

Optimalisasi Pemantauan Level Air dalam Bak Penampungan Air Menggunakan Internet of Things (IoT) di Universitas Flores

Elfrida Melania Mase^{*1}, Ferdinandus Widang Witi², Benediktus Yoseph Bhae³

^{1,2,3} Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Flores

Jl. Sam Ratulangi, 86316, Ende, Flores, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

e-mail^{*1}: femmyweso@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 26-09-2025

Revised: 05-10-2025

Accepted: 13-12-2025

Published: 25-12-2025

ABSTRACT

This research aims to design and build a water-level monitoring system for water storage tanks at Flores University using Internet of Things (IoT) technology. In the current digital era, manual water monitoring remains widespread, leading to waste and inaccuracies in water resource management. The designed system is capable of automatically and in real-time monitoring water levels, providing accurate data to facility managers, and reducing the risk of water wastage. By utilizing ultrasonic sensors and microcontrollers, this system can automatically control water pumps based on detected levels. The system also integrates wireless data transmission, allowing remote access to monitoring information through connected devices. This approach minimizes human error and improves the reliability of water level observations over time. It is expected that this research will enhance the efficiency and accuracy of water management in the Flores University environment and serve as a reference for future studies in the application of IoT technology in water resource management. With this system, facility managers can make faster and more accurate decisions while reducing reliance on manual monitoring, which is often inefficient. Additionally, the system supports sustainable water usage by preventing overflows and shortages. The implementation of this technology is expected to position Flores University as a pioneer in the use of efficient, sustainable water-monitoring systems in the educational environment.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Water Monitoring, Ultrasonic Sensor, Water Resource Management, Efficiency.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan ketinggian air pada tangki penampungan air di Universitas Flores dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Pada era digital saat ini, pemantauan air secara manual masih banyak diterapkan, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan dan ketidakakuratan dalam pengelolaan sumber daya air. Sistem yang dirancang mampu melakukan pemantauan ketinggian air secara otomatis dan *real-time*, menyediakan data yang akurat bagi pengelola fasilitas, serta mengurangi risiko terjadinya pemborosan air. Dengan memanfaatkan sensor ultrasonik dan mikrokontroler, sistem ini dapat mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan

DOI: <https://doi.org/10.51903/4xg62v92>

ketinggian air yang terdeteksi. Sistem ini juga mengintegrasikan transmisi data *wireless* sehingga informasi pemantauan dapat diakses dari jarak jauh melalui perangkat yang terhubung. Pendekatan ini mampu meminimalkan kesalahan manusia dan meningkatkan keandalan pengamatan ketinggian air dalam jangka waktu yang panjang. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan air di lingkungan Universitas Flores serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam penerapan teknologi *IoT* pada manajemen sumber daya air. Dengan sistem ini, pengelola fasilitas dapat mengambil keputusan dengan lebih cepat dan tepat serta mengurangi ketergantungan pada pemantauan manual yang kurang efisien. Selain itu, sistem ini mendukung penggunaan air yang *sustainable* dengan mencegah terjadinya luapan maupun kekurangan air. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat menjadikan Universitas Flores sebagai pelopor dalam penerapan sistem pemantauan air yang efisien dan berkelanjutan di lingkungan pendidikan.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT), Pemantauan Air, Sensor Ultrasonik, Pengelolaan Sumber Daya Air, Efisiensi.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital mendorong kebutuhan akan efisiensi dan otomatisasi dalam pengelolaan sumber daya, termasuk dalam aktivitas pemantauan dan pengendalian sistem [1], [2], [3]. Salah satu aspek yang masih sering dikelola secara konvensional adalah pemantauan ketersediaan air. Pada banyak institusi, termasuk institusi pendidikan, proses pemantauan level air masih dilakukan secara manual sehingga bergantung pada pengecekan langsung oleh petugas. Metode ini tidak hanya kurang efisien, tetapi juga berpotensi menimbulkan keterlambatan informasi yang berdampak pada pemborosan air maupun gangguan operasional.

Kondisi tersebut juga terjadi di Universitas Flores, di mana pengawasan level air pada bak penampungan masih dilakukan secara manual tanpa dukungan sistem pemantauan real-time. Perubahan volume air sering kali tidak segera terdeteksi, sehingga bak air dapat meluap atau berada pada kondisi terlalu rendah sebelum dilakukan tindakan. Situasi ini berpotensi menghambat aktivitas kampus yang sangat bergantung pada ketersediaan air, seperti sanitasi, kebersihan lingkungan, dan kebutuhan laboratorium. Selain itu, ketiadaan sistem pemantauan yang terintegrasi menyebabkan penggunaan air sulit dikendalikan dan meningkatkan risiko pemborosan.

Air merupakan sumber daya vital yang tidak dapat dipisahkan dari keberlangsungan aktivitas kampus. Namun, pengelolaan air yang masih bersifat reaktif dan berbasis pemantauan manual menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih modern dan sistematis [4]. Sistem pemantauan yang mampu menyediakan data secara real-time memungkinkan pengawasan dilakukan secara lebih akurat, mendukung pengambilan keputusan yang cepat, serta mengurangi ketergantungan pada pengecekan langsung di lapangan. Dengan demikian, potensi pemborosan air dapat ditekan dan efisiensi pengelolaan sumber daya dapat ditingkatkan.

Pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) menjadi salah satu solusi yang relevan untuk menjawab permasalahan tersebut. Sistem berbasis IoT memungkinkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam satu kesatuan sistem pemantauan yang saling terhubung. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem monitoring air berbasis IoT dengan sensor ultrasonik mampu mengurangi pemborosan air secara signifikan melalui pengendalian pengisian air berdasarkan level yang terdeteksi secara real-time [5].

Selain itu, implementasi IoT pada infrastruktur sederhana, seperti tangki air, dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional karena memungkinkan komunikasi antarperangkat secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung [6], implementasi teknologi *IoT* dalam infrastruktur sederhana seperti tangki air sangat efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional karena memungkinkan komunikasi antardevais secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung. Penggunaan sensor ultrasonik dalam sistem ini memungkinkan pengukuran ketinggian air dilakukan secara kontinu tanpa kontak langsung dengan air. Data hasil pengukuran tersebut dapat dikirimkan secara otomatis melalui jaringan *wireless* ke sistem pemantauan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan level air berbasis Internet of Things di Universitas Flores. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu menyediakan informasi kondisi bak air secara real-time, meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya air, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Hubungan antara permasalahan pemantauan bak air dan variabel sistem berbasis Internet of Things yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Masalah dalam Pemantauan Bak Air dan Variabel yang Terkait dengan Sistem IoT di Universitas Flores

Masalah yang Ada	Variabel yang Terkait
Kesulitan memantau kondisi bak air secara <i>real-time</i>	Pemantauan Bak Air
Pemborosan atau penyalahgunaan air yang tidak terdeteksi	Pengelolaan Sumber Daya Air
Kurangnya sistem informasi yang terintegrasi	Sistem Informasi <i>IoT</i>
Ketergantungan pada pemantauan manual	Efisiensi Pemantauan dan Pengelolaan
Minimnya pemanfaatan teknologi dalam pemantauan	Teknologi <i>IoT</i>

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Komponen Sistem Pemantauan Bak Air Berbasis IoT*

2.1.1. *Sensor*

Berbagai penelitian terdahulu menempatkan sensor sebagai faktor penentu utama dalam keberhasilan sistem pemantauan bak air berbasis *IoT*. Sejumlah studi melaporkan bahwa sensor ultrasonik lebih unggul dibandingkan sensor kontak langsung karena mampu mempertahankan stabilitas pengukuran pada lingkungan lembap dan penggunaan jangka panjang [7], [8]. Namun demikian, penelitian lain menunjukkan bahwa akurasi sensor ultrasonik dapat dipengaruhi oleh kondisi permukaan air yang tidak stabil, seperti adanya riak atau gelembung, sehingga diperlukan pendekatan pemrosesan sinyal tambahan [9]. Sejumlah penelitian melaporkan penggunaan teknik filtrasi data yang diterapkan bersamaan dengan pemilihan sensor tertentu, dengan tujuan mengelola fluktuasi hasil pengukuran dan menjaga konsistensi data yang dihasilkan oleh sistem [10], [11].

Selain aspek akurasi, kajian terdahulu juga menyoroti pentingnya kesesuaian sensor dengan kebutuhan sistem *IoT* yang bersifat *real-time*. Studi [12] menegaskan bahwa keterlambatan pembacaan sensor dapat berdampak langsung pada efektivitas sistem peringatan dini terhadap kondisi kritis bak air. Penelitian lain [13] mengemukakan bahwa sensor ultrasonik relatif mudah diintegrasikan dengan berbagai *platform* mikrokontroler, sehingga mendukung fleksibilitas desain sistem. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa pemilihan sensor tidak dapat dilepaskan dari konteks sistem secara menyeluruh, melainkan harus dipertimbangkan bersama komponen *IoT* lainnya.

2.1.2. *Mikrokontroler*

Dalam berbagai penelitian sistem pemantauan air berbasis *IoT*, mikrokontroler diposisikan sebagai pusat pemrosesan data dan pengendalian sistem. Beberapa studi menunjukkan bahwa performa mikrokontroler secara langsung memengaruhi kecepatan pemrosesan data sensor dan keandalan pengiriman data ke *cloud* [14]. *Platform* seperti *Arduino* dan *ESP32* banyak digunakan karena mendukung komunikasi nirkabel serta memiliki komunitas pengembang yang luas, yang memudahkan pengembangan sistem secara berkelanjutan [15]. Namun, penelitian lain menekankan bahwa pemilihan mikrokontroler juga harus mempertimbangkan konsumsi daya dan stabilitas operasi, terutama untuk sistem yang bekerja secara terus-menerus [16].

Lebih lanjut, sejumlah karya ilmiah mengkaji peran mikrokontroler dalam menjalankan logika pengendalian otomatis pada sistem pemantauan air. Studi [17] melaporkan bahwa integrasi algoritma pengambilan keputusan sederhana pada mikrokontroler mampu mengurangi ketergantungan sistem terhadap intervensi pengguna. Di sisi lain, penelitian [18] menunjukkan bahwa keterbatasan sumber daya mikrokontroler tertentu dapat menjadi kendala ketika sistem diperluas dengan fitur analisis data yang lebih kompleks. Temuan ini mengindikasikan bahwa mikrokontroler tidak hanya berfungsi sebagai penghubung antar komponen, tetapi juga sebagai elemen strategis dalam menentukan skalabilitas sistem *IoT*.

2.1.3. *Platform Cloud*

Sejumlah penelitian terdahulu menekankan bahwa *platform cloud* memainkan peran krusial dalam mendukung pemantauan bak air secara jarak jauh dan *real-time*. Integrasi *cloud* memungkinkan data yang dikirim dari mikrokontroler untuk disimpan, dianalisis, dan ditampilkan dalam bentuk visual yang mudah dipahami oleh pengguna [19]. Studi lain [20] menunjukkan bahwa penggunaan *cloud* juga meningkatkan kemampuan sistem dalam memberikan notifikasi otomatis ketika level air melewati ambang batas tertentu. *Cloud* berfungsi sebagai media penyimpanan serta sebagai sarana yang mendukung pengolahan dan visualisasi data untuk membantu pengambilan keputusan.

Namun demikian, beberapa penelitian mengidentifikasi tantangan dalam penggunaan *platform cloud* pada sistem *IoT*, khususnya terkait latensi jaringan dan ketergantungan pada koneksi internet yang stabil. Penelitian [21], [22] melaporkan bahwa keterlambatan pengiriman data dapat memengaruhi respons sistem dalam kondisi darurat. Untuk mengatasi hal tersebut, beberapa pendekatan mengusulkan pengolahan awal data di sisi mikrokontroler sebelum dikirim ke *cloud*. Hasil-hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas *platform cloud* sangat bergantung pada strategi integrasi dengan komponen sistem *IoT* lainnya.

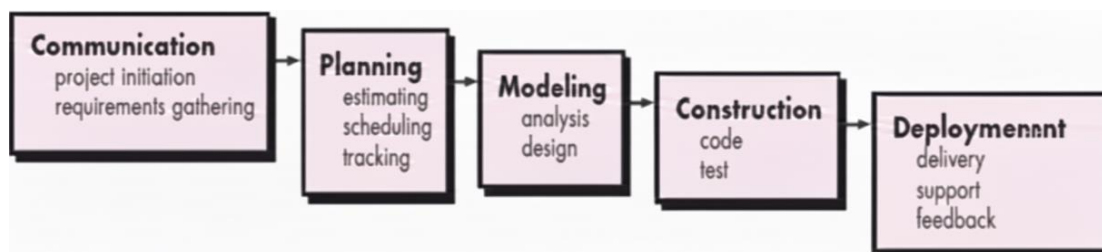
3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai metodologi yang digunakan dalam penelitian ini, mulai dari jenis penelitian yang diterapkan, perancangan sistem, pengujian sistem, teknik pengumpulan data, hingga teknik analisis data. Metodologi penelitian ini dipilih untuk memastikan penelitian berjalan dengan sistematis dan efektif dalam mengembangkan sistem pemantauan bak air menggunakan *Internet of Things (IoT)* di Universitas Flores. Uraian metodologi disusun secara terstruktur agar setiap tahapan penelitian dapat dipahami dengan jelas dan mudah direplikasi. Pendekatan metodologis ini juga memberikan gambaran alur kerja penelitian dari tahap awal hingga tahap akhir pengembangan sistem.

Jenis penelitian ini merupakan penelitian rekayasa perangkat lunak (*software engineering*) dengan pendekatan eksperimen, yang bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan bak air berbasis *Internet of Things (IoT)* di Universitas Flores. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem *Waterfall*, karena bersifat sistematis dan berurutan dari tahap analisis hingga pengujian. Setiap tahapan dalam metode *Waterfall* dilaksanakan secara berurutan tanpa melompati proses sebelumnya. Pendekatan ini memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara terkontrol dan terdokumentasi dengan baik.

3.1. Metode Pengembang Sistem

Menurut [23] menjelaskan bahwa proses pengembangan perangkat lunak dengan model *waterfall* dilakukan melalui tahapan-tahapan yang disusun secara sistematis dan dijalankan secara berurutan. Pendekatan ini menggambarkan alur kerja pengembangan sistem yang dimulai dari tahap awal hingga tahap akhir secara bertahap. Setiap tahapan memiliki aktivitas yang berbeda dan saling berkaitan satu sama lain. Urutan tahapan tersebut digunakan sebagai acuan dalam pengembangan sistem pada penelitian ini. Gambar model *waterfall* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Waterfall

3.1.1. Communication

Tahap *communication* berkaitan dengan proses pengumpulan dan pemahaman kebutuhan sistem dari pengguna. Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang terjadi pada pengelolaan fasilitas air di Universitas Flores. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan pengelola fasilitas, studi pustaka, dan observasi lapangan. Informasi yang diperoleh digunakan sebagai dasar dalam menggambarkan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.

3.1.2. Planning

Tahap *planning* berkaitan dengan penyusunan rencana pengembangan sistem berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Pada tahap ini dilakukan perencanaan mengenai waktu pelaksanaan, sumber daya yang dibutuhkan, serta ruang lingkup sistem. Perencanaan disusun untuk memastikan proses pengembangan berjalan secara terarah. Hasil dari tahap ini digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan tahap berikutnya.

3.1.3. Modeling

Tahap *modeling* berkaitan dengan perancangan sistem berdasarkan kebutuhan yang telah dianalisis. Pada tahap ini dilakukan perancangan alur proses sistem, struktur data, dan antarmuka pengguna. Perancangan

tersebut digunakan untuk memberikan gambaran mengenai bentuk sistem yang akan dikembangkan. Hasil perancangan menjadi acuan dalam proses pembuatan sistem.

3.1.4. Construction

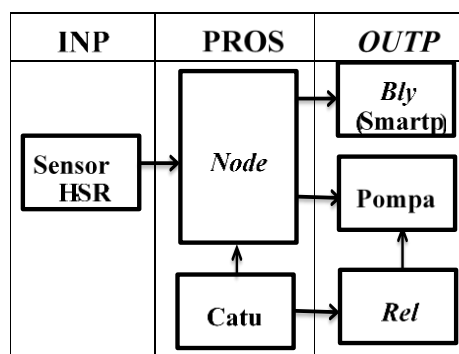
Tahap *construction* berkaitan dengan proses pembuatan dan pengujian sistem. Pada tahap ini dilakukan penerjemahan hasil perancangan ke dalam bentuk kode program. Pengujian dilakukan untuk memastikan setiap fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan. Tahap ini menghasilkan sistem yang siap untuk diterapkan.

3.1.5. Deployment

Tahap *deployment* berkaitan dengan proses penerapan sistem kepada pengguna. Pada tahap ini sistem mulai digunakan dalam lingkungan pengelolaan fasilitas air di Universitas Flores. Pemantauan dilakukan untuk memastikan sistem berjalan dengan baik. Tahap ini juga mencakup penyesuaian sistem apabila ditemukan kendala dalam penggunaannya.

3.2. Perancangan Sistem Pemantauan Bak Air Berbasis IoT

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menguji sistem pemantauan bak air berbasis *IoT* dari sisi perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan blok diagram digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem, mulai dari input sensor, pemrosesan data oleh mikrokontroler, hingga output berupa pengendalian pompa dan tampilan data *real-time*. Blok diagram ini memudahkan identifikasi tiap komponen seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator, sehingga mempermudah proses implementasi dan pengujian sistem secara menyeluruh [4]. Adapun blok diagram sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Alat

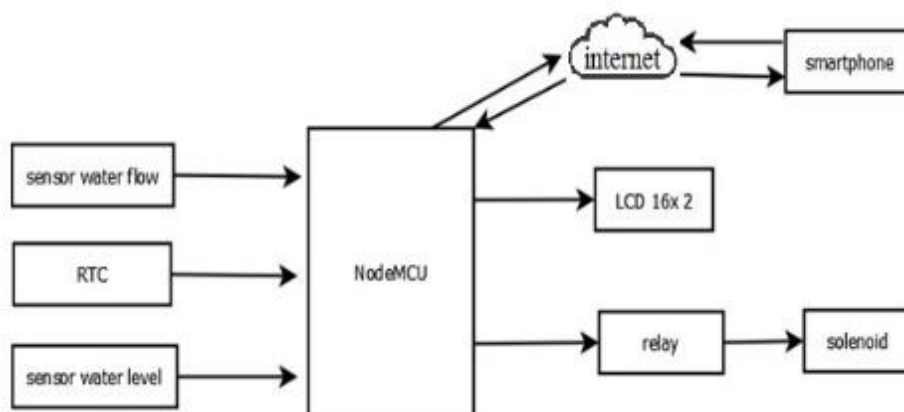
Blok diagram sistem ini menggambarkan hubungan antar komponen utama dalam pemantauan bak air berbasis *Internet of Things (IoT)*, di mana sensor ultrasonik HC-SR04 berperan sebagai *input* untuk mendeteksi level air dalam tangki. Data dari sensor dikirim ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk diproses dan menentukan aksi, seperti mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air DC berdasarkan kondisi air yang terdeteksi. Relay digunakan sebagai saklar otomatis yang mengatur pompa sesuai instruksi dari NodeMCU, sementara seluruh sistem ditopang oleh catu daya 12V. Untuk memudahkan pemantauan, sistem ini terhubung dengan aplikasi Blynk yang menampilkan data level air secara *real-time* melalui koneksi internet, sehingga pengguna dapat memantau dan mengontrol pompa dari jarak jauh menggunakan *smartphone*. Dengan integrasi teknologi ini, pengelola kampus dapat mengoptimalkan penggunaan air, menghindari pemborosan, serta menjaga ketersediaan air secara efisien dan terkendali di lingkungan Universitas Flores [24].

3.3. Relay

Relay Adalah komponen yang bermanfaat sebagai saklar mekanik. Pada perancangan alat ini *relay* digunakan untuk memisahkan rangkaian listrik yang berguna untuk melakukan kontrol pada pompa air DC. Relay banyak digunakan pada sistem kendali karena mampu bekerja sebagai pemutus dan penghubung arus listrik secara otomatis. Penggunaan relay pada rangkaian ini membantu melindungi komponen lain dari lonjakan arus yang dapat terjadi saat pompa air DC dioperasikan.

Blok diagram perancangan alat pada Gambar 3 menunjukkan sistem berbasis IoT yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian dilakukan kapan saja dan di mana saja melalui aplikasi Telegram pada

smartphone. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor sebagai pendeteksi kondisi, mikrokontroler sebagai pengolah data, aktuator untuk menjalankan perintah, jaringan internet sebagai media komunikasi, serta smartphone yang telah terinstal aplikasi Telegram sebagai antarmuka pengguna. Sistem berbasis *Internet of Things* memungkinkan perangkat saling terhubung melalui jaringan internet untuk pertukaran data. Aplikasi *Telegram* berfungsi sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem untuk menerima informasi serta mengirimkan perintah.



Gambar 3. Blok Diagram Perancangan Sistem

Sistem ini dirancang untuk melakukan pemantauan secara real-time, di mana hasil pengukuran dari sensor dikirimkan melalui jaringan internet ke aplikasi Telegram. Melalui aplikasi tersebut, pengguna dapat mengendalikan sistem dari jarak jauh dengan mengaktifkan aktuator berupa relay untuk membuka atau menutup keran air, yang dapat diakses oleh seluruh anggota dalam satu grup Telegram. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan mode kendali otomatis yang secara mandiri mengatur kran air berdasarkan level ketinggian air di bak penampung, guna memastikan efisiensi dan kestabilan pasokan air. Pengiriman data dilakukan secara *real-time* sehingga informasi kondisi air dapat diterima pengguna tanpa jeda waktu yang signifikan.

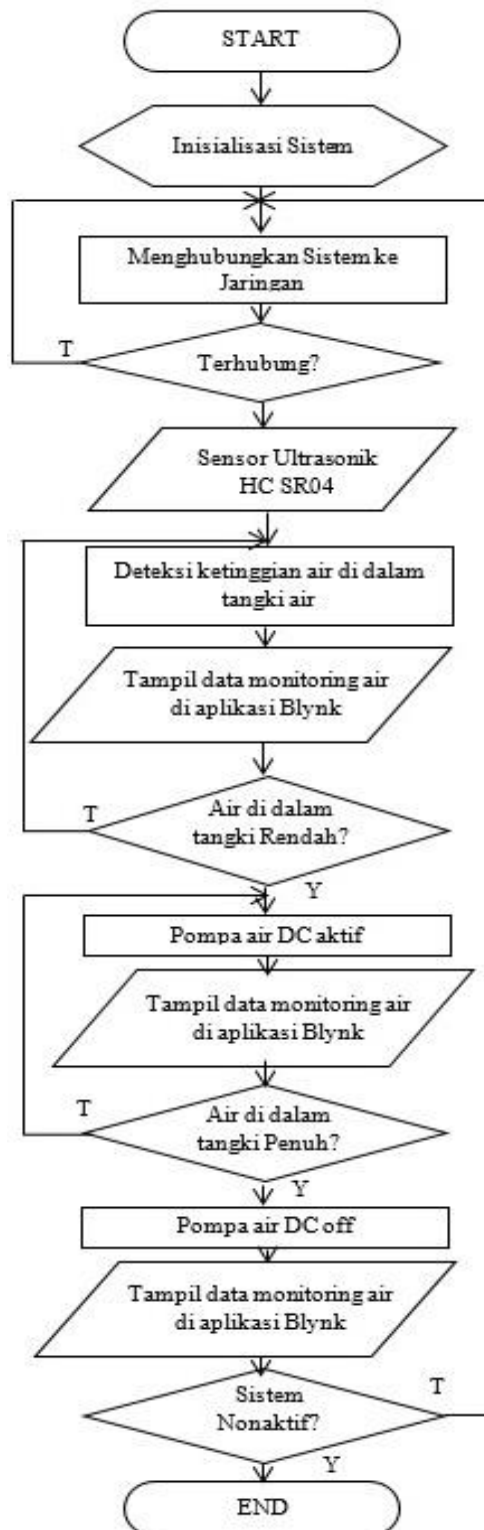
3.4. Flowchart Sistem

Flowchart digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem pemantauan air berbasis *Internet of Things*. Diagram alir ini menunjukkan tahapan proses yang terjadi mulai dari inisialisasi hingga sistem berhenti beroperasi. Setiap langkah pada *flowchart* merepresentasikan proses pengambilan keputusan dan aksi yang dilakukan oleh sistem. Visualisasi alur kerja sistem pemantauan air secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 4.

Sistem pemantauan air berbasis *Internet of Things* ini mulai bekerja ketika perangkat dinyalakan melalui proses inisialisasi sistem. Setelah itu, sistem akan mencoba menghubungkan diri ke jaringan agar dapat mengirim dan menerima data secara *online*. Jika koneksi berhasil, sistem akan melanjutkan ke tahap berikutnya. Proses koneksi jaringan menjadi tahap awal yang penting agar sistem dapat berkomunikasi dengan aplikasi pemantauan secara optimal.

Sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang pada tangki air untuk mendeteksi ketinggian air secara *real-time*. Data yang diperoleh dari sensor ini akan dikirimkan ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk diproses. Hasil pemantauan ini kemudian akan ditampilkan dalam aplikasi *Blynk*, memungkinkan pengelola untuk memantau kondisi air secara langsung melalui perangkat yang terhubung ke internet. Penggunaan sensor ultrasonik memungkinkan pengukuran ketinggian air dilakukan tanpa kontak langsung dengan permukaan air.

Jika ketinggian air dalam tangki terdeteksi rendah, sistem akan secara otomatis mengaktifkan pompa air DC untuk mengisi tangki. Pompa akan terus bekerja hingga level air dalam tangki mencapai batas yang ditentukan. Data kondisi air selama proses ini juga akan terus diperbarui dan ditampilkan di aplikasi *Blynk*. Pembaruan data dilakukan secara berkala agar informasi yang diterima pengguna tetap sesuai dengan kondisi aktual tangki air.



Gambar 4. Flowchart System

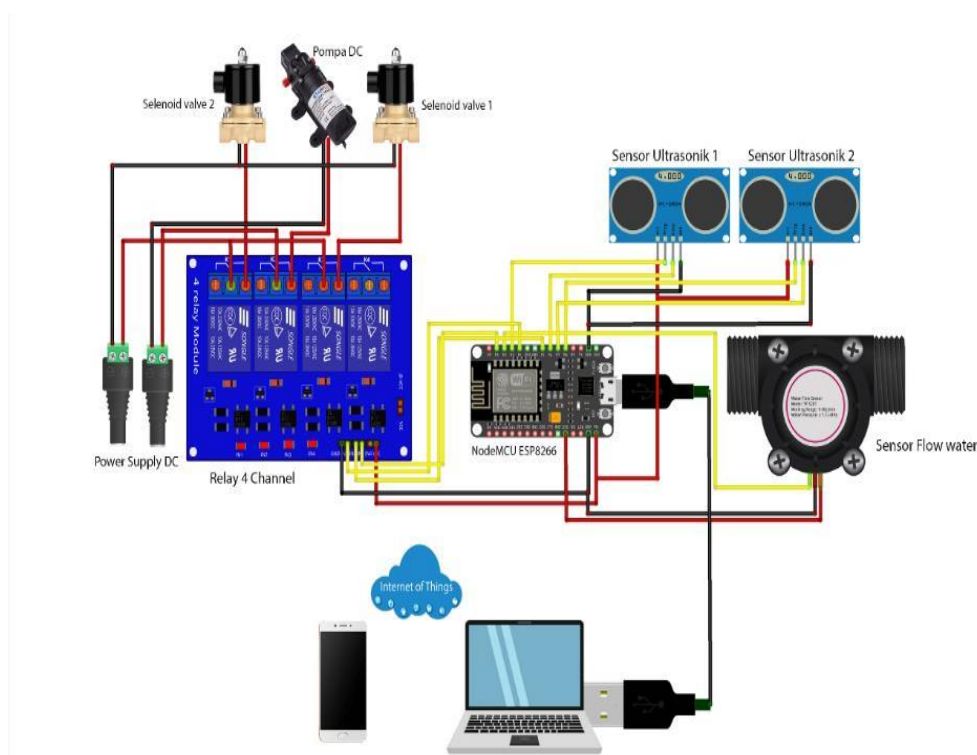
Sebaliknya, jika ketinggian air dalam tangki mencapai batas penuh, sistem akan mematikan pompa air DC secara otomatis untuk mencegah luapan air. Informasi mengenai kondisi ini kembali diperbarui dalam aplikasi *Blynk* agar dapat dipantau oleh pengelola. Pemutusan kerja pompa dilakukan oleh sistem kendali

berdasarkan data sensor yang telah diproses oleh mikrokontroler. Proses ini memastikan pompa tidak bekerja di luar kondisi yang telah ditetapkan.

Sistem akan terus berjalan dalam siklus pemantauan ini hingga mendapatkan perintah untuk berhenti. Jika sistem dimatikan, semua proses akan dihentikan dan pemantauan tidak lagi dilakukan. Sistem akan kembali aktif ketika perangkat dinyalakan kembali. Siklus kerja ini memungkinkan sistem melakukan pemantauan secara berulang sesuai dengan kondisi operasional yang terjadi.

3.5. Rangkaian Skematik Hardware

Rangkaian skematik hardware menggambarkan hubungan elektrik antar komponen yang digunakan dalam sistem pemantauan air. Rangkaian ini menunjukkan keterkaitan antara sumber daya, mikrokontroler, sensor, dan aktuator yang saling terhubung. Skema tersebut digunakan sebagai acuan dalam proses perakitan perangkat keras agar sesuai dengan perancangan sistem. Gambaran rangkaian skematik hardware secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Skematik Hardware

3.6. Optimalisasi Pemantauan

Dengan sistem berbasis *web*, pengelola kampus tidak perlu melakukan pemeriksaan manual terhadap level air. Informasi ketinggian air dapat diakses secara daring melalui perangkat yang terhubung ke jaringan internet. Penggunaan teknologi *Internet of Things* memungkinkan data diperoleh secara berkelanjutan dari sensor yang terpasang. Pemantauan berbasis *web* membantu pengelola dalam memperoleh informasi kondisi bak air secara lebih praktis.

Penggunaan *Internet of Things* dan sistem *web* memungkinkan pengelolaan sumber daya air dilakukan secara lebih efisien. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk mengurangi potensi pemborosan air pada lingkungan kampus. Sistem ini juga membantu memastikan ketersediaan air tetap terjaga di Universitas Flores. Pemanfaatan data pemantauan memungkinkan pengelola melakukan pengawasan kondisi air secara terpusat.

Desain tampilan *web server* digunakan sebagai antarmuka untuk menampilkan hasil pemantauan bak air. Tampilan ini dirancang agar mudah dipahami oleh pengguna dalam mengakses informasi ketinggian air. Penyusunan tampilan *web* disesuaikan dengan rancangan *flowchart* yang telah dibuat sebelumnya.

berdasarkan referensi yang digunakan [25]. Contoh tampilan *web server* yang digunakan untuk mengoptimalkan pemantauan bak air ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Web Server

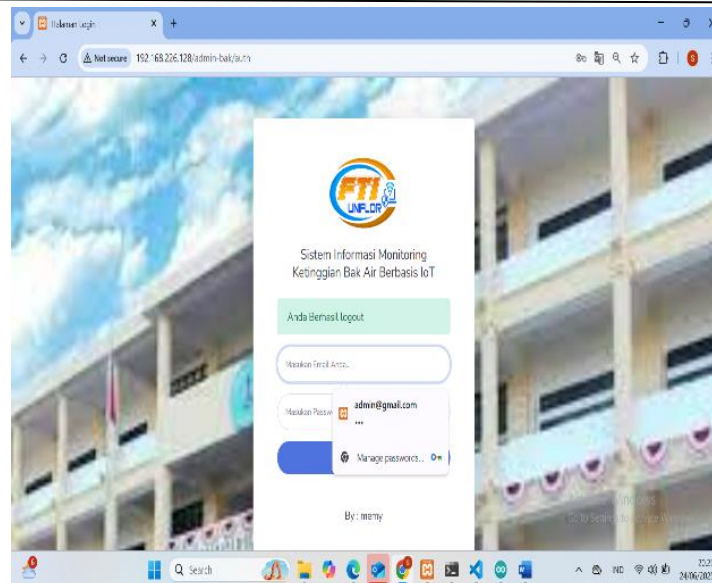
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diperoleh melalui penerapan rekayasa perangkat lunak (*software engineering*) dengan pendekatan eksperimen. Pendekatan ini digunakan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan bak air berbasis *Internet of Things*. Proses penelitian melibatkan tahap perancangan, pengujian, serta evaluasi sistem yang dibangun. Sistem dikembangkan untuk mendukung pemantauan ketinggian air secara daring di lingkungan Universitas Flores.

4.1.1. Tampilan Halaman Login

Halaman *login* digunakan sebagai gerbang awal pengguna untuk mengakses sistem pemantauan ketinggian air berbasis *Internet of Things*. Pada halaman ini tersedia kolom untuk memasukkan alamat *email* dan kata sandi sebagai proses autentikasi pengguna. Terdapat pula tombol “Masuk” serta opsi “Kelola Kata Sandi” yang digunakan untuk pengaturan ulang kata sandi. Tampilan halaman *login* pada sistem pemantauan ketinggian air ditunjukkan pada Gambar 7.

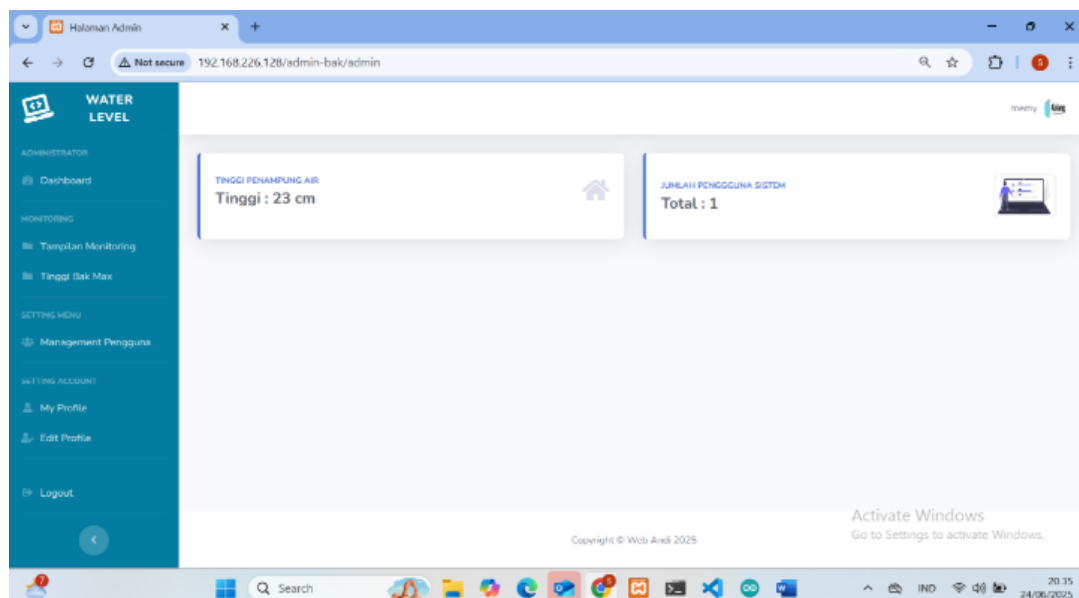


Gambar 7. Tampilan Menu Login

Tampilan menu *login* menampilkan antarmuka yang sederhana untuk memudahkan pengguna masuk ke dalam sistem. Kolom *email* diisi dengan akun yang telah terdaftar, seperti *admin@gmail.com*, serta kolom kata sandi sebagai pengaman akses. Tombol “*Login*” digunakan untuk memproses autentikasi pengguna ke dalam sistem. Opsi “*Kelola Kata Sandi*” disediakan untuk membantu pengguna melakukan pengaturan ulang kredensial akun.

4.1.2. Halaman Dashboard

Tampilan Halaman *dashboard* menunjukkan tinggi udara sebesar 23 cm dan jumlah pengguna sistem sebanyak satu pengguna. Menu ini menampilkan sisi kiri yang mencakup opsi *Dashboard*, Tampilan Monitoring, Menu Pengaturan, Manajemen Pengguna, dan Edit Profil. Tampilan *dashboard* dirancang untuk menyajikan informasi utama sistem secara terpusat agar mudah dipahami oleh pengguna. Tampilan Halaman *dashboard* tersebut ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Halaman Dashboard

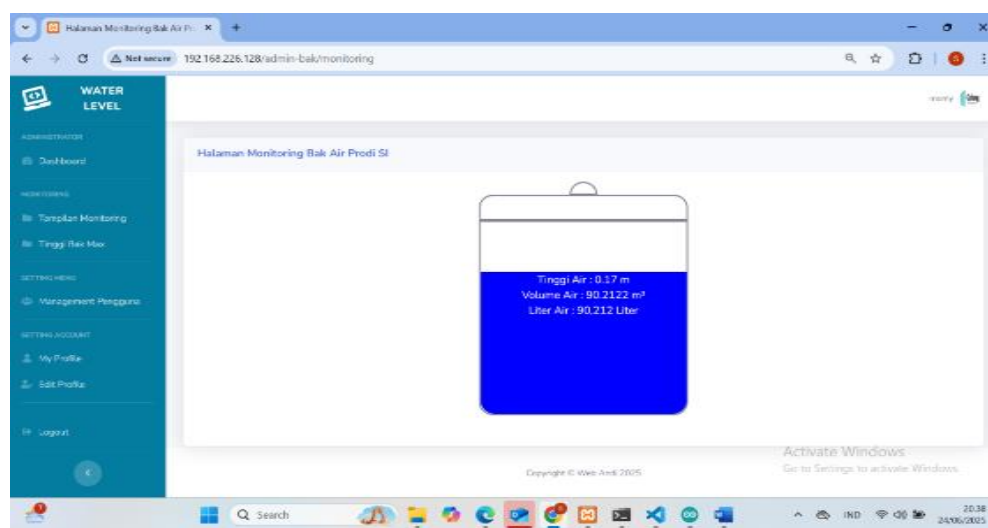
Tampilan pada halaman *dashboard* menampilkan informasi tinggi air sebesar 23 cm, jumlah pengguna sebanyak satu pengguna, serta menu navigasi yang terdiri dari *Dashboard*, Monitoring, Pengaturan,

Manajemen Pengguna, dan Edit Profil. Tinggi air 23 cm meliputi data ketinggian air dalam bak penampungan yang diukur oleh sensor ultrasonik HC-SR04 secara *real-time*. Angka 23 cm menunjukkan level air pada saat pengukuran yang ditampilkan sebagai contoh hasil pembacaan sistem *IoT* pada *dashboard*.

Total Pengguna 1 menunjukkan jumlah pengguna yang terdaftar di dalam sistem, yaitu satu akun pengguna. Pengguna tersebut merupakan akun *admin* dengan alamat surel `admin@gmail.com` dan nama pengguna "memy". Informasi jumlah pengguna ditampilkan untuk memberikan gambaran hak akses yang aktif di dalam sistem. Data ini digunakan untuk memantau pengelolaan akun yang memiliki izin dalam mengakses fitur sistem.

4.1.3. Tampilan Monitoring

Tampilan halaman monitoring menampilkan informasi kondisi bak air berupa tinggi air sebesar 0,17 m, volume air sebesar 0,0122 m³, dan jumlah air sebesar 9,012 liter. Informasi tersebut diperoleh dari hasil pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terintegrasi dengan sistem *IoT*. Data monitoring disajikan untuk memberikan gambaran kondisi air secara aktual kepada pengguna. Tampilan halaman monitoring tersebut ditunjukkan pada Gambar 9.



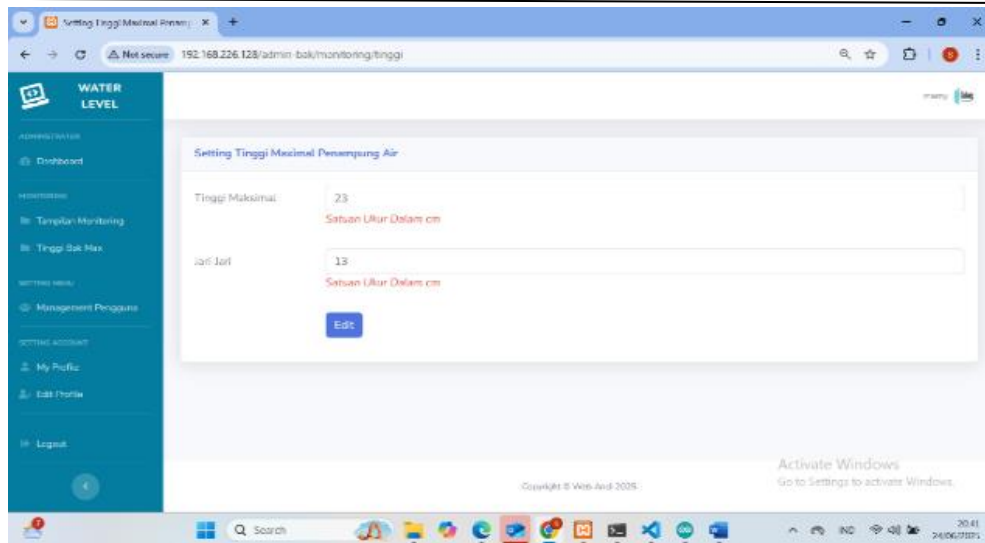
Gambar 9. Tampilan Halaman Monitoring

Tampilan monitoring menampilkan informasi tinggi air sebesar 0,17 m, volume air sebesar 0,0122 m³, dan jumlah air sebesar 9,012 liter yang divisualisasikan dengan ikon air. Tampilan ini berfungsi untuk pemantauan *real-time* level air guna mendukung pengendalian pompa secara efisien. Tinggi air sebesar 0,17 m menunjukkan ketinggian air yang diukur oleh sensor ultrasonik HC-SR04. Volume air sebesar 0,0122 m³ merupakan hasil perhitungan kapasitas air dalam bak berdasarkan data ketinggian sensor. Jumlah air sebesar 9,012 liter merupakan hasil konversi volume air ke dalam satuan liter untuk memudahkan pemahaman pengguna.

Informasi monitoring memungkinkan pengguna memantau kondisi air secara langsung melalui aplikasi atau *dashboard*. Data yang ditampilkan dapat digunakan sebagai dasar pengendalian pompa air secara otomatis maupun manual. Pemantauan level air membantu pengguna mengetahui perubahan kondisi bak air dalam waktu singkat. Sistem ini mendukung pengelolaan air yang lebih terkontrol di lingkungan Universitas Flores.

4.1.4. Tampilan Tinggi Bak air

Tampilan halaman tinggi bak air menampilkan pengaturan parameter dimensi bak air yang digunakan dalam sistem. Parameter yang ditampilkan meliputi tinggi maksimal bak air sebesar 23 cm dan jari-jari bak air sebesar 13 cm. Nilai parameter ini digunakan sebagai acuan dalam proses perhitungan volume air. Pengaturan dimensi bak air diperlukan agar hasil pengukuran sensor dapat disesuaikan dengan kondisi fisik bak penampungan. Tampilan halaman tinggi bak air tersebut ditunjukkan pada Gambar 10.



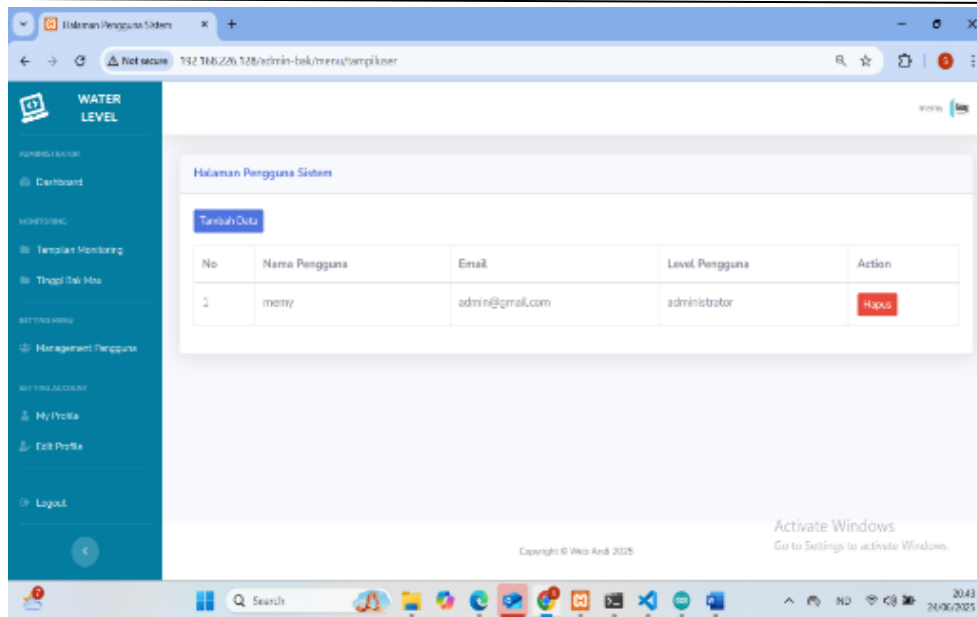
Gambar 10. Tampilan Halaman Tinggi Bak Air

Gambar 10 menampilkan parameter tinggi maksimal bak air sebesar 23 cm yang menunjukkan kapasitas maksimum bak air dalam satuan sentimeter. Jari-jari bak air sebesar 13 cm menunjukkan ukuran jari-jari bak air yang digunakan dalam perhitungan volume. Parameter dimensi bak air ini diatur dalam sistem *IoT* untuk mendukung proses kalibrasi sensor ultrasonik HC-SR04. Nilai dimensi tersebut digunakan untuk menghitung volume air secara akurat berdasarkan ketinggian air yang terdeteksi sensor.

Pengaturan dimensi bak air disesuaikan dengan ukuran fisik ember yang digunakan sebagai penampungan air. Perhitungan volume air dilakukan menggunakan rumus volume tabung berdasarkan tinggi dan jari-jari bak air. Data dimensi bak air membantu sistem menghasilkan perhitungan volume air yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Informasi ini digunakan untuk mendukung pengendalian level air agar tetap berada dalam batas yang ditentukan di bak penampungan Universitas Flores.

4.1.5. Tampilan Management Pengguna

Tampilan halaman *management* pengguna menampilkan fitur pengelolaan akun pengguna yang terdaftar dalam sistem. Pada halaman ini tersedia opsi “Tambah Data” yang digunakan untuk menambahkan pengguna baru ke dalam sistem. Selain itu, ditampilkan satu pengguna yang terdaftar dengan nama pengguna “memy”, alamat surel admin@gmail.com, dan level sebagai *administrator*. Halaman ini dirancang untuk memudahkan pengelolaan hak akses pengguna sesuai peran yang dimiliki. Tampilan halaman *management* pengguna tersebut ditunjukkan pada Gambar 11.

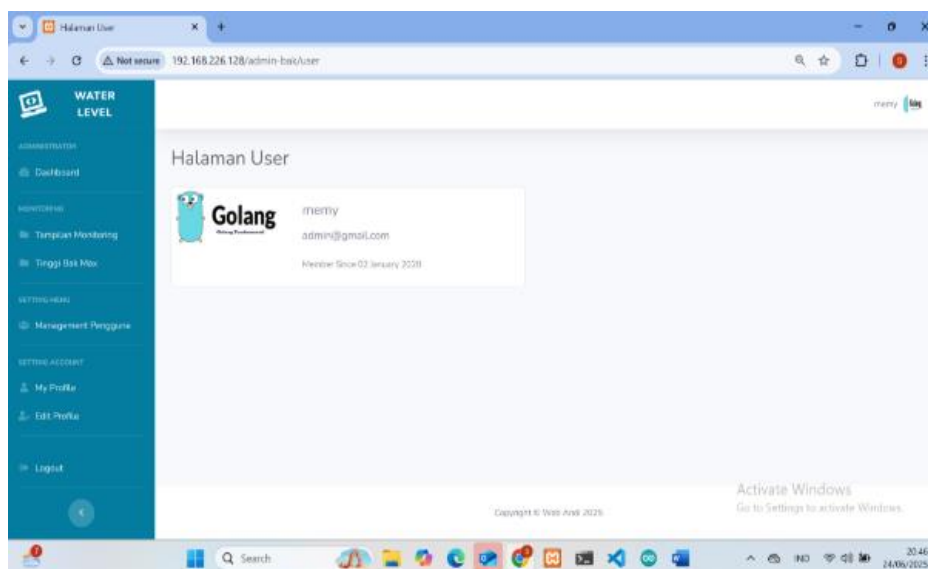


Gambar 11. Tampilan Halaman Management Pengguna

Gambar 11 menampilkan opsi “Tambah Data” yang digunakan untuk menambahkan nama pengguna baru ke dalam sistem. Daftar pengguna menampilkan informasi akun, seperti nama pengguna “memy”, alamat surel `admin@gmail.com`, dan level pengguna sebagai *administrator*. Tersedia tombol “Hapus” yang berfungsi untuk menghapus akun pengguna dari sistem. Fitur ini memungkinkan *admin* mengelola akses pengguna pada sistem pemantauan air berbasis *IoT* guna menjaga keamanan dan otorisasi di lingkungan Universitas Flores.

4.1.6. Tampilan My Profile

Tampilan halaman *My Profile* menampilkan informasi profil pengguna yang sedang masuk ke dalam sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi nama pengguna “memy” dengan golongan “Gol. III/a Pegawai Profesional”. Selain itu, halaman ini juga menampilkan alamat surel pengguna dan tanggal bergabung ke dalam sistem. Halaman profil digunakan untuk menampilkan data identitas pengguna yang tersimpan dalam sistem. Tampilan halaman *My Profile* tersebut ditunjukkan pada Gambar 12.

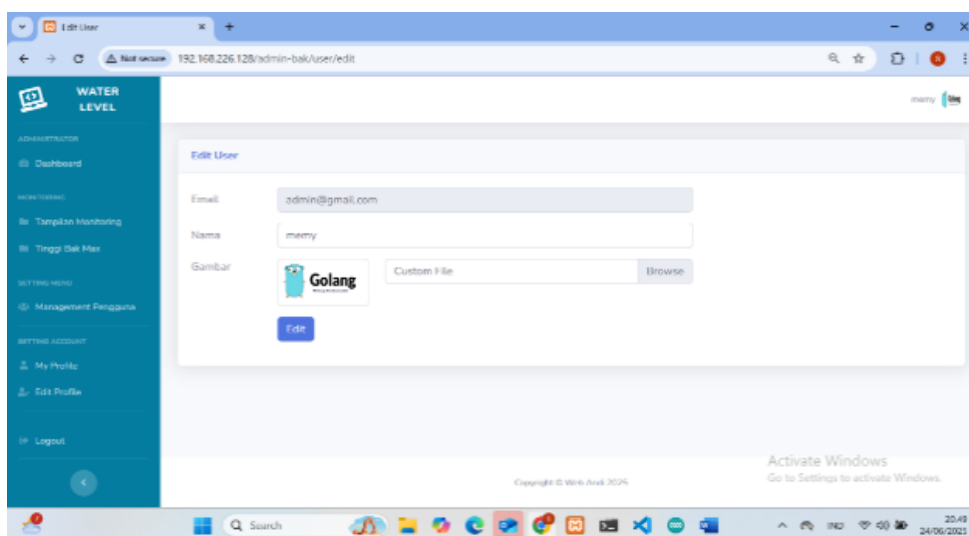


Gambar 12. Tampilan Halaman My Profile

Gambar 12 menampilkan informasi profil pengguna yang sedang *login* ke dalam sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi nama pengguna, alamat surel, dan tanggal bergabung, seperti contoh nama pengguna “memy”, surel admin@gmail.com, dan tanggal bergabung yang tercatat di sistem. Data profil ini memberikan gambaran identitas pengguna dalam sistem pemantauan air berbasis *IoT*. Informasi tersebut digunakan untuk mendukung proses verifikasi dan pengelolaan akun pengguna di Universitas Flores.

4.1.7. Tampilan Edit Profil

Tampilan halaman Edit Profil menampilkan fitur untuk melakukan perubahan data akun pengguna yang tersimpan di dalam sistem. Pada halaman ini tersedia kolom untuk mengubah alamat surel, nama pengguna, serta gambar profil yang digunakan. Selain itu, terdapat opsi *Browse* yang berfungsi untuk mengunggah atau mengganti gambar profil dengan berkas kustom. Halaman ini disediakan agar pengguna dapat menyesuaikan data pribadi sesuai dengan informasi terbaru. Tampilan halaman Edit Profil tersebut ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan Halaman Edit Profile

Halaman Edit Profil pada sistem pemantauan level air berbasis *IoT* di Universitas Flores memungkinkan pengguna untuk memperbarui informasi pribadi yang dimiliki. Kolom email menampilkan dan memungkinkan perubahan alamat surel pengguna, seperti contoh admin@gmail.com. Kolom nama digunakan untuk mengubah nama akun pengguna, misalnya “memy”. Gambar profil menampilkan informasi identitas visual pengguna dengan opsi *Browse* untuk mengunggah atau mengganti gambar profil menggunakan berkas kustom. Tersedia tombol “Edit” yang berfungsi untuk menyimpan perubahan data profil yang telah dilakukan.

Halaman ini memungkinkan pengguna untuk memperbarui informasi pribadi seperti email, nama, dan gambar profil secara mandiri. Perubahan data profil disimpan ke dalam sistem untuk memastikan informasi akun tetap sesuai dengan kondisi pengguna. Pengelolaan data profil membantu sistem menjaga keakuratan identitas pengguna yang terdaftar. Informasi profil digunakan untuk mendukung proses identifikasi dan personalisasi akun dalam sistem pemantauan air berbasis *IoT* di Universitas Flores.

5. DISKUSI

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem pemantauan level air berbasis *Internet of Things* mampu menjawab tujuan penelitian, yaitu menyediakan pemantauan ketinggian air secara *real-time* dan otomatis di lingkungan Universitas Flores. Integrasi sensor ultrasonik HC-SR04 dengan mikrokontroler NodeMCU memungkinkan pengukuran level air dilakukan secara akurat tanpa kontak langsung dengan permukaan air. Data yang ditampilkan melalui *dashboard* dan aplikasi pendukung memberikan gambaran kondisi air yang aktual dan mudah dipahami oleh pengelola fasilitas. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengendalian air dibandingkan metode manual.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil penelitian ini sejalan dengan temuan pada studi [4], [24] yang menyatakan bahwa sistem monitoring air berbasis *IoT* mampu meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi potensi pemborosan air. Kesamaan utama terletak pada penggunaan sensor ultrasonik dan sistem pemantauan jarak jauh berbasis jaringan. Namun demikian, penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya dengan menunjukkan implementasi sistem pada konteks institusi pendidikan yang memiliki pola penggunaan air yang dinamis. Dengan demikian, hasil penelitian ini menempatkan sistem yang dikembangkan sebagai solusi aplikatif yang relevan dengan kebutuhan nyata di lapangan.

Beberapa temuan menunjukkan adanya potensi ketidakkonsistenan pembacaan sensor pada kondisi tertentu, seperti saat permukaan air mengalami riak atau perubahan volume yang cepat, sebagaimana juga dilaporkan dalam penelitian [9]. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kestabilan data yang ditampilkan pada sistem pemantauan. Meskipun demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem secara umum tetap mampu memberikan informasi yang cukup akurat untuk kebutuhan pemantauan operasional. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor lingkungan fisik memiliki pengaruh terhadap hasil pengukuran sensor ultrasonik.

Dari sisi implikasi, hasil penelitian ini mendukung penguatan konsep pemanfaatan *Internet of Things* dalam pengelolaan sumber daya air secara efisien dan terintegrasi. Sistem yang dikembangkan mampu membantu pengelola fasilitas dalam memantau kondisi air secara berkelanjutan dan berbasis data. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan pada ruang lingkup pengujian yang masih terbatas pada satu lokasi serta ketergantungan sistem terhadap kestabilan koneksi internet. Keterbatasan tersebut berpotensi memengaruhi kinerja sistem dalam kondisi jaringan yang tidak optimal.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka peneliti dapat menyimpulkan bahwa dengan Optimalisasi Pemantauan Level Air Dalam Bak Penampung Air Menggunakan *Internet Of Things* (IOT) Di Universitas Flores ini dapat membantu pihak mahasiswa dalam melakukan Proses pemantauan dan penampung yang terdapat, serta memperluas jangkauan pemakaian. Penggunaan *IoT* untuk pemantauan level air di bak penampungan air di Universitas Flores memungkinkan pemantauan real-time, otomatisasi pengisian/pengurasan air, dan notifikasi melalui aplikasi seperti Blynk atau Telegram. Sistem ini meningkatkan efisiensi, mengurangi pemborosan air, dan meminimalkan pengawasan manual. Sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler NodeMCU terbukti akurat dalam mendeteksi ketinggian air, meskipun terkendala biaya awal dan ketergantungan pada koneksi internet.

6.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem pemantauan level air berbasis *Internet of Things* dengan menambahkan mekanisme *data filtering* atau *signal processing* guna meningkatkan stabilitas dan akurasi pembacaan sensor ultrasonik pada kondisi lingkungan yang dinamis. Selain itu, pengujian sistem dapat diperluas pada beberapa lokasi dan jenis bak penampungan yang berbeda untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam skala dan karakteristik penggunaan air yang lebih beragam. Integrasi sistem dengan platform *cloud computing* yang lebih andal juga dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kemampuan penyimpanan, analisis data, dan visualisasi informasi secara berkelanjutan. Di sisi lain, penelitian mendatang dapat mengeksplorasi aspek efisiensi energi dan keandalan jaringan guna mendukung operasional sistem pemantauan air berbasis *IoT* dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Supriadi, W. Wahyudi, A. Priyadi, and K. S. Jin, "Decentralized AI on the Edge: Implementing Federated Learning for Predictive Maintenance in Industrial IoT Systems," *J. Technol. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 317–336, Aug. 2025, doi: 10.51903/jtie.v4i2.281.
- [2] T. Sumarlin and R. A. Kusumajaya, "AI Challenges and Strategies for Business Process Optimization in Industry 4.0: Systematic Literature Review," *J. Manag. Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 195–211, Aug. 2024, doi: 10.51903/jmi.v3i2.25.
- [3] M. P. Firmansyah, M. N. Nashir, N. Rahmeisi, P. S. Augusta, and A. Arfriandi, "Tinjauan Literatur Sistematis tentang Deteksi Anomali Berbasis Kecerdasan Buatan untuk Intrusi Jaringan pada IoT," *J. Ilm. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 71–83, 2026, doi: 10.51903/eqne0j35.

- [4] N. Tri *et al.*, “Perancangan Sistem Monitoring Ketersediaan Air Otomatis Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things (IoT),” *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 3, pp. 154–164, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jikom/article/view/1170>
- [5] R. A. Ardila and M. A. I. Pakereng, “Sistem Informasi Penjualan Roti Mutiara Bakery Berbasis Website (Studi Kasus:Pabrik Roti Kec. Jambu),” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 9, no. 4, pp. 3383–3398, 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i4.2802.
- [6] R. P. Pratama, A. T. Wardana, and A. Hasibuan, “Implementasi Teknologi Terbaru dalam Manajemen Operasional Perusahaan Industri,” *Kohesi J. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 9, pp. 21–30, 2024, doi: 10.3785/kohesi.v3i9.3981.
- [7] Q. Liu *et al.*, “A Review of the Research Progress of Sensor Monitoring Technology in Harsh Engineering Environments,” *Sensors*, vol. 25, no. 20, p. 6308, Oct. 2025, doi: 10.3390/s25206308.
- [8] S. Hassani, U. Dackermann, S. Hassani, and U. Dackermann, “A Systematic Review of Advanced Sensor Technologies for Non-Destructive Testing and Structural Health Monitoring,” *Sensors*, vol. 23, no. 4, p. 2204, Feb. 2023, doi: 10.3390/s23042204.
- [9] G. Rak *et al.*, “A Review on Methods for Measurement of Free Water Surface,” *Sensors*, vol. 23, no. 4, p. 1842, Feb. 2023, doi: 10.3390/s23042204.
- [10] S. H. Abdulhussain *et al.*, “A Comprehensive Review of Sensor Technologies in IoT: Technical Aspects, Challenges, and Future Directions,” *Computers*, vol. 14, no. 8, p. 342, Aug. 2025, doi: 10.3390/computers14080342.
- [11] A. Tsanousa *et al.*, “A Review of Multisensor Data Fusion Solutions in Smart Manufacturing: Systems and Trends,” *Sensors*, vol. 22, no. 5, p. 1734, Feb. 2022, doi: 10.3390/s23042204.
- [12] M. Esposito *et al.*, “Recent Advances in Internet of Things Solutions for Early Warning Systems: A Review,” *Sensors*, vol. 22, no. 6, p. 2124, Mar. 2022, doi: 10.3390/s22062124.
- [13] A. Khalifeh *et al.*, “Microcontroller Unit-Based Wireless Sensor Network Nodes: A Review,” *Sensors*, vol. 22, no. 22, p. 8937, Nov. 2022, doi: 10.3390/s22228937.
- [14] N. I. Sarkar, A. T. Kavitha, M. J. Ali, N. I. Sarkar, A. T. Kavitha, and M. J. Ali, “A Secure Long-Range Transceiver for Monitoring and Storing IoT Data in the Cloud: Design and Performance Study,” *Sensors*, vol. 22, no. 21, p. 8380, Nov. 2022, doi: 10.3390/s22218380.
- [15] D. Hercog *et al.*, “Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices,” *Sensors*, vol. 23, no. 15, p. 6739, Jul. 2023, doi: 10.3390/s23156739.
- [16] M. Szymczyk, P. Augustyniak, M. Szymczyk, and P. Augustyniak, “Selected Energy Consumption Aspects of Sensor Data Transmission in Distributed Multi-Microcontroller Embedded Systems,” *Electronics*, vol. 11, no. 6, p. 848, Mar. 2022, doi: 10.3390/electronics11060848.
- [17] M. Hussein *et al.*, “Smart Cognitive IoT Devices Using Multi-Layer Perception Neural Network on Limited Microcontroller,” *Sensors*, vol. 22, no. 14, p. 5106, Jul. 2022, doi: 10.3390/s22145106.
- [18] S. Upadhyay *et al.*, “Challenges and Limitation Analysis of an IoT-Dependent System for Deployment in Smart Healthcare Using Communication Standards Features,” *Sensors*, vol. 23, no. 11, p. 5155, May 2023, doi: 10.3390/s23115155.
- [19] C. K. Rao, S. K. Sahoo, and F. F. Yanine, “Development of a Smart Cloud-Based Monitoring System for Solar Photovoltaic Energy Generation,” *Unconv. Resour.*, vol. 6, p. 100173, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.unconvres.2025.100173.
- [20] V. A. L. Sobral *et al.*, “A Cloud-Based Data Storage and Visualization Tool for Smart City IoT: Flood Warning as an Example Application,” *Smart Cities*, vol. 6, no. 3, pp. 1416–1434, May 2023, doi: 10.3390/smartcities6030068.
- [21] M. S. Abdalzaher *et al.*, “Early Detection of Earthquakes Using IoT and Cloud Infrastructure: A Survey,” *Sustainability*, vol. 15, no. 15, p. 11713, Jul. 2023, doi: 10.3390/su151511713.
- [22] C. Jandaeng *et al.*, “Task Scheduling Algorithm for Power Minimization in Low-Cost Disaster

-
- Monitoring System: A Heuristic Approach,” *J. Sens. Actuator Networks*, vol. 13, no. 5, p. 59, Sep. 2024, doi: 10.3390/jsan13050059.
- [23] D. Darmawan and A. Ratnasari, “Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Proyek Berbasis Web pada PT Seatech Infosys,” *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 9, no. 3, pp. 365–372, 2020, doi: 10.32736/sisfokom.v9i3.931.
- [24] A. A. Poetra, R. Nandika, and T. K. Wijaya, “Prototipe Sistem Monitoring Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Internet of Things,” *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 097–108, 2023, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i1.5148.
- [25] A. T. Berliana, “Neofuturisme dalam Desain Bangunan Mixed-Use (Apartemen, Hotel, Mall, Perkantoran, Convention Hall) untuk Menciptakan Kota Masa Depan,” Universitas Muhammadiyah Surabaya, 2024. [Online]. Available: <https://repository.um-surabaya.ac.id/9043>