



# JREEC

**JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY,  
ELECTRONICS AND CONTROL**

homepage URL : <https://ejurnal.itats.ac.id/jreec>



## **Sistem Deteksi Kualitas Air Minum Kemasan dan Isi Ulang Berbasis Sensor pH dan Turbidity**

*Aditya Vahresi Ramadhan<sup>1</sup>, Kukuh Setyajid<sup>2</sup>, dan Lutfi Agung Swarga<sup>3</sup>*

*Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya<sup>1,2,&3</sup>*

### **INFORMASI ARTIKEL**

Jurnal JREEC – Volume xx  
Nomer xx, Desember 2025

Halaman:  
1 – 8  
Tanggal Terbit :  
20 Mei 2018

DOI:  
10.31284/j.JREEC.2017.v2i12.  
91

### **ABSTRACT**

*Water fit for drinking is a fundamental requirement that should adhere to quality benchmarks, ensuring it is appropriate and secure for utilization. Nevertheless, multiple accounts reveal that both packaged and replenished potable water still do not align with the stipulations, this is as detailed within the Regulation Number 2 of 2023 from the Indonesian Minister of Health. Frequently encountered problems include pH values going beyond the 6.5–8.5 limits and turbidity levels exceeding 5 NTU, potentially leading to health complications because of perilous impurities. Given this situation, this research endeavor focused on creating a system to identify drinking water quality, integrating a PH-4502C pH sensor alongside a SEN-0175 turbidity sensor, all driven by an ESP32 microcontroller. This setup incorporates an LCD to directly present the findings of the measurements. The obtained information undergoes processing to exhibit the pH quantity, degree of turbidity, confirm if the potable water is safe enough to drink. It is anticipated the newly created system could offer a resourceful, swift, and precise means of overseeing water quality while also boosting the public's understanding of why it's vital to consume safe drinking water.*

**Keywords:** *Drinking Water, ESP32, pH sensor, Turbidity Sensor, Water Quality,*

### **EMAIL**

[vahresismosh@gmail.com](mailto:vahresismosh@gmail.com)<sup>1</sup>  
[kukuh@untag-sby.ac.id](mailto:kukuh@untag-sby.ac.id)<sup>2</sup>  
[lutfiagung@untag-sby.ac.id](mailto:lutfiagung@untag-sby.ac.id)<sup>3</sup>

### **PENERBIT**

Jurusan Teknik Elektro-ITATS  
Alamat:  
Jl. Arief Rachman Hakim  
No.100,Surabaya 60117,  
Telp/Fax: 031-5997244

*Jurnal JREEC by Department  
of Elecreical Engineering is  
licensed under a Creative  
Commons Attribution-  
ShareAlike 4.0 International  
License.*

### **ABSTRAK**

Air minum adalah kebutuhan dasar yang wajib memenuhi parameter kualitas supaya layak dan aman dikonsumsi. Namun, sejumlah laporan menunjukkan bahwa air minum kemasan maupun isi ulang masih ditemukan yang tidak memenuhi ketentuan Permenkes Republik Indonesia No 2 Tahun 2023. Permasalahan yang sering terjadi meliputi nilai pH yang melebihi 6,5 – 8,5 serta tingkat kekeruhan yang melebihi 5 NTU, sehingga berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan akibat kontaminan berbahaya. Berdasarkan keadaan tersebut, studi ini merancang sebuah sistem untuk mendeteksi kualitas air minum dengan memanfaatkan sensor pH PH-4502C dan sensor kekeruhan SEN-0175 yang berbasis pada mikrokontroler ESP32. Sistem ini dilengkapi dengan LCD sebagai media penampil hasil pengukuran secara langsung. Data yang dihasilkan diolah untuk menampilkan nilai pH, tingkat kekeruhan, serta status kelayakan air minum. Diharapkan sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi pemantauan kualitas air yang efektif, cepat, dan tepat serta meningkatkan pengetahuan publik pentingnya mengonsumsi air minum yang sehat.

**Kata kunci:** Air Minum, ESP32, Kualitas Air, Sensor pH, Sensor Turbidity

## PENDAHULUAN

Air yang bisa diminum adalah kebutuhan fundamental bagi setiap individu yang harus dipenuhi setiap harinya untuk menjaga kesehatan dan keberlangsungan hidup. Sebagian besar unsur yang membentuk tubuh manusia adalah air, sehingga mutu air yang dikonsumsi mempengaruhi kinerja organ dan jalannya metabolisme. Air minum yang aman harus memenuhi standarisasi kesehatan dan terbebas dari zat berbahaya. Dalam kehidupan sehari-hari, pemenuhan kebutuhan air tidak hanya menitikberatkan pada jumlah, tetapi juga pada mutu yang terjamin. Dari sini, pengawasan dan pengelolaan kualitas air minum jadi hal yang sangat krusial.

Seiring berkembangnya gaya hidup modern, masyarakat cenderung memilih air kemasan dan air isi ulang karena dinilai lebih praktis dan mudah diperoleh. Produk ini banyak digunakan di rumah tangga, perkantoran, hingga fasilitas umum. Air minum kemasan dan isi ulang juga kerap dianggap lebih higienis dibandingkan air yang diolah sendiri. Namun, anggapan tersebut tidak selalu mencerminkan kondisi nyatanya. Pada kenyataannya, masih ditemukan air minum yang mutunya belum memenuhi standar kesehatan.

Berbagai hasil penelitian dan laporan dari instansi terkait diketahui bahwa sejumlah air kemasan dan isi ulang belum memenuhi kriteria fisik, kimia, dan mikrobiologi. Hal itu tidak sejalan dengan Permenkes Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 yang mengatur syarat kualitas (mutu) air minum layak konsumsi [1]. Ketidaksiharian kualitas air dapat disebabkan oleh proses pengolahan yang kurang optimal, peralatan yang tidak terawat, atau sumber air baku yang tercemar. Kondisi ini berpotensi menimbulkan dampak buruk bagi konsumen apabila air tersebut dikonsumsi secara terus-menerus. Oleh sebab itu, kepatuhan terhadap regulasi menjadi hal yang wajib bagi penyedia air minum.

Berdasarkan peraturan tersebut, air minum yang dinyatakan layak dikonsumsi harus memenuhi sejumlah persyaratan utama, di antaranya memiliki nilai pH dalam kisaran 6,5 – 8,5 serta tingkat kekeruhan tidak melebihi 5 NTU, bebas dari logam berat berbahaya seperti timbal (Pb) dan merkuri (Hg), serta tidak mengandung mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli* [2]. Parameter pH berperan penting dalam menjaga keseimbangan sistem pencernaan dan metabolisme tubuh. Sementara itu, tingkat kekeruhan yang tinggi dapat menjadi indikasi adanya partikel tersuspensi atau kontaminasi mikroba. Oleh karena itu, parameter pH dan kekeruhan menjadi indikator awal yang penting untuk kualitas air minum.

Air minum dengan kualitas yang tidak sesuai dapat menyebabkan banyak isu kesehatan. Mengonsumsi air dengan nilai pH di luar batas yang ditetapkan berpotensi menyebabkan gangguan pencernaan, iritasi lambung, serta mengganggu proses metabolisme tubuh. Tingkat kekeruhan yang tinggi juga dapat meningkatkan risiko infeksi akibat mikroorganisme patogen. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat menyebabkan penyakit pencernaan, infeksi, bahkan keracunan. Dampak tersebut tidak hanya memengaruhi kesehatan individu, tetapi juga meningkatkan beban layanan kesehatan serta menurunkan kualitas hidup masyarakat dan kepercayaan konsumen terhadap produk air minum [3].

Untuk meminimalkan risiko tersebut, diperlukan metode pemeriksaan kualitas air yang cepat, akurat, dan efisien. Pengujian kualitas air secara konvensional di laboratorium biasanya memerlukan waktu yang lama dan pengeluaran yang cukup signifikan. Maka dari itu, pemanfaatan teknologi sensor menjadi solusi yang efektif dan praktis. Sensor pH dan *Turbidity* mampu memberi informasi (data) secara langsung mengenai tingkat keasaman dan kekeruhan air. Sistem monitoring berbasis sensor ini memungkinkan identifikasi air yang tidak memenuhi standar secara *real-time*, sehingga memudahkan masyarakat, pelaku usaha, dan instansi terkait dalam pengawasan kualitas air minum [4].

Berdasarkan penjelasan diatas, penelitian ini menyusun & mengembangkan sebuah sistem deteksi kualitas (mutu) air minum kemasan dan isi ulang berbasis sensor pH dan *Turbidity*. Sistem tersebut dibuat untuk memberikan informasi kuantitatif mengenai kondisi air serta klasifikasi kelayakan konsumsi. Dengan adanya mekanisme ini, diharapkan dapat mengurangi kemungkinan dampak kesehatan yang disebabkan oleh pemakaian air yang tidak sesuai dengan *standard*. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat menumbuhkan kepercayaan masyarakat terhadap produk air minum. Penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan teknologi monitoring kualitas air berbasis sensor dan mikrokontroler untuk skala rumah tangga maupun industri [5].

## TINJAUAN PUSTAKA

### ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan untuk menggantikan ESP8266 diproduksi oleh *Espressif Systems*. Alat ini dilengkapi dengan modul WiFi yang sudah terintegrasi dalam satu *chip*, sehingga ideal untuk pengembangan aplikasi yang berfokus pada *Internet of Things* (IoT). Dibandingkan dengan generasi sebelumnya, ESP32 menawarkan performa yang lebih baik serta fitur yang lebih beragam [6]. ESP32 merupakan modul IoT yang efisien dan layak digunakan karena memungkinkan perangkat elektronik, baik lama maupun *entry-level*, untuk terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan [7]. ESP32 memiliki prosesor hingga 240 MHz serta memori RAM dan flash yang memadai untuk menjalankan program kompleks. Selain itu, mikrokontroler ini mendukung berbagai antarmuka komunikasi seperti SPI, I2C, UART, ADC, dan PWM, sehingga mudah diintegrasikan dengan beragam sensor dan aktuator.

### PH-4502C dan Probe

pH, atau daya hidrogen, merupakan satuan yang menggambarkan tingkat ke-asaman atau alkalinitas suatu substansi berdasarkan konsentrasi ion hidrogen yang ada di dalamnya. Skala pH berfungsi dalam rentang 1 sampai 14, dimana pH 7 sebagai titik netral; nilai di bawah 7 menunjukkan karakter asam, sedangkan nilai di atas 7 menunjukkan karakter basa. Alat pengukur pH PH-4502C dimanfaatkan untuk melakukan pengukuran nilai pH pada cairan & dilengkapi elektroda khusus yang juga memungkinkan pengukuran pada bahan semipadat [8]. Sensor ini bekerja berdasarkan proses elektrokimia antara elektroda kaca pada *probe* dan ion hidrogen dalam larutan, yang menghasilkan perbedaan potensial listrik sebagai keluaran pengukuran. Pada penelitian kualitas air sumur dan mata air, Sensor pH PH-4502C memperlihatkan tingkat ketelitian yang luar biasa, yaitu antara 98 hingga 100 persen ketika dibandingkan dengan peralatan pengukur yang merupakan acuan [9].

### SEN-0175 (Turbidity)

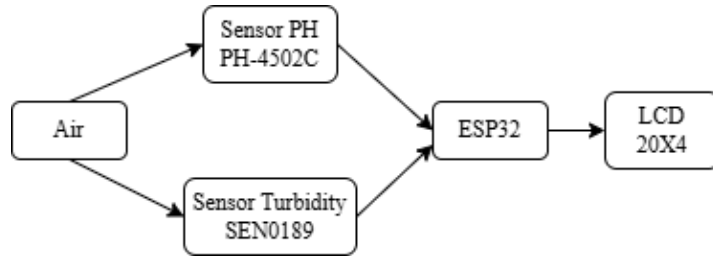
Sensor Kekeruhan SEN-0175 merupakan alat optik yang dirancang untuk menilai kadar kekeruhan air. Alat ini beroperasi dengan memancarkan cahaya inframerah ke dalam air dan mendeteksi variasi dalam intensitas cahaya yang disebabkan oleh hamburan partikel yang terlarut. Intensitas cahaya tersebut dikonversi menjadi sinyal analog yang dibaca mikrokontroler melalui ADC dan diolah menjadi satuan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) sebagai indikator kekeruhan air [10].

### LCD 20X4

LCD 20×4 adalah layar alfanumerik yang dirancang untuk menampilkan informasi dalam empat baris, di mana setiap baris mampu memuat hingga 20 karakter. Dengan kapasitas tampilan tersebut, LCD ini sangat cocok digunakan untuk menampilkan data, teks, maupun informasi sistem secara jelas dan terstruktur. Setiap karakter disusun dari matriks piksel berukuran 5×7 dan telah dilengkapi dengan karakter standar bawaan. LCD ini juga dilengkapi modul I2C yang terpasang di bagian belakang, sehingga proses pemasangan menjadi lebih sederhana dan penggunaan pin mikrokontroler dapat dihemat [11].

## METODE

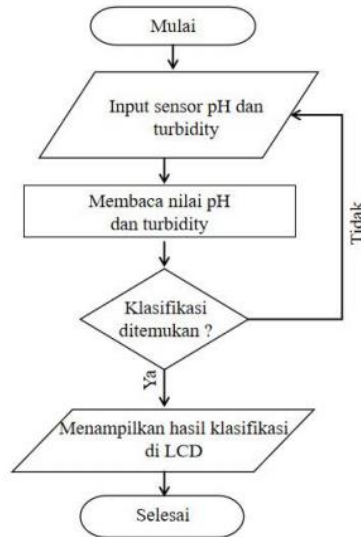
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan fokus pada pengumpulan dan pengolahan data numerik yang dihasilkan oleh sensor pH dan sensor kekeruhan dalam sistem monitoring kualitas air. Data diperoleh melalui pembacaan sensor secara *real-time* dan berulang, kemudian diolah menggunakan analisis statistika sederhana seperti perhitungan nilai rata-rata untuk menilai perubahan dan kestabilan parameter kualitas air. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengurangi subjektivitas dan meningkatkan objektivitas hasil penelitian. Nilai pH dan kekeruhan selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan batas standar kualitas air untuk menentukan kelayakan konsumsi. Hasil pengukuran dan klasifikasi ditampilkan melalui LCD sehingga mudah dipahami oleh pengguna. Metode ini dinilai tepat karena mampu menghasilkan data yang terukur, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sumber : Data Primer

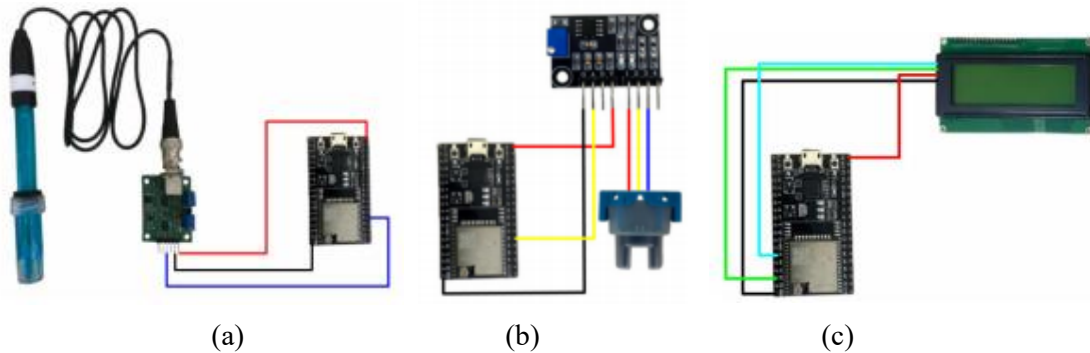
Alur kerja sistem dimulai dengan pembacaan data sensor pH PH-4502C & Turbidity SEN-0175 yang secara langsung mengukur tingkat keasaman dan kekeruhan air. Kedua sensor menghasilkan data analog yang diproses oleh mikrokontroler untuk memperoleh nilai pH dan kekeruhan air. Selanjutnya, mikrokontroler mengevaluasi hasil pengukuran dengan membandingkannya terhadap standar kualitas air yang telah ditetapkan. Berdasarkan proses evaluasi tersebut, sistem secara otomatis mengklasifikasikan kualitas air. Nilai dari pengukuran beserta data mengenai kelayakan air ditampilkan pada layar LCD, memungkinkan pengguna untuk mengawasi kualitas air secara langsung dan dalam waktu nyata.



Gambar 2. Diagram Alur Kerja

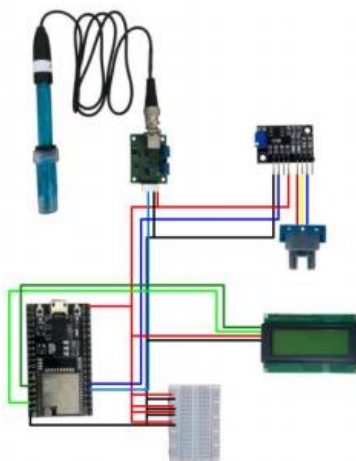
Sumber : Data Primer

Diagram alur yang ditampilkan di atas menunjukkan proses kerja dari Sistem Deteksi Kualitas Air Minum Kemasan dan Isi Ulang berbasis sensor pH dan *Turbidity*.



Gambar 3.a) Perancangan Sensor pH b) Perancangan Sensor SEN-0175 (*Turbidity*) c) Perancangan LCD 20x4

Sumber : Data Primer



Gambar 4. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Sumber : Data Primer

Perancangan sistem deteksi kualitas(mutu) air dengan sensor pH PH-4502C & turbidity SEN-0175, dan LCD 20×4 sebagai media tampilan. Sensor pH dimaksudkan untuk mengevaluasi tingkat keasaman dalam air & mengelompokkannya menjadi tiga kategori: asam, netral, atau basa. Di sisi lain, sensor kekeruhan(*turbidity*) mengukur tingkat kejernihan air dengan klasifikasi yaitu jernih, sedikit keruh, atau keruh. Semua informasi dari sensor ini diproses oleh ESP32 dan diperlihatkan secara langsung di LCD yang menggunakan I2C, hal ini memudahkan pengguna untuk mengawasi kualitas air dengan akurat dan efisien.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian

Subbab ini menguraikan hasil pengujian serta evaluasi kinerja sistem pemantauan kualitas air berbasis ESP32 yang memanfaatkan sensor pH PH-4502C & turbidity SEN-0175. Pengujian dilakukan pada 10 sampel air, baik air kemasan maupun air isi ulang, dengan pengukuran berulang guna memperoleh data yang konsisten dan andal. Parameter pH dan tingkat keruh yang diperoleh selanjutnya dianalisis dan dibandingkan dengan norma kualitas air minum yang ada. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengukur pH dan *Turbidity* secara konsisten, menampilkan data dengan stabil pada LCD, serta melakukan klasifikasi kelayakan air dengan baik, sehingga sistem dinilai andal dalam memantau kualitas air minum.

### Pengujian Sensor PH-4502C

Tabel 1. Pengujian Sensor PH-4502C

| No | Air Uji         | Hasil pH | Pembanding | Selisih (%) | Tegangan (Volt) |
|----|-----------------|----------|------------|-------------|-----------------|
| 1  | A***            | 7,21     | 7,26       | 0,69%       | 2,74            |
| 2  | V**             | 7,1      | 7,18       | 1,12%       | 2,77            |
| 3  | N*****          | 6,96     | 7,18       | 3,16%       | 2,79            |
| 4  | C***            | 6,9      | 7,02       | 1,73%       | 2,8             |
| 5  | Air Kemasan 1   | 9,18     | 9,22       | 0,44%       | 2,41            |
| 6  | Air isi Ulang 1 | 7,72     | 7,78       | 0,77%       | 2,68            |
| 7  | Air isi Ulang 2 | 6,28     | 6,36       | 1,26%       | 2,91            |
| 8  | Air isi Ulang 3 | 6,86     | 6,94       | 1,10%       | 2,79            |
| 9  | Air isi Ulang 4 | 6,6      | 6,7        | 1,49%       | 2,84            |
| 10 | B***            | 8        | 7,96       | 0,50%       | 2,63            |

Sumber : Data Diolah

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 1, perbedaan persentase hasil pengukuran pH berada pada kisaran 0,44% hingga 3,16% dengan nilai rata-rata sekitar  $\pm 1,8\%$ . Hasil tersebut menunjukkan

bahwa sensor PH-4502C punya ketelitian tergolong baik, dengan selisih terbesar kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi sampel atau respon awal sensor.

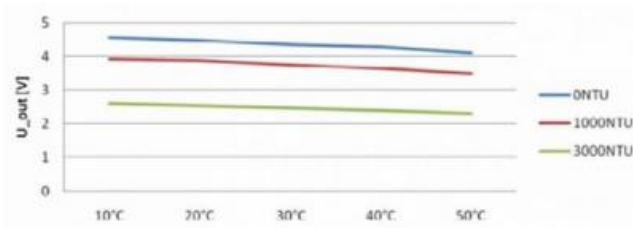
### Pengujian Sensor SEN-0175

Tabel 2. Pengujian Sensor SEN-0175

| No | Air Uji         | Hasil Pengujian (NTU) | Tegangan (Volt) |
|----|-----------------|-----------------------|-----------------|
| 1  | A***            | 0                     | 3,3 V           |
| 2  | V**             | 0                     | 3,3 V           |
| 3  | N*****          | 0                     | 3,3 V           |
| 4  | C***            | 0                     | 3,3 V           |
| 5  | Air Kemasan 1   | 0                     | 3,3 V           |
| 6  | Air isi Ulang 1 | 0                     | 3,3 V           |
| 7  | Air isi Ulang 2 | 0                     | 3,3 V           |
| 8  | Air isi Ulang 3 | 0                     | 3,3 V           |
| 9  | Air isi Ulang 4 | 0                     | 3,3 V           |
| 10 | B***            | 0                     | 3,3 V           |

Sumber : Data Diolah

Berdasarkan data pada tabel tersebut, seluruh sampel air menunjukkan nilai kekeruhan sebesar 0 NTU dengan tegangan keluaran yang stabil pada 3,3 V. Nilai ini menunjukkan bahwa air yang diuji tergolong sangat jernih dan tidak mengandung partikel tersuspensi yang signifikan.



Gambar 5. Grafik Datasheet

Sumber : Data Diolah

Analisis datasheet sensor SEN-0175 menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara nilai kekeruhan (NTU) dan tegangan keluaran. Hasil pengukuran 0 NTU dengan tegangan 3,3 V sesuai dengan karakteristik sensor, sehingga membuktikan bahwa sensor SEN-0175 bekerja akurat dan konsisten serta layak digunakan dalam sistem pemantauan kualitas air berbasis ESP32.

### Pengujian Keseluruhan

Tabel 3. Pengujian Keseluruhan

| No | Air Uji         | Hasil pH | Hasil Pengujian (NTU) | Hasil Klasifikasi    |
|----|-----------------|----------|-----------------------|----------------------|
| 1  | A***            | 7,21     | 0                     | Layak Konsumsi       |
| 2  | V**             | 7,1      | 0                     | Layak Konsumsi       |
| 3  | N*****          | 6,96     | 0                     | Layak Konsumsi       |
| 4  | C***            | 6,9      | 0                     | Layak Konsumsi       |
| 5  | Air Kemasan 1   | 9,18     | 0                     | Tidak Layak Konsumsi |
| 6  | Air isi Ulang 1 | 7,72     | 0                     | Layak Konsumsi       |
| 7  | Air isi Ulang 2 | 6,28     | 0                     | Tidak Layak Konsumsi |
| 8  | Air isi Ulang 3 | 6,86     | 0                     | Layak Konsumsi       |
| 9  | Air isi Ulang 4 | 6,6      | 0                     | Layak Konsumsi       |
| 10 | B***            | 8        | 0                     | Layak Konsumsi       |

Sumber : Data Diolah

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 3., seluruh sampel air memiliki nilai kekeruhan 0 NTU, yang berada jauh di bawah batas maksimum 5 NTU. Dengan demikian, seluruh sampel

memenuhi persyaratan kualitas air dari sisi kekeruhan dan menunjukkan tingkat kejernihan yang sangat baik.

### Grafik Pengujian Air



Gambar 6. Grafik Pengujian Air

Sumber : Data Diolah

Grafik “Pengujian Air” menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki kekeruhan 0 NTU sehingga memenuhi standar kejernihan air minum. Namun, nilai pH antar sampel bervariasi, di mana beberapa air kemasan memiliki pH mendekati 9 dan berpotensi tidak memenuhi standar, sedangkan air isi ulang cenderung stabil pada kisaran 6,5–7,5. Hal ini menegaskan bahwa pH menjadi parameter utama dalam penentuan kelayakan air konsumsi, sementara kekeruhan tidak menjadi kendala.

### Bentuk Fisik Alat



Gambar 7. Bentuk Fisik Alat

Sumber : Data Diolah

Secara keseluruhan, perancangan fisik perangkat keras ini bertujuan untuk menghasilkan alat pemantauan kualitas air yang ergonomis, aman, dan mudah dioperasikan. Integrasi seluruh komponen dalam satu box panel tidak hanya meningkatkan kerapian dan perlindungan rangkaian, Perangkat ini juga bisa digunakan untuk pengujian kualitas air baik secara langsung di lapangan maupun dalam lingkungan laboratorium. Dengan desain tersebut, sistem diharapkan mampu bekerja secara optimal dalam mendukung proses pengukuran dan klasifikasi kualitas air berdasarkan parameter pH dan tingkat kekeruhan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan langkah-langkah desain, pengujian, dan evaluasi yang telah dikerjakan, sistem untuk mendeteksi mutu air minum yang mengandalkan mikrokontroler ESP32 dengan sensor pH PH-4502C dan sensor kekeruhan SEN-0175 dapat dinyatakan berjalan dengan baik serta mampu menyajikan informasi nilai pH dan tingkat kekeruhan air, serta klasifikasi kelayakan air secara *real-time* melalui LCD 20×4. Pengujian terhadap 10 sampel air menunjukkan seluruh sampel memenuhi standar kekeruhan Permenkes No. 2 Tahun 2023 ( $\leq 5$  NTU), namun hanya 8 sampel yang memenuhi

rentang pH 6,5–8,5, sementara itu, dua sampel lainnya dikategorikan tidak layak untuk dikonsumsi karena memiliki nilai pH yang berada di luar batas aman, baik terlalu asam maupun terlalu basa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa parameter pH menjadi faktor paling menentukan dalam klasifikasi kelayakan air, mengingat seluruh sampel memiliki tingkat kekeruhan sangat jernih. Sistem ini terbukti mampu melakukan klasifikasi otomatis “Layak” dan “Tidak Layak Konsumsi” sesuai standar yang berlaku.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Persyaratan”.
- [2] Pangestu, M. P., & Lusno, M. F. D. (2025). *Kualitas Air Minum Rumah Tangga di Indonesia Berdasarkan Parameter Fisik, Kimia, dan Mikrobiologi : Studi Cross-Sectional Mengacu pada Standar Nasional. Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)*. 5(2), 1689–1696.
- [3] Nugroho, T., & Wijayanti, R. (2023). *Analisis Kualitas Air Minum dalam Kemasan (AMDK) di Yogyakarta*.
- [4] Lestari, D. P. A. (2024). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengolahan Air Menggunakan ESP32 Berbasis Android*.
- [5] Putra, F. P. E., Eka, P., Saputra, R. N., Haris, F. M., & Nur, S. (2024). *Application of Internet of Things Technology in Monitoring Water Quality in Fishponds. Brilliance : Research Of Artificial Intelligence*. 4(1), 356–361.
- [6] Savitri, C. E., & Is, N. P. (2022). *Sistem Monitoring Parkir Mobil berbasis Mikrokontroler Esp32 ESP32 based Car Parking Monitoring System. Jurnal Ampere*. 7(2), 135–144.
- [7] Wikantama, P. T., & Puspitasari, R. (2023). *Perancangan Perangkat Pengukur Ketinggian Banjir dengan ESP32 dan Telegram Berbasis iot. Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*. 13(02), 107–114.
- [8] Pratama, W. R. A., Dalimunthe, E. R., & Putri, N. U. (n.d.). *Implementasi Sensor PH-4502C dan Sensor Suhu DS18B20 untuk Pemantauan Air Kolam Nila. ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. Vol 19. No. 02. 129-137.
- [9] Chuzaini, F., Wedi, D., Mata, S., Grogolan, A., Ngunut, D., & Tirta, S. (2022). *Iot Monitoring Kualitas Air Dengan Menggunakan Sensor Suhu , Ph , Dan Total Dissolved Solids ( TDS ). Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI) Volume. 11, 46–56*.
- [10] Rahmawati, N., & Siswanto, A. (2025). “*Prototype System For Turbidity And Tds Measurement Of Refill Drinking Water Using Arduino Microcontroller*”. *Jurnal Teknik*. Vol 11, No. 02. Hal 45–52.
- [11] Refalista, A., Irawati, R., & Wirawan, T. (2023). *Air Pollution Monitoring Berbasis Internet of Things*. 12(September). *Jurnal TICOM: Technology of Information and Communication*. 31–36.