



SMART WATER QUALITY MONITORING SYSTEM

Ryris Agatha Runggu Samosir¹, Friska Afrilia Hutasoit²,

Eka Dodi Suryanto³, Dian Putra Saragi⁴

¹Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Ps.V, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, Negara Indonesia, Kode Pos 20221

¹ ryrissamosir.5232230001@mhs.unimed.ac.id, ² friska.5231230016@mhs.unimed.ac.id,

⁴ ekadodisuryanto@unimed.ac.id, ⁵ dianpsaragi@unimed.ac.id

Abstract. *Water quality is an important factor that affects human health, the environment, and various sectors of life. However, conventional water quality monitoring methods still have limitations, such as requiring a long time, high costs, and being unable to provide real-time data. This study aims to design a Smart Water Quality Monitoring System based on the ESP32 microcontroller capable of monitoring water quality automatically and continuously. The system uses several key parameters, namely pH, temperature, turbidity, and Total Dissolved Solids (TDS), which at the design stage are simulated using a potentiometer. Data from the sensors is processed by the ESP32 through an analogue-to-digital conversion process, then displayed in real-time on a 16×2 LCD and potentially sent to an Internet of Things (IoT) based platform. The design results indicate that the system is able to read and display data accurately according to input changes, and operates according to the designed algorithm. This system has advantages in terms of efficiency, ease of development, as well as multi-parameter monitoring capability. Thus, the designed system can serve as an alternative solution for more effective water quality monitoring and has the potential to be developed into an IoT-based remote monitoring system.*

Keywords: *water quality, ESP32, IoT, real-time monitoring, sensor*

Abstrak. Kualitas air merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap kesehatan manusia, lingkungan, dan berbagai sektor kehidupan. Namun, metode pemantauan kualitas air secara konvensional masih memiliki keterbatasan, seperti membutuhkan waktu lama, biaya tinggi, serta tidak mampu memberikan data secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah *Smart Water Quality Monitoring System* berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu memantau kualitas air secara otomatis dan berkelanjutan. Sistem ini menggunakan beberapa parameter utama, yaitu pH, suhu, kekeruhan, dan Total Dissolved Solids (TDS), yang pada tahap perancangan disimulasikan menggunakan potensiometer. Data dari sensor diolah oleh ESP32 melalui proses konversi analog ke digital, kemudian ditampilkan secara real-time pada LCD 16×2 serta berpotensi dikirim ke platform berbasis Internet of Things (IoT). Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem mampu membaca dan menampilkan data dengan baik sesuai perubahan input, serta berjalan sesuai algoritma yang dirancang. Sistem ini memiliki keunggulan dalam hal efisiensi, kemudahan pengembangan, serta kemampuan monitoring multi-parameter. Dengan demikian, sistem yang dirancang dapat menjadi solusi alternatif dalam pemantauan kualitas air yang lebih efektif, serta berpotensi dikembangkan menjadi sistem monitoring jarak jauh berbasis IoT.

Kata kunci: kualitas air, ESP32, IoT, monitoring real-time, sensor.

LATAR BELAKANG

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia, hewan, dan lingkungan. Kualitas air yang baik sangat berpengaruh terhadap kesehatan, pertanian, industri, serta kelestarian ekosistem (Effendi, 2003). Namun, seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia seperti limbah rumah tangga, industri, dan pertanian, kualitas air sering kali mengalami pencemaran tanpa disadari secara langsung .

Pemantauan kualitas air secara konvensional umumnya masih dilakukan secara manual dengan pengambilan sampel dan pengujian di laboratorium. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, seperti membutuhkan waktu yang lama, biaya yang relatif tinggi, serta tidak mampu memberikan informasi kondisi air secara real-time. Akibatnya, pencemaran air sering terlambat terdeteksi dan dapat menimbulkan dampak yang merugikan bagi masyarakat dan lingkungan (APHA, 2017). Perkembangan teknologi di bidang elektronika, sensor, dan Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk menciptakan sistem pemantauan kualitas air yang lebih efektif dan efisien (Atzori et al., 2010). Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah *Smart Water Quality Monitoring System*, yaitu sistem cerdas yang mampu memantau parameter kualitas air seperti pH, suhu, kekeruhan, dan tingkat kandungan zat tertentu secara otomatis dan real-time.

Dengan adanya *Smart Water Quality Monitoring System*, data kualitas air dapat dipantau secara terus-menerus dan dikirimkan ke perangkat pengguna melalui jaringan internet. Sistem ini diharapkan dapat membantu dalam mendeteksi perubahan kualitas air secara dini, meningkatkan efisiensi pemantauan, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat (Kumar & Hancke, 2014). Oleh karena itu, proyek ini dibuat sebagai upaya penerapan teknologi modern untuk menjaga kualitas air dan mendukung pengelolaan sumber daya air yang lebih baik dan berkelanjutan.

KAJIAN TEORITIS

Kualitas Air

Kualitas air merupakan ukuran kondisi air yang ditentukan berdasarkan parameter fisika, kimia, dan biologi yang memengaruhi kelayakan air untuk digunakan oleh makhluk hidup. Parameter penting dalam kualitas air meliputi derajat keasaman (pH), suhu, kekeruhan (turbidity), serta Total Dissolved Solids (TDS).

Air dengan kualitas yang buruk dapat menyebabkan gangguan kesehatan, menurunkan produktivitas pertanian, serta merusak ekosistem. Oleh karena itu, pemantauan kualitas air secara berkala sangat diperlukan untuk memastikan air tetap dalam kondisi aman dan sesuai standar.

Sistem Monitoring Kualitas Air

Sistem monitoring kualitas air adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengamati dan mengukur parameter air secara terus-menerus. Sistem ini dapat dilakukan secara konvensional maupun berbasis teknologi modern.

Metode konvensional umumnya dilakukan melalui pengambilan sampel dan analisis laboratorium, namun memiliki keterbatasan seperti:

- Tidak real-time
- Membutuhkan biaya tinggi
- Kurang efisien

Sebagai solusi, dikembangkan sistem monitoring berbasis teknologi yang mampu memberikan data secara real-time dan otomatis.

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana perangkat fisik dapat saling terhubung melalui jaringan internet untuk bertukar data secara otomatis.

Dalam sistem monitoring kualitas air, IoT berfungsi untuk:

- Mengirim data sensor ke server/cloud
- Menampilkan data secara jarak jauh
- Memberikan notifikasi jika terjadi pencemaran

Penerapan IoT meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan dalam pengambilan keputusan terkait kondisi air.

Mikrokontroler (ESP32)

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer mini yang digunakan untuk mengendalikan perangkat elektronik. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah ESP32.

Keunggulan ESP32:

- Memiliki fitur WiFi dan Bluetooth
- Mendukung Internet of Things
- Memiliki ADC (Analog to Digital Converter)
- Konsumsi daya rendah

Dalam sistem ini, ESP32 berfungsi sebagai pusat pengolah data dari sensor dan pengendali output sistem.

Sensor Kualitas Air

Sensor digunakan untuk mendeteksi parameter fisik dan kimia air. Beberapa sensor utama dalam sistem ini meliputi:

- Sensor pH

Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air dengan skala 0–14.

- Sensor Suhu

Digunakan untuk mengukur temperatur air, yang memengaruhi reaksi kimia dan kehidupan organisme.

- Sensor Kekeruhan (Turbidity)

Mengukur tingkat kejernihan air berdasarkan jumlah partikel tersuspensi.

- Sensor TDS

Mengukur jumlah zat padat terlarut dalam air (ppm), yang menunjukkan tingkat kontaminasi.

Pada tahap awal perancangan, sensor-sensor ini dapat disimulasikan menggunakan potensiometer sebagai input analog.

Analog to Digital Converter (ADC)

ADC adalah fitur pada mikrokontroler yang mengubah sinyal analog dari sensor menjadi data digital agar dapat diproses oleh sistem.

Proses ini penting karena:

- Sensor menghasilkan sinyal analog

- Mikrokontroler hanya dapat membaca data digital

ESP32 memiliki ADC internal yang memungkinkan pembacaan sensor secara langsung tanpa perangkat tambahan.

Sistem Tampilan (LCD)

LCD (Liquid Crystal Display) digunakan sebagai media output untuk menampilkan hasil pembacaan sensor secara real-time.

Fungsi LCD:

- Menampilkan parameter kualitas air
- Memberikan informasi langsung kepada pengguna
- Mempermudah monitoring tanpa perangkat tambahan

Sistem Monitoring Real-Time

Monitoring real-time adalah proses pemantauan data secara langsung tanpa jeda waktu yang signifikan.

Keunggulan sistem real-time:

- Deteksi dini pencemaran
- Respon cepat terhadap perubahan kondisi
- Efisiensi dalam pengelolaan sumber daya air

Sistem berbasis ESP32 memungkinkan pembacaan data secara kontinu dan pengiriman data secara langsung melalui jaringan internet.

Konsep Sistem Cerdas (Smart System)

Smart system merupakan sistem yang mampu:

- Mengumpulkan data secara otomatis
- Mengolah data
- Memberikan output atau keputusan

Dalam konteks ini, Smart Water Quality Monitoring System termasuk sistem cerdas karena:

- Menggunakan sensor sebagai input
- Memproses data dengan mikrokontroler
- Menampilkan dan mengirim data secara otomatis

METODE PENELITIAN

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam makalah *Smart Water Quality Monitoring System* ini adalah metode perancangan dan eksperimen (prototype development). Penelitian diawali dengan tahap perancangan sistem yang meliputi identifikasi kebutuhan alat, penentuan parameter kualitas air yang akan diukur (pH, suhu, kekeruhan, dan TDS), serta pemilihan komponen utama seperti mikrokontroler ESP32, sensor (yang pada tahap awal disimulasikan menggunakan potensiometer), dan LCD sebagai media output. Selanjutnya dilakukan tahap perakitan rangkaian menggunakan

breadboard dan pengkabelan antar komponen, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan program untuk mengatur proses pembacaan data sensor, konversi data analog ke digital menggunakan ADC, serta pengolahan data menjadi nilai parameter yang sesuai. Setelah sistem dirancang, dilakukan tahap pengujian melalui simulasi menggunakan platform Wokwi untuk memastikan seluruh komponen dan algoritma bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan mengubah nilai input (potensiometer) dan mengamati hasil output pada LCD secara real-time. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi kinerja sistem, meliputi keakuratan pembacaan, kestabilan data, serta kesesuaian dengan tujuan perancangan. Dengan metode ini, penelitian berhasil menghasilkan sebuah prototype sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk penggunaan nyata.

Alat dan Bahan

Komponen-komponen yang digunakan dalam Smart Water Quality Monitoring System Berbasis ESP32 dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Perangkat Keras (Hardware)

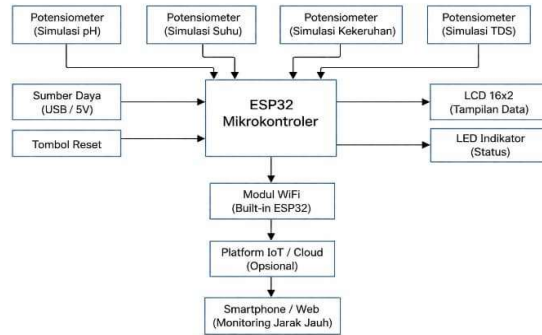
- ESP32
- Sensor pH Air
- Sensor Suhu
- Sensor Turbidity
- Sensor TDS
- LCD 16×2
- Breadboard
- Kabel jumper
- Resistor
- Sumber daya listrik (USB / catu daya ESP32)

2. Perangkat Lunak (Software)

- Arduino IDE
- Wokwi Simulator
- Bahasa pemrograman C/C++ (Arduino)

Desain dan Arsitektur Sistem

Sistem yang dirancang merupakan sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler yang bekerja secara otomatis dan real-time. Desain sistem mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu unit input, unit pemrosesan, dan unit output. Arsitektur sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut.



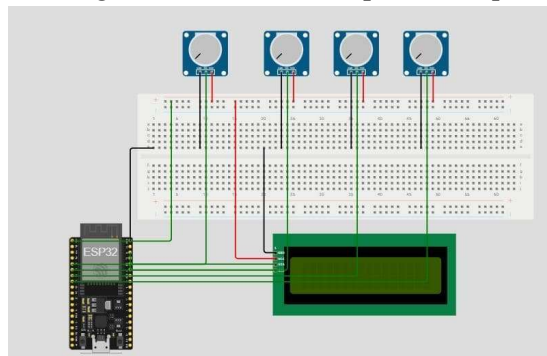
Gambar 1. Diagram Blok Smart Water Quality Monitoring System

Berdasarkan Gambar 1, Pada bagian input, sistem menggunakan empat buah masukan analog yang pada tahap perancangan disimulasikan menggunakan potensiometer sebagai representasi parameter kualitas air, yaitu pH, suhu, kekeruhan, dan Total Dissolved Solids (TDS). Data analog dari masing-masing input akan dibaca oleh mikrokontroler melalui pin Analog to Digital Converter (ADC). Bagian pemrosesan dilakukan oleh mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. Data analog yang diterima akan dikonversi menjadi data digital, kemudian diolah sesuai dengan parameter yang telah ditentukan sehingga menghasilkan nilai yang dapat ditampilkan.

Pada bagian output, hasil pengolahan data ditampilkan menggunakan LCD 16×2 secara real-time. Selain itu, sistem dirancang untuk dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur komunikasi berbasis Internet of Things (IoT) melalui konektivitas WiFi yang tersedia pada ESP32. Secara keseluruhan, desain sistem ini menekankan pada kesederhanaan rangkaian, kemudahan implementasi, serta kemampuan untuk dikembangkan lebih lanjut.

Perancangan Rangkaian Elektronik

Perancangan rangkaian elektronik pada sistem Smart Water Quality Monitoring System dilakukan dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dengan beberapa komponen input dan output. Rangkaian disusun menggunakan breadboard sebagai media perakitan sementara sehingga memudahkan proses pengujian dan pengembangan sistem. Rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut.

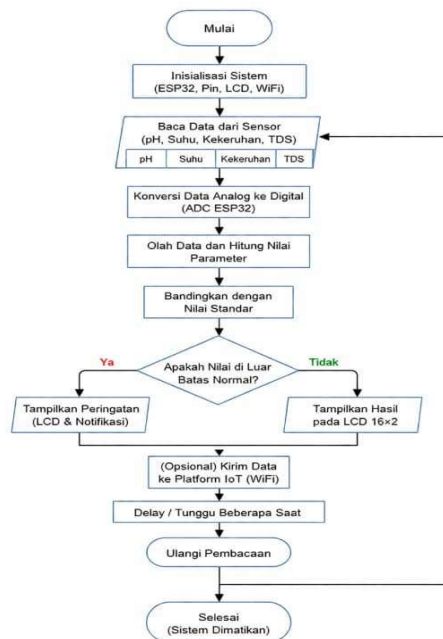


Gambar 2. Smart Water Quality Monitoring System

Gambar 2 menunjukkan skema lengkap rangkaian elektronik ESP32 berperan sebagai pusat sistem yang terhubung dengan seluruh komponen. Empat buah potensiometer dipasang pada bagian atas breadboard dan masing-masing dihubungkan ke pin analog ESP32. Setiap potensiometer menghasilkan sinyal analog yang merepresentasikan parameter kualitas air yang berbeda. LCD 16×2 terhubung ke ESP32 melalui beberapa pin digital yang digunakan untuk komunikasi data dan kontrol tampilan. LCD berfungsi sebagai media untuk menampilkan hasil pembacaan dari input yang diterima. Breadboard digunakan untuk menyusun rangkaian tanpa proses penyolderan, sehingga memudahkan dalam pengujian dan modifikasi. Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan setiap komponen, baik untuk jalur tegangan (VCC), ground (GND), maupun sinyal data. Aliran kerja rangkaian dimulai dari potensiometer sebagai input, kemudian data dikirim ke ESP32 untuk diproses, dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Seluruh sistem mendapatkan catu daya dari ESP32 yang terhubung melalui USB.

Alur Kerja Sistem (Flowchart)

Alur kerja sistem dimulai ketika alat dinyalakan, kemudian ESP32 melakukan inisialisasi seluruh komponen yang digunakan. Setelah itu, sistem membaca data dari sensor (dalam perancangan ini menggunakan potensiometer sebagai simulasi sensor pH, suhu, kekeruhan, dan TDS). Data yang diperoleh berupa sinyal analog yang kemudian dikonversi menjadi data digital menggunakan ADC pada ESP32.



Gambar 3. Diagram Alir (Flowchart) Smart Water Quality Monitoring System

Berdasarkan Gambar 3, menggambarkan alur kerja Smart Water Quality Monitoring System yang dimulai dari proses inisialisasi ESP32 dan seluruh komponen, kemudian dilanjutkan dengan pembacaan data dari sensor (pH, suhu, kekeruhan, dan

TDS) yang masih berupa sinyal analog. Data tersebut dikonversi menjadi digital, kemudian diolah dan dibandingkan dengan nilai standar kualitas air. Jika nilai berada di luar batas normal, sistem menampilkan peringatan, sedangkan jika masih dalam batas normal, hasil ditampilkan pada LCD. Data juga dapat dikirim ke platform IoT secara opsional. Proses ini berlangsung secara berulang dengan jeda waktu tertentu selama sistem aktif hingga perangkat dimatikan.

Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian ini diawali dengan tahap studi literatur untuk memahami konsep sistem monitoring kualitas air berbasis mikrokontroler dan Internet of Things (IoT). Selanjutnya dilakukan tahap perancangan sistem yang meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada tahap ini ditentukan komponen yang digunakan seperti ESP32, potensiometer sebagai simulasi sensor, serta LCD sebagai media tampilan. Setelah perancangan, dilakukan proses perakitan rangkaian elektronik menggunakan breadboard dan kabel jumper sesuai dengan desain yang telah dibuat. Selanjutnya dilakukan pembuatan program menggunakan Arduino IDE untuk mengatur proses pembacaan data, pengolahan, dan penampilan hasil.

Tahap berikutnya adalah pengujian sistem menggunakan simulator Wokwi untuk memastikan rangkaian dan program berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan mengubah nilai input pada potensiometer untuk melihat respon sistem terhadap perubahan data. Setelah sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan, dilakukan analisis hasil untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam membaca, mengolah, dan menampilkan data secara real-time. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kinerja Sistem

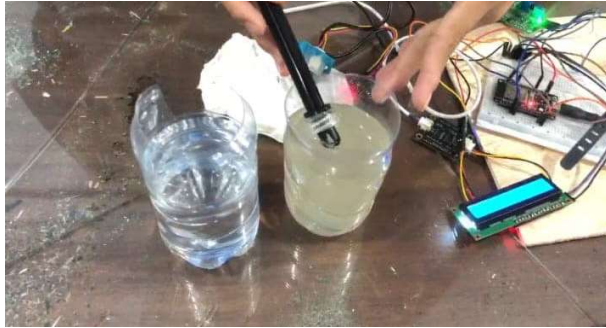
Analisis kerja sistem smart water quality monitoring system menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis dalam melakukan pemantauan kualitas air secara real-time. ESP32 sebagai pusat kendali dapat membaca data input dari potensiometer yang mensimulasikan parameter pH, suhu, kekeruhan, dan TDS melalui pin analog dengan baik. Data analog yang diterima berhasil dikonversi menjadi data digital menggunakan fitur ADC, kemudian diolah sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

Hasil pengolahan data ditampilkan secara langsung pada LCD 16×2, sehingga pengguna dapat memantau kondisi air secara cepat dan mudah. Sistem juga mampu merespons perubahan nilai input secara dinamis, yang menunjukkan bahwa proses pembacaan dan pengolahan data berjalan secara kontinu dan stabil. Selain itu, struktur sistem yang digunakan memungkinkan pengembangan lebih lanjut dengan penambahan sensor asli serta integrasi dengan teknologi IoT untuk pemantauan jarak jauh.

Secara keseluruhan, sistem telah bekerja sesuai dengan perancangan yang dibuat, dengan alur kerja yang sistematis mulai dari pembacaan data, pengolahan, hingga penampilan hasil, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengembangan sistem monitoring kualitas air yang lebih kompleks dan aplikatif.

Hasil Rangkaian dan Pengujian Sistem

1. Kondisi Sensor pH Air pada Air Keruh



Gambar 4. Kondisi sensor pH Air pada air keruh

Gambar tersebut menunjukkan proses pengukuran pH air menggunakan sensor pH yang dicelupkan ke dalam sampel air keruh. Sensor pH bekerja dengan mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaan air berdasarkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) yang terdapat dalam larutan. Pada kondisi air keruh, yang umumnya mengandung partikel tersuspensi, lumpur, atau zat terlarut lainnya, nilai pH yang terbaca dapat dipengaruhi oleh kandungan zat tersebut. Pada sistem yang digunakan, sensor pH mengirimkan sinyal analog ke mikrokontroler, kemudian diolah dan ditampilkan pada LCD. Perbandingan antara air jernih dan air keruh pada gambar menunjukkan bahwa kualitas air dapat dianalisis tidak hanya dari kejernihan visual, tetapi juga dari nilai pH yang dihasilkan oleh sensor. Oleh karena itu, penggunaan sensor pH sangat penting dalam mendeteksi kondisi kimia air, terutama pada air yang telah mengalami pencemaran atau perubahan kualitas.

2. Kondisi Sensor pH Air pada Air Bersih

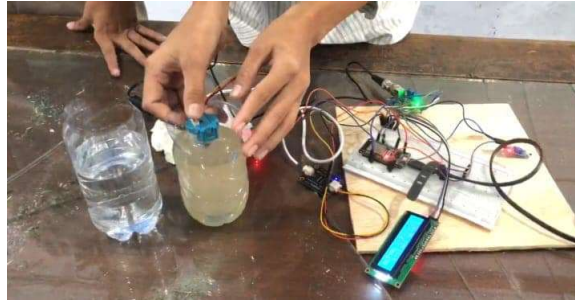


Gambar 5. sensor pH air pada air bersih

Gambar tersebut menunjukkan proses pengukuran pH air menggunakan sensor pH yang dicelupkan ke dalam sampel air bersih. Sensor pH bekerja dengan mendeteksi konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam air untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan. Pada air bersih, yang umumnya memiliki kandungan zat terlarut yang lebih

sedikit, nilai pH yang dihasilkan cenderung lebih stabil dan mendekati netral (sekitar pH 7), tergantung pada sumber air tersebut. Pengukuran pada air bersih ini dapat dijadikan sebagai acuan atau pembanding terhadap kualitas air lainnya, sehingga memudahkan dalam analisis perubahan kualitas air berdasarkan nilai pH yang diperoleh.

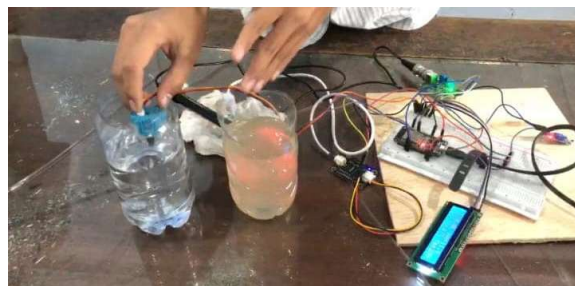
3. Kondisi Sensor TDS pada Air Keruh



Gambar 6. Sensor TDS pada Air Keruh

Gambar tersebut menunjukkan proses pengukuran Total Dissolved Solids (TDS) menggunakan sensor TDS yang dicelupkan ke dalam sampel air keruh. Sensor TDS digunakan untuk mengukur jumlah zat terlarut dalam air, seperti mineral, garam, dan partikel lain yang tidak terlihat secara langsung. Pada air keruh, kandungan zat terlarut dan partikel biasanya lebih tinggi dibandingkan air bersih, sehingga nilai TDS yang dihasilkan cenderung lebih besar. Dalam sistem ini, data dari sensor TDS dikirim ke mikrokontroler untuk diolah dan kemudian ditampilkan pada LCD secara real-time. Pengukuran ini menunjukkan bahwa air keruh memiliki kualitas yang lebih rendah dibandingkan air bersih, sehingga parameter TDS dapat digunakan sebagai indikator penting dalam menentukan tingkat pencemaran air.

4. Kondisi Sensor TDS pada Air Bersih

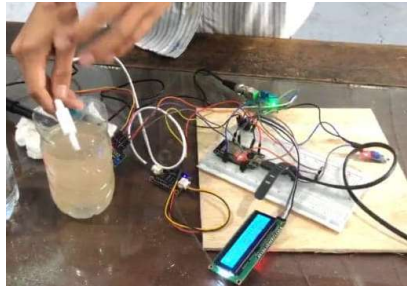


Gambar 7. sensor TDS pada air bersih

Gambar terlihat sebuah rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengukur kualitas air menggunakan sensor TDS (Total Dissolved Solids). Sensor tersebut dicelupkan ke dalam dua wadah air, yaitu satu botol berisi air jernih dan satu gelas berisi air yang tampak lebih keruh. Rangkaian yang terdiri dari mikrokontroler, kabel jumper, dan layar LCD digunakan untuk membaca serta menampilkan nilai TDS secara langsung. Pada air bersih yang terlihat jernih, sensor TDS umumnya menunjukkan nilai yang lebih

rendah karena kandungan zat terlarutnya sedikit, sehingga konduktivitas listriknya juga rendah. Sebaliknya, pada air yang keruh, nilai TDS cenderung lebih tinggi karena lebih banyak zat terlarut seperti mineral atau kotoran.

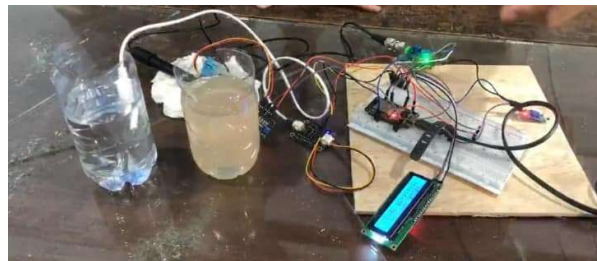
5. Kondisi Sensor Turbidity pada Air Keruh



Gambar 8. Sensor Turbidity pada air keruh

Gambar terlihat sebuah rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air menggunakan sensor turbidity. Sensor tersebut dicelupkan ke dalam gelas berisi air yang tampak keruh berwarna kecokelatan. Rangkaian terdiri dari mikrokontroler, kabel jumper, serta layar LCD yang berfungsi menampilkan hasil pengukuran secara real-time. Pada kondisi air keruh, sensor turbidity akan mendeteksi banyaknya partikel tersuspensi di dalam air, sehingga nilai yang terbaca menjadi lebih tinggi. Hal ini terjadi karena partikel kotoran menghamburkan cahaya yang dipancarkan oleh sensor, sehingga intensitas cahaya yang diterima berkurang.

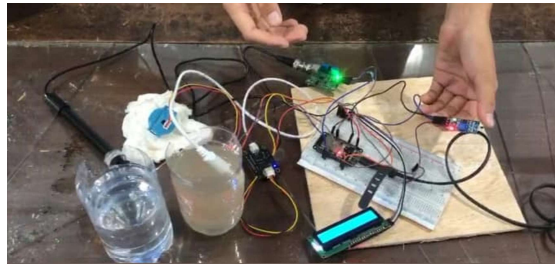
6. Kondisi Sensor Turbidity pada Air Bersih



Gambar 9. Sensor Turbidity pada Air Bersih

Pada kondisi air bersih, sensor turbidity yang terlihat pada rangkaian bekerja dengan mendeteksi kejernihan air melalui cahaya yang dipancarkan dan diterima kembali oleh sensor. Ketika sensor dicelupkan ke dalam air yang jernih, hanya sedikit partikel yang menghamburkan cahaya, sehingga cahaya dapat melewati air dengan lebih mudah dan diterima dengan intensitas yang tinggi oleh penerima sensor. Hal ini menyebabkan nilai kekeruhan (turbidity) yang ditampilkan pada layar LCD menjadi rendah dan cenderung stabil. Dengan demikian, pembacaan sensor menunjukkan bahwa air memiliki tingkat kekeruhan yang kecil, yang menandakan kualitas air lebih baik dibandingkan air keruh karena kandungan partikel tersuspensi di dalamnya sangat sedikit.

7. Kondisi Sensor Suhu



Gambar 10. Sensor suhu

Gambar terlihat sebuah rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengukur suhu air menggunakan sensor suhu yang terhubung dengan mikrokontroler dan layar LCD. Sensor dimasukkan ke dalam wadah air untuk membaca temperatur secara langsung, sementara hasil pengukuran ditampilkan pada layar. Pada air bersih maupun air keruh, sensor suhu akan mendeteksi tingkat panas atau dinginnya air tanpa dipengaruhi oleh kejernihan atau jumlah zat terlarut di dalamnya. Jika air dalam kondisi suhu ruang, maka nilai yang ditampilkan cenderung stabil di kisaran normal (sekitar 25–30°C). Namun, jika suhu air berubah, misalnya karena dipanaskan atau didinginkan, maka nilai yang terbaca pada sensor juga akan ikut berubah secara real-time.

Tabel Hasil Pengujian Sistem

Tabel 1. Hasil Pengujian smart water quality monitoring system

| Sensor Suhu | Sensor pH Air Keruh | Sensor pH pada Air Bersih | Sensor TDS pada Air Keruh | Sensor TDS pada Air Bersih | Sensor Turbidity pada Air Keruh | Sensor Turbidity pada Air Bersih |
|-------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 23° | 10 | 11,6 | 155,7 | 164,33 | 236 | 213 |

Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian sistem *Smart Water Quality Monitoring System*, diperoleh beberapa data penting dari parameter yang diukur, yaitu suhu, pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan kekeruhan (turbidity). Nilai suhu air tercatat sebesar 23°C yang menunjukkan kondisi suhu normal atau mendekati suhu ruang. Hal ini menandakan bahwa sensor suhu bekerja dengan baik karena mampu memberikan pembacaan yang stabil dan tidak terpengaruh oleh kondisi air, baik keruh maupun bersih. Stabilitas ini penting karena suhu merupakan parameter dasar yang dapat memengaruhi parameter kualitas air lainnya.

Pada parameter pH, diperoleh nilai pH air keruh sebesar 10 dan pH air bersih sebesar 11,6. Kedua nilai ini menunjukkan bahwa air berada dalam kondisi basa (alkalis). Namun, secara teori air bersih umumnya memiliki pH mendekati netral, yaitu sekitar 7. Ketidaksesuaian ini mengindikasikan bahwa meskipun sistem mampu membaca

perubahan nilai pH, tingkat akurasi masih perlu ditingkatkan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penggunaan potensiometer sebagai simulasi sensor serta belum dilakukannya proses kalibrasi secara optimal.

Pada parameter TDS diperoleh nilai sebesar 155,7 ppm untuk air keruh dan 164,33 ppm untuk air bersih. Secara teoritis, air keruh seharusnya memiliki nilai TDS yang lebih tinggi karena mengandung lebih banyak zat terlarut. Namun, hasil pengujian menunjukkan sebaliknya, di mana air bersih memiliki nilai TDS lebih tinggi. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian data dengan kondisi nyata, yang kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan simulasi atau belum optimalnya pengolahan data. Meskipun demikian, sistem tetap mampu membaca dan menampilkan perubahan nilai secara real-time.

Pada parameter kekeruhan (turbidity), hasil pengujian menunjukkan nilai 236 NTU untuk air keruh dan 213 NTU untuk air bersih. Data ini sudah sesuai dengan teori, di mana air keruh memiliki tingkat kekeruhan yang lebih tinggi dibandingkan air bersih. Hal ini menunjukkan bahwa sensor turbidity bekerja dengan cukup baik dalam mendeteksi partikel tersuspensi dalam air serta mampu membedakan kondisi air dengan cukup jelas.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem telah berhasil bekerja sesuai dengan perancangan, terutama dalam hal pembacaan data, pengolahan, dan penampilan hasil secara real-time. Namun, dari sisi akurasi, beberapa parameter seperti pH dan TDS masih perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut, terutama melalui penggunaan sensor asli dan proses kalibrasi yang lebih baik. Dengan demikian, sistem ini sudah layak sebagai prototipe awal, tetapi masih memerlukan penyempurnaan untuk dapat digunakan pada kondisi nyata secara lebih akurat dan andal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian yang telah dilakukan pada sistem Smart Water Quality Monitoring System berbasis ESP32, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dirancang dan mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini mampu membaca beberapa parameter kualitas air, yaitu suhu, pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan kekeruhan (turbidity) melalui proses pembacaan sinyal analog yang kemudian dikonversi menjadi data digital menggunakan fitur Analog to Digital Converter (ADC) pada mikrokontroler ESP32. Data yang diperoleh selanjutnya diolah oleh sistem dan ditampilkan secara real-time pada LCD 16×2 sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi kualitas air secara langsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat merespons perubahan nilai input dengan baik dan mampu menampilkan data secara stabil.

Secara keseluruhan, sistem yang dirancang telah berhasil menjalankan fungsi utamanya sebagai alat pemantauan kualitas air secara otomatis dan real-time. Sistem ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan sensor kualitas air yang sebenarnya, melakukan kalibrasi yang lebih akurat, serta menambahkan

integrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) agar data dapat dipantau secara jarak jauh melalui jaringan internet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu dan pembimbing atas bimbingan, arahan, serta dukungan akademik yang diberikan selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan dalam kelompok atas kerja sama dan kontribusi aktif dalam setiap tahapan penelitian, mulai dari perancangan, perakitan, hingga pengujian sistem. Selain itu, penulis mengapresiasi seluruh pihak yang telah memberikan dukungan baik secara teknis maupun non-teknis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam pengembangan teknologi smart parking berbasis ESP32 di bidang teknik elektro.

DAFTAR REFERENSI

- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805.
- Kumar, A., & Hancke, G. P. (2014). Energy efficient environment monitoring system based on wireless sensor networks. *IEEE Sensors Journal*, 14(2), 1–8.
- Espressif Systems. (2020). *ESP32 Technical Reference Manual*. Shanghai: Espressif Systems.
- American Public Health Association (APHA). (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). Washington, DC: APHA.
- Samosir, R. A. R., Hutasoit, F. A., Suryanto, E. D., & Saragi, D. P. (2026). Smart Water Quality Monitoring System. *Jurnal Sains Student Research (JSSR)*, 4(1), 1–15.
- Lestari, M., & Fikri, A. (2024). Rancang bangun sistem smart parking melalui pemantauan smartphone berbasis IoT menggunakan modul WiFi ESP32. *Jurnal Otomasi*, 4(2), 26–30.
- Nafisy, Y., Zain, S. G., & Putra, K. P. (2025). Smart parking system based on Internet of Things technology for realtime parking slot monitoring. *Journal of Embedded System Security and Intelligent Systems*, 4(3), 404–414.
- Rajasekaran, M., Prasanna, B. H., Kumar, S. M., Kumar, K. P., & Yugeshran, R. G. (2025). Smart parking management using IoT and ESP32: A real-time monitoring system. *Proceedings of ICITSM-Part II 2025*.