

Perancangan Sistem Pemantauan dan Kontrol Otomatis Ketinggian Air Tangki Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Web Dashboard

Disusun Oleh:

Muhammad Zacky Said / 105222046 / 105222046@student.universitaspertamina.ac.id

Rayhan Surya Destian / 105222024 / 105222024@student.universitaspertamina.ac.id



Laporan penelitian ini adalah sebagai bentuk
Ujian Akhir Semester (UAS)
untuk mata kuliah Mikrokontroller dan Internet of Things (IoT)

Juli 2025

DAFTAR ISI

ABSTRAK	3
BAB 1	4
PENDAHULUAN	4
1. Latar Belakang.....	4
2. Tujuan dan Manfaat.....	5
BAB 2	7
METODE PENGEMBANGAN.....	7
1. Tahapan Pengembangan Sistem.....	7
A. Analisis Kebutuhan Sistem.....	7
B. Perancangan Diagram Blok Sistem	7
C. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware Design</i>).....	8
D. Pengembangan Perangkat Lunak (<i>Software Design</i>)	9
E. Integrasi Sistem dan Pengujian.....	10
2. Diagram Blok Sistem	11
BAB 3	14
HASIL DAN ANALISIS	14
1. Hasil Implementasi Sistem	14
2. Hasil Pengujian Sistem	15
BAB 4	17
KESIMPULAN DAN SARAN.....	17
1. Kesimpulan dan Saran	17
REFERENSI.....	18
LAMPIRAN	19

ABSTRAK

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang esensial bagi kehidupan manusia dan keberlanjutan lingkungan. Di Indonesia, permasalahan seperti tingginya tingkat *Non-Revenue Water* (NRW) serta praktik pengisian tangki air secara manual sering menyebabkan pemborosan dan kerusakan perangkat. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan sistem *Smart Water Tank Monitoring* berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, modul relay, dan pompa air mini. Sistem ini mampu membaca ketinggian air secara real-time, mengontrol pompa berdasarkan ambang batas tertentu, serta menyediakan antarmuka web lokal menggunakan teknologi React, Node.js, dan Express.js, dengan dukungan penyimpanan data di MySQL.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga level air dalam kisaran aman (20–80%) secara otomatis dengan waktu respons sensor ke dashboard kurang dari satu detik. Sensor HC-SR04 terbukti sensitif dalam mendeteksi fluktuasi permukaan air, dengan pembacaan pada kondisi penuh berada pada kisaran 0,3 hingga 2,6 cm. Sistem berjalan stabil tanpa kehilangan data atau gangguan koneksi, dan dashboard berhasil menampilkan data monitoring serta kontrol manual pompa secara responsif. Sistem ini berpotensi mengurangi pemborosan air, mendukung efisiensi energi, dan selaras dengan target *Sustainable Development Goals* (SDG) 6 tentang akses air bersih dan sanitasi yang layak.

Kata Kunci: IoT, ESP32, Tangki Air Otomatis, HC-SR04, Smart Monitoring, Web Dashboard, SDG 6

BAB 1

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan keberlangsungan lingkungan. Di tengah pertumbuhan penduduk dan perkembangan urbanisasi yang sangat pesat, tantangan dalam pengelolaan air bersih menjadi semakin kompleks. Di Indonesia, salah satu persoalan utama dalam sektor air adalah tingginya tingkat *Non-Revenue Water* (NRW), yaitu air yang diproduksi tetapi tidak sampai ke konsumen karena kebocoran, pencurian, atau kesalahan pencatatan meteran. Menurut laporan Kementerian PUPR dan World Bank pada tahun 2022, tingkat NRW nasional rata-rata mencapai lebih dari 33% dari total air yang diproduksi, angka yang menunjukkan adanya pemborosan yang signifikan dalam distribusi air bersih yang berdampak pada aspek teknis dan ekonomi [1] [2].

Permasalahan pemborosan ini tidak hanya terjadi pada skala besar seperti sistem distribusi PDAM, tetapi juga sangat nyata di lingkungan rumah tangga. Salah satu permasalahan umum adalah pengisian tangki air secara manual tanpa sistem kontrol atau pemantauan otomatis. Praktik ini sering menyebabkan pemborosan air akibat meluapnya tangki (*overflow*) serta risiko kerusakan perangkat akibat pompa menyala dalam keadaan tangki kosong atau tidak terisi air (*dry-run*). Situasi tersebut tidak hanya merugikan secara finansial, tetapi juga menimbulkan potensi kerusakan perangkat dan pemborosan energi listrik [3] [4].

Kemajuan teknologi digital, khususnya Internet of Things (IoT), menawarkan solusi inovatif dalam mengatasi permasalahan efisiensi dan kontrol dalam pengelolaan air. IoT merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan objek fisik seperti sensor dan actuator dapat terhubung ke internet untuk bertukar data secara otomatis tanpa interaksi manusia secara langsung [5]. Dalam konteks pemantauan air, penerapan IoT memungkinkan pembangunan sistem otomatisasi tangki air yang mampu membaca level air secara real-time, mengaktifkan atau menonaktifkan pompa secara otomatis, serta memberikan informasi atau notifikasi kepada pengguna melalui perangkat yang terhubung dalam jaringan lokal [6].

Penggunaan mikrokontroler seperti ESP32, yang memiliki kemampuan pemrosesan tinggi serta konektivitas Wi-Fi bawaan, sangat ideal untuk proyek-proyek IoT skala kecil hingga

menengah. Ditambah dengan sensor ultrasonik seperti HC-SR04 yang mampu mengukur jarak dengan akurasi cukup tinggi, kombinasi perangkat ini dapat membentuk sistem pemantauan tangki air yang cerdas, efisien, dan terjangkau. Salah satu penelitian oleh Prasad et al. (2021) menunjukkan bahwa implementasi sistem water level monitoring berbasis ESP32 dan HC-SR04 dapat memberikan hasil yang akurat serta dapat dikontrol melalui jaringan lokal, sehingga sangat cocok diterapkan di lingkungan domestik [6].

Melalui pemanfaatan teknologi ini, sistem pemantauan air berbasis Internet of Things (IoT) tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mencegah kerusakan perangkat seperti pompa akibat *overflow* maupun *dry-run*, tetapi juga mendukung program konservasi air dan penghematan energi secara keseluruhan. Dengan kemampuan pemantauan real-time dan kontrol otomatis berbasis data, sistem ini mendorong pengelolaan sumber daya air yang lebih bijak di tingkat rumah tangga maupun komunitas. Selain itu, pendekatan teknologi ini sejalan dengan *Sustainable Development Goals (SDGs)*, khususnya SDG 6, yang menekankan pentingnya ketersediaan dan pengelolaan air bersih serta sanitasi yang berkelanjutan untuk seluruh manusia [7].

Berdasarkan latar belakang tersebut, dalam tugas besar ini dirancang sebuah sistem “Smart Water Tank Monitoring” berbasis IoT yang bertujuan untuk memantau ketinggian air dalam tangki secara *real-time* menggunakan sensor HC-SR04, mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan batas ketinggian tertentu, serta menyediakan antarmuka web lokal sebagai media kontrol manual dan pemantauan data. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi sederhana namun efektif dalam membantu rumah tangga mengelola konsumsi air bersih dengan lebih bijak dan efisien melalui pendekatan teknologi yang terjangkau dan mudah diimplementasikan.

2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menghasilkan sebuah sistem pemantauan dan pengendalian ketinggian air dalam tangki berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat berfungsi secara otomatis maupun manual. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke jaringan Wi-Fi lokal, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai alat pengukur ketinggian air, serta modul relay yang mengatur status pompa air. Melalui sistem ini, pengguna dapat memperoleh informasi level air secara *real-time* serta mengatur nyala atau matinya pompa berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan. Selain pengendalian otomatis, sistem ini juga menyediakan antarmuka web

berbasis lokal untuk mengakses data dan mengaktifkan pompa secara manual apabila dibutuhkan. Seluruh sistem bekerja secara mandiri dengan dukungan catu daya dari baterai 18650 yang dikonversi menggunakan modul *step-down* agar sesuai dengan tegangan operasional perangkat.

Manfaat dari sistem ini terbagi menjadi dua, yaitu manfaat yang dapat dirasakan secara langsung dan manfaat potensial di masa yang akan datang. Dalam jangka pendek, sistem ini dapat membantu menghindari pemborosan air akibat tangki yang meluap, serta mencegah kerusakan pompa yang disebabkan oleh beroperasi dalam kondisi kering. Selain itu, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi energi listrik karena pompa hanya akan menyala ketika benar-benar diperlukan. Dari sisi pengguna, keberadaan antarmuka monitoring berbasis web memberikan kemudahan dalam melakukan pemantauan dan kontrol tanpa harus melakukan pengecekan fisik ke lokasi tangki. Dalam jangka panjang, sistem ini dapat dikembangkan menjadi solusi manajemen air berskala lebih besar, seperti untuk apartemen, pertanian, atau fasilitas industri. Sistem juga berpotensi diintegrasikan dengan layanan cloud untuk menyimpan data historis, mengirimkan notifikasi melalui email atau pesan instan, serta dikombinasikan dengan teknologi energi terbarukan seperti panel surya untuk mendukung sistem monitoring air yang mandiri, efisien, dan ramah lingkungan.

BAB 2

METODE PENGEMBANGAN

1. Tahapan Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem “Smart Water Tank Monitoring” ini mengikuti pendekatan rekayasa sistem berbasis tahapan (*engineering life cycle*), mulai dari analisis kebutuhan hingga tahap integrasi dan pengujian. Setiap tahap dirancang untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan tujuan dan spesifikasi yang telah ditentukan.

A. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap pertama dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem. Kebutuhan fungsional meliputi kemampuan membaca level air secara otomatis, mengontrol pompa berdasarkan batasan level tertentu, serta menyediakan kontrol manual melalui antarmuka web. Sementara itu, kebutuhan non-fungsional meliputi efisiensi daya, keterhubungan nirkabel (wireless), serta keandalan sistem dalam waktu lama (uptime 24 jam).

Hasil yang diinginkan dari tahap ini adalah spesifikasi-spesifikasi sistem, antara lain:

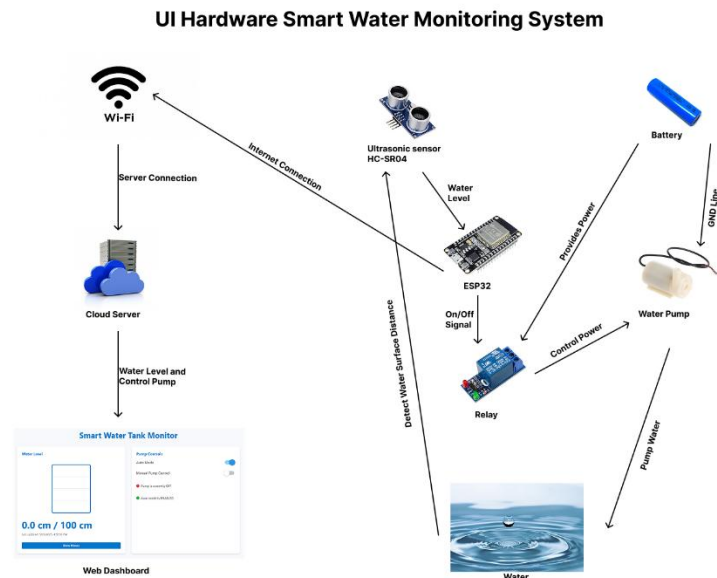
- 1) Tangki memiliki batas maksimum dan minimum level air.
- 2) Pompa harus dapat menyala dan mati secara otomatis.
- 3) Pengguna dapat memantau kondisi tangki dari perangkat lokal (web).
- 4) Sistem dapat dioperasikan dengan sumber daya dari baterai 18650.

B. Perancangan Diagram Blok Sistem

Pada tahap ini dilakukan penyusunan blok diagram sistem untuk menggambarkan aliran data dan hubungan antar komponen. Blok diagram ini memetakan peran masing-masing komponen: sensor bertugas membaca data lingkungan, mikrokontroler memproses logika kontrol, relay berfungsi sebagai aktuator pompa, dan web server sebagai alat monitoring serta kontrol manual. Perancangan ini juga memperhitungkan jalur komunikasi data, skema pengambilan keputusan otomatis (threshold level air), dan kemungkinan intervensi pengguna secara manual.

C. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware Design*)

Perangkat keras sistem “Smart Water Tank Monitoring System” dirancang untuk mengintegrasikan berbagai komponen elektronik secara terpadu agar dapat memantau dan mengontrol level air secara otomatis melalui koneksi internet. Berikut adalah konfigurasi utama perangkat keras:



Gambar 1: *Diagram Perangkat Keras Sistem*

Pada Gambar 1 menampilkan beberapa komponen hardware yang digunakan dan di integrasikan ke Web Server. Berikut adalah beberapa komponen-komponen yang digunakan sekaligus integrasi antara hardware dan software:

1. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler utama yang berperan sebagai otak sistem. Modul ini memiliki konektivitas Wi-Fi bawaan sehingga dapat langsung terhubung ke jaringan dan mengirimkan data ke cloud server. ESP32 bertugas mengatur pembacaan sensor HC-SR04, mengontrol modul relay, serta mengirimkan data ke server melalui protokol HTTP.

2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ini digunakan untuk mengukur jarak antara permukaan air dengan sensor yang dipasang di bagian atas tangki. Sensor ini bekerja dengan cara mengirimkan gelombang ultrasonik dan menerima pantulan dari permukaan air. Data yang

diperoleh akan dikonversi menjadi ketinggian air dalam satuan sentimeter, lalu diproses menjadi persentase ketinggian tangki.

3. Modul Relay 1 Channel

Modul relay digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air. ESP32 akan memberikan sinyal digital (HIGH/LOW) untuk mengendalikan keadaan relay. Relay akan menghubungkan atau memutuskan arus dari baterai ke pompa air.

4. Water Pump DC 3–6V

Pompa air mini DC digunakan untuk mengisi tangki air ketika level air berada di bawah ambang batas tertentu (misalnya $< 20\%$). Pompa hanya akan aktif saat relay dalam kondisi menyala (ON) dan akan berhenti saat level air telah mencukupi (misalnya $> 80\%$).

5. Baterai Li-Ion 18650

Tiga buah baterai Li-Ion 18650 disusun secara seri-paralel menggunakan battery holder untuk menyuplai tegangan dan arus yang cukup ke pompa air. Baterai ini juga dapat digunakan untuk memberi suplai cadangan jika sumber daya utama padam. Dalam simulasi, baterai digantikan dengan suplai 5V.

6. Koneksi Wi-Fi dan Cloud Server

ESP32 akan terhubung ke Wi-Fi dan mengirimkan data ke cloud server menggunakan protokol HTTP. Cloud server menerima dan menyimpan data level air serta status pompa, kemudian menampilkan informasi tersebut pada dashboard web secara real-time. Server juga dapat mengirimkan perintah kontrol pompa secara manual ke ESP32.

7. Dashboard Web

Dashboard berfungsi untuk menampilkan data ketinggian air secara visual serta menyediakan fitur kontrol pompa secara manual. Tampilan dashboard mencakup indikator level air, status pompa (ON/OFF), mode otomatis/manual, dan tombol kontrol override.

D. Pengembangan Perangkat Lunak (*Software Design*)

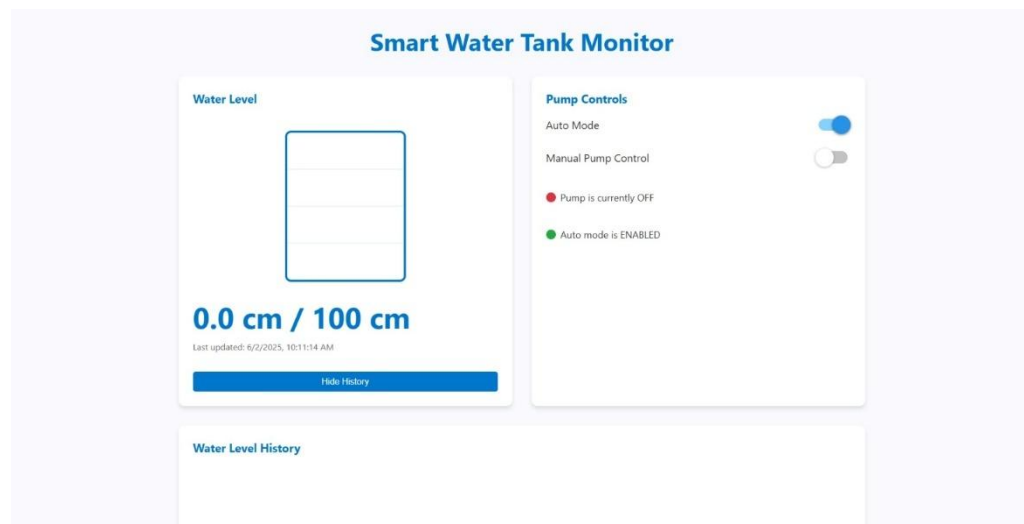
Bagian ini melibatkan dua sisi: pemrograman pada mikrokontroler dan pengembangan antarmuka web.

- 1) Pemrograman ESP32 menggunakan MicroPython di Thonny IDE. Script akan membaca data dari sensor, mengubahnya menjadi ketinggian air dalam satuan

cm atau persen, lalu mengambil keputusan logika (pompa on/off). Selain itu, data dikemas dalam format JSON dan dikirim ke web server menggunakan protokol HTTP POST.

- 2) Pengembangan Web Server dilakukan dengan memanfaatkan framework React dan Vite pada sisi *Front End*, serta Node.js dan Express.js pada sisi *Back End* yang berjalan di komputer atau laptop dalam jaringan lokal. Sistem ini juga terintegrasi dengan MySQL sebagai basis data untuk menyimpan dan mengelola informasi secara terstruktur. Server ini memiliki dua fungsi utama:
 - a. Menyimpan dan menampilkan data ketinggian air serta status pompa.
 - b. Menyediakan tombol kontrol manual pompa yang akan mengubah status relay melalui endpoint khusus.

Antarmuka web dibuat sederhana dan responsif agar dapat diakses dari berbagai perangkat (desktop dan mobile). Berikut adalah desain UI untuk pengembangan Web Server:



Gambar 2: *User Interface Web Server Sistem*

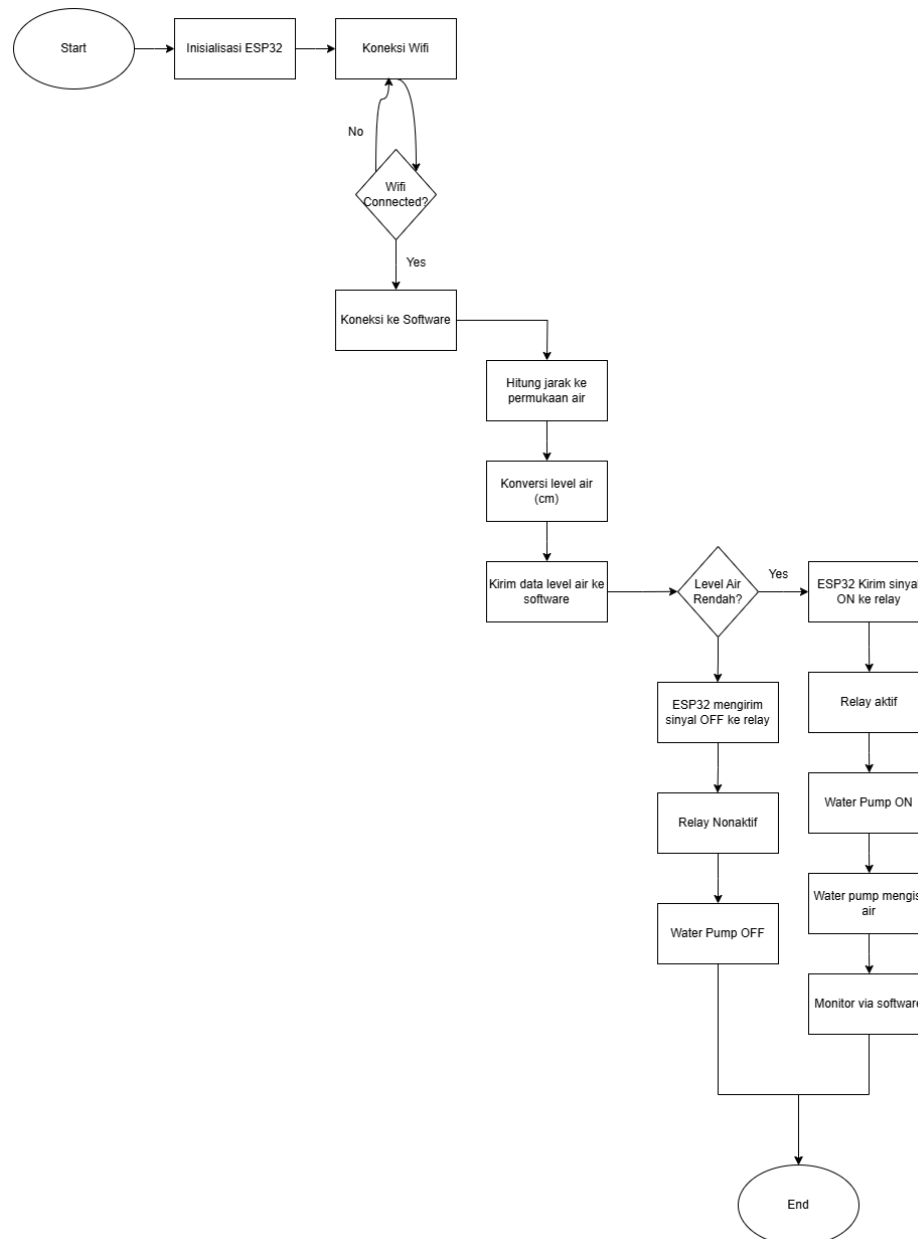
E. Integrasi Sistem dan Pengujian

Setelah seluruh subsistem selesai dikembangkan, dilakukan tahap integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian dilakukan untuk memastikan:

- 1) Sensor membaca data secara akurat dan stabil.
- 2) Pompa menyala/mati sesuai logika otomatis.
- 3) Antarmuka web dapat menerima dan mengirim data dengan benar.

2. Diagram Blok Sistem

Berikut adalah *Flowchart* untuk sistem “Smart Water Tank Monitoring System”.



Gambar 3: *Flowchart Smart Water Monitoring System*

Pada **Gambar 3**, terdapat beberapa langkah-langkah dalam pemantauan sistem “Smart Water Monitoring System”. Berikut adalah langkah-langkahnya.

1) Start

Proses dimulai ketika sistem dinyalakan dan ESP32 mulai melakukan inisialisasi.

2) Inisialisasi ESP32

Pada tahap ini, perangkat melakukan inisialisasi pin GPIO, sensor HC-SR04, dan konfigurasi Wi-Fi.

3) Koneksi Wi-Fi

ESP32 mencoba terhubung ke jaringan Wi-Fi yang telah dikonfigurasi. Jika koneksi gagal, ESP32 akan terus mencoba hingga berhasil tersambung.

4) Wi-Fi Connected?

Flowchart memeriksa apakah koneksi berhasil. Jika belum, proses kembali ke tahap koneksi. Jika berhasil, lanjut ke tahap berikutnya.

5) Koneksi ke Software

ESP32 membangun komunikasi HTTP ke web server (Flask) melalui endpoint yang telah ditentukan.

6) Hitung Jarak ke Permukaan Air

ESP32 mengaktifkan sensor HC-SR04 untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan air. Waktu pantulan dihitung dan diubah menjadi satuan jarak (cm).

7) Konversi Level Air (cm)

Nilai jarak dari sensor dikonversi ke dalam bentuk persentase ketinggian air berdasarkan tinggi tangki maksimum. Misalnya, jarak 0 cm = 100% dan jarak maksimum = 0%.

8) Kirim Data Level Air ke Software

Data level air dikirim ke server melalui protokol HTTP (POST request) dalam format JSON untuk disimpan dan ditampilkan pada dashboard web.

9) Level Air Rendah?

Sistem mengevaluasi apakah level air berada di bawah ambang batas minimum (< 20%). Jika ya, maka ESP32 akan memberikan sinyal ON ke relay untuk menghidupkan pompa.

10) ESP32 Kirim Sinyal ON ke Relay

Relay diaktifkan sebagai saklar elektronik.

11) Relay Aktif > Water Pump ON

Pompa mulai menyala dan mengisi air ke dalam tangki.

12) Water Pump Mengisi Air > Pemantauan pengisian air via Software

Pengisian air berlangsung sambil sistem terus memantau level air secara berkala dan mengirim data ke software.

13) Level Air Mencapai Batas Maksimum

Jika level air mencapai batas maksimum (> 80%), ESP32 akan mengirim sinyal OFF ke relay.

14) ESP32 Kirim Sinyal OFF > Relay Nonaktif > Water Pump OFF

Pompa akan berhenti bekerja.

15) Loop Kembali ke Pengukuran

Sistem terus memantau dan mengulang siklus secara real-time.

Flowchart ini memberikan gambaran proses otomatis secara penuh yang terjadi di sistem, mulai dari inisialisasi, deteksi, kontrol perangkat, hingga monitoring melalui perangkat lunak. Dengan implementasi tersebut, sistem ini dapat beroperasi secara mandiri dan melakukan pengambilan keputusan lokal tanpa intervensi manusia, namun tetap menyediakan opsi monitoring manual melalui web.

BAB 3

HASIL DAN ANALISIS

1. Hasil Implementasi Sistem

Setelah proses perancangan dan pembangunan selesai dilakukan, sistem “Smart Water Tank Monitoring System berbasis ESP32” berhasil diimplementasikan secara fungsional dan terintegrasi, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian otomatis level air tangki melalui web secara real-time. Hasil implementasi dari komponen-komponen sistem dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Inisialisasi Sistem dan Koneksi Jaringan

Saat sistem dinyalakan, ESP32 menjalankan proses booting dan inisialisasi terhadap pin GPIO yang terhubung ke sensor HC-SR04, modul relay, serta koneksi Wi-Fi. Modul secara otomatis mencoba tersambung ke jaringan Wi-Fi yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Jika koneksi berhasil, alamat IP lokal akan dicetak ke serial monitor sebagai bukti sistem telah aktif dan siap berkomunikasi

2) Pengukuran Ketinggian Air

Sensor HC-SR04 yang terpasang di bagian atas tangki air berfungsi untuk mengukur jarak permukaan air terhadap sensor. Proses pengukuran dilakukan secara periodik setiap 5 detik dalam kondisi *idle*, dan setiap 2 detik saat pompa aktif. Data jarak (dalam cm) yang diperoleh dari waktu tempuh gelombang ultrasonik, dikonversi menjadi persentase level air berdasarkan tinggi maksimum tangki (misal: 10 cm). Algoritma konversi memperhitungkan ambang batas minimum (low threshold = 20%) dan maksimum (high threshold = 80%).

3) Pengiriman Data ke Server

ESP32 mengirimkan data level air ke backend server melalui HTTP POST. Data dikirim dalam format JSON yang mencakup:

- a. Timestamp
- b. Level ketinggian air
- c. ID

Backend menerima data ini melalui endpoint API dan meneruskannya ke database untuk disimpan dan ke frontend untuk ditampilkan secara real-time.

2. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan bahwa setiap komponen dari sistem “Smart Water Tank Monitoring System” berjalan sesuai dengan fungsinya. Pengujian dilakukan dalam beberapa skenario utama yang merepresentasikan kondisi operasional nyata. Tujuan utama pengujian adalah untuk mengamati respons sistem terhadap perubahan level air, kestabilan pengiriman data ke server, serta integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak.

1) Skenario Pengujian Pompa Secara Otomatis

No	Skenario	Deskripsi	Hasil
1.	Tangki Kosong	Tangki disimulasikan dengan kondisi level air dibawah 20%	Sensor berhasil mengukur jarak level air dibawah 20 cm, sistem mengaktifkan relay, dan pompa menyala. Status di dashboard menunjukkan Pompa ON dan Level Rendah.
2.	Tangki Hampir Penuh	Tangki diisi hingga lebih dari 80% dari kapasitas penuh	Sensor berhasil membaca jarak level air sudah berada diatas 80%, sistem mengaktifkan relay, dan pompa dimatikan.

2) Hasil Pemantauan Historis

Berikut adalah database historis level ketinggian air:

#	Id	level_cm	timestamp
474	474	2,26535	2025-06-30 14:12:49
475	475	2,20704	2025-06-30 14:12:53
476	476	2,65637	2025-06-30 14:12:57
477	477	2,61864	2025-06-30 14:13:01
478	478	2,34767	2025-06-30 14:13:05
479	479	2,3511	2025-06-30 14:13:09
480	480	2,67009	2025-06-30 14:13:13
481	481	1,85032	2025-06-30 14:13:17
482	482	2,13158	2025-06-30 14:13:21
483	483	2,05955	2025-06-30 14:13:25
484	484	2,16588	2025-06-30 14:13:29
485	485	2,06641	2025-06-30 14:13:33
486	486	1,91206	2025-06-30 14:13:37
487	487	1,96351	2025-06-30 14:13:42
488	488	1,99095	2025-06-30 14:13:45
489	489	2,03897	2025-06-30 14:13:49
490	490	2,15902	2025-06-30 14:13:53
491	491	2,19332	2025-06-30 14:13:57
492	492	1,91206	2025-06-30 14:14:01
493	493	1,79544	2025-06-30 14:14:05
494	494	1,92578	2025-06-30 14:14:09
495	495	2,16245	2025-06-30 14:14:13
496	496	2,16245	2025-06-30 14:14:17
497	497	2,29965	2025-06-30 14:14:21
498	498	1,18833	2025-06-30 14:14:25
499	499	1,13688	2025-06-30 14:14:29
500	500	0,358271	2025-06-30 14:14:33
501	501	0,330831	2025-06-30 14:14:37

Gambar 4: Data Historis Level Ketinggian Air

Pada **Gambar 4** menampilkan historis data level ketinggian air yang disimpan pada database dengan nama `sensor_data`. Gambar hasil monitoring historis yang ditampilkan menunjukkan data pembacaan sensor level air yang disimpan ke dalam database secara berkala. Kolom `id` berfungsi sebagai primary key yang meningkat secara otomatis, menandakan urutan pencatatan dari waktu ke waktu. Kolom `level_cm` merepresentasikan hasil pembacaan jarak antara sensor ultrasonik HC-SR04 dengan permukaan air dalam satuan sentimeter. Berdasarkan data yang terlihat, nilai-nilai pembacaan berada di kisaran 0.3 cm hingga 2.6 cm, yang mengindikasikan bahwa tangki dalam keadaan relatif penuh, karena jarak antara sensor dan permukaan air sangat kecil. Sementara itu, kolom `timestamp` menunjukkan waktu aktual pencatatan data, dengan interval pencatatan berkisar setiap 4 detik sekali secara konsisten.

BAB 4

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan dan Saran

Hasil evaluasi sistem *Smart Water Tank Monitoring* menunjukkan bahwa seluruh tujuan perancangan berhasil dicapai dengan baik. Desain sistem yang terdiri atas ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, modul relay, pompa DC, serta antarmuka dashboard berbasis React mampu menjaga ketinggian air dalam tangki pada kisaran aman antara 20–80% secara otomatis. Waktu penyaluran data dari sensor menuju dashboard rata-rata kurang dari satu detik, sehingga memungkinkan pemantauan secara real-time. Selama proses pengujian, tidak ditemukan kehilangan paket data maupun reboot sistem yang tidak terduga, yang menandakan bahwa koneksi Wi-Fi serta integrasi antara Node.js dengan Express, MySQL, dan React berjalan cukup stabil. Hasil pembacaan sensor yang berada pada rentang 0,3 cm hingga 2,6 cm saat tangki penuh menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki sensitivitas dan resolusi tinggi dalam menangkap fluktuasi level ketinggian permukaan air. Secara keseluruhan, sistem ini mampu mengurangi risiko pemborosan air di lingkungan rumah tangga serta mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan (SDG) poin ke-6 mengenai akses terhadap air bersih dan sanitasi layak.

Laporan ini memberikan wawasan penting mengenai perancangan sistem Internet of Things (IoT) yang efisien dari segi biaya namun tetap andal dalam fungsionalitas. Pembaca dapat mempelajari strategi pemilihan komponen seperti ESP32, HC-SR04, dan relay sebagai solusi hemat biaya namun efektif untuk pemantauan ketinggian air. Integrasi teknologi web dengan berbagai framework seperti React dan Vite pada sisi frontend, serta Node.js dan Express pada sisi backend, juga menjadi contoh konkret pengembangan antarmuka pengguna yang responsif serta API yang ringan dan mudah diintegrasikan pada proyek sensorik lainnya. Selain itu, analisis terhadap konsumsi daya pompa yang dikaitkan dengan kapasitas baterai memberikan panduan teknis yang bermanfaat bagi pengembang IoT yang perlu mempertimbangkan keberlanjutan daya sistem, khususnya saat menghadapi kondisi pemadaman listrik.

REFERENSI

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), “Tingkat Kebocoran Air Minum PDAM di Indonesia Capai 40 Persen,” *IDN Times Jawa Barat*, 13 Desember 2023. [Online]. Tersedia: <https://jabar.idntimes.com/news/jabar/yogi-pasha/tingkat-kebocoran-air-minum-pdam-di-indonesia-capai-40-persen>
- [2] NUWSP – National Urban Water Supply Project, “NRW Masih Tinggi, Perlu Strategi Pengelolaan Air Minum yang Efisien,” *nuwsp.web.id*, 2022. [Online].
- [3] *IoT Tech Trends*, “How to Implement a Water Tank Monitoring System Using Arduino Uno,” 2023. [Online]. Tersedia: <https://www.iottechrends.com/water-tank-monitoring-system-using-arduino-uno>.
- [4] Instructables, “Automatic Water Overflow Control and Dry Run Preventer Without Microcontroller,” 2022. [Online]. Tersedia: <https://www.instructables.com/Automatic-Water-Overflow-Control-and-Dry-Run-Preve/>.
- [5] M. Muliadi and I. Isminarti, “Automatic water level controlling and monitoring system using IoT application,” *International Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 6, no. 2, pp. 89–95, 2022. [Online]. Available: <https://ijair.id/index.php/ijair/article/view/1044>
- [6] B. Lalitha, R. D. Prasad, and M. Rajasekhar, “Water Level Monitoring and Control System Using IoT,” in *Proc. 3rd Int. Conf. Intelligent Technologies, Smart Cities & Education (ITSPWC)*, May 2022. doi: 10.4108/eai.14-5-2022.2318882. [Online]. Available: <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.14-5-2022.2318882>
- [7] United Nations, “Sustainable Development Goal 6: Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all,” United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2023. [Online]. Available: <https://sdgs.un.org/goals/goal6>

LAMPIRAN

Link Code Project Tubes: <https://github.com/Sa1iddd/KEL11-SMART-WATER-TANK-MONITORING-SYSTEM>

Link Video Demo:

https://drive.google.com/file/d/1dY49WE5M7kKv0WbXixfAZ6T_3b3_ZwRF/view?usp=sharing