

# Sistem *Monitoring* Kualitas Air Sumur Berbasis Iot Dengan *Fuzzy Logic* dan *Interface* Berbasis Web

Bagas Dwi Prasetyo<sup>\*1</sup>, Edy Widodo<sup>2</sup>, Dodit Ardiatma<sup>3</sup>

Prodi Teknik Informatika, Universitas Pelita Bangsa, Kabupaten Bekasi

E-mail: <sup>1\*</sup>bagasdwiprasetyo96@mhs.pelitabangsa.ac.id, <sup>2</sup>ewidodo@pelitabangsa.ac.id, <sup>3</sup>doditardiatma@pelitabangsa.ac.id

## Abstrak

Kualitas air sangat penting bagi kehidupan manusia dan harus memenuhi standar baku mutu berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023. Desa Sukaresmi di Cikarang Barat, yang berada di tengah kawasan industri padat seperti Kawasan EJIB dan Delta Silicon, berisiko mengalami pencemaran air tanah akibat limbah domestik dan industri. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor pH, TDS, dan suhu dengan metode Fuzzy Logic Sugeno. Sistem dikendalikan oleh ESP8266 dan diuji menggunakan lima sampel air sumur dengan metode prototipe. Hasil penelitian menunjukkan akurasi sensor pH sebesar 94%, sensor TDS 91%, dan sensor suhu 95% setelah dikalibrasi di laboratorium. Dari 5 sampel air sumur, 58% memenuhi standar kualitas air bersih, sementara 42% melebihi batas aman kadar TDS (>500 mg/L). Implementasi Fuzzy Logic Sugeno berhasil mengklasifikasikan kualitas air dengan tingkat akurasi 92%. Sistem ini berguna bagi masyarakat sebagai pemantauan kualitas air secara real-time melalui web dengan nama SIMONTAR (sistem monitoring kualitas air), mendukung pengambilan keputusan lebih cepat dan akurat serta adanya notifikasi melalui telegram apabila kualitas air buruk yang bisa dipantau secara real-time.

**Kata kunci**—Air sumur, Fuzzy Logic Sugeno, IOT, SIMONTAR, Notifikasi Telegram

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya yang sangat vital bagi kehidupan manusia dan sektor industri. Seiring dengan meningkatnya populasi dan aktivitas industri, kebutuhan akan air bersih terus mengalami peningkatan yang signifikan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020, populasi Indonesia mencapai 270,20 juta jiwa, dengan Jawa Barat sebagai provinsi dengan jumlah penduduk tertinggi, yaitu 48.274.162 jiwa. Hal ini menjadikan ketersediaan air bersih sebagai salah satu aspek prioritas bagi masyarakat dan sektor industri.

Di Kabupaten Bekasi, air tanah menjadi sumber utama bagi penduduk dan industri yang berkembang pesat. Namun, dengan meningkatnya aktivitas di kawasan ini, risiko pencemaran air tanah semakin tinggi akibat limbah domestik maupun industri. Berdasarkan laporan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bekasi, terdapat 68 desa yang mengalami pencemaran air, sementara 2 desa mengalami pencemaran tanah. Meskipun demikian, hingga saat ini belum pernah dilakukan pengujian kualitas air secara manual di Desa Sukaresmi. Kurangnya data historis mengenai kondisi air sumur di wilayah sukaresmi meningkatkan risiko penggunaan air yang tidak layak konsumsi, terutama bagi masyarakat yang bergantung pada air tanah untuk kebutuhan sehari-hari.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air tanah meliputi keberadaan mikroorganisme patogen, kandungan zat kimia berbahaya, pH air yang berada di luar rentang ideal (6,5–8,5), serta tingkat kekeruhan yang tinggi. Standar Total Dissolved Solids (TDS) yang

aman untuk konsumsi adalah  $< 300$  mg/L, sementara kandungan logam berat dan bahan kimia beracun harus berada dalam kadar yang aman sesuai regulasi [1].

Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis teknologi. Studi oleh [2] meneliti penerapan Internet of Things (IoT) dalam pemantauan kualitas air secara real-time menggunakan sensor pH dan TDS. Selain itu, penelitian lain telah menerapkan metode Fuzzy Logic Sugeno untuk menentukan tingkat kelayakan air berdasarkan parameter yang diukur [3]. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya masih mengandalkan perangkat lunak pihak ketiga untuk pengolahan data dan visualisasi hasil pemantauan, sehingga belum banyak yang mengembangkan sistem pemantauan berbasis web yang dirancang secara independen.

Dalam penelitian ini, dikembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dengan metode Fuzzy Logic Sugeno yang mampu mendeteksi kualitas air tanah secara otomatis maupun manual. Sistem ini akan diintegrasikan dengan aplikasi berbasis web SIMONTAR (Sistem Monitoring Kualitas Air), yang memungkinkan pengguna untuk memantau kualitas air secara real-time dan mendapatkan notifikasi melalui Telegram apabila terjadi penurunan kualitas air. Dengan adanya sistem ini, diharapkan masyarakat dan pemangku kepentingan dapat mengambil langkah cepat dan akurat dalam pengelolaan sumber daya air tanah, khususnya di kawasan sekitar daerah industri Kabupaten Bekasi.

## 2. METODE PENELITIAN

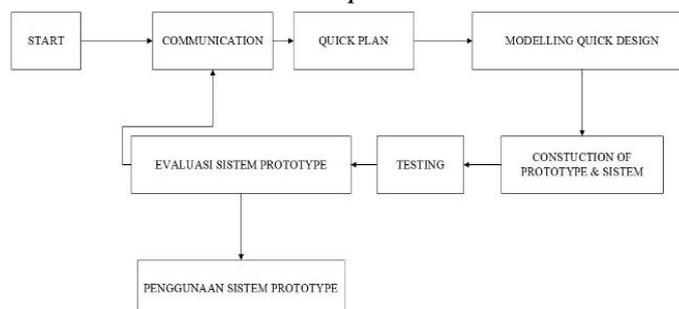
### 2.1 Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data untuk analisis kebutuhan dalam penelitian ini difokuskan pada observasi langsung di Desa Sukaresmi, Cikarang selatan, Kabupaten Bekasi serta wawancara dengan para stakeholder terkait. Observasi dilakukan untuk memahami secara mendalam proses yang ada dan alur kerja yang akan diterapkan dalam sistem yang akan dirancang. Sementara itu, wawancara bertujuan untuk menggali informasi tentang kebutuhan spesifik sistem, harapan pengguna, serta kriteria yang diperlukan untuk memastikan sistem monitoring kualitas air dapat beroperasi dengan baik. Kombinasi antara observasi dan wawancara ini diharapkan dapat menghasilkan gambaran yang komprehensif tentang kebutuhan sistem, sehingga solusi yang dirancang dapat benar-benar sesuai dan dapat diimplementasikan dengan baik di sumur warga.

### 2.2 Model Perancangan Sistem

*Prototipe (purwarupa) adalah suatu proses yang memungkinkan pengembang membuat sebuah model sistem, metode ini baik digunakan bila klien tak mampu menyampaikan informasi yang maksimal tentang kebutuhan yang diinginkannya. Secara ideal prototipe berfungsi menjadi sebuah mekanisme buat mengidentifikasi kebutuhan sistem, Jika prototipe yg sedang bekerja dibangun pengembangannya harus menggunakan fragmen-fragmen acara yg terdapat atau mengaplikasikan alat bantu dimana memungkinkan acara yang bekerja buat dimunculkan secara cepat [4]*

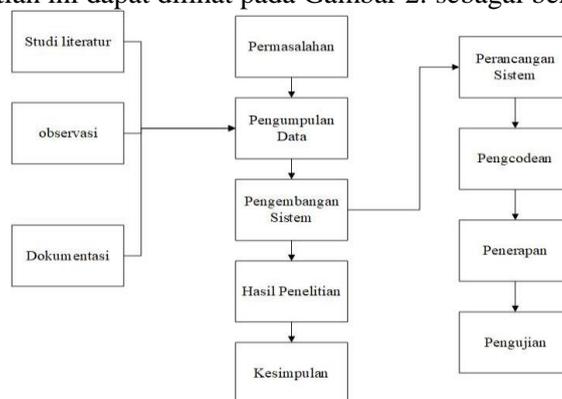
*Gambar 1. menunjukan Skema metode Prototipe.*



Gambar 1. Model Prototipe [4]

### 2.3 Model Perancangan Sistem

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan tahapan penelitian yang telah ditentukan agar penelitian ini berjalan dengan sistematis dan berhasil mencapai tujuan akhir yang diinginkan. Pada penelitian ini peneliti melakukan penelitian dalam beberapa tahap yaitu studi literatur perencanaan sistem, pengembangan sistem, pengujian sistem dan penulisan laporan akhir. Secara garis besar, Alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. sebagai berikut:



Gambar 2. Struktur Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur untuk memahami konsep terkait seperti early warning system, metode Fuzzy Sugeno, kualitas air sumur, dan Internet of Things (IoT). Metode Fuzzy Sugeno dipilih karena efisien untuk sistem berbasis IoT. Selanjutnya, dilakukan identifikasi masalah, yang menunjukkan bahwa banyak masyarakat di Desa Sukaesmi masih menggunakan air sumur yang tidak memenuhi standar kesehatan, menyebabkan risiko penyakit. Berdasarkan temuan ini, alat IoT untuk memantau kualitas air sumur dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, dilengkapi sensor pH, suhu, dan TDS. Data dari sensor ditampilkan melalui LCD dan dikirim ke server cloud untuk pemantauan real-time, dengan prototyping sebagai pendekatan desain awal [5].

Tahap implementasi melibatkan pemrograman microcontroller menggunakan NodeMCU ESP 8266 untuk mengaktifkan sensor dan mengintegrasikannya dengan server cloud dilanjutkan dengan pemrograman berbasis website menggunakan PHP di localhost. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Blackbox untuk memastikan fungsionalitas perangkat keras dan antarmuka web. Setelah pengujian berhasil, sistem masuk ke tahap maintenance, meliputi pengecekan sensor, pembersihan perangkat, dan penggantian komponen jika diperlukan, guna memastikan alat tetap berfungsi optimal dan akurat untuk jangka panjang [6].

### 2.4 Pengujian validitas serta Reliabilitas

Pengujian validitas dan reliabilitas ialah proses evaluasi indera ukur buat memastikan bahwa indera tadi menyampaikan akibat yg akurat dan konsisten. Validitas mengukur sejauh mana indera ukur dapat mengukur apa yg seharusnya diukur. pada penelitian ini, validitas diuji memakai hubungan Pearson Product Moment buat membandingkan akibat sensor menggunakan nilai surat keterangan[7]. Reliabilitas mengukur konsistensi alat ukur pada memberikan hasil yang sama dalam syarat yg serupa. dalam penelitian ini, reliabilitas diuji dengan Cronbach's Alpha untuk menilai kestabilan akibat pengukuran[8].

### 2.5 Metode Fuzzy Logic Sugeno

Metode Fuzzy Logic Sugeno digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan kualitas air berdasarkan tiga parameter utama, yaitu pH, TDS, dan temperatur. Parameter pH dikategorikan menjadi Asam (4–6.4), Normal (6.5–8.5), dan Basa (>8.5), sedangkan TDS diklasifikasikan sebagai Rendah (<300 mg/L), Sedang (300–500 mg/L), dan Tinggi (>500 mg/L). Sementara itu, temperatur air dibagi menjadi Dingin (<25°C), Sedang (25–35°C), dan Panas (>35°C). Aturan fuzzy dibentuk berdasarkan kombinasi ketiga parameter ini, misalnya, jika pH bersifat asam, TDS tinggi, dan temperatur dingin, maka kualitas air dikategorikan buruk dengan nilai 0.2. Sebaliknya, jika pH normal, TDS sedang, dan temperatur sedang, maka kualitas air dikategorikan baik dengan

nilai 0.75 [9]. Proses defuzzifikasi menggunakan metode Weighted Average (WA) dengan kategori hasil Buruk (0.0–0.4), Kurang Baik (0.41–0.6), Sedang (0.61–0.8), dan Baik (0.81–1.0). Sistem ini mencapai akurasi 92% dan mendukung pemantauan real-time berbasis IoT dengan notifikasi otomatis melalui Telegram [10].

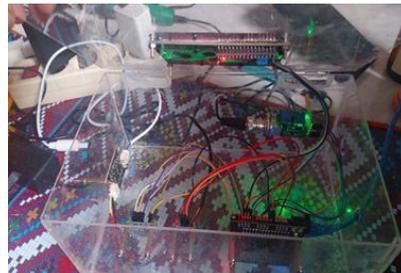
### 2.6 Pengujian BlackBox

Pengujian black box berperan penting dalam validasi fungsi sistem tanpa memerlukan pengetahuan kode sumber. Penguji hanya memberikan input dan memeriksa output tanpa mengetahui proses internalnya. Pemodelan black box bergantung pada akurasi yang diinginkan serta pemetaan data input-output. Keberhasilan pengujian diukur dari kesesuaian hasil dengan spesifikasi kebutuhan dan kepuasan pengguna. Pemilihan metode pengujian yang tepat adalah langkah awal dalam pengembangan perangkat lunak [11].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

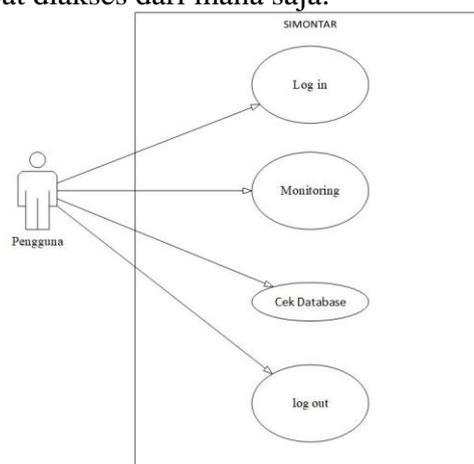
### 3.1 Hasil Perancangan Sistem

Hasil perancangan sistem menunjukkan bahwa proses perakitan (assembling) sangat penting untuk memastikan kinerja sistem yang optimal. Pemasangan komponen harus dilakukan dengan teliti dan tanpa gangguan agar tidak menyebabkan kinerja abnormal atau kerusakan sistem [12]. Secara umum, hasil assembling mengacu pada teknis sistem konstruksi yang dimulai dari proses penterjemahan gambar sistem yang telah dibuat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alat Sistem Monitoring Kualitas Air Sumur

Pada sistem berbasis website, pengguna dapat melakukan pengecekan kualitas air secara real-time tanpa perlu datang langsung ke tempat pengujian. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4, sistem ini dirancang untuk memudahkan monitoring kualitas air melalui platform digital yang dapat diakses dari mana saja.

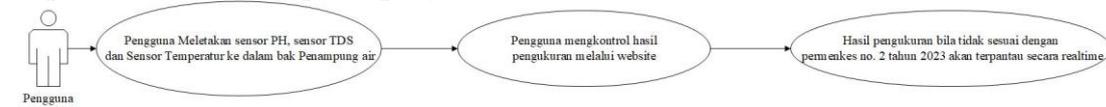


Gambar 4. Sistem Pada Website

### 3.2 Analisis Sistem yang Diusulkan

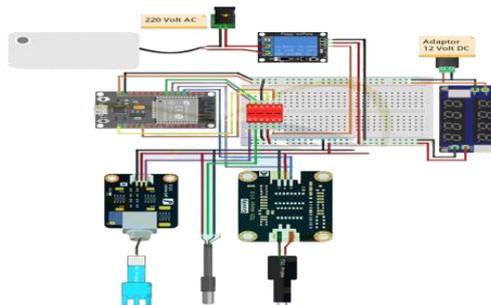
Berdasarkan masalah yang muncul dalam monitoring kualitas air pada sumur, sistem yang diusulkan bekerja secara otomatis dalam mendeteksi kualitas air. Pada Gambar 5, pengguna

pertama-tama menjalankan sistem dan meletakkan sensor pH, sensor TDS, serta sensor temperatur ke dalam bak penampungan air.



Gambar 5. Sistem yang Diusulkan

Jika pengguna ingin melihat hasil pengukuran, mereka cukup membuka Website Simontar melalui laptop. Jika sensor mendeteksi bahwa kondisi air tidak sesuai dengan Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, sistem akan mengirimkan hasil analisisnya melalui website kepada pengguna[13]. Penggambaran dari perancangan struktur alat monitoring kualitas air pada Gambar 8. Dapat sebagai acuan user interface agar lebih mudah dipahami dan merancang alat.



Gambar 6. Mockup Perancangan Elektronik

### 3.3 User Interface Website (implementasi)

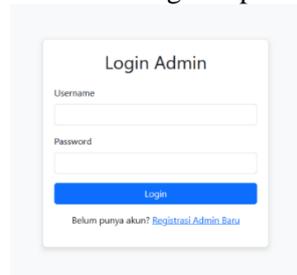
Halaman awal website merupakan antarmuka utama yang pertama kali dilihat oleh pengguna ketika mengakses sistem informasi pemilihan Duta Siswa Peduli Bencana. Tampilan halaman awal dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Awal

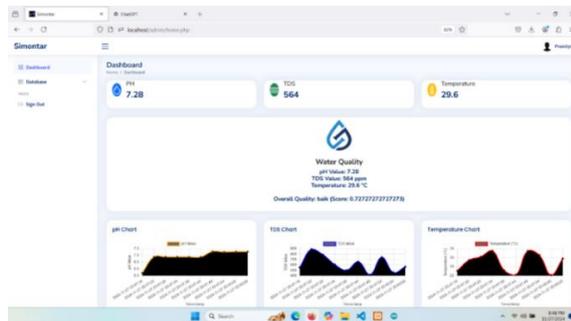
Tampilan pada Gambar 7. tersebut dirancang agar informatif dan user-friendly, dengan menyajikan informasi singkat mengenai Sistem Monitoring kualitas air (SIMONTAR). Desain halaman ini juga memudahkan pengguna dalam mengakses fitur-fitur utama, seperti login dan informasi umum mengenai alat yang digunakan dalam monitoring.

Halaman login merupakan pintu masuk ke dalam sistem bagi berbagai pengguna, termasuk admin dan pemilik sumur, serta masyarakat yang ingin mengakses informasi dan fitur khusus sesuai peran. Tampilan halaman login dapat dilihat pada Gambar 8.



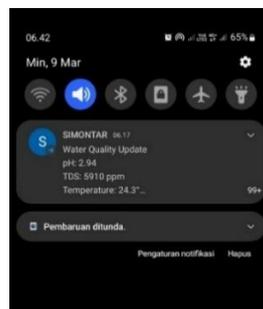
Gambar 8. Tampilan Halaman Login Web Monitoring SIMONTAR

Pada tahap ini (Gambar 8), autentikasi dilakukan untuk memastikan keamanan dan kerahasiaan data pengguna. Setelah Login maka akan masuk ke halaman monitoring dimana pemilik sumur bisa melihat pergerakan angka dalam alat monitor pada website apabila ph air, temperature air, dan TDS air mengalami perubahan. Untuk melakukan proses pengiriman data sensor menuju ke tampilan website yang peneliti buat pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman Menu Monitoring Web SIMONTAR

Dari tampilan website sistem yang dibuat oleh peneliti, untuk melakukan notifikasi pada sistem monitoring kualitas air sumur maka dibuatkan integrasi ke telegram dengan informasi yang muncul dalam dashboard website SIMONTAR akan tampil pada chat bot di telegram dan sistem notifikasi ini realtime sesuai kondisi terkini alat monitoring di tempat sumur warga yang diatur waktu tampil chatnya ke telegram agar warga lebih mudah melakukan monitoring sistem yang berjalan realtime. Berikut tampilan notifikasi Sistem monitoring kualitas air pada chatbot telegram .



Gambar 10. Tampilan Notifikasi SIMONTAR ke telegram

### 3.3 Pengujian Sensor

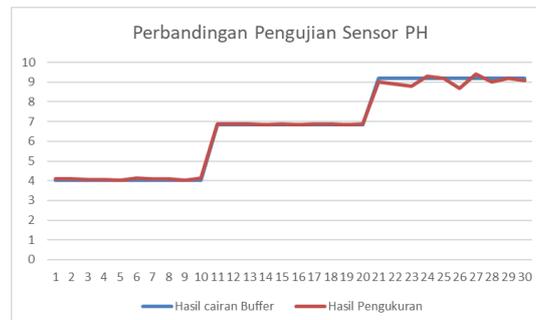
Pada pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah Sensor dapat mengirimkan data dari microcontroller kemudian dapat terkoneksi dengan sistem monitoring, sejauh mana sensor ph, temperature, dan TDS dapat membaca kualitas air. proses Pengujian dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Pengujian Alat Monitoring

termin pengujian pertama peneliti melihat taraf keakuratan sensor pH. Nilai yang dihasilkan sensor akan dibandingkan menggunakan nilai kandungan pH di cairan yang telah diketahui kandungannya. Bahan uji yg digunakan artinya pH buffer yaitu di ph 4, ph 7 dan ph 9. pada proses

pengujian keakuratan asal sensor pH dilakukan sepuluh kali pengukuran oleh sensor pH dengan satu cairan yg sama yg telah diketahui taraf kandungan pH didalam nya. yang akan terjadi asal sepuluh kali pengukuran sang sensor tadi lalu dirata-ratakan agar bisa dibandingkan dengan nilai kandungan pH pada cairan buat mengetahui berapa akbar persentase keakuratan yg didapatkan. Proses pengujian tersebut dilakukan untuk tiga jenis cairan. berasal ketiga pengukuran cairan, dihasilkan homogen-homogen persentase keakuratan sebanyak 94,33 % seperti yg terlihat di Gambar 12. Adapun grafik perbandingan nilai yang didapatkan oleh sensor pH dengan pH cairan sebagai berikut.



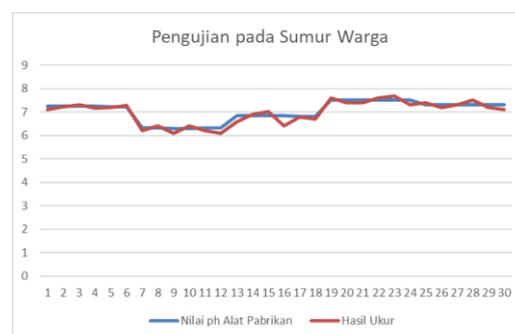
Gambar 12 Grafik Pengujian Sensor PH dengan cairan Buffer

Dari hasil pengujian sensor yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sensor telah merespons perubahan tingkat keasaman (pH) didalam cairan yang diukur. Untuk penelitian ini, peneliti melakukan pengujian pada 5 sumur warga dengan proses yang sama namun menggunakan alat pabrikan merek mediatech ph meter digital dan TDS meter sebagai bahan pembanding seperti gambar 13.



Gambar 13. Alat Pabrikan Merek Mediatech PH meter digital dan TDS meter

Pengujian ph pada 5 sumur warga untuk mengetahui berapa besar persentase keakuratan yang dihasilkan. Proses pengujian tersebut dilakukan dengan membandingkan alat pabrikan merek mediatech ph digital dengan alat monitoring peneliti. Dari 5 pengukuran cairan pada sumur warga, didapatkan rata-rata persentase keakuratan sebesar 94,01 % seperti yang terlihat pada grafik. Adapun grafik perbandingan nilai yang didapatkan oleh alat pabrikan dengan alat monitoring sebagai berikut.



Gambar 14. Grafik Pengujian PH Pada Sumur Warga

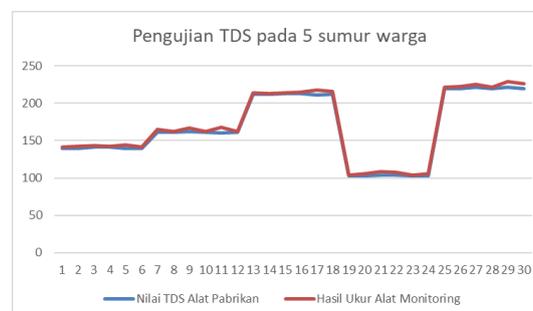
Pengujian selanjutnya, peneliti melakukan uji tingkat keakuratan sensor TDS. Nilai yang dihasilkan sensor akan dibandingkan dengan nilai dari TDS meter. Bahan uji yang digunakan adalah campuran air dan garam dengan takaran garam yang berbeda-beda. Pada proses pengujian keakuratan dari sensor TDS dilakukan 10 kali pengukuran oleh sensor pada monitoring dan sekali

pengukuran oleh TDS meter untuk satu cairan yang sama. Hasil dari lima kali pengukuran oleh sensor tersebut kemudian dirata-ratakan agar dapat dibandingkan dengan nilai hasil pengukuran TDS meter untuk mengetahui presentase kesalahan pada alat monitoring sensor TDS. Dari hasil yang muncul pada rata-rata kesalahan alat yaitu 1.0% dan rata-rata akurasi yaitu 98.9% seperti yang terlihat pada Gambar . Adapun grafik perbandingan nilai dari sensor TDS dengan TDS meter sebagai berikut.



Gambar 15. Grafik Perbandingan nilai sensor TDS dan TDS meter pabrikan

Dari hasil yang akan terjadi akurasi yg didapatkan maka peneliti melakukan pengujian eksklusif pada sumur menggunakan memakai TDS meter (hold), Proses pengujian keakuratan dari sensor TDS dilakukan 6 kali pengukuran sang sensor pada monitoring dan pengukuran oleh TDS meter untuk satu cairan pada lima sumur rakyat yang berbeda. akibat berasal lima kali pengukuran disumur masyarakat oleh sensor tersebut lalu dirata-ratakan agar dapat dibandingkan dengan nilai akibat pengukuran TDS meter buat mengetahui presentase kesalahan pada alat monitoring sensor TDS. Adapun hasil pengujian keakuratan sensor yang sudah dilakukan disimpulkan bahwa sensor sudah merespons perubahan TDS didalam cairan yang diukur. ketika jumlah padatan yg dilarutkan pada air bertambah maka pengukuran yg dilakukan sang sensor jua naik mirip yang terlihat di gambar 16. Adapun rata-homogen persentase kesalahan yang dihasilkan relatif kecil yaitu 0.018%. Adanya persentase kesalahan ini disebabkan sang sensitivitas sensor serta konversi ADC.



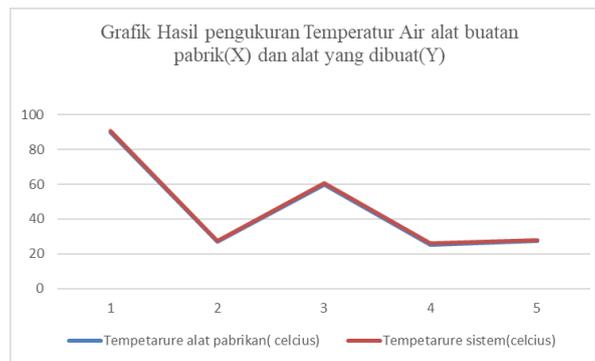
Gambar 16. Grafik Pengujian TDS Pada 5 Sumur Warga

Pengujian terakhir, apakah sensor temperature dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi suhu dari berbagai jenis air dengan kondisi yang berbeda-beda. Air yang digunakan untuk pengujian ini meliputi air kopi yang keruh, air PAM mentah, air PAM matang, air tanah, dan air isi ulang. Pengujian dilakukan pada masing-masing jenis air dengan interval waktu setiap 3 detik untuk mencatat perubahan suhu yang terjadi.

Tabel 1. Pengujian Sensor DS18B20 pada air yang berbeda

No	Sample	termometer pabrikan(C)	Tempetarure sistem(celcius)	kesalahan%	akurasi%
1	Air Kopi Yang keruh	90	91	1.11111111	98.88889
2	Air Pam Mentah	27	27.3	1.11111111	98.88889
3	Air pam Matang	60	60.5	0.83333333	99.16667
4	Air tanah	25	26	4	96
5	Air isi ulang galon	27.5	27.9	1.45454545	98.54545
Rata- Rata				1.7020202	98.29798

Proses pengujian keakuratan berasal sensor DS18B20 dilakukan lima kali pengukuran sang sensor pada monitoring dan pengukuran sang thermometer untuk satu cairan di 5 sample yang tidak sama. yang akan terjadi asal 5 kali pengukuran sample yang tidak sama oleh sensor tadi lalu dirata-ratakan supaya dapat dibandingkan dengan nilai hasil pengukuran termometer buat mengetahui presentase kesalahan pada indera monitoring sensor DS18B20 dapat dilihat pada tabel 1. Adapun homogen-homogen persentase kesalahan yg didapatkan cukup mungil yaitu 1.70% menggunakan akurasi 98.29% dengan hasil sensor merespon perubahan di tiap air yg tidak selaras. buat detail bisa dicermati pada grafik gambar 17. berikut tampilan grafik alat pabrikan dengan alat di sistem.



Gambar 17. Grafik Pengujian Sensor DS18B20 dengan alat pabrikan

Dari hasil analisis keseluruhan akurasi dapat diambil nilai validitas menggunakan korelasi Pearson, diperoleh bahwa semua item memiliki nilai korelasi  $> 0,30$ , yang menunjukkan bahwa semua item dalam alat ukur memiliki validitas yang baik.

Perhitungan validitas menggunakan korelasi Pearson Product Moment[14]:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

#### Hasil Uji Reliabilitas

Reliabilitas diuji menggunakan metode uji ulang (test-retest), serta analisis konsistensi internal menggunakan Cronbach's Alpha[15].

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right)$$

dengan:

- $\alpha$  = Koefisien reliabilitas (Cronbach's Alpha)
- K = Jumlah item dalam pengujian
- $\sum \sigma_i^2$  = Jumlah varians dari setiap item dalam instrumen
- $\sigma_t^2$  = Varians total dari seluruh item

$$\alpha = \frac{3}{3-1} \left( 1 - \frac{50}{200} \right) = 1.5 \times (1 - 0.25) = 1.5 \times 0.75 = 1.125$$

Uji reliabilitas dengan metode Cronbach's Alpha karena  $\alpha > 0.7$ , maka seluruh sensor memiliki reliabilitas yang baik., yang mengindikasikan bahwa alat ukur memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi. Setelah pengujian validitas dan reabilitas, peneliti melakukan pengujian Sistem Fuzzy Logic Sugeno untuk mengevaluasi kualitas air berdasarkan pH, TDS, dan temperatur. Pengujian dilakukan dengan berbagai kombinasi input untuk memastikan hasil sesuai aturan fuzzy. Contoh input dari alat monitoring: pH = 7.5 (Normal), TDS = 600 mg/L (Sedang), Temperatur = 27°C (Sedang). Tahapan:

1. Fuzzifikasi – Menentukan derajat keanggotaan masing-masing parameter.
2. Evaluasi Aturan – Menghitung bobot aturan dengan nilai minimum dari input.

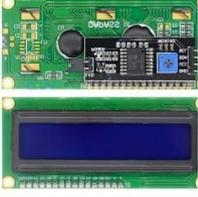
3. Perhitungan Output – Menggunakan metode Weighted Average, hasil defuzzifikasi 0.75 (Normal).
4. Ketentuan Kualitas Air – Output 0.51 - 1.0 dikategorikan *Normal*, sedangkan 0.0 - 0.5 *Tidak Normal*.
5. Klasifikasi Kualitas Air – Ditentukan berdasarkan kombinasi parameter pH, temperatur, dan TDS.

Hasil menunjukkan bahwa sistem dapat menilai kualitas air secara akurat berdasarkan parameter yang diberikan.

#### 4.7 Pengujian black box testing

Berikut adalah sebuah tabel pengujian Blackbox testing Sistem Monitoring Kualitas Air, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Blackbox Testing SIMONTAR

NO	Kasus yang diuji	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapat	Keterangan	Hasil
1	Menampilkan data index.php	Tampil dengan waktu 3 detik	Tampil dengan waktu 3 detik	Berhasil	
2	User: Admin Pass: admin	Setelah login akan menuju halaman monitoring	Tampil Halaman monitoring	Berhasil	
3	Perubahan angka pada item sensor di website	Keluar angka sesuai data di database	Angka sesuai dengan database	Berhasil	
4	Validasi program pada Arduino IDE	Program tidak erorr	Program berjalan di website	Berhasil	
5	Pembacaan angka pada website dari database	Angka muncul realtime dengan database	Angka sama dengan database tersimpan	Berhasil	
6	Muncul Notifikasi telegram secara realtime	Angka sesuai dengan tampilan database dan LCD	Notifikasi muncul dengan Angka sesuai database dan LCD terbaru	Berhasil	
7	Muncul informasi angka PH, TDS, Dan Temperature pada LCD	Angka sesuai dengan hasil sensor di database	LCD menampilkan data sesuai dengan hasil sensor pada database	Berhasil	
8	Menginput perintah	Setelah diberi perintah nodemcu esp8266 akan menjalankan	Memberi perintah yang telah diatur	Berhasil	

9	Sebagai input A0 dan A1 terusan ke Sensor	Setelah dirangkai dan diberi perintah meneruskan A0 Dan A1	Mengaktifkan port A0 dan A1 untuk sensor	Berhasil	
10	Sensor ph menangkap perubahan ph didalam cairan	Ketika mendeteksi ph yang ada dalam air akan bernilai 1-14	Mendeteksi perubahan ph yang ada didalam air secara benar	Berhasil	
11	Sensor DS18B20 Mendeteksi suhu air didalam cairan	Ketika mendeteksi suhu pada air	Mendeteksi sesuai hasil suhu real didalam air	Berhasil	
12	Sensor TDS mendeteksi kekeruhan air didalam cairan	Ketika mendeteksi kekeruhan air	Mendeteksi hasil sesuai dengan kenyataan kekeruhan yang ada	Berhasil	
13	Fan menyala sebagai pendingin nodemcu esp8266	Fan bergerak	Fan bergerak dan mendinginkan nodemcu esp8266	Berhasil	

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terdapat beberapa poin yang dapat disimpulkan disini sebagai berikut:

1. Alat monitoring kualitas air yang dibuat telah diuji dan dibandingkan dengan alat standar pabrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat memiliki validitas tinggi dalam mendeteksi parameter air sumur , seperti pH pada akurasi 94.33%, TDS pada akurasi 98.9%, dan suhu untuk temperature air dengan DS18B20 pada akurasi 98.29% . maka dari itu alat yang dibuat oleh peneliti sudah valid.
2. Pengujian langsung ke sumur warga telah dilakukan oleh peneliti dan menghasilkan nilai akurasi yang tinggi yaitu pada ph 94.01% dan TDS 99.98% menunjukkan keakuratan tinggi dalam membaca parameter air, sehingga layak digunakan sebagai sistem pemantauan kualitas air.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sumur Bapak RW Samsu dan sumur Ibu Hj. Odah memiliki kualitas air yang baik, sedangkan sumur Ust. Maman, sumur Bapak Iim, dan sumur Pak Dhe Toko mengalami fluktuasi parameter kualitas air, yang dapat menjadi perhatian lebih lanjut bagi warga sekitar.
4. Sistem monitoring ini dapat dirancang dan diimplementasikan secara optimal untuk mengevaluasi parameter kualitas air sumur warga, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam penggunaan air.
5. Dengan adanya alat monitoring kualitas air yang dilengkapi dengan user interface berbasis website dan notifikasi dengan telegram, masyarakat Desa Sukaresmi, khususnya RW 02, dapat dengan mudah memantau kualitas air sumur secara real-time tanpa harus datang langsung ke lokasi dan masyarakat dapat lebih proaktif dalam menjaga kualitas air, mengurangi risiko kesehatan akibat konsumsi air yang tercemar, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam penggunaan sumber daya air sumur.

---

## 5. SARAN

1. Disaat alat dihidupkan maka wajib ada jaringan wifi agar data dapat terkirim ke database.
2. Kalibrasi dan pemeliharaan sensor pH, TDS, dan suhu secara berkala diperlukan untuk menjaga akurasi pengukuran, sedangkan optimalisasi algoritma Fuzzy Logic Sugeno melalui penggunaan dataset yang lebih luas dapat meningkatkan ketepatan klasifikasi kualitas air.
3. Data yang sudah dihasilkan pada database bisa diolah dengan machine learning menggunakan k-means dan decision tree kedepannya.
4. Masih perlu perhatian pada kabel di alat monitoring dikarenakan hasil beberapa percobaan peneliti banyak kendala pada alur yang berjalan sehingga perlu penggantian berkala tiap ada kendala.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Cahaya Putra And Y. Widiastiwi, *Penerapan Logika Fuzzy Untuk Mendeteksi Kualitas Air Higien Sanitasi Menggunakan Metode Sugeno (Studi Kasus : Air Tanah Kota Bekasi)*. 2020.
  - [2] Buku Peraturan UU No.2 Tahun 2023 Di Portal Berita Negara Republik Indonesia,2024
  - [3] M. A. Saebani And S. Hidayatulloh, “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kualitas Air Dan Monitoring Volume Air Berbasis Internet Of Things Dengan Aplikasi Blynk,” Vol. 5, No. 1, 2024.
  - [4] Y. Yurindra, S. Sarwindah, And D. Irawan, “Rancangan Prototype Layanan Pengaduan Masyarakat Melalui Kantor Desa Berbasis Android,” *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, Vol. 10, No. 3, Pp. 444–450, Dec. 2021, Doi: 10.32736/Sisfokom.V10i3.1295.
  - [5] K. Paul Kuria, O. Ochieng Robinson, And M. Mutava Gabriel, “Monitoring Temperature And Humidity Using Arduino Nano And Module-Dht11 Sensor With Real Time Ds3231 Data Logger And Lcd Display.” [Online]. Available: [www.ljert.org](http://www.ljert.org)
  - [6] F. Profesio Putra, M. Asep Subandri, A. Kampus, J. Bathin Alam, And S. Alam Bengkalis Riau -, “Peningkatan Akurasi Pada Sistem Monitoring Posisi Kapal Menggunakan Metode Kalman Filter,” Pp. 249–260, 2024, Doi: 10.61132/Saturnus.V2i4.354.
  - [7] P. F. Pereira And N. M. M. Ramos, “Low-Cost Arduino-Based Temperature, Relative Humidity And Co2 Sensors - An Assessment Of Their Suitability For Indoor Built Environments,” *Journal Of Building Engineering*, Vol. 60, Nov. 2022, Doi: 10.1016/J.Job.2022.105151.
  - [8] A. H. Kriswandarul, S. Sumaryo2, And F. Budiman3, “Perancangan Dan Implementasi Alat Uji Kualitas Air Mineral Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Internet Of Things Design And Implementation The Quality Of Mineral Water Test Equipment Using Fuzzy Logic Method Based On Internet Of Things.” [Online]. Available: [www.Thingspeak.Com](http://www.Thingspeak.Com).
  - [9] S. L. Kekurangan *Et Al.*, “Literature Study Of The Lack And Excess Of Testing The Black Box,” *Teknomatika*, Vol. 10, No. 02, Pp. 1–5, 2020.
  - [10] M. Ridwan *Et Al.*, “Implementasi Sistem Monitoring Penampung Air Berbasis Telegram Dan Nodemcu Di Sektor Industri Umkm.”
  - [11] A. Rusdin, M. Idham Sesenggi, And H. Jayadi, “Sistem Pendeteksi Kualitas Air Di Sekitar Pesisir Pantai Tondo Menggunakan Metode Fuzzy Logic.” [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
  - [12] W. Krisno *Et Al.*, “Penentuan Kualitas Air Minum Dalam Kemasan Ditinjau Dari Parameter Nilai Ph Dan Tds.”
  - [13] M. Nizar Palefi Ma *Et Al.*, “Pembuatan Sistem Monitoring Suhu, Ph, Tds, Do, Amonia Dan Nitrit Air Kolam Bagi Umkm Fullobster Surabaya Berbasis Machine Learning Info Artikel Abstrak,” *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Unsiq*, Vol. 9, No. 3, Pp. 249–254.
  - [14] A. Rusdin, M. Idham Sesenggi, And H. Jayadi, “Sistem Pendeteksi Kualitas Air Di Sekitar Pesisir Pantai Tondo Menggunakan Metode Fuzzy Logic.” [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
  - [15] S. Deteksi Kualitas Air Sumur Galian Menggunakan Mikrokontroller Arduino Berbasis Web Mulyantika And M. Raffly Rasyid, “Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Keteknikan & Informatika (Senarai 2023) 95.”
-