosesor ESP32. ADC 12-bit sanggup melakukan digitalisasi sinyal voltase analog ke dalam 4096 variasi tingkatan kuantisasi, yang membuat pembacaan beda potensial dari reaksi senyawa kimia dalam elektroda sensor pH maupun resistivitas elektron dari sensor TDS dapat dikalkulasi secara presisi. Salah satu temuan fisis menunjukkan bahwa deteksi kekeruhan melalui resistensi partikel larut sangat berkorelasi dengan karakteristik tandon yang tidak pernah dikuras ($TDS > 500$ mg/L). Endapan lumpur dan perkembangan biosintesis alami (lumut) mempengaruhi konduktivitas elektrik air. Jika ditelaah berdasarkan parameter hidrologi dan panduan permenkes, air dengan suspensi TDS tinggi dan nilai pH tinggi (basa) sangat berisiko

dalam pembentukan residu mineral yang bisa bermuara pada deposit di organ ginjal manusia apabila diabsorpsi dalam periode jangka panjang [16]. Kehadiran modul sirine audio (buzzer) dan notifikasi visual pada antarmuka IoT menutup celah keterlambatan tindakan mitigasi ini.

Pengujian antarmuka menunjukkan keberhasilan dari transparansi data. Pendekatan tidak perlunya *credential login* atau kata sandi dapat mendemokratisasi pengawasan infrastruktur sipil perumahan. Semua penduduk kini memiliki andil yang sama sebagai pengawas pasif, menggeser beban yang selama ini hanya berada pada satu "penjaga tandon" konvensional. Batas operasional sensor ultrasonik HC-SR04 di area titik nol (0 cm - 5 cm) memang memicu distorsi bacaan akibat hambatan pantulan minimum (keterbatasan waktu rambat akustik) [11]. Meski demikian, anomali akurasi pada ketinggian plafon absolut tersebut tidak merusak stabilitas arsitektur keseluruhan, mengingat batas pelampung penghenti mekanis pada tandon air tidak pernah didesain rapat hingga rasio jarak ukur 0 cm. Rata-rata akurasi keseluruhan tetap superior dan memberikan visibilitas sisa cadangan suplai air bagi pihak warga secara konstan.

Meskipun sistem yang diusulkan telah memenuhi target fungsionalitasnya, beberapa ruang pengembangan (*future work*) dapat diimplementasikan pada penelitian selanjutnya untuk meningkatkan keandalan sistem. Pertama, untuk mengatasi lingkungan internal tandon yang memiliki kelembapan ekstrem, penggunaan sensor ultrasonik tipe *waterproof* (seperti JSN-SR04T) atau sensor berbasis laser *Time-of-Flight* (ToF) sangat direkomendasikan guna memperpanjang usia pakai komponen dan mengeliminasi *blind spot* jarak dekat. Kedua, stabilitas pembacaan sensor analog dapat dioptimalkan lebih lanjut dengan mengintegrasikan modul ADC eksternal beresolusi tinggi (seperti ADS1115) untuk memitigasi karakteristik *non-linearitas* yang sering terjadi pada ADC bawaan ESP32. Terakhir, fungsionalitas sistem dapat ditingkatkan dari sekadar pemantauan (*monitoring*) menjadi sistem kendali aktif (*controlling*), misalnya dengan menambahkan katup solenoid (*solenoid valve*) untuk otomatisasi pengurusan tandon saat air terdeteksi tidak layak, serta mengintegrasikan *gateway* notifikasi berbasis bot WhatsApp atau Telegram demi penyebaran informasi darurat yang lebih agresif.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian proses sintesis perancangan serta validasi fungsional, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu sistem pemantauan secara komprehensif terbukti kapabel mengukur kualitas dan kuantitas ketersediaan air tandon komunal warga, memanfaatkan teknologi komunikasi nirkabel dari mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang disalurkan melalui *platform website*. Warga berhasil mendapatkan akses transparansi tingkat pH dan TDS kapan saja. Dari kalibrasi instrumen perbandingan absolut, seluruh sensor input menampilkan performa tingkat tinggi. Sensor pH mencatatkan rata-rata kesalahan sebesar 1,17% dengan rata-rata akurasi mencapai 98,83%; Sensor TDS berfungsi stabil dengan angka eror agregat sangat minimal yakni 0,39% dan capaian akurasi 99,65%; serta modul pembaca ketinggian air tandon (ultrasonik) berhasil menampilkan nilai jarak dengan margin presisi di angka 97,52%. Sinkronisasi elemen terdistribusi secara utuh (*Hardware, Cloud API, Web GUI, dan Alarm/Buzzer*) terbukti dapat diandalkan tanpa putus waktu. Konfigurasi UI bereaksi akurat membedakan kondisi ideal (Hijau), limit peringatan (Kuning), serta parameter membahayakan yang melampaui nilai standar TDS > 500 mg/L dan rentang luar batas pH netral (Merah), sehingga dapat mereduksi kelalaian pengurusan tandon di perumahan warga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahardja ER, Yunika A. Perbaikan Kualitas Air dalam Pemanfaatan Mata Air Dusun Kapuhan. *Jurnal Atma Inovasia (JAI)* 2026;6:243–7.
- [2] Susilawati, Turnip NA, Siregar AK, Aqilah A. Pemanfaatan Koagulan Pac (Poly Aluminium Chloride) dengan Proses Koagulasi-Flokulasi untuk Menurunkan Kekeruhan Air. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan* 2026;4:16921–30. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.4851>.
- [3] Kuriando D, Noertjahyana A, Lim R. Pendeteksi Volume Air pada Galon Berbasis Internet of Things dengan Menggunakan Arduino dan Android. *Jurnal Infra* 2017;5.
- [4] Aisyah T, Arif Setiawan M, Setiawan A. Prototipe Sistem Monitoring Nirkabel Kualitas Air Minum di Tempat Layanan Galon Isi Ulang. *Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung (SENTER 2021)*, Bandung: 2021, p. 357–68.
- [5] Az-Zikri AN, Indriyanto S, Wicaksono A. Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Level Air Tandon Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik JSN-SR04T. *Jurnal*

- SINTA: Sistem Informasi Dan Teknologi Komputasi 2025;2:13–22.
<https://doi.org/10.61124/sinta.v2i1.38>.
- [6] Revansyah MA, Wms P, Putriyani M, Ayu NP, Men LK, Setianto, et al. Analisis TDS, PH, dan COD Untuk Mengetahui Kualitas Air Warga Desa Cilayung. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia* 2022;12:43–9.
- [7] Jatnika H. Monitoring Kualitas Air Berbasis Smart System Untuk Ketersediaan Air Bersih Desa Ciaruteun Ilir. *PETIR: Jurnal Pengkajian Dan Penerapan Teknik Informatika* 2021;14:181–92.
<https://doi.org/10.33322/petir.v14i2.1040>.
- [8] Sasmoko D, Rasminto H, Rahmadani A. Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga. *Jurnal Informatika UPGRIS* 2019;5:25–34.
<https://doi.org/doi.org/10.26877/jiu.v5i1.2993>.
- [9] Espressif. ESP-32 WROOM-32 Datasheet version 3.6. Shanghai: 2025.
- [10] Aneta R, Umboh JM, Sondakh RC. Analisis Tingkat Kekeruhan, Total Dissolved Solids (TDS) dan Kandungan Escherichia Coli Pada Air Sumur di Desa Arakan Kecamatan Tatapan. *Jurnal KESMAS* 2021;10:106–11.
- [11] Puspasari F, Fahrurrozi I, Satya TP, Setyawan G, Al Fauzan MR, Admoko EMD. Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya* 2019;15:36–9. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393>.
- [12] Yudha Kusuma D, Bayu Permatasari N, Rostira Pebriani R, Hudati I. Sensor Ultrasonik Waterproof A02YYUW Berbasis Arduino Uno Pada Sistem Pengukur Jarak. *Jurnal Listrik, Instrumentasi Dan Elektronika Terapan* 2021;2:14–9.
- [13] Falah FI, Dwiono W, Tamam MT. Rancang Bangun Alat Untuk Monitoring Parameter Pada Sistem Pemanen Energi Matahari Dengan Model Telemetry Multi Node Menggunakan Komunikasi Serial I2C. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro* 2020;2:31–8.
- [14] Susilawati T, Yuliansyah F, Romzi M, Aryani Ri. Membangun Website Toko Online Pempek NTHREE Menggunakan PHP dan MySQL. *JTIM: Jurnal Teknik Informatika Mahakarya* 2020;3:35–44.
- [15] Mukhsin, Pauzan M, Nuhasanah. Rancang Bangun Sistem Kontrol Watermeter PDAM Berbasis IoT. *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)* 2022;14:242–57.
<https://doi.org/10.22303/csrid.14.3.2022.242-257>.
- [16] Cahyani H, Harmadi, Wildian. Pengembangan Alat Ukur Total Dissolved Solid (TDS) Berbasis Mikrokontroler Dengan Beberapa Variasi Bentuk Sensor Konduktivitas. *Jurnal Fisika UNAND* 2016;5:371–7. <https://doi.org/doi.org/10.25077/jfu.5.4.371-377.2016>.