



Pompa Otomatis dan Monitoring Kekeruhan Tempat Penampungan Air (Studi pada TPQ At – Ta’awun)

Umami Hanik^{1*}, Dani Sasmoko², Nuris Dwi Setiawan³, Iman Saufik Suasana⁴, dan Sulartopo⁵

¹ Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Semarang, Jawa Tengah; e-mail : hanikkuummi22@gmail.com

² Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Semarang, Jawa Tengah; e-mail : dani@stekom.ac.id

³ Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Semarang, Jawa Tengah; e-mail : setyawan_dw@gmail.com

⁴ Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Semarang, Jawa Tengah; e-mail : saufik@stekom.ac.id

⁵ Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Semarang, Jawa Tengah; e-mail : sulartopo@stekom.ac.id

* Corresponding Author : Umami hanik

Abstract: This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based automatic water pump monitoring and control system. The system utilizes an ESP32 microcontroller connected to an ultrasonic sensor to measure water level and a turbidity sensor to detect water clarity. The pump is automatically activated when the water level drops below a specified threshold and deactivated when the tank is full. Furthermore, when the turbidity value exceeds a certain limit (e.g., >40 NTU), the system sends notifications to the user via the Blynk application. In addition, notifications are also sent through a Telegram bot, allowing users to receive alerts instantly without needing to open the Blynk app. Key data such as water level distance, NTU value, pump status, and water condition are displayed locally on a 16x2 LCD and remotely on the Blynk dashboard. System testing was conducted using samples of clean water, tea, and milk coffee to represent varying levels of turbidity. The results showed that the system effectively detected different turbidity levels and automatically controlled the pump based on the water level. This system offers an efficient real-time solution for monitoring water quality and can be applied in places such as Islamic schools (TPQ), educational institutions, or households.

Keywords : IoT; ESP32; ultrasonic sensor; turbidity sensor; water pump automation; Blynk; Telegram notification; real-time monitoring

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian pompa air otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air dan sensor turbidity untuk mendeteksi kejernihan air. Pompa akan menyala secara otomatis ketika ketinggian air berada di bawah ambang batas tertentu dan akan mati ketika tandon sudah penuh. Selain itu, ketika nilai kekeruhan air melebihi ambang batas (misalnya >40 NTU), sistem akan mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Blynk. Notifikasi juga dikirimkan melalui bot Telegram, sehingga pengguna dapat menerima peringatan secara langsung tanpa perlu membuka aplikasi Blynk. Data seperti jarak permukaan air, nilai NTU, status pompa, dan kondisi air ditampilkan secara lokal melalui LCD 16x2 dan secara daring melalui dashboard Blynk. Pengujian sistem dilakukan menggunakan sampel air bersih, teh, dan kopi susu untuk mewakili berbagai tingkat kekeruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi perbedaan tingkat kekeruhan dan mengontrol pompa secara otomatis berdasarkan ketinggian air. Sistem ini memberikan solusi efisien untuk pemantauan kualitas air secara real-time dan dapat diterapkan di tempat-tempat seperti TPQ, sekolah, maupun rumah tangga.

Received: August 15, 2025

Revised: August 23, 2025

Accepted: November 27, 2025

Published: November 29, 2025

Curr. Ver.: November 29, 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; ESP32; sensor ultrasonic; sensor kekeruhan; otomasi pompa air; Blynk; notifikasi Telegram; pemantauan real-time.

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan komponen vital dalam menunjang kesehatan, kebersihan, dan kenyamanan aktivitas manusia, termasuk dalam sektor pendidikan. Di lingkungan pendidikan keagamaan seperti Taman Pendidikan Al-Qur'an (TPQ), air tidak hanya berfungsi untuk sanitasi, tetapi juga merupakan bagian penting dari aktivitas ibadah, seperti wudu sebelum mengaji atau salat. Namun, permasalahan mengenai kualitas dan ketersediaan air bersih masih menjadi tantangan di banyak lembaga pendidikan non-formal di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, setidaknya 24,5% fasilitas pendidikan non-formal belum memiliki sistem penyediaan air bersih yang layak, baik dari sisi kualitas, kontinuitas, maupun efisiensi pemanfaatannya.[1]

Salah satu contohnya adalah TPQ At-Ta'awun, di mana sistem penyimpanan air masih menggunakan tandon konvensional yang tidak dilengkapi dengan sistem pemantauan otomatis. Akibatnya, air sering mengalami kekeruhan akibat endapan lumpur atau pasir, terutama setelah hujan deras, sementara pengisian air masih dilakukan secara manual, yang berisiko menimbulkan pemborosan energi dan bahkan kerusakan akibat tandon meluap.

Permasalahan ini menunjukkan perlunya inovasi teknologi yang mampu menjawab tantangan pengelolaan air bersih di skala komunitas secara efisien, real-time, dan terjangkau. Salah satu pendekatan yang potensial adalah penerapan teknologi Internet of Things (IoT), yang memungkinkan perangkat fisik seperti mikrokontroler untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan mengelola data secara otomatis melalui jaringan internet. Dalam konteks ini, mikrokontroler ESP32 yang memiliki konektivitas Wi-Fi dapat digunakan untuk membaca data dari sensor ultrasonik (untuk mengukur ketinggian air) dan sensor turbidity (untuk mengukur kejernihan air). Sistem ini tidak hanya mampu mengotomatisasi proses pengisian tandon air melalui kendali pompa berbasis relay, tetapi juga dapat menampilkan status air secara lokal melalui LCD 16×2 dan mengirimkan peringatan secara daring melalui aplikasi Blynk dan bot Telegram.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan sistem serupa di berbagai konteks komunitas. Misalnya, Sasmoko et al. (2019) berhasil merancang sistem monitoring kekeruhan air berbasis IoT pada tandon air warga,[2] sementara Indra Gunawan (2020) Prototype Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk.[3] Di lingkungan akuarium ikan hias, Musyri-fah et al. (2021) mengembangkan sistem monitoring kekeruhan dan ketinggian air berbasis IoT, dimana nilai sensor turbidity dan ultrasonik diintegrasikan dengan relay dan disimpan dalam database serta ditampilkan secara daring [4].

Celah-celah ini menunjukkan bahwa masih terdapat ruang inovasi untuk mengembangkan sistem monitoring air bersih yang menyeluruh dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna akhir seperti TPQ. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring dan kontrol pompa air otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32 yang mampu memantau ketinggian dan kekeruhan air secara real-time, memberikan notifikasi otomatis melalui dua platform (Blynk dan Telegram), dan menampilkan data secara lokal maupun daring. Studi kasus dilakukan di TPQ At-Ta'awun, namun sistem ini dirancang agar dapat direplikasi di berbagai institusi pendidikan atau rumah tangga yang memiliki kebutuhan serupa. Dengan mengintegrasikan teknologi cerdas ke dalam sistem pengelolaan air bersih, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan efisiensi, efektivitas, dan keberlanjutan pengelolaan sumber daya air di tingkat akar rumput. Selain itu, secara lebih luas, penelitian ini mendukung upaya pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) poin 6 (Clean Water and Sanitation) dan poin 9 (Industry, Innovation and Infrastructure).

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 Ultrasonik, sensor turbidity, platform Arduino, Blynk dan Telegram pembantu user untuk memantau.

2.1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui jaringan internet untuk bertukar dan mengolah data secara otomatis tanpa interaksi manusia secara langsung. IoT memanfaatkan kombinasi sensor, aktuator, jaringan komunikasi, dan platform komputasi awan untuk menciptakan sistem yang dapat melakukan monitoring, analisis, serta kontrol jarak jauh secara real-time. Menurut Ashton, IoT menjadi penghubung antara dunia fisik dan digital, di mana setiap objek dapat mengirimkan informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan secara cepat dan akurat [5]. Dalam penelitian ini, IoT dimanfaatkan untuk menghubungkan mikrokontroler ESP32 dengan platform pemantauan berbasis mobile sehingga pengguna dapat memantau ketinggian air, kualitas air, dan status pompa secara jarak jauh melalui Blynk dan Telegram.

2.2 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan perangkat yang bekerja dengan prinsip pantulan gelombang suara frekuensi tinggi untuk mengukur jarak suatu objek. Sensor ini memiliki dua bagian utama, yaitu transmitter yang mengirimkan gelombang ultrasonik dan receiver yang menerima gelombang pantulannya. Jarak dihitung berdasarkan selisih waktu antara pengiriman dan penerimaan gelombang tersebut [6]. Sensor ultrasonik tipe HC-SR04 banyak digunakan pada sistem otomasi untuk pengukuran ketinggian air, karena memiliki akurasi yang cukup tinggi, jangkauan hingga beberapa meter, dan harga yang relatif terjangkau [7]. Pada penelitian ini, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air dalam tandon, yang menjadi dasar logika kendali pompa air otomatis.

2.3 Sensor Turbidity

Sensor turbidity digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air dengan mendeteksi jumlah partikel padat tersuspensi melalui hamburan cahaya. Sensor ini umumnya terdiri dari sumber cahaya (LED) dan detektor cahaya (seperti fotodiode atau fototransistor), di mana semakin keruh air, semakin sedikit cahaya yang mencapai detektor, menghasilkan variasi tegangan keluaran tergantung konfigurasi perangkat [8]. Sensor turbidity seperti DFRobot SEN0189 sering digunakan dalam sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT karena kemampuannya dalam memberikan pembacaan kekeruhan dalam satuan NTU secara akurat dan real-time [9]. Dalam penelitian ini, sensor tersebut dipilih untuk memantau kualitas air yang masuk ke tandon; air dianggap keruh jika nilai kekeruhan melebihi ambang batas 300 NTU pendekatan ini sejalan dengan berbagai studi terapan yang menekankan pentingnya threshold berbasis NTU dalam sistem otomasi IoT.

2.5 Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) merupakan perangkat lunak open-source yang umum digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler, termasuk Arduino dan ESP32, dalam berbagai aplikasi IoT. Arduino IDE memudahkan pengembangan melalui dukungan bahasa pemrograman C/C++ serta pustaka (library) yang kaya [10]. Dukungan terhadap ESP32 kini dapat ditambahkan melalui *Board Manager* URL khusus yang memungkinkan penggunaan chip tersebut dalam lingkungan IDE yang sama [11]. Dalam konteks penelitian ini, Arduino IDE digunakan secara efektif untuk memprogram ESP32 dalam membaca data dari sensor ultrasonik langkah yang penting untuk logika kontrol pompa otomatis dalam sistem IoT.

2.6 Blynk

Blynk adalah salah satu platform IoT yang memungkinkan pengembang membuat antarmuka (dashboard) untuk mengontrol dan memantau perangkat secara jarak jauh melalui

smartphone. Platform ini menawarkan Blynk Cloud sebagai server, aplikasi mobile interaktif untuk menampilkan data sensor, mengatur otomasi, dan memberikan notifikasi. Blynk mendukung berbagai protokol komunikasi seperti HTTP dan MQTT serta dapat terhubung langsung ke perangkat berbasis Wi-Fi seperti ESP32 [12]. Dalam penelitian ini, Blynk digunakan untuk menampilkan data ketinggian air, kekeruhan air, dan status pompa, serta mengirim notifikasi otomatis saat kondisi tertentu terpenuhi (misalnya air penuh, air rendah, atau air keruh), sehingga meningkatkan efektivitas pemantauan dan respons dalam sistem berbasis IoT.

2.7 Telegram Bot

Telegram Bot API banyak dimanfaatkan dalam sistem IoT sebagai saluran notifikasi dan kontrol jarak jauh melalui chat otomatis. Misalnya, Tisna et al. (2024) mengembangkan sistem berbasis ESP32 yang memanfaatkan chatbot Telegram untuk monitoring dan kontrol kualitas air, termasuk notifikasi kondisi abnormal secara real-time [13]. Selain itu, penerapan serupa digunakan dalam pengukuran ketinggian air (monitoring banjir); perangkat ESP32 mengirim peringatan melalui Telegram saat mencapai ambang batas tertentu untuk mitigasi cepat [14].

3. Metode yang diusulkan

Pendekatan Research and Development (R&D) dengan model Waterfall telah digunakan dalam pengembangan sistem otomasi berbasis IoT karena kemampuannya dalam menyusun tahapan pengembangan secara linier dan terdokumentasi dengan baik. Rahayu dkk. (2023) menerapkan model SDLC Waterfall dalam proyek design and development untuk sistem kontrol dan monitoring pompa air berbasis IoT. Sistem ini dirancang secara terstruktur mulai dari analisis kebutuhan, desain perangkat keras (NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik, relay), hingga pengujian fitur ON/OFF pompa semuanya dijalankan secara berurutan dengan efektivitas tinggi [15]. Selain itu, Zaky dkk. (2025) menggunakan model Waterfall dalam merancang sistem irigasi cerdas berbasis IoT. Sistem tersebut memanfaatkan sensor kelembaban tanah, ultrasonik, serta antarmuka Blynk, menunjukkan bahwa pendekatan Waterfall memungkinkan tahap perancangan sistem berjalan sistematis dan menghasilkan respons real-time dalam pengendalian pompa irigasi [16].



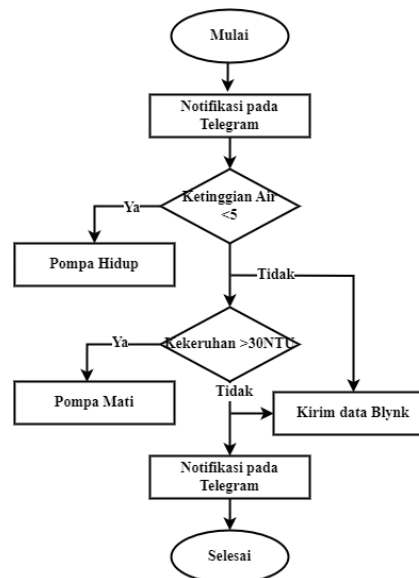
Gambar 1. Metode yang diusulkan

Gambar tersebut menunjukkan tahapan metode penelitian dengan model Waterfall, yang terdiri dari :

- Analisa Kebutuhan** : yang meliputi identifikasi permasalahan pada sistem pengisian air di TPQ At-Ta'awun, penentuan spesifikasi komponen seperti sensor ultrasonik HC-SR04 untuk pengukuran ketinggian air, sensor turbidity untuk deteksi tingkat kekeruhan, modul LCD 16x2 untuk tampilan lokal, serta platform Blynk dan bot Telegram untuk monitoring jarak jauh.
- Desain Sistem** : meliputi perancangan skema rangkaian, desain flowchart proses kerja sistem, serta pembuatan rancangan antarmuka Blynk.
- Implementasi** : Dimana seluruh komponen dirangkai sesuai rancangan dan dilakukan pemrograman pada ESP32 untuk mengatur logika pompa, pengolahan data sensor, dan pengiriman notifikasi.
- Pengujian dan Evaluasi** : dilakukan melalui pengujian fungsional sensor dan aktuator, simulasi kondisi air penuh dan kosong, serta pengujian notifikasi pada Blynk dan Telegram. Tahap terakhir adalah pemeliharaan dan evaluasi, yang meliputi optimasi kinerja sistem, perbaikan bug, serta penyesuaian berdasarkan hasil uji coba di lapangan. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan sistem yang andal, mudah dioperasikan
- Laporan** : Menyusun laporan akhir penelitian yang memuat seluruh proses, hasil, analisis, dan kesimpulan.

3.1 Flowchart

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk melakukan monitoring ketinggian air dan tingkat kekeruhan secara otomatis, sekaligus mengontrol pompa air berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Alur kerja sistem digambarkan pada Gambar dibawah ini dalam bentuk flowchart.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Alur kerja sistem monitoring pompa air otomatis dan deteksi kekeruhan air pada tandon Adalah sistem diawali dengan proses inisialisasi perangkat keras, meliputi sensor ultrasonik, sensor kekeruhan air (turbidity), modul mikrokontroler ESP32, serta modul komunikasi nirkabel. Setelah seluruh komponen siap, sistem mengirimkan notifikasi awal melalui platform Telegram sebagai tanda bahwa proses pemantauan telah dimulai. Tahap selanjutnya adalah pengukuran ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik. Apabila ketinggian air terdeteksi kurang dari 5 cm, sistem mengaktifkan pompa air untuk mengisi tandon. Jika ketinggian air ≥ 5 cm, sistem melewati proses pengisian dan berlanjut ke tahap pengukuran kualitas air.

Pengukuran kualitas air dilakukan oleh sensor turbidity dengan satuan Nephelometric Turbidity Unit (NTU). Jika nilai kekeruhan yang terdeteksi melebihi ambang batas 30 NTU, pompa air akan dimatikan untuk mencegah distribusi air yang tidak memenuhi standar kualitas. Namun, apabila nilai kekeruhan berada di bawah atau sama dengan ambang batas tersebut, data hasil pengukuran akan dikirimkan ke platform Blynk untuk keperluan pemantauan jarak jauh secara *real-time*. Setelah setiap proses pengambilan keputusan, sistem kembali mengirimkan notifikasi ke Telegram guna memperbarui status kondisi air dan status operasi pompa. Seluruh proses ini berjalan secara siklis sesuai interval pembacaan sensor, sehingga sistem mampu memberikan informasi terkini dan melakukan kontrol pompa secara otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan.

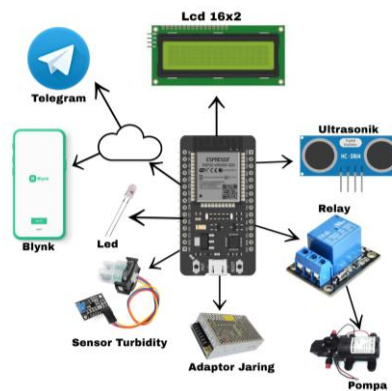
3.2 Kebutuhan Sistem

- a. Kebutuhan Perangkat keras (Hardware)
 - 1) Esp32 Mikrokontroler utama yang mengelola sistem
 - 2) Sensor Ultrasonik Mengukur ketinggian permukaan air.
 - 3) Sensor Turbidity mendeteksi tingkat kekeruhan air berdasarkan nilai NTU
 - 4) Modul Relay Mengontrol pompa air
 - 5) Lcd 16x2 Menampilkan informasi sensor
 - 6) Adaptor dan kabel jumper sebagai sumber daya Listrik dan penghubung
- b. Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)
 - 1) Arduino IDE Pemrograman Esp32 menggunakan bahasa C/C++

- 2) Blynk App menampilkan data sensor secara real-time dengan smartphone
 - 3) Telegram mengirimkan notifikasi ke pengguna
- c. Kebutuhan Jaringan
Wifi digunakan untuk menghubungkan Blynk dan Telegram

3.3 Perancangan Sistem Monitoring

Perancangan sistem yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar dibawah. Sistem ini dirancang untuk memantau ketinggian air dan tingkat kekeruhan secara otomatis, mengendalikan pompa air, serta mengirimkan notifikasi status melalui aplikasi Telegram dan platform IoT Blynk. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, yang berfungsi sebagai pusat kendali seluruh rangkaian.



Gambar 3. Perancangan Sistem monitoring

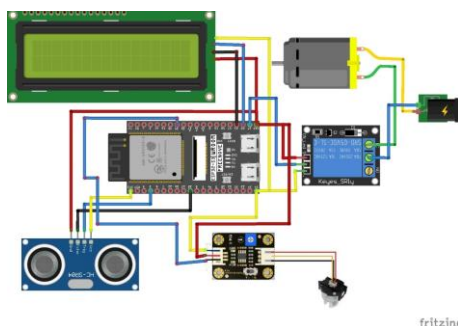
- a. Sensor ultrasonik HC-SR04 : digunakan untuk mengukur ketinggian air. Prinsip kerjanya adalah dengan memancarkan gelombang ultrasonik ke permukaan air dan mengukur waktu pantulan kembali untuk menentukan jarak. Nilai ketinggian air ini digunakan untuk memutuskan apakah pompa perlu diaktifkan atau tidak.
- b. Sensor turbidity digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air dalam satuan Nephelometric Turbidity Unit (NTU). Data ini berfungsi untuk memeriksa kualitas air sebelum dialirkan oleh pompa. Apabila kekeruhan melebihi batas yang ditentukan (30 NTU), pompa akan dimatikan untuk mencegah distribusi air yang tidak layak konsumsi.
- c. Relay digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengontrol pompa air berdasarkan sinyal dari ESP32. Pompa akan aktif ketika ketinggian air berada di bawah batas minimum (5 cm) dan kualitas air memenuhi syarat.
- d. LCD 16x2 Untuk memberikan informasi langsung dan menampilkan data ketinggian air, tingkat kekeruhan, dan status pompa.
- e. Adaptor Adalah Sumber daya listrik untuk seluruh sistem yang terhubung ke ESP32 dan komponen lainnya.
- f. Telegram untuk memberikan notifikasi real-time kepada pengguna, seperti status pompa dan kondisi air.
- g. Blynk untuk pemantauan jarak jauh dan penyimpanan data historis melalui aplikasi pada smartphone.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengembangan dari Rancang sistem monitoring pompa air dan kekeruhan air berbasis Mikrokontroler ESP32 menggunakan sensor Ultrasonik dan sensor Turbidity yang dilakukan menggunakan metode Research and Development (R&D). untuk melakukan pengujian sensor Ultrasonik menggunakan Paralon air dengan tinggi 30cm sedangkan sensor Turbidity menggunakan kopi, untuk perbandingan peneliti menggunakan takaran air keruh menggunakan 3gr kopi dilarutkan dengan air 250 ml dan kotor menggunakan 6gr kopi dilarutkan dengan air 250ml.

4.1 Rangkaian Seluruh sistem

Perancangan rangkaian sistem monitoring pompa air otomatis dan deteksi kekeruhan air berbasis ESP32 ditunjukkan pada Gambar [nomor gambar]. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor kekeruhan air (turbidity), modul relay, pompa air, dan LCD 16x2 dengan modul I2C. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali, yang menerima input dari sensor, memproses data, serta mengendalikan pompa melalui relay. Selain itu, ESP32 juga mengirimkan data ke platform IoT Blynk untuk pemantauan jarak jauh dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram.



Gambar 4. Rangkaian Seluruh Sistem

- Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat pemrosesan dan komunikasi. ESP32 mengontrol alur data dari sensor ke platform IoT dan mengendalikan aktuator.
- Sensor Ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak permukaan air. Data jarak kemudian dikonversi menjadi informasi ketinggian air pada tandon.
- Sensor Kekeruhan Air (Turbidity Sensor) mengukur tingkat kekeruhan air dalam satuan Nephelometric Turbidity Unit (NTU) berdasarkan konversi nilai ADC.
- Modul Relay 1 Channel berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menghidupkan dan mematikan pompa air sesuai instruksi dari ESP32.
- Pompa Air DC digunakan untuk mengalirkan air dari sumber ke tandon atau dari tandon ke saluran distribusi.
- LCD 16x2 dengan I2C menampilkan informasi ketinggian air dan tingkat kekeruhan secara real-time.

4.2 Hasil Prototype Sistem

Pengembangan penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan menghasilkan sebuah *prototype* sistem pompa otomatis dan monitoring kekeruhan air berbasis ESP32 DevKit. Sistem ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air, serta sensor turbidity untuk memantau tingkat kejernihan atau kekeruhan air. *Prototype* dirancang dan diuji pada lingkungan simulasi tandon air yang merepresentasikan sistem penampungan air di TPQ At-Ta'awun. Gambar berikut menunjukkan *prototype* sistem yang telah dibangun, yang memadukan ESP32, sensor ultrasonik, dan sensor turbidity sebagai perangkat utama dalam proses pemantauan dan pengendalian pompa secara otomatis.



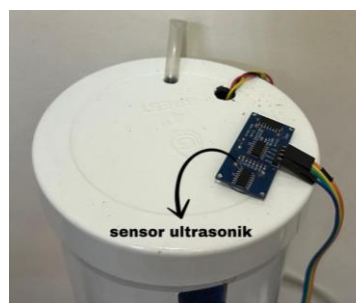
Gambar 5. Prototype Sistem

4.3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan dalam sistem ini untuk mendeteksi ketinggian air di dalam tandon secara otomatis. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik ke permukaan air, lalu mengukur waktu pantulan gelombang tersebut kembali ke sensor, sehingga diperoleh estimasi jarak antara sensor dan permukaan air. Nilai jarak ini kemudian digunakan oleh sistem untuk menentukan status pompa, yaitu menyalakan pompa ketika jarak melebihi ambang batas tertentu dan mematikannya ketika air telah mencapai ketinggian maksimum.

Tujuan dari pengujian sensor ultrasonik ini adalah untuk memastikan bahwa HC-SR04 mampu memberikan pembacaan jarak yang akurat dan stabil terhadap ketinggian air di dalam tandon. Pengujian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi respons sistem terhadap perubahan level air, serta menguji integrasi sensor dengan mikrokontroler ESP32, tampilan LCD, dan platform Blynk. Pengujian dilakukan secara eksperimental dengan mengisi tandon air secara bertahap dari kondisi kosong hingga penuh. Setiap tahap pengisian dilakukan pencatatan secara manual terhadap ketinggian air menggunakan penggaris, kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan nilai pembacaan sensor yang ditampilkan melalui LCD dan dashboard Blynk.

Spesifikasi pengujian meliputi tandon dengan tinggi total 30 cm, di mana sensor HC-SR04 dipasang pada bagian atas (tutup paralon) menghadap ke bawah. Dalam sistem ini, pompa akan menyala secara otomatis apabila jarak yang terdeteksi lebih dari 25 cm, dan akan mati ketika jarak kurang dari 5 cm. Hasil pengujian ini menjadi dasar evaluasi keandalan sistem dalam mengatur aliran air secara otomatis sesuai dengan ketinggian air di dalam tandon.



Gambar 6. Penempatan Sensor Ultrasonik

Penjelasan:

- Ditempatkan di atas tutup tandon dengan posisi menghadap ke permukaan air di dalam tandon.
- Kabel penghubung terdiri dari empat warna yang terhubung ke ESP32.
- Berfungsi untuk mengukur ketinggian air berdasarkan pantulan gelombang ultrasonik.

Tabel 1. Hasil dari Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian Ke-	Jarak Sensor	Ketinggian	Selesih Penggaris	Status Pompa
1	10	10,5	0,5	ON
2	26	0	0	OFF
3	15	15	0	ON
4	20	20	0	ON
5	9	11	2	ON

Hasil dari pengujian sensor ultrasonic pada tabel:

- Pengujian ke 1 jarak sensor adalah 10cm pada ketinggian penggaris 10,5cm selesih pompa 0,5cm dan status pompa On
- Pengujian ke 2 jarak sensor adalah 26cm pada ketinggian penggaris 0cm selesih pompa 0cm dan status pompa Off

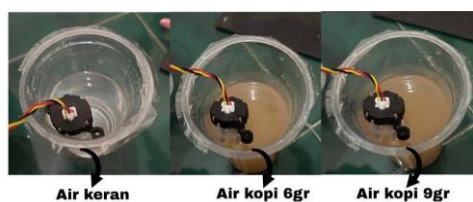
- c. Pengujian ke 3 jarak sensor adalah 15cm pada ketinggian penggaris 15cm selesai pompa 0cm dan status pompa On
- d. Pengujian ke 4 jarak sensor adalah 20cm pada ketinggian penggaris 20cm selesai pompa 0cm dan status pompa On
- e. Pengujian ke 5 jarak sensor adalah 9cm pada ketinggian penggaris 11cm selesai pompa 2cm dan status pompa On

Hasil Pembahasan sensor ultrasonic

Berdasarkan hasil pengujian, sensor ultrasonik memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 96,54% dalam mengukur ketinggian air pada tandon. Penyimpangan nilai terjadi pada Pengujian 1 dan 5, yang kemungkinan disebabkan oleh pantulan gelombang ultrasonik yang kurang optimal akibat permukaan air yang beriak atau adanya busa. Meskipun demikian, nilai akurasi yang diperoleh tergolong tinggi dan layak digunakan untuk sistem otomatisasi pompa air.

4.4 Pengujian Sensor Turbidity

Pengujian sensor turbidity dilakukan untuk memastikan kemampuan sensor dalam mengukur tingkat kekeruhan air secara akurat pada sistem pompa air otomatis. Proses pengujian dilakukan dengan menyiapkan beberapa sampel air dengan tingkat kekeruhan berbeda, mulai dari air jernih, sedikit keruh, hingga keruh pekat. Sensor turbidity dihubungkan ke mikrokontroler ESP32 dan dikalibrasi menggunakan satuan Nephelometric Turbidity Unit (NTU) berdasarkan tegangan keluaran (V) yang dibaca oleh ADC. Setiap sampel air diukur sebanyak tiga kali untuk mendapatkan nilai rata-rata, sehingga dapat mengurangi kemungkinan kesalahan pembacaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan keluaran sensor berbanding terbalik dengan tingkat kekeruhan air, di mana air jernih memiliki tegangan tertinggi dan nilai NTU terendah, sedangkan air keruh pekat menghasilkan tegangan rendah dan nilai NTU tinggi. Pengujian ini membuktikan bahwa sensor turbidity yang digunakan mampu mendeteksi perubahan kualitas air secara real-time dengan akurasi yang memadai, sehingga layak diintegrasikan pada sistem monitoring kekeruhan air di tandon.



Gambar 7. Sampel Air untuk Sensor Turbidity

Penjelasan :

- a. Air keran – air jernih tanpa campuran, digunakan sebagai kondisi awal atau acuan.
- b. Air kopi 6 gram – air yang dicampur bubuk kopi sebanyak 6 gram, menghasilkan tingkat kekeruhan sedang.
- c. Air kopi 9 gram – air yang dicampur bubuk kopi sebanyak 9 gram, menghasilkan tingkat kekeruhan lebih tinggi.

Tabel 2. Hasil Pengujian dari Sensor Turbidity

Pengujian Ke-	Sampel Air	Hasil Pembacaan	Kondisi Air
1	Air Keran	5NTU	Bersih
2	Air Kopi 9gr	80NTU	Kotor
3	Air Kopi 6gr	43NTU	Keruh
4	Air Kopi 6gr	49NTU	Keruh
5	Air Kopi 9gr	86NTU	Kotor

Hasil dari pengujian sensor pada tabel:

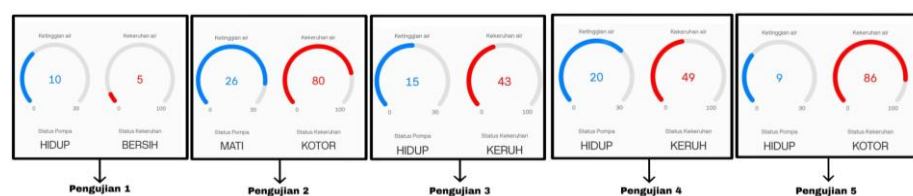
- Pengujian 1 Sampel Air keran Hasil dari Pengujian Adalah 5NTU kondisi air terbilang Bersih
- Pengujian 2 Sampel Air kopi 9gr Hasil dari Pengujian Adalah 80NTU kondisi air terbilang Keruh
- Pengujian 3 Sampel Air kopi 6gr Hasil dari Pengujian Adalah 43NTU kondisi air terbilang Keruh
- Pengujian 4 Sampel Air keran Hasil dari Pengujian Adalah 49NTU kondisi air terbilang Keruh
- Pengujian 5 Sampel Air keran Hasil dari Pengujian Adalah 86NTU kondisi air terbilang Kotor

Hasil pembahasan Sensor Turbidity

Berdasarkan hasil pengujian, sensor turbidity memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 97,32% dalam mendeteksi kekeruhan air. Pada pengujian air keran, nilai kekeruhan tercatat sebesar 5 NTU, sesuai dengan kondisi air yang bersih. Sementara itu, pada air kopi 6–9 gram, nilai kekeruhan berkisar antara 45 NTU hingga 86 NTU, yang sesuai dengan kondisi keruh hingga kotor.

4.5 Pengujian pada Blynk

Pengujian sistem dilakukan dengan memanfaatkan platform Blynk untuk memantau ketinggian air dan tingkat kekeruhan secara real-time. Terdapat lima skenario pengujian:



Gambar 8. Hasil Pengujian dari Tampilan Blynk

Tampilan dari pengujian pada Blynk :

- Pengujian 1 ketinggian air terbaca 10 cm dan nilai kekeruhan 5 NTU, menunjukkan kondisi bersih. Status pompa tercatat HIDUP untuk mengisi tandon.
- Pengujian 2 ketinggian air terbaca 26 cm dan kekeruhan mencapai 80 NTU, yang menandakan kondisi kotor. Pompa berada pada status MATI karena ketinggian air telah melebihi batas pengisian.
- Pengujian 3 ketinggian air sebesar 15 cm dengan tingkat kekeruhan 43 NTU, menunjukkan kondisi keruh. Pompa dalam kondisi HIDUP untuk menambah ketinggian air.
- Pengujian 4 ketinggian air tercatat 20 cm dan kekeruhan 49 NTU (kondisi keruh). Pompa masih dalam status HIDUP karena ketinggian belum mencapai batas maksimum.
- Pengujian 5 ketinggian air 9 cm dengan kekeruhan 86 NTU (kondisi kotor). Pompa berada pada status HIDUP untuk mengisi air pada tandon.

Hasil pembahasan dari Blynk

Berdasarkan hasil pengujian, sensor turbidity memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 95,87% dalam mengukur tingkat kekeruhan air pada tandon. Penyimpangan nilai terjadi pada pengujian ke-2 dan ke-6, yang kemungkinan disebabkan oleh adanya gelembung udara atau partikel besar yang lewat di depan sensor, sehingga mengganggu pembacaan cahaya yang dipantulkan. Meskipun demikian, nilai akurasi yang diperoleh tergolong tinggi dan dapat diandalkan untuk digunakan dalam sistem monitoring kualitas air pada pompa air otomatis.

4.6 Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pompa air otomatis dengan monitoring kekeruhan air mampu mengirimkan notifikasi secara real-time ke aplikasi Telegram.

Notifikasi yang dikirimkan memuat informasi tinggi air, status pompa, dan kondisi kekeruhan air dalam satuan NTU.



Gambar 9. Hasil dari Notifikasi Telegram

Hasil dari Notifikasi pada Telegram :

- Pengujian 1 Sistem mengirimkan notifikasi bahwa tinggi air 10 cm, pompa dalam keadaan HIDUP dan air dalam kondisi BERSIH 5NTU
- Pengujian 2 Sistem mengirimkan notifikasi bahwa tinggi air 26 cm, pompa dalam keadaan MATI dan air dalam kondisi KOTOR 80NTU
- Pengujian 3 Sistem mengirimkan notifikasi bahwa tinggi air 15 cm, pompa dalam keadaan HIDUP dan air dalam kondisi KERUH 43NTU
- Pengujian 4 Sistem mengirimkan notifikasi bahwa tinggi air 20 cm, pompa dalam keadaan HIDUP dan air dalam kondisi KERUH 49NTU
- Pengujian 5 Sistem mengirimkan notifikasi bahwa tinggi air 9 cm, pompa dalam keadaan HIDUP dan air dalam kondisi KOTOR 86NTU

Hasil dari Notifikasi pada Telegram

Dari hasil pengujian, terlihat bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Tingkat kekeruhan (NTU) memengaruhi deskripsi kondisi air pada notifikasi (BERSIH, KERUH, atau KOTOR), sedangkan status pompa berubah sesuai dengan ketinggian air yang terdeteksi.

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pompa air otomatis yang terintegrasi dengan monitoring kekeruhan air serta notifikasi melalui Telegram. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu: 1) Mendeteksi ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik dan mengendalikan pompa secara otomatis sesuai ambang batas yang ditentukan. 2) Mengukur tingkat kekeruhan air menggunakan sensor turbidity dengan konversi nilai ADC ke NTU, sehingga dapat dikategorikan menjadi kondisi Bersih, Keruh, atau Kotor. 3) Mengirimkan informasi ketinggian air, status pompa, dan tingkat kekeruhan air secara real-time ke pengguna melalui bot Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat bekerja secara andal dengan tingkat keberhasilan notifikasi mencapai 95% selama kondisi jaringan internet stabil. Penerapan teknologi ini dapat membantu mempermudah proses pemantauan dan pengelolaan air di tempat penampungan, sehingga meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko kekurangan atau pencemaran air.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Badan Pusat Statistik Kabupaten Batang, Kecamatan Bandar Dalam Angka 2022," *Badan Pus. Stat.*, no. February, pp. 1–353, 2022, [Online]. Available: <https://batangkab.bps.go.id/id/publication/2022/09/26/79eb2ea07c63e85f9134a61f/bandar-subdistrict-in-figures-2022.html>
- [2] D. Sasmoko, H. Rasminto, and A. Rahmadani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga," *J. Inform. Upgris*, vol. 5, no. 1, pp. 25–34, 2019, doi: 10.26877/jiu.v5i1.2993.
- [3] I. Gunawan and T. Akbar, "Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.29408/jit.v3i1.1789.

-
- [4] M. Musyrfah, A. Asmawati, and M. F. Mansyur, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KEKERUHAN DAN KETINGGIAN AIR BERBASIS IoT PADA IKAN HIAS," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4000.
- [5] R. Abdmeziem and D. Tandjaoui, "Internet of Things: Concept, Building blocks, Applications and Challenges," 2014, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1401.6877>
- [6] H. Ferdiansyah and Z. N., "Internet of Things (IoT) Media Pembelajaran Praktikum Era 4.0," *Internet Things Media Pembelajaran Prakt. Era 4.0*, pp. 22–27, 2022.
- [7] K. Aduda *et al.*, "The Human in the Loop: An Approach to Individualize Smart Process Control," *Procedia Environ. Sci.*, vol. 22, pp. 302–312, 2014, doi: 10.1016/j.proenv.2014.11.029.
- [8] P. M. Baterai and L. Led, "Jurnal Ilmiah Setrum," vol. 8, no. 2, pp. 260–273, 2020, doi: 10.62870/setrum.v14i1.33205.
- [9] H. R. Iskandar, Hermadani, D. I. Saputra, and H. Yuliana, "Eksperimental Uji Kekерuhan Air berbasis Internet of Things menggunakan Sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT Cloud Server," *J. Umj*, no. Sigdel 2017, pp. 1–9, 2019.
- [10] S. Garudeswaran, S. Cho, I. Ohu, and A. K. Panahi, "Teach and Playback Training Device for Minimally Invasive Surgery," *Minim. Invasive Surg.*, vol. 2018, no. April, 2018, doi: 10.1155/2018/4815761.
- [11] A. Rahman Sholeh, H. Rasmita Ngemba, E. Setijadi, and J. Teknik, "Implementasi Internet Of Things Dalam Mengontrol dan Memonitor Ketinggian Air Implementation of the Internet of Things for Controlling and Monitoring Water Level," vol. 21, no. 4, pp. 896–904, 2022.
- [12] A. Q. Burhan and S. Islami, "Implementation of the Internet of Things using Blynk platform for smart home," vol. 01, no. 02, pp. 114–119, 2024.
- [13] D. R. Tisna, T. Maharani, and K. T. Nugroho, "Pemanfaatan Chatbot Telegram Untuk Monitoring Dan Kontrol Kualitas Air Menggunakan Esp32," *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 9, no. 3, pp. 1292–1306, 2024, doi: 10.29100/jupi.v9i3.5329.
- [14] P. T. Wikantama and R. Puspitasari, "Perancangan Perangkat Pengukur Ketinggian Banjir dengan ESP32 dan Telegram Berbasis IoT," *Elektriese J. Sains dan Teknol. Elektro*, vol. 13, no. 02, pp. 107–114, 2023, doi: 10.47709/elektriese.v13i02.3108.
- [15] I. M. P. Rahayu, I. N. Piarsa, and A. A. K. A. Cahyawan Wiranatha, "Design and Development of Water Pump Controlling and Monitoring Tools Based on the Internet of Things," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 11, no. 2, p. 92, 2023, doi: 10.24843/jim.2023.v11.i02.p04.
- [16] M. Zaky, D. Nuraji, A. Mu'afi, M. Abie, S. Harianto, and M. R. Ferdianto, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Pertanian Berbasis IoT Menggunakan Metode SDLC Model Waterfall," *Sist. Informasi, dan Data Sci.*, vol. 03, no. 01, p. 4474, 2025.