

PERANCANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN SENSOR PH DAN SENSOR TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS)

Rosaria

Program Studi Sistem Informasi, STMIK Bina Bangsa Kendari
email: rindahtarmon@gmail.com

Kualitas air merupakan faktor penting yang memengaruhi kesehatan, khususnya di lingkungan hunian seperti Kost Idaman, di mana pemantauan masih dilakukan secara manual dan subjektif. Metode tersebut dinilai kurang efisien serta berisiko menimbulkan dampak kesehatan akibat keterlambatan dalam mendeteksi perubahan kualitas air. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas air serta kontrol filtrasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan membangun sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terintegrasi dengan sensor pH dan sensor Total Dissolved Solids (TDS) untuk mengukur tingkat keasaman dan kandungan zat terlarut dalam air. Sistem bekerja secara real-time dalam memantau parameter kualitas air. Apabila nilai pengukuran melebihi ambang batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan relay dan solenoid valve untuk mengalihkan aliran air ke proses filtrasi. Data pemantauan, status perangkat, serta fitur kalibrasi ditampilkan melalui dashboard berbasis web yang dapat diakses melalui jaringan WiFi lokal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau dan mengontrol kualitas air secara akurat dan responsif, sehingga dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan ketersediaan air bersih yang aman bagi penghuni.

Kata Kunci — Internet of Things (IoT), Monitoring Kualitas Air, ESP32, Sensor pH, Sensor TDS.

I. PENDAHULUAN

Kualitas air adalah salah satu aspek fundamental yang mempengaruhi kesehatan manusia dan keberlangsungan ekosistem. Air yang bersih dan aman sangat penting untuk kehidupan sehari-hari, baik untuk konsumsi, kebersihan, maupun kegiatan lainnya. Namun, dengan meningkatnya populasi, urbanisasi, dan aktivitas industri, pencemaran air menjadi masalah yang semakin serius di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia. Berbagai sumber pencemaran, seperti limbah domestik, limbah

industri, dan penggunaan pestisida yang berlebihan, dapat mengakibatkan penurunan kualitas air yang signifikan. Oleh karena itu, monitoring kualitas air secara berkala dan efektif menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa air yang digunakan oleh penghuni kost aman dan memenuhi standar kesehatan[1].

Di lingkungan hunian seperti salah satunya di kost idaman yang bertepatan di desa purui kecamatan morosi kabupaten konawe, kualitas air yang disuplai kepada penghuni menjadi salah satu faktor penentu kenyamanan dan kesehatan. Kost Idaman, sebagai salah satu tempat tinggal yang menyediakan fasilitas air untuk penghuninya, perlu memastikan bahwa air yang digunakan selalu dalam kondisi baik. Namun, banyak pengelola kost yang masih mengandalkan metode manual dalam memantau kualitas air, yang sering kali tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan. Metode ini biasanya melibatkan pengambilan sampel air secara berkala dan pengujian di laboratorium, yang memakan waktu dan biaya. Selain itu, hasil pengujian yang tidak real-time dapat menyebabkan keterlambatan dalam penanganan masalah kualitas air, yang berpotensi membahayakan kesehatan penghuni. Dalam konteks ini, teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang inovatif dan efisien untuk memantau kualitas air secara real-time. IoT adalah konsep di mana perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor dan modul komunikasi dapat saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, pengelola Kost Idaman dapat memantau berbagai parameter kualitas air, seperti pH, turbidity, suhu, dan kandungan zat berbahaya, secara otomatis dan terus-menerus. Data yang diperoleh dari sensor dapat dianalisis dan ditampilkan dalam bentuk informasi yang mudah dipahami, sehingga pengelola dapat mengambil tindakan yang diperlukan dengan cepat jika terdeteksi adanya masalah. Implementasi sistem IoT untuk monitoring kualitas air di Kost Idaman juga akan memberikan banyak manfaat bagi penghuni. Dengan adanya sistem ini, penghuni kost dapat merasa lebih aman dan nyaman karena mereka tahu bahwa air yang mereka

gunakan telah terpantau dan terjaga kualitasnya. Selain itu, sistem ini juga dapat meningkatkan kesadaran penghuni akan pentingnya menjaga kebersihan air dan lingkungan sekitar. Dengan informasi yang diperoleh dari sistem, penghuni dapat lebih memahami kondisi air yang mereka gunakan dan berkontribusi dalam menjaga kebersihan lingkungan. Dari sisi pengelola kost, penerapan sistem IoT ini akan mempermudah dalam pengelolaan dan pemeliharaan fasilitas air. Data yang diperoleh dari sistem dapat digunakan untuk melakukan analisis dan perencanaan yang lebih baik dalam pengelolaan sumber daya air. Pengelola dapat dengan mudah mengetahui kapan waktu yang tepat untuk melakukan perawatan atau penggantian alat filtrasi, sehingga dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi. Selain itu, sistem ini juga dapat memberikan laporan berkala mengenai kualitas air yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan pengambilan keputusan[2].

Dalam konteks yang lebih luas, penerapan sistem IoT untuk monitoring kualitas air di Kost Idaman dapat menjadi contoh bagi tempat tinggal lainnya untuk mengadopsi teknologi serupa. Dengan semakin banyaknya hunian yang menerapkan sistem ini, diharapkan akan terjadi peningkatan kesadaran penghuni kost akan pentingnya kualitas air dan perlunya pengelolaan yang baik. Hal ini juga sejalan dengan upaya pemerintah dalam meningkatkan akses terhadap air bersih dan sanitasi yang layak bagi seluruh penghuni kost[3].

Namun, meskipun teknologi IoT menawarkan banyak keuntungan, terdapat beberapa tantangan yang perlu dihadapi dalam implementasinya. Salah satu tantangan utama adalah kebutuhan akan infrastruktur yang memadai, seperti jaringan internet yang stabil dan perangkat keras yang berkualitas. Selain itu, pengelola kost juga perlu memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam mengoperasikan dan memelihara sistem IoT. Oleh karena itu, pelatihan dan edukasi bagi pengelola kost dan penghuni sangat penting untuk memastikan keberhasilan implementasi sistem ini.

Selain itu, aspek keamanan data juga menjadi perhatian penting dalam penerapan teknologi IoT. Data yang dikumpulkan dari sensor harus dilindungi agar tidak jatuh ke tangan yang salah dan disalahgunakan. Oleh karena itu, pengelola kost perlu memastikan bahwa sistem yang digunakan memiliki fitur keamanan yang memadai, seperti enkripsi data dan kontrol akses yang ketat[4].

Dalam rangka mencapai tujuan penelitian ini, beberapa langkah perlu dilakukan. Pertama, perlu dilakukan studi literatur untuk memahami konsep dan teknologi IoT yang relevan dengan monitoring kualitas air. Selanjutnya, dilakukan perancangan sistem yang mencakup pemilihan sensor, perangkat keras, dan perangkat lunak yang akan digunakan. Setelah itu, dilakukan pengujian sistem untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik dan dapat memberikan data yang akurat. Terakhir, dilakukan evaluasi terhadap sistem yang telah diterapkan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensinya dalam memantau kualitas air di Kost Idaman[3].

Dengan demikian, penelitian tentang “Perancangan sistem monitoring kualitas air berbasis iot dengan menggunakan sensor turbidity dan sensor tds” diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kualitas hidup penghuni kost melalui penyediaan air bersih yang terjaga mutunya. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengelola kost dan pihak-pihak lain yang ingin menerapkan teknologi serupa dalam pengelolaan kualitas air. Dengan penerapan sistem ini, diharapkan Kost Idaman dapat menjadi contoh hunian yang modern dan berkelanjutan, serta memberikan dampak positif bagi penghuni kost.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen yang bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem Internet of Things (IoT) dalam memonitor kualitas air berdasarkan parameter pH dan Total Dissolved Solids (TDS), serta mengontrol proses filtrasi secara otomatis. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif untuk menilai kinerja dan efektivitas sistem yang dikembangkan. Tahapan penelitian meliputi perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, kalibrasi sensor, pengujian sistem, serta analisis data.

Desain sistem dilakukan dengan merancang arsitektur yang terintegrasi antara sensor pH dan TDS sebagai input, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan, serta modul komunikasi Wi-Fi untuk pengiriman data ke antarmuka berbasis web. Sistem juga dilengkapi dengan relay dan solenoid valve sebagai aktuatur untuk mengontrol proses filtrasi air secara otomatis. Data hasil pengukuran ditampilkan secara real-time melalui antarmuka pengguna yang menyediakan informasi kualitas air, notifikasi, serta kontrol manual sistem. Spesifikasi sistem mencakup parameter yang diukur, frekuensi pengambilan data, serta batas ambang yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

Sebelum pengujian, dilakukan kalibrasi sensor untuk memastikan akurasi pengukuran. Sensor pH dikalibrasi menggunakan larutan buffer standar pH 4, pH 7, dan pH 10, sedangkan sensor TDS dikalibrasi menggunakan larutan standar sesuai nilai referensi. Pengujian sistem dilakukan menggunakan sampel air yang berasal dari beberapa sumber, seperti air sumur dan air PAM di lingkungan Kost Idaman. Pengambilan data dilakukan secara berulang untuk memperoleh hasil yang konsisten, serta dilakukan pengujian pada kondisi normal dan kondisi ketika parameter melebihi ambang batas.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur standar untuk menentukan tingkat akurasi, serta mengevaluasi respons sistem dalam mengaktifkan filtrasi secara otomatis. Sistem dinyatakan berhasil apabila mampu menampilkan data secara real-time, memiliki tingkat kesalahan pembacaan yang rendah, serta dapat merespons perubahan kualitas air dengan mengaktifkan mekanisme filtrasi sesuai ambang batas yang telah ditentukan.

Desain sistem adalah tahap awal yang krusial dalam perancangan sistem IoT untuk monitoring zat terlarut dan pH serta kontrol otomatis filtrasi air. Pada tahap ini, arsitektur sistem dirancang secara menyeluruh untuk memastikan bahwa semua komponen dapat berfungsi secara harmonis dan memenuhi tujuan penelitian. Desain sistem mencakup beberapa aspek penting, yaitu:

1. Diagram Alir Sistem.

Diagram alir sistem adalah representasi visual yang menggambarkan alur data dan interaksi antara berbagai komponen dalam sistem. Diagram ini membantu dalam memahami bagaimana data akan dikumpulkan, diproses, dan ditampilkan kepada pengguna[5]. Beberapa elemen yang biasanya ada dalam diagram alir sistem ini meliputi:

- a. Sensor: Menunjukkan titik di mana sensor pH dan sensor TDS mengukur kualitas air dan mengirimkan data ke mikrokontroler (ESP32).
- b. Mikrokontroler (ESP32): Menjelaskan bagaimana ESP32 menerima data dari sensor, memproses informasi tersebut, dan mengirimkannya ke aplikasi atau server.
- c. Modul Komunikasi: Menggambarkan bagaimana data dikirim melalui jaringan Wi-Fi ke platform website.
- d. Antarmuka Pengguna: Menunjukkan bagaimana pengguna dapat mengakses data dan kontrol sistem melalui website[6].

2. Skema Rangkaian Elektronik.

Skema rangkaian elektronik adalah diagram yang menunjukkan bagaimana semua komponen fisik (sensor, mikrokontroler, modul komunikasi, dan relay) dihubungkan satu sama lain. Skema ini penting untuk memastikan bahwa semua komponen dapat berfungsi dengan baik dan saling terhubung. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam skema rangkaian ini meliputi:

- a. Koneksi Sensor: Menunjukkan bagaimana sensor pH dan sensor TDS dihubungkan ke pin input pada ESP32.
- b. Koneksi Relay: Menggambarkan bagaimana relay dihubungkan ke pin output pada ESP32 untuk mengontrol sistem filtrasi.
- c. Sumber Daya: Menunjukkan bagaimana semua komponen mendapatkan daya dari sumber yang sesuai[7].

3. Antarmuka Pengguna

Antarmuka pengguna adalah bagian penting dari sistem yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem IoT. Pada tahap desain ini, antarmuka pengguna dirancang untuk memastikan bahwa informasi yang ditampilkan mudah dipahami dan diakses[8]. Beberapa elemen yang perlu dipertimbangkan dalam desain antarmuka pengguna meliputi:

- a. Tampilan Data: Menyediakan informasi real-time mengenai kualitas air, seperti nilai pH dan TDS, dalam format yang mudah dibaca.
- b. Notifikasi: Menyediakan sistem notifikasi untuk memberi tahu pengguna jika parameter

kualitas air berada di luar batas yang ditentukan.

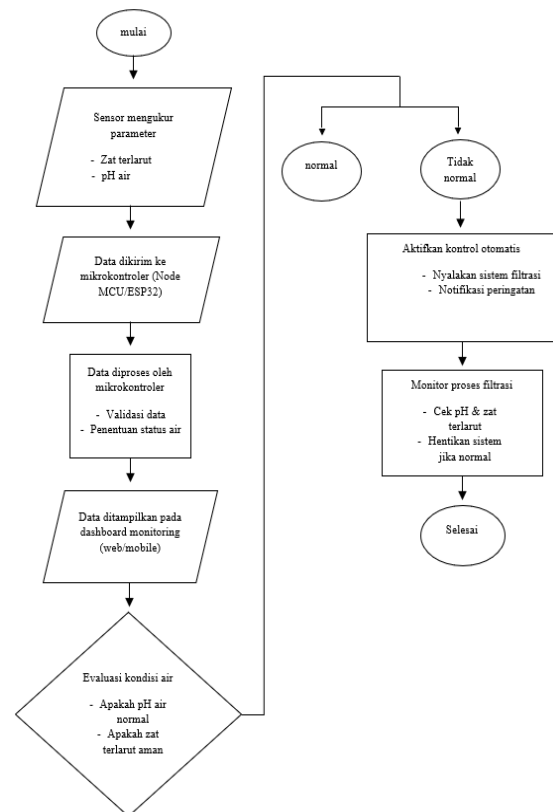
- c. Kontrol Manual: Menyediakan opsi bagi pengguna untuk mengontrol sistem filtrasi secara manual jika diperlukan.

4. Spesifikasi Sistem

Tahap ini, spesifikasi teknis sistem juga perlu ditentukan, termasuk:

- a. Parameter yang Diukur: Menentukan parameter kualitas air yang akan diukur (pH, TDS) dan rentang pengukuran yang diinginkan.
- b. Frekuensi Pengukuran: Menentukan seberapa sering pengukuran akan dilakukan (misalnya, setiap 5 menit, setiap jam).
- c. Batasan dan Kriteria: Menetapkan batasan untuk parameter kualitas air yang dapat memicu kontrol otomatis sistem filtrasi.

Dengan menyelesaikan desain sistem secara menyeluruh, peneliti dapat memastikan bahwa semua komponen akan berfungsi dengan baik dan saling terintegrasi, sehingga sistem IoT yang dikembangkan dapat memenuhi tujuan penelitian dalam memonitor kualitas air dan mengontrol filtrasi secara otomatis. Desain yang baik juga akan memudahkan proses pengujian dan evaluasi sistem di tahap selanjutnya[9].



Gambar 1. Perancangan Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam membangun sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) ini, penulis menggunakan kombinasi antara perangkat keras dan perangkat lunak yang saling mendukung. Kedua aspek tersebut menjadi bagian penting yang menentukan keberhasilan implementasi sistem.

A. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan merupakan komponen utama yang membentuk sistem, antara lain:

Tabel 1. Perangkat Keras

No.	Perangkat keras	Gambar perangkat	Fungsi
1.	MikroKontroler ESP32		ESP32 berperan sebagai pusat kendali dari seluruh sistem. Perangkat ini dipilih karena memiliki keunggulan berupa konektivitas WiFi yang sudah terintegrasi, kemampuan pemrosesan data yang cukup cepat, serta mendukung pembacaan sensor analog.
2.	TDS Meter (Total Dissolved Solids)		Sensor ini digunakan untuk mengetahui jumlah zat terlarut dalam air. Nilai TDS menjadi indikator penting untuk menilai kualitas air, apakah air tersebut layak digunakan atau tidak.
3.	Sensor turbidity		Berfungsi untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air dengan satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit).
4.	Modul Relay		Relay dipasang untuk mengendalikan perangkat eksternal, seperti pompa air atau indikator lain, berdasarkan hasil analisis kualitas air. Dengan demikian, sistem tidak hanya bersifat informatif, tetapi juga mampu memberikan tindakan otomatis.
5.	Power supply/Adapter 12V-5V		Menyediakan sumber tegangan yang stabil untuk ESP32, sensor, dan modul relay.
6.	Solenoid valve 12V		Solenoid valve digunakan sebagai katup otomatis untuk mengatur aliran air. Katup ini akan terbuka atau tertutup sesuai instruksi dari ESP32.
7.	Filter air		Filter air berfungsi sebagai media penyaring fisik yang membantu meningkatkan kualitas air dengan cara menahan kotoran, sedimen, maupun partikel lain. Filter ini bekerja bersamaan dengan sistem kendali otomatis, sehingga ketika kualitas air menurun, aliran air dapat dialihkan melalui filter sebelum digunakan. Keberadaan filter menjadikan sistem lebih praktis karena tidak hanya melakukan pemantauan, tetapi juga mendukung proses penyaringan secara nyata.

B. Perangkat Lunak

Perangkat lunak digunakan untuk mengatur komunikasi, pengolahan data, serta tampilan monitoring. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

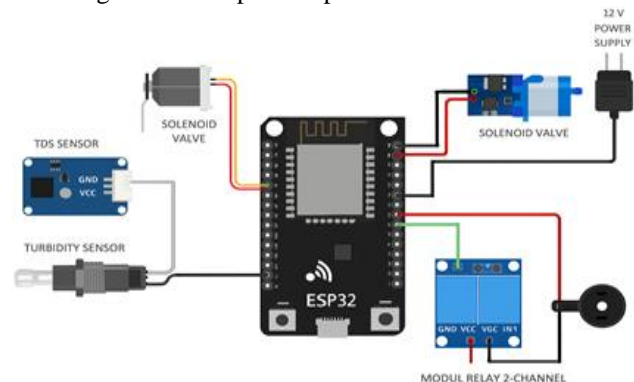
1. Arduino IDE
Digunakan sebagai platform pemrograman utama untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler ESP32.
2. Bahasa Pemrograman C/C++
Bahasa yang digunakan antara lain:
 - a. Wifi.h → mengatur koneksi WiFi ESP32
 - b. WebServer.h → membuat web server lokal untuk monitoring data sensor.
 - c. Preferences.h → menyimpan data SSID dan password WiFi secara permanen.
 - d. WifiMulti.h → mengelola koneksi multi jaringan WiFi.
3. Web Browser (Chrome)
Digunakan untuk menampilkan halaman monitoring kualitas air (TDS dan turbidity) yang disediakan oleh web server ESP32.
4. Platform Sistem Operasi
Sistem ini dijalankan menggunakan komputer/laptop berbasis Windows sebagai alat bantu pemrograman dan pengujian perangkat[10].

C. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi merupakan tahap realisasi dari perancangan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang telah dibuat. Pada tahap ini dilakukan penyusunan perangkat keras, pemrograman perangkat lunak, serta pengujian sistem secara keseluruhan untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah direncanakan[11].

D. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merangkai seluruh komponen sesuai dengan rancangan sistem. ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali yang menerima input dari sensor TDS dan sensor turbidity, kemudian mengolah data tersebut untuk ditampilkan melalui web server[12]. Modul relay dipasang sebagai aktuator yang dapat mengontrol filter air atau perangkat lain sesuai kondisi kualitas air. Rangkaian komponen dirakit pada breadboard/PCB dengan catu daya yang sesuai agar sistem dapat beroperasi secara stabil.



Gambar 2. Rangkaian Sistem

E. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak pada sistem monitoring kualitas air berbasis ESP32 dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Perangkat lunak ini berfungsi untuk menghubungkan sensor, memproses data, mengendalikan aktuator (relay), serta menyediakan antarmuka web untuk monitoring dan kalibrasi[13]. Adapun implementasi perangkat lunak dijabarkan sebagai berikut:

1. Inisialisasi Perangkat

Pada tahap awal, perangkat lunak melakukan:

- a. Deklarasi pin input dan output, yaitu pin ADC untuk sensor TDS dan Turbidity, serta pin digital untuk modul relay.
- b. Inisialisasi komunikasi serial untuk debugging dengan kecepatan 115200 bps.
- c. Pengaturan resolusi ADC (12 bit, 0-4095) dengan tegangan referensi 3,3 V.
- d. Muat data kalibrasi (nilai tegangan air jernih, keruh, air murni, dan larutan standar) dari memori non-volatile menggunakan library Preferences.

2. Modul WiFi dan Web Server

Perangkat lunak mengimplementasikan modul WiFi untuk:

- a. Menghubungkan ESP32 ke jaringan menggunakan SSID dan password yang tersimpan.
- b. Menyediakan mekanisme fallback ke SSID cadangan jika koneksi utama gagal.
- c. Menjalankan web server internal pada port 80 menggunakan library WebServer.h. Web server ini memiliki beberapa endpoint:
 - 1) / → menampilkan halaman web utama.
 - 2) /data → menyediakan data sensor dalam format JSON.
 - 3) /ip → menampilkan alamat IP ESP32.
 - 4) /save → menyimpan SSID dan password WiFi baru.
 - 5) /calibrateClear, /calibrateTurbid, /calibrateTDS0, /calibrateTDSref → endpoint untuk kalibrasi sensor.

3. Pembacaan dan Pengolahan Sensor

Data sensor dibaca menggunakan fungsi analogRead(). Nilai ADC dikonversi menjadi tegangan menggunakan persamaan:

$$V$$

- a. Sensor Turbidity → hasil konversi tegangan dipetakan ke satuan NTU berdasarkan nilai kalibrasi air jernih dan air keruh.
- b. Sensor TDS → nilai tegangan dibandingkan dengan titik kalibrasi air murni dan larutan referensi untuk menghasilkan nilai ppm.

Untuk mengurangi fluktuasi bacaan, digunakan metode Exponential Moving Average (EMA) dengan koefisien $\alpha = 0,1$.

4. Logika Kendali Relay

Hasil pengukuran sensor digunakan untuk menentukan kondisi kualitas air. Logika yang diimplementasikan adalah:

- a. Jika $TDS \leq 50$ ppm dan $NTU \leq 30 \rightarrow$ Relay 1 aktif, Relay 2 nonaktif (air dalam kondisi baik).
- b. Jika salah satu parameter melebihi batas \rightarrow Relay 1 nonaktif, Relay 2 aktif (air dalam kondisi sedang/buruk).

5. Antarmuka Web

Halaman web dirancang dengan HTML, CSS, dan JavaScript, yang di-embed langsung di dalam program ESP32. Tampilan web menampilkan nilai TDS, Turbidity, status relay, dan alamat IP perangkat.

- a. Warna indikator berubah sesuai kategori kualitas air (hijau = baik, oranye = sedang, merah = buruk).
- b. Data diperbarui secara otomatis setiap 2 detik menggunakan fungsi fetch() pada JavaScript.
- c. Tersedia form untuk input SSID dan password WiFi baru, serta tombol untuk melakukan kalibrasi sensor secara langsung.

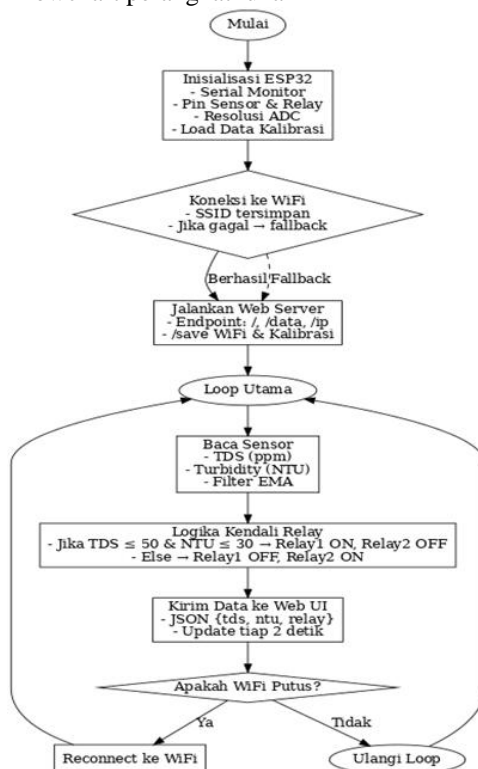
6. Mekanisme Kalibrasi

Pengguna dapat melakukan kalibrasi langsung dari antarmuka web:

- a. Kalibrasi air jernih dan keruh untuk sensor turbidity.
- b. Kalibrasi air murni (0 ppm) dan larutan standar untuk sensor TDS.

Nilai tegangan hasil kalibrasi disimpan ke memori non-volatile sehingga tidak hilang meskipun perangkat di-restart.

7. Flowchart perangkat lunak



Gambar 3. Flowchart Perangkat Lunak

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dirancang dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Tahap ini penting agar sistem yang dibuat tidak hanya sekadar berfungsi, tetapi juga mampu memberikan hasil yang konsisten, akurat, dan dapat diandalkan dalam memantau kualitas air.

Secara umum, pengujian dilakukan pada beberapa aspek utama, yaitu:

1. Pengujian Sensor TDS

Sensor TDS diuji dengan cara mencelupkannya ke dalam larutan dengan konsentrasi berbeda. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah nilai ppm yang ditampilkan oleh sistem sesuai dengan nilai standar larutan. Proses kalibrasi dilakukan terlebih dahulu agar hasil pengukuran lebih akurat.

2. Pengujian Sensor Turbidity

Sensor kekeruhan diuji menggunakan sampel air dengan tingkat kejernihan berbeda, mulai dari air bening hingga air keruh. Nilai NTU yang terdeteksi dibandingkan dengan perkiraan visual maupun standar acuan. Dari sini dapat diketahui sejauh mana sensor mampu membedakan tingkat kekeruhan air.

3. Pengujian Modul Relay dan Solenoid Valve

Modul relay dan solenoid valve diuji untuk memastikan fungsi kendali otomatis bekerja sesuai kondisi air. Misalnya, ketika nilai TDS dan kekeruhan berada di bawah ambang batas, sistem akan mengaktifkan relay untuk membuka solenoid valve sehingga air dapat mengalir. Sebaliknya, jika kualitas air buruk, relay akan memutus aliran listrik dan solenoid valve menutup, menghentikan aliran air.

4. Pengujian Antarmuka Web

Pengujian dilakukan dengan mengakses alamat IP ESP32 melalui smartphone maupun laptop. Hasil pengukuran sensor TDS dan turbidity ditampilkan secara real-time, lengkap dengan status relay. Selain itu, fungsi input SSID dan password WiFi serta fitur kalibrasi sensor juga diuji untuk memastikan semua menu bekerja dengan baik.

5. Pengujian Integrasi dengan Filter Air

Filter air diuji untuk melihat efektivitasnya dalam menurunkan kekeruhan dan TDS. Sistem dipantau sebelum dan sesudah air melewati filter, lalu dibandingkan hasil pembacaan sensor. Hal ini membantu memastikan bahwa sistem tidak hanya mampu memantau, tetapi juga mendukung proses peningkatan kualitas air secara nyata [14].

Dari rangkaian pengujian tersebut, sistem dapat dinilai apakah sudah memenuhi kriteria fungsional, akurat, dan andal. Tahap ini juga menjadi dasar untuk melakukan perbaikan atau penyesuaian lebih lanjut.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things

(IoT) menggunakan ESP32, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang telah mampu berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem berhasil mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak secara optimal, sehingga mampu melakukan pemantauan kualitas air secara real-time berdasarkan parameter Total Dissolved Solids (TDS) dan tingkat kekeruhan (turbidity). Data hasil pengukuran dapat ditampilkan melalui antarmuka berbasis web dengan baik dan mudah diakses oleh pengguna.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor TDS dan turbidity mampu membaca perubahan kualitas air dengan cukup akurat setelah melalui proses kalibrasi. Selain itu, penerapan metode Exponential Moving Average (EMA) terbukti dapat mengurangi fluktuasi data sehingga hasil pembacaan menjadi lebih stabil. Sistem kendali otomatis yang menggunakan modul relay dan solenoid valve juga bekerja sesuai dengan logika yang telah ditentukan, di mana aliran air dapat dikontrol berdasarkan kondisi kualitas air.

Pengujian antarmuka web menunjukkan bahwa seluruh fitur, seperti tampilan data real-time, status perangkat, pengaturan jaringan WiFi, serta kalibrasi sensor, dapat berjalan dengan baik. Integrasi sistem dengan filter air juga memberikan hasil yang positif, ditunjukkan dengan adanya penurunan nilai TDS dan tingkat kekeruhan setelah proses filtrasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, baik orang tua, dosen pembimbing, maupun rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan dukungan serta bertukar gagasan. Berkat bantuan dan keterlibatan berbagai pihak tersebut, penelitian ini akhirnya dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi pengalaman berharga dalam proses penyusunan karya ilmiah di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Elisabeth, Wowor, V. P. Rantung, And K. Santa, "Sistem Kontrol Kualitas Air Berbasis Internet Of Things Menggunakan Metode Prototype Di Desa Pinapalangkow," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, Vol. 4, Pp. 14529–14540, 2024.
- [2] F. Febrianti, S. Adi Wibowo, And N. Vendyansyah, "Implementasi Iot(Internet Of Things) Monitoring Kualitas Air Dan Sistem Administrasi Pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil," *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, Vol. 5, No. 1, Pp. 171–178, 2021, Doi: 10.36040/Jati.V5i1.3249.
- [3] A. Febriansyah, A. Zahri, And D. Amanda, "Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Monitoring Kadar Air Berdasarkan Kadar Ph, Tingkat Konduktivitas Air, Dan Kadar Kekeruhan Air," *J. Teknol. Manufaktur*, Vol. 16, No. 01, Pp. 1–8, 2024.
- [4] I. S. U. Fathin, E. Retnoningsih, And S. Rofiah, "Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis Arduino Pada Tangki Penampungan Air," *J. Students' Res. Comput. Sci.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 213–222, 2024, Doi: 10.31599/gadkxy39.
- [5] E. A. Philipus, "Kualitas Air Pada Pengolahan Air Limbah," 2023.
- [6] D. A. Kurniawan, N. Nurchim, And J. Maulindar, "Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Water Treatment Plant Di

- Lingkungan Pertambangan Batubara Berbasis Iot,” *Skanika Sist. Komput. Dan Tek. Inform.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 133–143, 2024, Doi: 10.36080/Skanika.V7i2.3192.
- [7] P. N. Setiawati And F. Fitriyani, “Sistem Monitoring Realtime Kualitas Air Berbasis Iot Dengan Sensor Tds Dan Nodemcu Esp32,” *Jika (Jurnal Inform.*, Vol. 9, No. 3, P. 354, 2025, Doi: 10.31000/Jika.V9i3.14442.
- [8] A. Nugroho, L. Kurniasari, I. Prasetyo Jati, R. Prianto, And A. T. A. Nugroho, “Penerapan Internet Of Things Untuk Penyediaan Air Bersih Di Desa Jedung Kecamatan Gunungpati Kota Semarang,” *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, Vol. 4, No. 3, Pp. 146–155, 2024, Doi: 10.37567/Pkm.V4i3.3363.
- [9] M. Yusri, Y. Maulita, And H. Sembiring, “Penerapan Iot Dalam Monitoring Dan Pengendalian Kualitas Air,” *Repeater Publ. Tek. Inform. Dan Jar.*, Vol. 2, No. 4, Pp. 231–242, 2024.
- [10] Moh. Hasinur Rohim, Adi Susanto, And Akhlis Munazilin, “Sistem Monitoring Suhu Dan Ph Air Tambak Udang Vaname Berbasis Internet Of Things (Iot),” *Storage J. Ilm. Tek. Dan Ilmu Komput.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 131–136, 2025, Doi: 10.55123/Storage.V4i2.5327.
- [11] T. Kusmita, I. K. Dewi, I. L. Resta, M. Z. Nasri, And F. Charollyne, “Kelurahan Simpang Iii Sipin Kecamatan Kota Baru Kota Jambi,” *Semin. Nas. Penelit. Dan Pengabd. Pada Masy.* 2022, Pp. 152–155, 2022.
- [12] S. Baco And M. Musrawati, “Rancang Bangun Alat Sistem Pemantauan Kadar Ph Air Sungai Tello Berbasis Mikrokontroler,” *J. Syst. Comput. Eng.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 164–173, 2023, Doi: 10.61628/Jsce.V4i2.840.
- [13] Z. Zaenurrohman, H. Susanti, F. Hazrina, And S. Rahmat, “Sistem Penjernih Air Otomatis Dengan Filtrasi Berulang Dan Monitoring Keketuhan Berbasis Iot,” *Infotronik J. Teknol. Inf. Dan Elektron.*, Vol. 8, No. 1, P. 1, 2023, Doi: 10.32897/Infotronik.2023.8.1.2725.
- [14] G. H. Cahyono, “Internet Of Things (Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya),” *J. Chem. Inf. Model.*, Vol. 53, No. 9, Pp. 1689–1699, 2013.