

Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Pdam Berbasis IoT

Putri Hafsari Parawansa^{a*}, Iska Yanuartanti^b, Diah Arie Whidining K^c

Teknik Elektro, Universitas Islam Kadiri Kediri, Indonesia

^{a*}hafsariputri2@gmail.com

^b iska.yanuartanti@uniska-kediri.ac.id

^c diahariwk@uniska-kediri.ac.id

Kata Kunci :

IoT
Konduktivitas Listrik
Kualitas air
Sensor TDS
Sensor pH

ABSTRAK

Pemantauan kualitas air menjadi aspek penting untuk memastikan air yang dikonsumsi Masyarakat aman dan sesuai standar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor TDS dan pH yang mampu mendeteksi nilai konduktivitas Listrik secara real time. Sistem akan memberikan notifikasi otomatis apabila nilai konduktivitas melebihi ambang batas aman. Pengujian dilakukan pada sepuluh sampel dari berbagai Lokasi dan waktu (pagi, siang, malam). Nilai TDS dikonversi menjadi konduktivitas Listrik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) dan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat EC meter. Hasil menunjukkan akurasi sistem sebesar 99,05% dengan rata-rata eror 0,95%. Korelasi antara data sensor dan alat pembanding mencapai $r=0,989$. Menunjukkan validitas tinggi. Selain itu, hasil pengukuran dari waktu berbeda menghasilkan standar deviasi sebesar $\pm 54,88 \mu\text{S}/\text{cm}$, yang menunjukkan reabilitas sistem cukup baik. sistem ini dinilai akurat, efisien, dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut dengan fitur tambahan seperti notifikasi mobile dan energi mandiri.

IoT
Electrical Conductivity
Water Quality
TDS Sensor
pH Sensor

Water quality monitoring is an important aspect to ensure that the water consumed by the community is safe and meets standard. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring system using TDS and pH sensors that are able to detect electrical conductivity values in real time. The system will provide automatic notifications if the conductivity value exceeds the safe threshold. Test were conducted on ten samples from various locations and times (morning, afternoon, evening). TDS values were converted to electrical conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$) and compared with measurement results using an EC meter. The results show a system accuracy of 99.05% with an average error of 0.95%. The correlation between sensor data and the comparison tool reached $r=0,989$. Indicating high validity. In addition, measurement results from different times produced a standard deviation of $\pm 54,88 \mu\text{S}/\text{cm}$, which indicates quite good system reliability. This system is considered accurate, efficient, and has the potential to be further developed with additional features such as mobile notifications and independent energy.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang penting bagi kehidupan manusia. Pemantauan kualitas air sangat penting untuk melindungi lingkungan dan memastikan bahwa Masyarakat memiliki akses ke air yang aman dan bersih untuk minum (Yusri, Maulita and Sembiring, 2024). Salah satu sumber air bersih yang digunakan Masyarakat yaitu air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Kualitas air PDAM perlu dipantau melalui berbagai parameter, salah satunya adalah konduktivitas Listrik yang menunjukkan Tingkat mineral terlarut dalam air. Air digunakan manusia untuk berbagai kebutuhan rumah tangga seperti mandi, memasak, dan mencuci. Tingkat konduktivitas listrik yang menunjukkan Tingkat mineral terlarut dalam air yang berpotensi menimbulkan dampak negative seperti pembentukan kerak pada peralatan dan gangguan kesehatan

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia no 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air, batas maksimum Total Dissolved Solids (TDS) yang diperbolehkan dalam air minum adalah 500mg/L atau 500 ppm, sedangkan nilai pH berkisar antara 6,5-8,5(Statistik, 2010). Pemantauan Kualitas Air secara manual belum dapat memberikan informasi secara *real-time* kepada pengguna. Keterbatasan ini dapat diatasi dengan penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)*, yang memungkinkan pengumpulan data dari lingkungan fisik, pemrosesan data secara otomatis dan pengunggahan hasil ke platform web dan dapat diakses jarak jauh.

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang mampu menampilkan data secara *real-time* melalui platform web. Sistem ini juga memberikan notifikasi otomatis apabila konduktivitas Listrik melebihi ambang batas yang telah ditentukan, serta informasi akurat dan terkini mengenai kualitas air yang mereka gunakan. Pemantauan ini didukung beberapa sensor dan pengujian parameter air. Sensor yang digunakan sensor TDS dan pH serta mengukur konduktivitas Listrik. Sensor TDS yang digunakan tidak hanya mengukur jumlah zat terlarut, tetapi juga memiliki korelasi kuat terhadap nilai konduktivitas Listrik (Sulistiyanto, Setyobudi and Tijaniyah, 2023). Hasil pengukuran dari sensor ini kemudian dipantau melalui web dan dibandingkan dengan alat ukur EC meter manual, serta melakukan analisis validitas dan reabilitas.

2. METODE

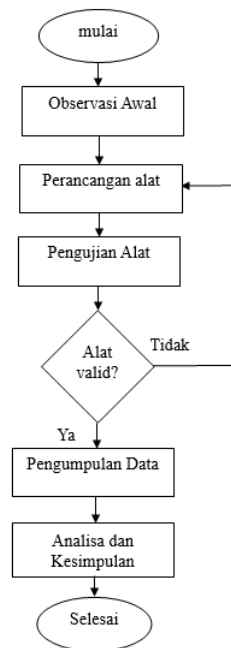
2.1. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan adanya metode eksperimental empiris, metode ini melibatkan pengamatan langsung dan percobaan alat untuk mengumpulkan data sesuai (Gonzalez-Villagomez *et al.*, 2023). Pengujian ini dilaksanakan pada 10 rumah di Desa Tegaldlimo Kecamatan Tegaldlimo Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur.

2.2. Alur Penelitian

Alur Penelitian dibuat agar penelitian berjalan secara terstruktur dan mendapatkan hasil yang tepat. Pada gambar 1 menunjukkan Alur penelitian dimulai dengan observasi peneliti mengidentifikasi masalah yang berkaitan dengan kualitas air PDAM. Pada tahap selanjutnya peneliti mengumpulkan informasi dan literatur yang relevan untuk memahami konsep dasar serta pendekatan yang akan diterapkan dalam penelitian. Setelah itu, tahap selanjutnya perancangan alat yang meliputi pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak berbasis IoT. Proses perancangan ini mencakup penggunaan sensor TDS dan pH yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP 32 serta platform IoT untuk memantau hasil pengukuran secara *real-time*. Tahap berikutnya adalah pengujian alat, Dimana sensor dan sistem perangkat diuji

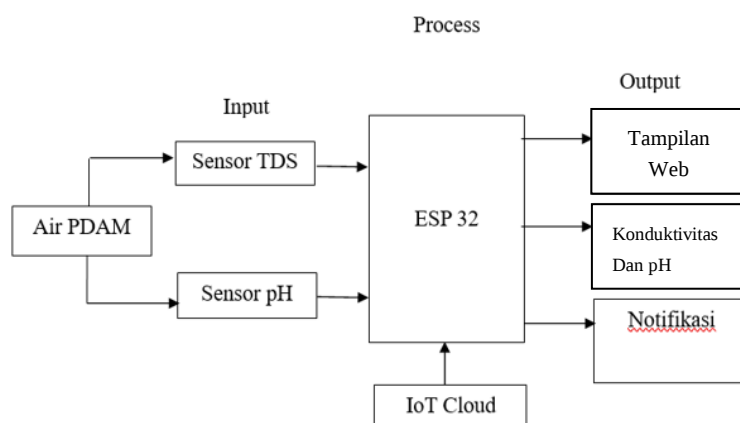
untuk memastikan semua komponen berfungsi. Setelah itu dilanjutkan pengumpulan data, Di mana sampel air di bandingkan dengan hasil pengukuran manual menggunakan EC meter. Data yang diperoleh dari kedua metode ini kemudian dioalh untuk menghitung akurasi sistem serta presentase kesalahan. Terakhir tahap analisis data dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara parameter yang diukur lalu hasilnya menjadi dasar dalam menarik Kesimpulan.



Gambar 1. Alur Penelitian

A. Blok Diagram

Pada perancangan diagram blok ini menyatakan hubungan yang berutan dari satu atau lebih komponen yang saling terhubung. pada diagram blok terdapat blok yang dimuali dari masukan(*input*), blok pengendali (*Process*), Blok Keluaran (*Output*).

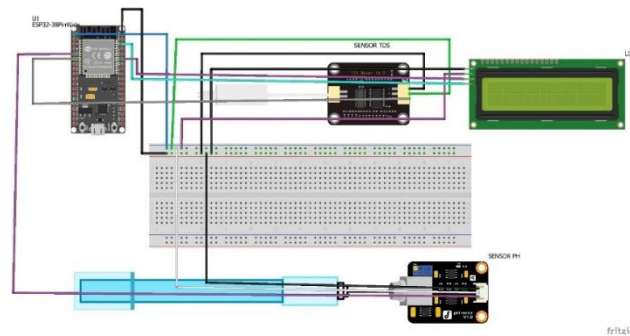


Gambar 2. Diagram Blok

Pada gambar 2 dijelaskan bahwa proses input dimulai dengan data yang masuk dari sensor TDS dan pH lalu di proses di ESP32 dan IoT cloud lalu setelah itu outputnya berupa data konduktivitas dan pH yang ditampilkan di web disertai notifikasi.

B. Diagram Wiring

Wiring diagram merupakan Langkah menunjukkan posisi relative setiap komponen dan jaringan dalam sistem kelistrikan.



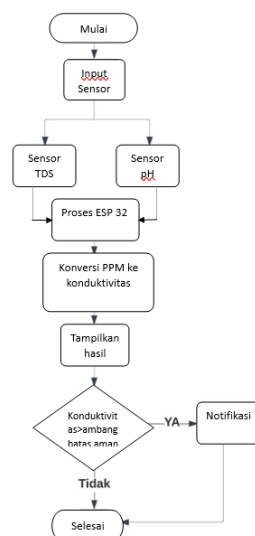
Gambar 3. Diagram wiring

Pada gambar 3 menunjukkan Diagram wiring hubungan antara komponen-komponen, untuk tabel pengkabelan yang dihubungkan ke mikrokontroler ESP32 sebagai berikut

Tabel 1. Pengkabelan antara komponen

Komponen	Pin komponen	Pin ESP32
Sensor TDS	V+	3.3V
	GND	GND
	Signal	GPIO32
Sensor pH	V+	3.3V
	GND	GND
	Signal	GPIO32
LCD	V+	Vin
	GND	GND
	SDA	GPIO21
	SCL	GPIO22

C. flowchart Prinsip Kerja



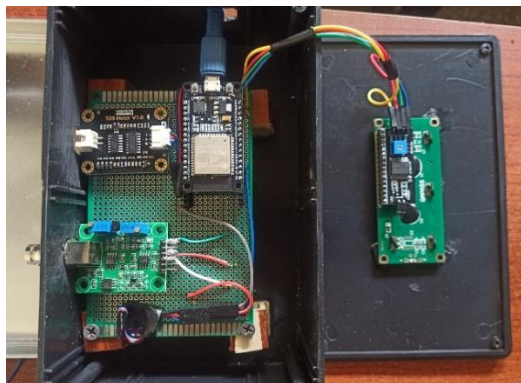
Gambar 4. Flowchart prinsip kerja

Pada gambar 4 flowchart prinsip kerja sistem pengukuran konduktivitas listrik air PDAM. Proses dimulai dari langkah awal yang disebut "Mulai." Pada tahap pertama, sistem

mengumpulkan data melalui langkah "Input Sensor," di mana data konduktivitas dan pH diambil secara terpisah melalui "Sensor TDS" dan "Sensor pH." Sensor TDS mengukur konduktivitas listrik dalam satuan PPM (parts per million), sementara sensor pH mengukur tingkat keasaman air sebagai parameter pendukung. Data dari kedua sensor kemudian diteruskan ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses pada langkah "Proses ESP32." Selanjutnya, sistem melakukan konversi nilai PPM ke satuan konduktivitas listrik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) pada tahap "Konversi PPM ke Konduktivitas." Hasil pengukuran dan konversi tersebut ditampilkan kepada pengguna melalui langkah "Tampilkan Hasil." Setelah hasilnya tersedia, sistem melakukan evaluasi untuk memeriksa apakah nilai konduktivitas listrik melebihi ambang batas yang telah ditentukan pada langkah "Konduktivitas > Ambang batas aman." Jika nilai konduktivitas melampaui batas yang telah ditetapkan, sistem akan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui langkah "Notifikasi." Namun, jika hasil pengukuran berada di bawah ambang batas, proses akan langsung menuju ke tahap "Selesai." Alur ini menjelaskan secara sistematis tahapan pengukuran konduktivitas listrik air PDAM, mulai dari pengumpulan data hingga pemberian notifikasi sesuai hasil yang diperoleh.

D. Perakitan Alat

Proses perakitan alat ini menggunakan pcb berlubang dan casing elektronik yang digunakan untuk melindungi luar komponen yang terdapat di gambar 5.

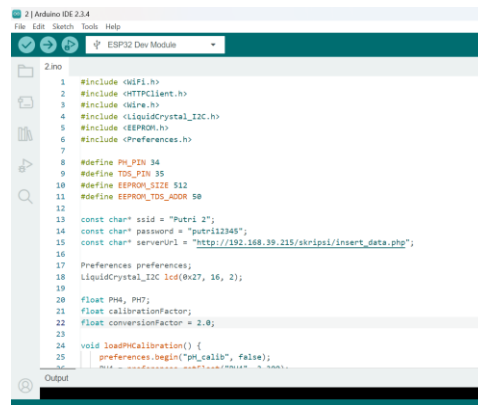


Gambar 5. Perakitan alat

E. Perancangan Web

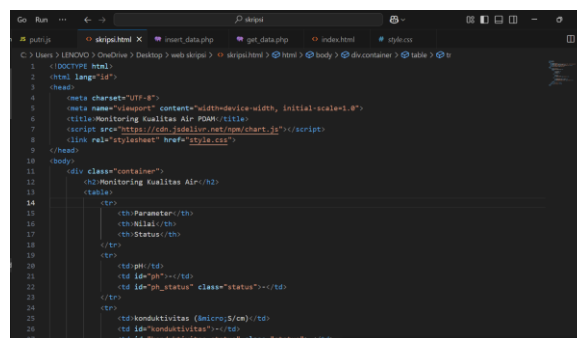
Proses perancangan Web terdiri dari dua bagian utama yaitu program pada mikrokontroler dan program web untuk monitoring dan notifikasi.

Pada gambar 6 yang menunjukkan Program mikrokontroler ESP32 ditulis menggunakan arduino IDE dengan bahasa C++. Program ini bertugas untuk Mengambil data dari sensor TDS dan pH, Melakukan Konversi TDS ke konduktivitas Listrik, Mengirimkan data ke server web melaui protokol HTTP/MQTT, Mengatur kalibrasi sensor.



Gambar 6. Program mikrokontroler

Pada gambar 7 Aplikasi web monitoring dikembangkan menggunakan teknologi Frontend: HTML, CSS, JavaScript, Backend: PHP dengan database MySQL.



Gambar 7. Program Web

F. Pengumpulan Data

Data penelitian kan dikumpulkan dengan mengambil sampel dari 10 rumah yang bertujuan untuk mendapatkan variasi kondisi air PDAM di beberapa titik distribusi sehingga hasil pengukuran dapat menggambarkan kondisi air secara luas. Penempatan alat ini ditempatkan langsung di keran air yang mengalir di penyimpanan air untuk mengukur 3 paramater. Pengukuran menggunakan sensor yang sudah dikalibrasi, lalu data hasil pengukuran dikirimkan ke web menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama. Untuk memvalidasi hasil pengukuran dari alat berbasis IoT, digunakan EC meter manual sebagai alat pembanding.

G. Kalibrasi Sensor

Proses kalibarsi dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor terhadap larutan standar 1382 ppm (Pratama Zuhelmi *et al.*, 2024) dan larutan buffer pH 7 dan pH 4. Nilai pembacaan sensor dikoreksi agar mendekati nilai referensi menggunakan fungsi kalibrasi di Arduino IDE(Khoerun, Fitriyanto and Fatwasauri, 2025).

H. Teknik Analisis Data

Konversi nilai TDS ke konduktivitas Listrik

Konversi nilai TDS (Total Dissolved Solids) ke konduktivitas listrik (Electrical

Conductivity/EC) diperlukan karena sensor TDS mengukur jumlah padatan terlarut dalam satuan ppm (parts per million), sedangkan konduktivitas listrik dinyatakan dalam satuan mikrosiemens per sentimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Hubungan antara keduanya bersifat linier, Semakin besar nilai konduktivitas mengindikasikan semakin banyak mineral yang terkandung dalam air (Zamora, Harmadi and Wildian, 2016). Jadi untuk rumus konversi sebagai berikut:

$$\text{EC}(\mu\text{S}/\text{cm}) = \text{TDS} \frac{\text{ppm}}{K} \quad (1)$$

Dimana:

EC = Konduktivitas listrik dalam $\text{EC}(\mu\text{S}/\text{cm})$

TDS = Nilai yang diperoleh dari sensor dalam ppm

K = Faktor konversi berskisar 0,5 yang merupakan nilai umum yang digunakan untuk air minum

Perbandingan manual data dari alat sensor dibandingkan dengan hasil EC meter menggunakan presentase error (Adiwilaga and Taufiqurrahman, 2021) :

$$\text{presentase error} = \frac{\text{hasil sensor} - \text{hasil manual}}{\text{hasil manual}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimama:

Hasil sensor: hasil yang didapatkan oleh sensor TDS dan pH yang telah dirancang.

Hasil manual: hasil yang didapatkan setelah melakukan pengukuran menggunakan Electrical Conductivity Meter (EC meter).

Uji Validitas dan Reabilitas

Terdapat dua uji dalam penelitian data ini, yang pertama uji validitas bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang dikembangkan benar-benar mampu mengukur konduktivitas Listrik dengan akurat. Uji validitas merupakan uji yang berfungsi untuk melihat apakah suatu alat ukur tersebut valid (sahih) atau tidak valid (Janna and Herianto, 2021). Uji reabilitas bertujuan untuk memastikan bahwa lata memberikan hasil yang konsisten dalam berbagai kondisi pengukuran. reliabilitas adalah indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya atau diandalkan (Arsi, 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil rancangan alat

Adapun hasil dari rancangan alat yang dirancang menggunakan sensor TDS dan pH seperti gambar 8.



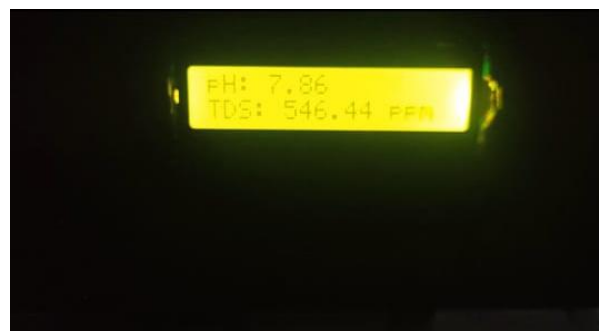
Gambar 8. Hasil rancangan alat

3.2 Pengujian Alat dan Web

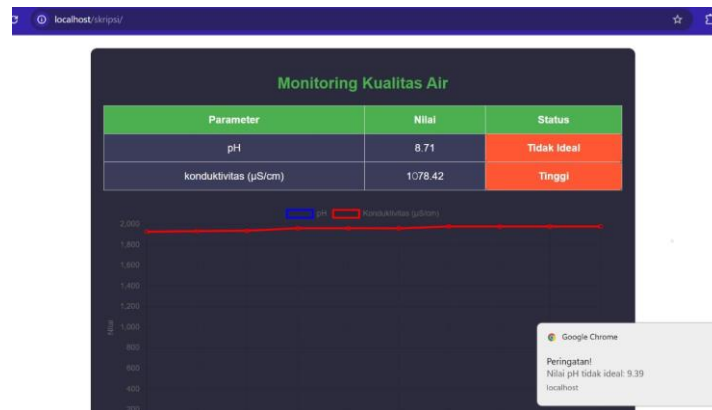
Pengujian alat dan web dilakukan dengan memasukkan sensor kedalam air sampel lalu alat membaca hasil sensor yang ditunjukkan pada gambar 9, lalu pada gambar 10 tampilan yang ditunjukkan di lcd pada alat dan komunikasi antara alat dan web untuk menampilkan hasil pH dan konduktivitas lalu menampilkan notifikasi seperti gambar 11.



Gambar 9. Pencelupan sensor dan alat manual



Gambar 10. Pembacaan sensor



Gambar 11. Tampilan web

3.3 Pengujian Sistem Notifikasi IoT

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan notifikasi kepada pengguna Ketika nilai konduktivitas melebihi ambang batas aman. Berdasarkan literatur dan referensi standar kualitas air minum, nilai ambang batas konduktivitas listrik ditetapkan sebesar 1000 $\mu\text{S/cm}$. Apabila nilai EC hasil pengukuran melebihi batas ini, maka sistem akan menampilkan notifikasi dan air tidak memenuhi standar kelayakan konsumsi. Maka perlu dilakukan konversi dari ppm ke $\mu\text{S/cm}$ menggunakan rumus berikut:

$$\text{EC}(\mu\text{S/cm}) = \text{TDS} \frac{\text{ppm}}{K} \quad (3)$$

Dengan menggunakan nilai konversi $K = 0.5$ sesuai karakteristik air PDAM lokal, maka nilai TDS dapat diubah ke EC. Berikut tabel hasil pengujian pada masing-masing Lokasi di tiga waktu:

Tabel 2. Pengujian Sistem Notifikasi

No.	Lokasi Sampel	TDS	pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	EC meter ($\mu\text{S/cm}$)	Waktu Pengambilan	Status Air
1.	Sumberdadi	562	7,91	1124.0	1110.0	Pagi	Tidak ideal
		533	7,43	1066.0	1070.0	Siang	Tidak ideal
		600	8,06	1200.0	1195.0	Malam	Tidak ideal
2.	Sumberdadi	539	7,19	1078.0	1065.0	Pagi	Tidak ideal
		546	7,31	1092.0	1085.0	Siang	Tidak ideal
		549	7,39	1099.0	1105.0	Malam	Tidak ideal
3.	Sumberdadi	561	7,93	1122.0	1130.0	Pagi	Tidak ideal
		544	7,41	1086.0	1090.0	Siang	Tidak ideal
		604	8,05	1208.0	1213.0	Malam	Tidak ideal
4.	Sumbermulyo	600	8,01	1200.0	1185.0	Pagi	Tidak ideal
		520	7,24	1040.0	1033.0	Siang	Tidak ideal
		535	7,43	1070.0	1064.0	Malam	Tidak ideal
5.	Sumbermulyo	558	7,90	1116.0	1120.0	Pagi	Tidak ideal
		543	7,35	1086.0	1091.0	Siang	Tidak ideal
		610	8,13	1220.0	1224.0	Malam	Tidak ideal
6.	Sumberkepuh	568	7,94	1136.0	1120.0	Pagi	Tidak ideal
		540	7,33	1080.0	1074.0	Siang	Tidak ideal
		549	7,45	1098.0	1087.0	Malam	Tidak ideal
7.	Kedunggebang	605	8,10	1210.0	1200.0	Pagi	Tidak ideal
		538	7,47	1076.0	1068.0	Siang	Tidak ideal

8.	Kedunggebang	546	7,86	1092.0	1088.0	Malam	Tidak ideal
		627	8,20	1254.0	1245.0	Pagi	Tidak ideal
		559	7,83	1118.0	1112.0	Siang	Tidak ideal
		605	8,10	1210.0	1206.0	Malam	Tidak ideal
9.	Sumberluhur	624	8,19	1248.0	1260.0	Pagi	Tidak ideal
		510	7,25	1020.0	1010.0	Siang	Tidak ideal
		600	8,03	1200.0	1194.0	Malam	Tidak ideal
10.	Sumberluhur	630	8,35	1260.0	1250.0	Pagi	Tidak ideal
		500	7,39	1000.0	1012.0	Siang	Tidak ideal
		530	7,61	1060.0	1068.0	Malam	Tidak ideal

Dari tabel 2 pengujian sistem hasil pengukuran di berbagai waktu, nilai konduktivitas cenderung lebih tinggi di pagi hari dibandingkan siang dan malam. Hal ini diduga karena distribusi air di pagi hari lebih deras akibat penggunaan air yang tinggi, sehingga membawa lebih banyak zat terlarut dalam jaringan distribusi air PDAM.

3.4 Efektivitas Penggunaan Sensor TDS dan pH

Efektivitas sensor TDS dan pH dalam mengukur konduktivitas Listrik dievaluasi melalui beberapa tahap, yaitu konversi data, perbandingan dengan alat ukur manual, serta uji validitas dan reabilitas.

1. Konversi nilai TDS ke konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kualitas air, karena menunjukkan jumlah ion terlarut yang ada di dalamnya. Dalam penelitian ini, data TDS (Total Dissolved Solids) dari sensor dikonversi ke nilai konduktivitas listrik menggunakan rumus:

$$EC(\mu S/cm) = TDS \frac{ppm}{K} \quad (4)$$

Dengan nilai faktor konversi $K=0.5$, maka setiap nilai TDS dikalikan dua untuk mendapatkan nilai EC. Konversi ini mengacu pada standar umum bahwa:

1 ppm TDS = 2 $\mu S/cm$ EC, jika $K=0.5$

Sebagai contoh, jika sensor tds sebesar 562 ppm, maka:

$$EC(\mu S/cm) = \frac{562 \text{ ppm}}{0.5} = 1124 \mu S/cm \quad (5)$$

Konversi ini dilakukan secara otomatis oleh mikrokontroler dalam sistem, dan hasil nilai EC tersebut telah ditampilkan pada tabel hasil pengujian di subbab sebelumnya. Nilai EC inilah yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan status kelayakan air dan pemicu notifikasi otomatis pada web. Air dikategorikan tidak layak jika nilai EC melebihi ambang batas yang ditentukan, yaitu 1000 $\mu S/cm$.

2. Perbandingan dengan alat EC manual

Untuk mengetahui akurasi alat dilakukan perbandingan antara hasil sensor dan EC manual. Untuk mengetahui akurasi dari sistem sensor, diambil rata-rata pengukuran dari masing masing 10 sampel yang diukur pada waktu pagi siang dan malam. Hal ini dilakukan agar analisis perbandingan dengan Electrical Conductivity Meter (EC meter) manual dapat lebih terfokus. Dengan menggunakan rumus:

$$presentase \text{ error} = \frac{hasil \text{ sensor} - hasil \text{ manual}}{hasil \text{ manual}} \times 100\% \quad (6)$$

Tabel 3. Hasil Pemanding

No	Sampel	EC konversi ($\mu\text{S/cm}$)	(EC meter) ($\mu\text{S/cm}$)	Error (%)
1.	Sumberdadi	1124.0	1110.0	1.26%
2.	Sumberdadi	1078.0	1065.0	1.21%
3.	Sumberdadi	1122.0	1130.0	-0.71%
4.	Sumbermulyo	1200.0	1185.0	1.25%
5.	Sumbermulyo	1116.0	1120.0	-0.36%
6.	Sumberkepuh	1136.0	1120.0	1.43%
7.	Kedunggebang	1210.0	1200.0	0.83%
8.	Kedunggebang	1254.0	1245.0	0.72%
9.	Sumberluhur	1248.0	1260.0	-0.96%
10.	Sumberluhur	1260.0	1250.0	0.80%

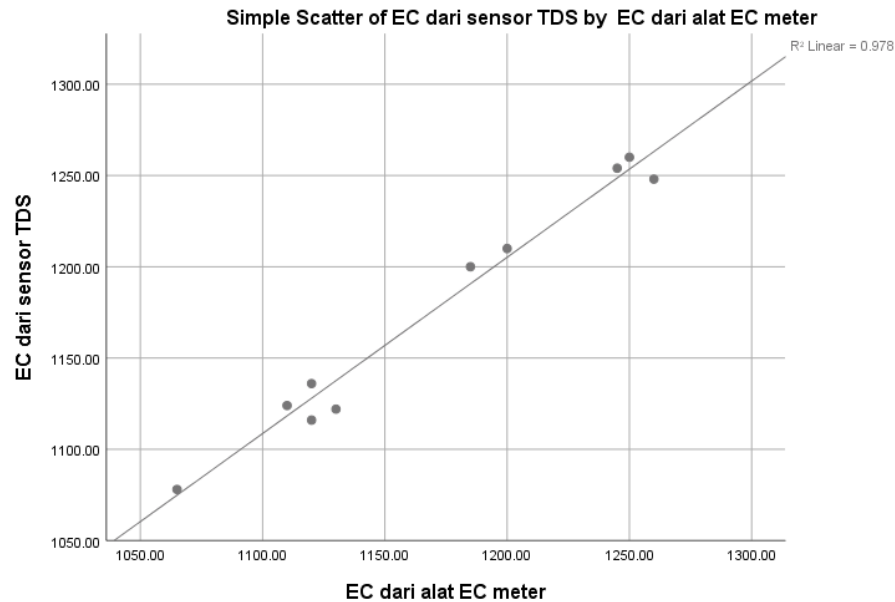
Pada gambar 3 hasil pemanding dapat dilihat bahwa nilai error dari setiap pengukuran berada dalam rentang $\pm 0,01\%$, yang menunjukkan bahwa alat berbasis sensor TDS cukup akurat dalam mengukur konduktivitas listrik air. Perbedaan nilai antara hasil sensor dan alat Electrical Conductivity Meter (EC meter) manual kemungkinan disebabkan oleh toleransi alat serta faktor lingkungan seperti suhu dan waktu pengambilan sampel.

3. Uji Validitas

Uji validitas ini menggunakan korelasi pearson (*Product Moment*) antara nilai EC konversi dan EC manual yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji validitas

Sampel	EC Konversi (Y)	(EC meter) (X)
Sumberdadi	1124.0	1110.0
Sumberdadi	1078.0	1065.0
Sumberdadi	1122.0	1130.0
Sumbermulyo	1200.0	1185.0
Sumbermulyo	1116.0	1120.0
Sumberkepuh	1136.0	1120.0
Kedungebang	1210.0	1200.0
Kedungebang	1254.0	1245.0
Sumberluhur	1248.0	1260.0
Sumberluhur	1260.0	1250.0



Gambar 12. Grafik Uji Validitas

Pada gambar 12 grafik uji validitas analisis uji korelasi Pearson, diperoleh nilai $r = 0.989$, yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif sangat kuat antara hasil pengukuran EC dari sensor dan Electrical Conductivity Meter (EC meter) manual. Hal ini berarti bahwa sistem deteksi konduktivitas listrik berbasis IoT memiliki validitas yang tinggi dan mampu menghasilkan hasil pengukuran yang mendekati alat standar. Visualisasi grafik sebar pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa data hasil pengukuran dari kedua metode berada dekat dengan garis regresi linear. Dengan nilai R^2 sebesar 0.978, dapat disimpulkan bahwa sebesar 97.8% variasi dalam hasil EC sensor dapat dijelaskan oleh hasil EC manual.

4. Uji Reabilitas

Uji reabilitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran sensor konsisten jika digunakan berulang kali pada kondisi yang realtif sama. Pada penelitian ini, pengukuran dilakukan terhadap satu sampel air di Desa Sumberdadi pada tiga waktu berbeda dalam satu hari, yaitu pagi, siang, malam.

Tabel 5. Hasil Uji Reabilitas

Waktu	EC konversi
Pagi	1124.0
Siang	1066.0
Malam	1200.0
Rata-rata	1130.0
Standar Deviasi (SD)	54.86
Presentase Variasi	4.86%

Pada tabel 5 hasil uji reabilitas Berdasarkan hasil pengukuran pada tiga waktu berbeda (pagi, siang, malam), diperoleh nilai rata-rata konduktivitas listrik sebesar $1130 \mu\text{S}/\text{cm}$, dengan standar deviasi $\pm 54,88 \mu\text{S}/\text{cm}$ dan persentase variasi 4,86%. Nilai ini menunjukkan bahwa fluktuasi pengukuran antar waktu masih relatif kecil.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring kualitas air berbasis IoT menggunakan sensor TDS dan pH menunjukkan akurasi tinggi dengan rata-rata sebesar 0,95%, serta korelasi kuat dengan alat EC meter ($r = 0,989$), yang menandakan validitas sistem sangat baik. nilai konduktivitas air yang terukur berada pada kisaran 1000-1265 $\mu\text{S/cm}$ dengan TDS 500-630 PPM dan pH 7,19-8,35, mengindikasikan bahwa kualitas air pada seluruh sampel tergolong tidak ideal. Nilai konduktivitas tertinggi umumnya terjadi pada pagi hari, menunjukkan adanya fluktuasi berdasarkan waktu distribusi air. Sistem ini juga mampu memberikan notifikasi otomatis melalui platform web dan memiliki reabilitas tinggi dengan standar deviasi pengukuran sebesar $\pm 54.86 \mu\text{S/cm}$. sistem ini direkomendasikan untuk digunakan Masyarakat maupun PDAM sebagai alat monitoring awal kondisi air secara real time dan terintegrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga A. and Taufiqurrahman I. (2021) Sistem Pemantauan Ketinggian Permukaan Air Berbasis Wireless Pada Model Miniatur Bendungan, *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 3(1), pp. 53–61. Available at: <https://doi.org/10.37058/jeee.v3i1.3673>.
- Arsi A. (2021) Realibilitas Instrumen Dengan Menggunakan Spss, *Validitas Realibilitas Instrumen Dengan Menggunakan Spss*, pp. 1–8.
- Gonzalez-Villagomez J. *et al.* (2023) An Experimental Study of the Empirical Identification Method to Infer an Unknown System Transfer Function, *Robotics*, 12(5). Available at: <https://doi.org/10.3390/robotics12050140>.
- Janna N.M. and Herianto (2021) Artikel Statistik yang Benar, *Jurnal Darul Dakwah Wal-Irsyad (DDI)*, (18210047), pp. 1–12.
- Khoerun B, Fitriyanto I. and Fatwasauri I. (2025) Alat Ukur Kualitas Air (Suhu, pH, TDS, Kadar Garam, dan Kekeruhan), *Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), pp. 261–267.
- Pratama Zuhelmi T. *et al.* (2024) Pendekatan Regresi Linier dalam Penyempurnaan Akurasi Pembacaan Sensor TDS pada Sistem Hidroponik, *Electrician : Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 18(3), pp. 259–266. Available at: <https://doi.org/10.23960/elc.v18n3.2732>.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2010) Issn 2085 - 8167, *Geografi*, 8(8), pp. 1–7.
- Sulistiyanto, Setyobudi R. and Tijaniyah (2023) Utilization of Tds Sensors for Water Quality Monitoring and Water Filtering of Carp Pools Using Iot, *EUREKA, Physics and Engineering*, 2023(6), pp. 69–77. Available at: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2023.002865>.
- Yusri M, Maulita Y. and Sembiring H. (2024) Penerapan IoT dalam Monitoring dan Pengendalian Kualitas Air, 2(4).
- Zamora R, Harmadi H. and Wildian W. (2016) Perancangan Alat Ukur Tds (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time, *Sainstek : Jurnal Sains dan Teknologi*, 7(1), p. 11. Available at: <https://doi.org/10.31958/js.v7i1.120>.

[halaman ini sengaja dikosongkan]