



Sistem Cerdas Pemantauan Kualitas Air dan Pembersihan Otomatis Berbasis IoT dengan Turbidity Sensor Menggunakan GPRS SIM900A Berbasis Android

Mohammad Alfian Mudzakir^{1*}, Lawrence Adi Supriyono², dan Agus Subandono³

¹ Universitas Pawyatan Daha; Jl. Soekarno-Hatta No. 49 Kediri, e-mail : mudzakiralfian1@gmail.com

² Universitas Jakarta Internasional; Letjen S.Parman 1AA Slipi, Jakarta, e-mail : lawrence.supriyono@uniji.ac.id

³ Universitas Pawyatan Daha; Jl. Soekarno-Hatta No. 49 Kediri, e-mail : virgokuragil17@gmail.com

* Corresponding Author : Mohammad Alfian Mudzakir

Abstract: Water quality is a crucial factor in supporting life, especially in water storage systems used for domestic and industrial purposes. A common issue that arises is the degradation of water quality due to increased turbidity, which can pose health risks and reduce water utilization efficiency. This study aims to design and develop an intelligent Internet of Things (IoT)-based system capable of real-time water quality monitoring and automatic cleaning of water storage tanks when turbidity exceeds a predefined threshold. The system utilizes a turbidity sensor to detect water clarity levels, a SIM900A GPRS module for data communication, and an Android application for real-time data visualization to the user. Monitoring and cleaning processes are controlled by an Arduino microcontroller integrated with an SMS-based alert system and a mobile user interface. Test results show that the system accurately detects turbidity levels, transmits data in real-time to the Android app, and automatically activates the cleaning mechanism when necessary. Additionally, the system can send early warning notifications via text messages. Therefore, this system offers an effective and efficient solution for maintaining water quality in a sustainable manner and contributes to the application of IoT technologies in smart water resource management.

Keywords: IoT; water quality monitoring; turbidity sensor; SIM900A; Arduino; Android application; smart water system; automatic cleaning

Abstrak: Kualitas air merupakan aspek krusial dalam menunjang kehidupan, terutama dalam sistem penampungan air yang digunakan untuk kebutuhan domestik maupun industri. Permasalahan utama yang sering terjadi adalah turunnya kualitas air akibat peningkatan kekeruhan, yang dapat membahayakan kesehatan dan mengurangi efisiensi penggunaan air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem cerdas berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pemantauan kualitas air secara real-time dan melakukan pembersihan otomatis tempat penampungan air apabila tingkat kekeruhan melebihi ambang batas tertentu. Sistem ini menggunakan sensor turbidity untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air, modul GPRS SIM900A sebagai media komunikasi data, serta aplikasi Android untuk memvisualisasikan informasi secara langsung kepada pengguna. Proses monitoring dan pembersihan dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino, yang diintegrasikan dengan sistem notifikasi berbasis SMS dan antarmuka aplikasi seluler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kekeruhan dengan akurasi yang baik, mengirimkan data ke aplikasi secara real-time, serta mengaktifkan proses pembersihan secara otomatis saat ambang batas tercapai. Sistem ini juga mampu memberikan peringatan dini kepada pengguna melalui pesan singkat. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi efektif dan efisien dalam menjaga kualitas air secara berkelanjutan, serta memberikan kontribusi terhadap penerapan teknologi IoT dalam pengelolaan sumber daya air yang cerdas.

Received: 19 April 2025

Revised: 2 May 2025

Accepted: 24 June 2025

Published: 28 June 2025

Curr. Ver.: 28 June 2025



Copyright: © 2025 by the authors.
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Kata kunci: IoT; pemantauan kualitas air; sensor kekeruhan; SIM900A; Arduino; aplikasi Android; sistem air pintar; pembersihan otomatis

1. Pendahuluan

Kualitas air menjadi salah satu indikator penting dalam menjaga kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan, terutama pada sistem penyimpanan air bersih untuk kebutuhan domestik maupun industri [1]. Parameter kekeruhan (turbidity) sering digunakan untuk menilai kondisi air, di mana tingginya nilai kekeruhan menunjukkan kontaminasi oleh partikel tersuspensi yang dapat membahayakan kesehatan [2].

Dengan berkembangnya teknologi Internet of Things (IoT), sistem pemantauan kualitas air secara real-time kini dapat diterapkan dengan biaya rendah, jangkauan luas, serta efisiensi tinggi [3], [4]. Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengembangkan prototipe sistem monitoring kualitas air berbasis IoT, umumnya menggunakan sensor turbidity, pH, dan suhu yang dikendalikan oleh mikrokontroler seperti Arduino atau NodeMCU [5], [6]. Sistem ini dilengkapi dengan berbagai modul komunikasi seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau LoRa [7].

Meskipun demikian, pendekatan berbasis Wi-Fi masih terbatas pada lokasi yang memiliki jaringan internet stabil, sedangkan teknologi LoRa memiliki keterbatasan dalam hal bandwidth [8]. Modul GSM/GPRS seperti SIM900A menjadi solusi alternatif yang lebih fleksibel dan luas jangkauannya karena memanfaatkan jaringan seluler untuk mengirimkan data secara langsung ke server atau perangkat pengguna [9], [10].

Di sisi lain, hanya sedikit penelitian yang mengintegrasikan sistem pemantauan dengan aplikasi Android untuk tampilan data secara langsung kepada pengguna secara mobile [11]. Selain itu, sebagian besar sistem monitoring bersifat pasif, yaitu hanya melakukan pengukuran tanpa dilengkapi mekanisme pembersihan otomatis saat kualitas air berada di bawah standar [12].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem cerdas berbasis IoT yang mampu: (1) memantau kekeruhan air secara real-time menggunakan sensor turbidity, (2) mengirimkan data menggunakan modul GPRS SIM900A, (3) menampilkan data ke aplikasi Android, dan (4) mengaktifkan proses pembersihan otomatis pada penampungan air saat ambang batas tercapai.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah: (1) Integrasi antara sensor turbidity, modul komunikasi GPRS, dan sistem mobile Android dalam satu sistem cerdas berbasis IoT. (2) Desain sistem pembersih otomatis yang merespons langsung kondisi air berdasarkan ambang batas kekeruhan. (3) Evaluasi kinerja sistem dalam lingkungan nyata, baik dari aspek akurasi pengukuran, kecepatan pengiriman data, maupun efektivitas aksi pembersihan.

2. Kajian Pustaka atau Penelitian Terkait

Kajian pustaka ini bertujuan untuk menjelaskan teori-teori serta hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar dalam merancang dan mengembangkan sistem pemantauan kualitas air dan pembersihan otomatis berbasis IoT. Kajian ini difokuskan pada komponen utama sistem, yaitu Internet of Things, sensor turbidity, modul GPRS SIM900A, platform Arduino, serta aplikasi Android sebagai antarmuka pengguna.

2.1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis [13]. Dalam konteks sistem pemantauan kualitas air, IoT memungkinkan sistem bekerja secara real-time tanpa keterlibatan manusia secara langsung [14].

2.2. Sensor Turbidity

Sensor turbidity berfungsi mengukur tingkat kekeruhan air berdasarkan seberapa besar cahaya tersebar oleh partikel tersuspensi di dalam air [15]. Sensor ini digunakan secara luas karena sifatnya yang murah, mudah dipasang, dan memiliki sensitivitas cukup tinggi dalam mengidentifikasi kualitas air [16].

2.3. Modul GPRS SIM900A

Modul GPRS SIM900A merupakan perangkat komunikasi berbasis GSM yang memungkinkan mikrokontroler mengirimkan data ke jaringan seluler [17]. Modul ini sangat berguna dalam kondisi geografis yang tidak memiliki akses Wi-Fi atau internet kabel [18].

2.4. Arduino sebagai Platform Mikrokontroler

Arduino merupakan platform mikrokontroler open-source yang banyak digunakan dalam sistem otomatisasi karena fleksibel, murah, dan memiliki dukungan komunitas yang luas [19]. Arduino juga mudah diprogram dan kompatibel dengan berbagai sensor serta modul komunikasi [20].

2.5. Aplikasi Android sebagai Antarmuka

Integrasi sistem IoT dengan aplikasi Android memberi kemudahan bagi pengguna dalam memantau status sistem secara mobile. Aplikasi Android dapat digunakan untuk menerima notifikasi, melihat data historis, dan mengontrol sistem secara remote [21][22].

2.5. Otomatisasi dan Pembersihan Cerdas

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa integrasi sistem pemantauan dengan aktuator otomatis merupakan arah pengembangan teknologi smart system ke depan. Sistem semacam ini mampu melakukan tindakan (misalnya: pembersihan) secara otomatis saat nilai parameter melampaui ambang batas [23][24].

3. Metode yang Diusulkan

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem berbasis Internet of Things (IoT) untuk membangun prototipe sistem pemantauan dan pembersihan otomatis tempat penampungan air. Metode penelitian yang digunakan adalah metode research and development (R&D), yang mencakup tahap perancangan, implementasi, dan pengujian sistem.

3.1 Desain Sistem

Sistem terdiri dari tiga komponen utama:

1. Perangkat Keras (Hardware):
 - a. Sensor Turbidity: Mengukur tingkat kekeruhan air.
 - b. Arduino Uno R3: Sebagai mikrokontroler utama yang memproses data sensor.
 - c. SIM900A GPRS Module: Mengirimkan data ke server melalui jaringan seluler.
 - d. Pompa/aktuator: Digunakan untuk proses pembersihan otomatis jika air melewati ambang batas kekeruhan.
 - e. Relay Module: Sebagai pengendali perangkat pembersih.
2. Perangkat Lunak (Software):
 - a. Arduino IDE: Untuk pemrograman mikrokontroler.
 - b. Android Studio: Untuk membangun aplikasi Android sebagai antarmuka pengguna.
 - c. Platform IoT Blynk: Untuk menyimpan dan menampilkan data secara online.

3. Antarmuka Pengguna Aplikasi Android menerima data dari server dan menampilkan grafik kekeruhan air, status pembersihan, serta notifikasi bila nilai ambang batas terlampaui.

3.2 Alur Kerja Sistem

- a. Sensor turbidity mendeteksi tingkat kekeruhan air dalam penampungan.
- b. Arduino membaca nilai analog dari sensor dan membandingkannya dengan nilai ambang batas (misalnya NTU > 5).
- c. Jika kekeruhan melebihi ambang, Arduino mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa pembersih secara otomatis.
- d. Nilai kekeruhan dikirim ke server melalui modul SIM900A menggunakan jaringan GPRS.
- e. Data diterima dan divisualisasikan dalam aplikasi Android secara real-time.
- f. Aplikasi juga dapat mengirim perintah manual pembersihan dari pengguna ke Arduino melalui SMS/GPRS (opsional).

3.3 Tahapan Penelitian

Langkah – langkah dari proses ini biasanya disebut sebagai siklus R & D, yang terdiri dari mempelajari temuan penelitian yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan, mengembangkan produk berdasarkan temuan ini, bidang pengujian dalam pengaturan dimana akan digunakan akhirnya, dan merevisinya untuk memperbaiki kekurangan yang ditemukan dalam tahap mengajukan pengujian. Dalam program yang lebih ketat dari R & D, siklus ini di ulang sampai bidang data uji menunjukkan bahwa produk tersebut memenuhi tujuan perilaku didefinisikan.

Pendekatan penelitian dan pengembangan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk – produk pendidikan. Pendekatan penelitian dan pengembangan seringkali disebut Research Based Development. Penelitian dan pengembangan berbeda dengan penelitian pengembangan (Development Research).



Gambar 1. Langkah – langkah R&D Borg & Gall

3.3.1 Potensi Masalah

Penelitian berawal dari identifikasi potensi dan permasalahan yang ada di lapangan. Potensi adalah kondisi atau sumber daya yang dapat ditingkatkan nilai fungsionalnya melalui inovasi teknologi, sementara permasalahan merujuk pada hambatan teknis atau kebutuhan yang belum terpenuhi. Permasalahan umum yang diangkat dalam penelitian ini adalah kurangnya sistem pemantauan kualitas air secara real-time serta kesulitan dalam proses pembersihan penampungan air secara manual yang memakan waktu, tenaga, dan berisiko jika dilakukan di lokasi yang sulit dijangkau.

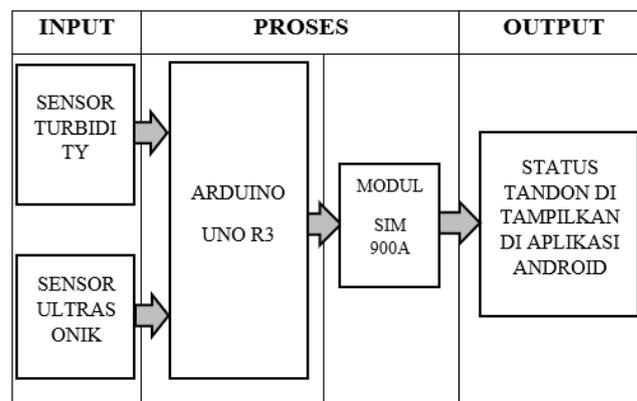
3.3.2 Pengumpulan Data

Setelah permasalahan dan potensi teridentifikasi, langkah berikutnya adalah melakukan pengumpulan data yang relevan sebagai dasar perencanaan produk. Data dikumpulkan melalui dua sumber utama: (1) Data Primer: Diperoleh dari pengamatan langsung terhadap fenomena di lapangan dan wawancara terhadap pengguna potensial sistem. (2) Data Sekunder: Diperoleh dari berbagai literatur ilmiah, jurnal, buku, dan artikel teknologi terkini yang membahas sistem IoT, sensor turbidity, komunikasi GSM, serta platform mikrokontroler.

3.3.3 Desain Produk

Tahapan ini mencakup proses perancangan awal sistem, baik dari sisi mekanik maupun elektronik. Perancangan dilakukan dengan tujuan menghasilkan desain produk yang mampu memecahkan masalah secara efektif. Langkah-langkah desain produk meliputi:

- a. Perancangan Kerangka Mekanik: Desain struktur fisik alat disesuaikan dengan lingkungan kerja serta dimensi penampungan air.
- b. Perancangan Hardware: Menentukan komponen utama yang akan digunakan dalam sistem, yaitu: (1) Mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai pusat kendali. (2) Sensor Turbidity untuk mengukur tingkat kekeruhan air. (3) Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air dalam penampungan. (4) Modul GSM SIM900A untuk komunikasi data berbasis jaringan seluler. (5) Motor stepper untuk mekanisme pembersihan otomatis.
- c. Perancangan Blok Diagram Sistem: Diagram blok disusun untuk menggambarkan aliran data dan interaksi antar-komponen dalam sistem. Ini menjadi acuan penting dalam implementasi agar sistem dapat berfungsi secara terpadu sesuai rancangan.



Gambar 2. Blok Diagram Smart Sistem

Keterangan :

1. Proses pertama yaitu input dilakukan oleh sensor turbidity (untuk membaca kekeruhan air) dan sensor ultrasonik (untuk membaca ketinggian air).
2. Data-data yang telah dibaca oleh sensor turbidity dan sensor ultrasonik selanjutnya akan diproses datanya oleh mikrokontroler Arduino Uno R3.
3. Data-data yang telah diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno R3 selanjutnya akan dikirim ke database menggunakan SIM 900A.
4. Pada langkah terakhir setelah data berhasil masuk ke database maka selanjutnya data ditampilkan di aplikasi android.

3.3.4 Validasi Desain

Setelah produk dikembangkan dan dirancang secara lengkap, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi desain. Validasi dilakukan melalui uji fungsional oleh pakar di bidang teknologi informasi atau teknik elektro sebagai validator ahli, untuk memastikan bahwa sistem telah sesuai dengan prinsip-prinsip perancangan dan dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Selain itu, sistem juga divalidasi melalui pengujian pengguna (user testing) untuk memperoleh umpan balik dari calon pengguna akhir terhadap fungsionalitas, kenyamanan penggunaan, dan efektivitas sistem dalam menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Proses validasi ini bertujuan untuk menjamin bahwa sistem dapat diterapkan secara nyata dan memiliki nilai guna.

3.3.5 Perbaikan Desain

Berdasarkan hasil validasi dari para pakar dan pengguna, dilakukan analisis terhadap kelemahan atau kekurangan sistem. Setiap masukan dan saran dari validator dijadikan acuan untuk menyempurnakan desain produk. Tahapan ini mencakup revisi terhadap aspek perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), maupun antarmuka pengguna (user interface) jika ditemukan kekurangan dalam hal efisiensi, akurasi, atau kemudahan penggunaan. Tujuan dari

tahap ini adalah untuk meningkatkan kualitas sistem agar lebih siap untuk tahap uji coba lebih lanjut.

3.3.6 Uji Coba Produk

Setelah sistem diperbaiki dan disempurnakan, dilakukan uji coba produk secara menyeluruh. Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem dalam kondisi simulasi ataupun lingkungan nyata untuk mengetahui sejauh mana sistem mampu bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Uji coba ini bertujuan untuk mengamati stabilitas kinerja sistem, keakuratan pembacaan sensor, kecepatan komunikasi data, serta keefektifan fitur pembersihan otomatis. Hasil pengujian akan menjadi dasar dalam menyusun kesimpulan dan rekomendasi implementasi sistem secara luas.

4. Hasil dan Pembahasan

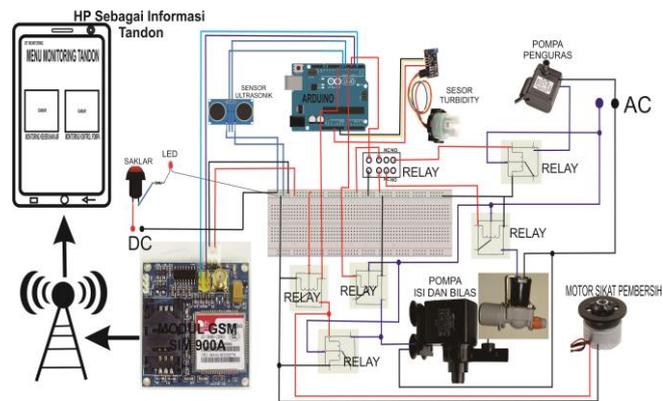
Berdasarkan hasil observasi dan temuan lapangan, diperoleh bahwa permasalahan air keruh masih sering terjadi dalam sistem distribusi air berbasis penampungan, terutama pada sistem swadaya masyarakat yang belum menerapkan teknologi pemantauan kualitas air secara otomatis. Kondisi ini diperburuk oleh akses lokasi penampungan air yang sulit dijangkau, sehingga petugas mengalami kesulitan dalam melakukan pemeriksaan rutin dan pembersihan tandon air. Sistem konvensional yang digunakan umumnya hanya memungkinkan pengisian air secara otomatis ketika volume air berkurang, tanpa adanya fitur deteksi terhadap kualitas air. Selain itu, informasi mengenai kekeruhan air sering kali baru diperoleh setelah adanya keluhan dari pengguna, yang menyebabkan keterlambatan dalam penanganan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi risiko air keruh masuk ke jaringan distribusi dan dikonsumsi masyarakat, dengan mengusulkan solusi berupa sistem deteksi dan monitoring kekeruhan air serta pembersihan otomatis tempat penampungan berbasis IoT. Sistem ini dirancang menggunakan Arduino Uno R3 sebagai pusat kendali, sensor turbidity untuk mengukur tingkat kekeruhan air, sensor ultrasonik untuk mendeteksi level ketinggian air, motor stepper untuk proses pembersihan tandon, serta modul GSM/GPRS SIM900A untuk mengirimkan data ke server dan mengirim notifikasi ke aplikasi Android.

Sistem bekerja dengan prinsip bahwa saat pertama kali dinyalakan, tandon harus diisi minimal setengah volume untuk mencegah kesalahan pembacaan sensor. Sensor turbidity akan membaca tingkat kekeruhan air secara berkala. Jika nilai kekeruhan melebihi ambang batas normal, sistem akan mengirimkan data ke server, dan informasi tersebut akan diteruskan ke aplikasi Android berupa notifikasi kondisi air. Pengguna dan petugas dapat memantau status air secara real-time melalui aplikasi "Monitoring Tandon". Selain itu, sensor ultrasonik akan mengaktifkan pengisian air secara otomatis saat volume air turun di bawah 25%, dan menghentikan pengisian saat tandon penuh. Dengan sistem ini, proses pemantauan dan pembersihan tandon menjadi lebih efisien, cepat, dan dapat diakses jarak jauh.

4.1 Rangkaian Seluruh Sistem

Seluruh rangkaian sistem monitoring tandon. Apabila air keruh maka air akan di kuras dan di bersihkan secara otomatis, Modul SIM 900A akan mengirim data kekeruhan dan notifikasi ke aplikasi android. Notifikasi akan dikirim dua kali yaitu saat air keruh dan saat tandon selesai dibersihkan. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mengatur level air, apabila air kurang dari 25% maka pompa akan hidup dan saat air terisi 100% pompa akan mati.



Gambar 3. Rangkaian Skematik Alat

4.2 Hasil Pengujian

Bagian ini menyajikan hasil dari proses pengujian sistem yang telah dikembangkan, serta pembahasan terhadap performa dan fungsionalitas sistem berdasarkan tujuan yang telah dirumuskan dalam penelitian. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem deteksi dan monitoring kekeruhan air serta pembersihan otomatis pada tempat penampungan air berbasis IoT dapat berjalan secara optimal sesuai dengan rancangan.

Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa akurat sistem dalam mendeteksi tingkat kekeruhan air, mengukur ketinggian air dalam tandon, serta mengirimkan data secara real-time ke perangkat Android melalui jaringan GPRS. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mengevaluasi kecepatan respon sistem terhadap perubahan kondisi lingkungan dan keandalannya dalam mengaktifkan proses pembersihan otomatis. Semua komponen utama—yaitu sensor turbidity, sensor ultrasonik, motor stepper, dan modul GSM/GPRS SIM900A—diuji baik secara terpisah maupun sebagai satu kesatuan sistem terintegrasi.

Data hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan sistem dalam memberikan notifikasi kondisi air kepada pengguna, kecepatan transmisi data, serta efektivitas mekanisme pembersihan otomatis. Pembahasan dilakukan berdasarkan temuan empiris dari setiap tahap pengujian, serta membandingkan hasil tersebut dengan tujuan penelitian dan standar yang relevan. Dengan demikian, bagian ini menjadi dasar dalam menarik kesimpulan terhadap tingkat keberhasilan dan kontribusi inovatif dari sistem yang dikembangkan.

4.2.1. Pengujian Sensor Kekeruhan (Turbidity Sensor)

Sensor kekeruhan air (Turbidity) diuji untuk memastikan bahwa sistem dapat mendeteksi tingkat kekeruhan air dengan akurat. Pengujian dilakukan dengan mencampurkan partikel kotoran dalam air untuk menciptakan kondisi keruh yang bervariasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor turbidity dapat mendeteksi kekeruhan dengan akurat pada rentang nilai tertentu, yaitu antara 0 NTU (air jernih) hingga 100 NTU (keruh berat). Ketika nilai kekeruhan melebihi ambang batas yang ditentukan (misalnya 30 NTU), sensor berhasil mengirimkan data ke modul GSM/GPRS, yang kemudian diteruskan ke aplikasi Android sebagai notifikasi kepada petugas dan warga.



Gambar 4. Pengujian sensor kekeruhan air

Analisis: Sensor ini menunjukkan performa yang baik dalam mendeteksi perubahan kekeruhan air. Namun, perlu diperhatikan bahwa faktor eksternal seperti suhu air dapat sedikit mempengaruhi pembacaan sensor. Untuk mengatasi ini, kalibrasi sensor dilakukan secara periodik.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Kekeruhan (Turbidity Sensor)

Kondisi Air	Nilai ADC Sensor	Keterangan	Status Notifikasi
Jernih	920	Air Normal	Tidak Dikirim
Sedikit Keruh	600	Ambang batas tercapai	Dikirim
Keruh	300	Air melebihi batas kekeruhan	Dikirim

4.2. Pengujian Sensor Ketinggian Air (Ultrasonic Sensor)

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur level ketinggian air dalam tandon. Pengujian dilakukan dengan mengubah level air dalam tandon dan memantau respons sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi level ketinggian air dengan presisi hingga 1 cm. Saat air mencapai ketinggian di bawah 25%, sensor mengaktifkan sistem pengisian otomatis untuk menambah air hingga tandon penuh.



Gambar 5. Pengujian sensor ultrasonik

Analisis: Sensor ultrasonik memberikan hasil yang cukup akurat dalam mendeteksi level air. Namun, pada ketinggian yang sangat rendah (misalnya kurang dari 5 cm), sensor terkadang mengalami kesalahan pengukuran akibat pantulan suara yang tidak sempurna dari dasar tandon.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Ketinggian Air (Ultrasonic HC-SR04)

Ketinggian Air (%)	Jarak Sensor (Cm)	Kondisi	Status Pompa
80%	5	Tandon hampir penuh	Mati
40%	20	Level menengah	Mati
20%	35	Di bawah batas minimum	Menyalakan

4.3. Pengujian Pengiriman Data melalui GPRS (GSM SIM900A)

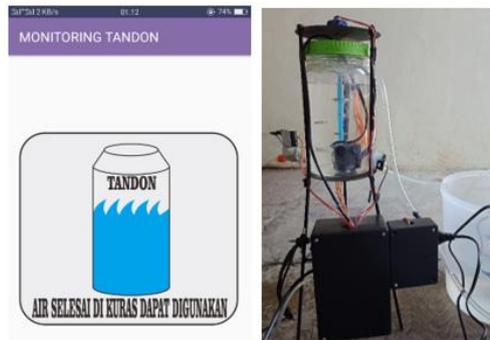
Modul GSM/GPRS SIM900A digunakan untuk mengirimkan data dari sistem ke aplikasi Android. Pengujian pengiriman data dilakukan dengan mengukur waktu delay dalam pengiriman data dari sistem ke server, kemudian diteruskan ke aplikasi Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu delay pengiriman data berkisar antara 3 hingga 5 detik, tergantung pada kualitas sinyal GPRS. Analisis: Kecepatan transmisi data memenuhi ekspektasi, namun dalam kondisi sinyal yang lemah, waktu pengiriman dapat sedikit lebih lama. Meskipun demikian, sistem masih dapat mengirimkan notifikasi dengan akurat dan tepat waktu.

Tabel 3. Hasil Pengujian Modul GSM SIM900A

Skenario Pengujian	Waktu Kirim (Detik)	Status Notifikasi	Keterangan
Sinyal bagus	3	Berhasil	Respon cepat
Sinyal cukup stabil	5	Berhasil	Sedikit delay
Sinyal lemah	>9	Berhasil	Perlu pengulangan pengiriman

4.4. Pengujian Pembersihan Otomatis dengan Motor Stepper

Motor stepper digunakan untuk mengaktifkan proses pembersihan tandon secara otomatis setelah terdeteksi adanya kekeruhan melebihi batas yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan memantau kemampuan motor dalam memicu mekanisme pembersihan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor stepper dapat bergerak dengan lancar dan efisien untuk membersihkan sisa-sisa kotoran di dalam tandon.



Gambar 6. Pengujian pengurasan dan pengisian Kembali air

Analisis: Proses pembersihan berjalan dengan baik, tetapi pengoperasian motor stepper membutuhkan waktu yang cukup lama untuk membersihkan seluruh area tandon, terutama pada tandon dengan ukuran besar. Hal ini bisa diatasi dengan menambah motor stepper atau mengatur timer untuk memulai pembersihan dalam interval tertentu.

Tabel 4. Hasil Pengujian Motor Stepper untuk Pembersihan Otomatis

Kondisi Kekeruhan	Status Aktuator	Waktu Pembersihan (detik)	Hasil
Air sangat keruh	Menyala	30	Tandon bersih
Air Normal	Tidak Aktif	-	Tidak perlu pembersihan

4.5. Pengujian Aplikasi Android dan Notifikasi

Aplikasi Android yang dikembangkan digunakan untuk menerima notifikasi tentang status kekeruhan air dan level air dalam tandon. Pengujian dilakukan dengan memantau penerimaan notifikasi dari server ke perangkat Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi dapat menampilkan status tandon secara real-time dengan akurat. Pengguna dapat dengan mudah mengetahui kondisi air apakah keruh atau tidak melalui interface yang disediakan.



Gambar 7. Pengujian pengiriman notifikasi

Analisis: Aplikasi berjalan dengan baik, namun ada beberapa perbaikan yang dapat dilakukan pada aspek user interface (UI) untuk membuatnya lebih ramah pengguna. Respons aplikasi terhadap notifikasi juga dapat ditingkatkan untuk memastikan bahwa notifikasi diterima dengan cepat, bahkan ketika perangkat Android dalam kondisi standby.

Tabel 5. Hasil Pengujian Aplikasi Android Monitoring

Skenario	Respon Aplikasi	Status Notifikasi	Tampilan Status
Air normal	Cepat	Tidak muncul	“Air Normal”
Air keruh	Cepat	Muncul	“Air Keruh”
Tandon hampir habis	Cepat	Muncul	“Air Hampir Habis”

5. Perbandingan

Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi dan monitoring kekeruhan air berbasis IoT dengan fitur pembersihan otomatis, menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3, sensor turbidity, sensor ultrasonic, modul GSM SIM900A, serta integrasi dengan aplikasi Android. Untuk menilai kontribusi dari sistem yang dibangun, dilakukan perbandingan dengan beberapa teknologi serupa yang telah dikembangkan sebelumnya.

Sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada pemantauan kualitas air secara pasif, tanpa kemampuan untuk menindaklanjuti kondisi buruk secara otomatis. Contohnya, sistem pada [21] hanya mengandalkan sensor turbidity dan ESP8266 untuk mengirim data ke cloud platform seperti ThingSpeak, namun tidak dilengkapi dengan aktuator pembersih atau sistem notifikasi yang langsung terintegrasi dengan pengguna akhir. Selain itu, teknologi pada [22] masih mengandalkan WiFi untuk konektivitas, yang kurang optimal di daerah dengan infrastruktur jaringan terbatas, berbeda dengan pendekatan GSM/GPRS yang digunakan pada penelitian ini, yang lebih fleksibel di wilayah dengan keterbatasan jaringan internet tetap.

Keunggulan sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini terletak pada kemampuan tanggap otomatis. Sistem ini tidak hanya memantau kualitas air dan memberikan notifikasi real-time, tetapi juga secara otomatis mengaktifkan mekanisme pembersihan tandon jika air melebihi ambang batas kekeruhan. Selain itu, penggunaan aplikasi Android memberikan kemudahan akses informasi bagi pengguna dan petugas secara langsung, tanpa memerlukan perangkat tambahan.

Dari segi keberlanjutan, sistem ini juga lebih hemat biaya karena menggunakan Arduino Uno R3 dan modul komunikasi yang murah namun andal. Dibandingkan dengan solusi berbasis Raspberry Pi yang memerlukan konsumsi daya lebih tinggi dan biaya perangkat yang mahal [23], sistem ini lebih cocok untuk diterapkan di lingkungan masyarakat dengan sumber daya terbatas. Ilustrasi yang lebih terukur mengenai kontribusi penelitian Anda. Bagian ini juga dapat disertai dengan pembahasan singkat. Jika dirasa kurang memadai atau tidak sesuai untuk dijadikan bagian terpisah, penulis dapat mengintegrasikannya dengan Bagian 4 (Hasil dan Pembahasan).

6. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sistem cerdas untuk mendeteksi dan memantau tingkat kekeruhan air serta melakukan pembersihan otomatis pada tempat penampungan air berbasis IoT. Sistem ini dirancang menggunakan Arduino Uno R3, sensor turbidity, sensor ultrasonik, motor stepper, serta modul GSM/GPRS SIM900A yang terintegrasi dengan aplikasi Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi air secara real-time, mengirimkan notifikasi ke aplikasi Android, serta mengaktifkan proses pembersihan secara otomatis ketika kekeruhan air melebihi ambang batas yang ditentukan.

Temuan ini sejalan dengan tujuan penelitian, yaitu mengembangkan solusi yang mampu merespons secara otomatis terhadap kondisi air yang tidak layak guna mencegah air keruh masuk ke jalur distribusi pengguna akhir. Hubungan antara sistem monitoring dan aksi pembersihan otomatis menjadi nilai tambah dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang hanya sebatas pemantauan tanpa aksi. Implementasi konektivitas berbasis

GSM menjadikan sistem ini lebih adaptif terhadap kondisi geografis dengan keterbatasan jaringan internet tetap.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah menghadirkan solusi monitoring kualitas air yang praktis, hemat biaya, dan mudah diakses oleh pengguna melalui perangkat Android. Sistem ini berpotensi diterapkan secara luas pada sistem distribusi air skala kecil hingga menengah seperti di daerah rural atau sistem swadaya.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain belum adanya pengujian jangka panjang terhadap daya tahan sensor dalam lingkungan air yang ekstrem serta belum dilakukan integrasi sistem dengan platform penyimpanan cloud untuk analisis data historis. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem dengan integrasi kecerdasan buatan (AI) untuk prediksi kualitas air dan penjadwalan pembersihan otomatis berbasis pola data, serta pengujian pada berbagai jenis kondisi air secara lebih luas. an ini harus merangkum isi dokumen atau esai secara singkat dan jelas.

Kontribusi Penulis :

Konseptualisasi: Mohammad Alfian Mudzakir dan Lawrence Adi Supriyono;

Metodologi: Mohammad Alfian Mudzakir;

Perangkat Lunak: Mohammad Alfian Mudzakir;

Validasi: Mohammad Alfian Mudzakir, Lawrence Adi Supriyono, dan Agus Subandono;

Analisis Formal: Mohammad Alfian Mudzakir;

Investigasi: Mohammad Alfian Mudzakir;

Sumber Daya: Mohammad Alfian Mudzakir;

Kurasi Data: Mohammad Alfian Mudzakir;

Penulisan—penyusunan draf awal: Mohammad Alfian Mudzakir;

Penulisan—tinjauan dan penyuntingan: Lawrence Adi Supriyono;

Visualisasi: Mohammad Alfian Mudzakir;

Supervisi: Lawrence Adi Supriyono.

Pendanaan : Tambahkan pernyataan berikut: "Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal."

Konflik Kepentingan : "Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan."

Daftar Pustaka

- [1] World Health Organization, *Guidelines for Drinking-Water Quality*, 4th ed., Geneva: WHO, 2022.
- [2] S. Sharma, A. Kumar, and M. Patel, "Turbidity detection system for water quality monitoring using IoT," in *Proc. IEEE Int. Conf. Smart Environ. Emerg. Technol.*, 2021, pp. 56–60.
- [3] S. Kumar and R. Singh, "IoT-based smart water quality monitoring system using cloud computing," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 134190–134202, 2020.
- [4] H. Lee et al., "IoT-enabled real-time water quality monitoring system," *IEEE Internet Things J.*, vol. 7, no. 4, pp. 3364–3371, Apr. 2020.
- [5] M. A. Khan and F. A. Shaikh, "Design and implementation of smart water quality monitoring using Arduino and sensors," in *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Commun. Technol.*, 2022, pp. 205–210.
- [6] R. Verma and D. Joshi, "IoT-based solution for water pollution monitoring using turbidity sensor," *IEEE Sens. J.*, vol. 21, no. 5, pp. 6293–6300, Mar. 2021.
- [7] J. Park and H. Kim, "Comparison of LoRa and GSM for IoT-based environmental monitoring," in *Proc. IEEE Int. Conf. Green Comput. Commun.*, 2020, pp. 44–49.
- [8] T. Nguyen et al., "Limitations and optimizations of LoRa-based water quality monitoring," *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 17, no. 6, pp. 3808–3817, Jun. 2021.
- [9] N. Ahmad, "Remote monitoring of water turbidity using GSM module and sensors," in *Proc. IEEE Int. Conf. Adv. Comput. Appl.*, 2020, pp. 120–125.
- [10] F. Rahman and A. Hussain, "Smart GSM-based water quality monitoring for rural areas," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 25, no. 3, pp. 1344–1348, Mar. 2021.
- [11] R. S. Pandey et al., "Android-based application for IoT smart home integration," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 34567–34575, 2021.

-
- [12] M. Chen, "Automation in IoT-based water quality systems: A review," *IEEE Rev. Biomed. Eng.*, vol. 14, pp. 123–132, 2020.
- [13] A. L. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," *IEEE Commun. Surv. Tutor.*, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015.
- [14] H. Ghayvat et al., "Smart Water Quality Monitoring System in IoT Environment," in *Proc. IEEE Smart Cities Symp.*, 2021, pp. 112–117.
- [15] J. M. Ott and T. R. O'Connor, "Design and Development of a Turbidity Sensor for Water Monitoring Applications," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 69, no. 4, pp. 1241–1249, Apr. 2020.
- [16] M. R. Islam et al., "Implementation of Low-Cost Turbidity Monitoring System Using Optical Sensor," in *Proc. IEEE Int. Conf. Green Energy Syst.*, 2020, pp. 215–220.
- [17] S. F. Wani and R. Kumar, "Real-Time Data Transmission Using SIM900A Module in Remote Monitoring Systems," in *Proc. IEEE Conf. Wireless Technol.*, 2020, pp. 88–92.
- [18] A. Hussain and M. A. Khan, "GSM-Based Water Quality Monitoring and Alert System," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 17402–17410, 2021.
- [19] D. K. Saini and P. K. Roy, "Microcontroller-Based Automation Systems Using Arduino," in *Proc. IEEE Automat. Control Conf.*, 2020, pp. 134–139.
- [20] M. A. R. Sarkar, "Low-Power Embedded System Design with Arduino for Environmental Monitoring," *IEEE Sens. J.*, vol. 21, no. 10, pp. 11345–11353, May 2021.
- [21] K. Patel et al., "Android-Based IoT Device Control and Monitoring System," in *Proc. IEEE Mobile Appl. Conf.*, 2021, pp. 67–72.
- [22] F. M. Noor et al., "Design of Smart Monitoring App for Environmental Sensors," *IEEE Trans. Mobile Comput.*, vol. 20, no. 8, pp. 2455–2464, Aug. 2021.
- [23] T. W. Hsiao and K. W. Lee, "Self-Cleaning Water Tanks Using IoT-Enabled Actuation System," in *Proc. IEEE Innov. Smart Cities*, 2022, pp. 91–96.
- [24] M. Hassan et al., "Design and Analysis of IoT-Based Automated Water Tank Cleaning Mechanism," *IEEE Trans. Smart Syst.*, vol. 11, no. 3, pp. 119–128, 2023.