

PENGEMBANGAN SISTEM EMBEDDED BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK MONITORING LEVEL AIR *REAL-TIME* DENGAN FITUR ESTIMASI SISA DURASI PENGGUNAAN

Srinita Sativa^{1*}, Rusman², Quirina Ariantji Patrisia Mintje³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Makassar, Makassar, Indonesia

Keywords:

Internet of Things,
monitoring level air,
NodeMCU ESP8266,
estimasi durasi, *Telegram*
Bot.

Correspondent Email:

srinitasativa3@gmail.com

Abstrak. Ketersediaan air yang stabil menjadi kebutuhan penting pada lingkungan pendidikan berasrama, namun proses pemantauan level air pada fasilitas kampus masih banyak dilakukan secara manual sehingga berpotensi menyebabkan keterlambatan pengisian ketika cadangan air menipis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem monitoring level air berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan fitur estimasi sisa durasi penggunaan untuk mendukung pemantauan dan pengelolaan ketersediaan air secara *real-time*. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan *Waterfall* yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, verifikasi, dan evaluasi. Sistem dikembangkan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur level air, sensor water flow YF-S201 untuk membaca debit penggunaan air, *buzzer* sebagai indikator peringatan, serta *Telegram Bot* sebagai media monitoring jarak jauh. Hasil pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* menunjukkan bahwa sistem mampu membaca perubahan level air, menghitung estimasi sisa durasi penggunaan berdasarkan volume air dan debit rata-rata, mengirimkan notifikasi *Telegram*, serta mengaktifkan *buzzer* sesuai kondisi tangki. Sistem yang dikembangkan memberikan informasi prediktif mengenai ketersediaan air sehingga dapat membantu pengelola melakukan tindakan preventif dan meningkatkan efektivitas manajemen air.



Copyright © 2026 The Author(s),
Published by Jurnal Informatika
dan Teknik Elektro Terapan. This
is an open-access article
distributed under the terms of the
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
License (CC BY-NC 4.0).

Abstract. *Stable water availability is an essential requirement in boarding school environments; however, water level monitoring in campus facilities is still commonly performed manually, which may cause delays in refilling when water reserves decrease. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based water level monitoring system equipped with a remaining usage duration estimation feature to support real-time monitoring and water availability management. The research employed a Research and Development (R&D) method using the Waterfall development model, consisting of requirement analysis, design, implementation, verification, and evaluation stages. The developed system utilizes NodeMCU ESP8266 as the main controller, JSN-SR04T ultrasonic sensor for measuring water level, YF-S201 water flow sensor for detecting water consumption rate, a buzzer as a local warning indicator, and Telegram Bot as a remote monitoring platform. The system was tested using the Black Box Testing method. The results showed that the system successfully detected water level changes, calculated the estimated remaining usage duration based on water volume and average flow rate, delivered Telegram notifications, and activated the buzzer according to tank conditions. The developed system provides predictive information regarding water availability, enabling users to take preventive actions and improving the effectiveness of water management.*

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu sumber daya yang sangat penting dalam mendukung aktivitas operasional berbagai fasilitas publik, termasuk institusi pendidikan berasrama. Di lingkungan *boarding school*, ketersediaan air yang stabil menjadi kebutuhan utama karena digunakan secara terus-menerus untuk menunjang kegiatan sanitasi dan aktivitas harian penghuni. Politeknik Penerbangan Makassar sebagai institusi pendidikan kedinasan di bawah Kementerian Perhubungan menerapkan sistem *boarding school* sehingga seluruh taruna tinggal di lingkungan kampus selama masa pendidikan. Salah satu fasilitas yang memiliki tingkat konsumsi air tinggi adalah Gedung Kelas Alpha yang berfungsi sebagai pusat kegiatan perkuliahan sekaligus fasilitas sanitasi. Oleh karena itu, kontinuitas pasokan air menjadi faktor penting untuk menjaga kelancaran aktivitas dan kedisiplinan operasional di lingkungan kampus.

Namun, pengelolaan air di Gedung Kelas Alpha masih dilakukan secara konvensional. Pemantauan level air pada tandon dilakukan secara manual sehingga pengelola tidak dapat mengetahui kondisi volume air secara akurat dan berkesinambungan. Kondisi ini berpotensi menyebabkan keterlambatan pengisian tandon, terutama ketika terjadi lonjakan penggunaan air secara bersamaan yang mengakibatkan persediaan air habis tanpa adanya peringatan dini. Selain itu, lokasi tandon yang berada pada posisi cukup tinggi juga menyulitkan petugas dalam melakukan pemeriksaan secara berkala.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi yang mampu mengatasi keterbatasan sistem monitoring konvensional. Melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan jaringan internet, data dapat dikirimkan secara *real-time* sehingga kondisi suatu sistem dapat dipantau dari jarak jauh. Penerapan IoT pada sistem monitoring air juga memberikan kemudahan dalam proses pengambilan keputusan karena informasi dapat diakses kapan saja tanpa harus melakukan pengecekan langsung ke lokasi.

Berbagai penelitian telah memanfaatkan IoT untuk pemantauan kondisi air. Mulia et al. (2025) mengembangkan AQUAMONITOR, yaitu sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 yang mampu mengirimkan data suhu dan Total

Dissolved Solids (TDS) secara *real-time* ke platform *Blynk* dengan tingkat akurasi yang tinggi [1]. Sebelumnya, Febrianti et al. (2021) mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang dilengkapi sensor pH, turbidity, dan flow meter untuk membantu pengelolaan air bersih melalui media *website* [2]. Penelitian yang lebih baru oleh Halawa dkk. (2025) juga berhasil mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT yang mengintegrasikan beberapa sensor dan aplikasi berbasis web sehingga kondisi kualitas air dapat dipantau secara *real-time* [3]. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu meningkatkan efektivitas proses monitoring dibandingkan metode konvensional.

Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada pemantauan kondisi air melalui penyajian data sensor secara *real-time*, baik berupa kualitas maupun parameter fisik air. Informasi yang dihasilkan masih bersifat deskriptif sehingga pengguna hanya mengetahui kondisi air pada saat itu tanpa memperoleh informasi prediktif mengenai berapa lama cadangan air masih dapat digunakan. Padahal, pada lingkungan dengan tingkat konsumsi air yang tinggi seperti gedung perkuliahan berasrama, informasi mengenai estimasi sisa durasi penggunaan menjadi sangat penting untuk mendukung tindakan preventif sebelum terjadi kekosongan air. Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian dalam pengembangan sistem monitoring level air yang tidak hanya melakukan pemantauan, tetapi juga mampu memberikan estimasi waktu penggunaan berdasarkan laju konsumsi air secara *real-time*.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring level air berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi fitur estimasi sisa durasi penggunaan. Sistem dirancang untuk memantau level air secara *real-time*, menghitung estimasi waktu hingga air habis berdasarkan perubahan volume air, serta mengirimkan informasi dan notifikasi melalui aplikasi *Telegram* sehingga pengelola dapat melakukan tindakan pengisian air secara lebih cepat dan tepat. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring level air berbasis IoT dengan fitur estimasi sisa durasi

penggunaan serta mengevaluasi kinerja sensor, sistem notifikasi *Telegram*, *buzzer*, dan fitur estimasi yang dikembangkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik ke jaringan internet sehingga mampu mengumpulkan, mengirimkan, dan bertukar data secara *real-time* tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung [4]. Implementasi IoT memungkinkan integrasi sensor, mikrokontroler, dan media komunikasi sehingga kondisi suatu objek dapat dipantau dari jarak jauh secara efektif [5]. Selain meningkatkan efisiensi proses monitoring, teknologi IoT juga mampu mengurangi human error melalui otomatisasi pengambilan dan pengiriman data [6], [7].

2.2. Sistem Monitoring Level Air

Sistem monitoring merupakan sistem yang berfungsi mengumpulkan, mengolah, dan menampilkan data kondisi suatu objek secara *real-time* sehingga memudahkan proses pengawasan dan pengambilan keputusan [8]. Pada sistem monitoring level air, data ketinggian air diperoleh dari sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk menghasilkan informasi kondisi volume air yang dapat diakses pengguna secara langsung. Penerapan sistem monitoring memungkinkan deteksi dini terhadap kondisi kritis sehingga tindakan preventif dapat dilakukan sebelum terjadi gangguan operasional [7], [9].

2.3. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan mikrokontroler berbasis modul Wi-Fi ESP8266 yang banyak digunakan pada pengembangan sistem IoT karena telah memiliki konektivitas internet terintegrasi serta mendukung berbagai antarmuka komunikasi dengan sensor maupun aktuator [10]. Perangkat ini bekerja pada tegangan 3,3 V dan dapat diprogram menggunakan Arduino IDE sehingga proses pengembangan sistem menjadi lebih sederhana [11].

2.4. Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor ultrasonik JSN-SR04T digunakan untuk mengukur jarak berdasarkan waktu rambat gelombang ultrasonik yang dipantulkan kembali oleh permukaan objek. Sensor ini memiliki keunggulan berupa desain *waterproof*

sehingga sesuai digunakan untuk pengukuran level air pada lingkungan yang lembap maupun tangki terbuka [12], [13].

2.5. Sensor Water Flow YF-S201

Sensor YF-S201 berfungsi mengukur laju aliran air dengan memanfaatkan putaran turbin internal yang menghasilkan pulsa listrik. Jumlah pulsa yang dihasilkan sebanding dengan debit aliran sehingga data tersebut dapat digunakan untuk menghitung volume penggunaan air secara *real-time* [14], [15].

2.6. *Telegram Bot*

Telegram Bot merupakan layanan berbasis Application Programming Interface (API) yang memungkinkan sistem mengirimkan informasi dan notifikasi secara otomatis kepada pengguna melalui aplikasi *Telegram*. Integrasi *Telegram Bot* pada sistem IoT banyak digunakan karena proses implementasinya relatif sederhana, mendukung komunikasi *real-time*, serta dapat diakses melalui berbagai platform tanpa memerlukan perangkat tambahan [14], [16], [17], [18].

2.7. Estimasi Sisa Durasi Penggunaan

Estimasi sisa durasi penggunaan merupakan pendekatan prediktif untuk memperkirakan waktu ketersediaan air berdasarkan laju konsumsi aktual. Nilai debit rata-rata diperoleh dari perubahan volume air terhadap selang waktu pengamatan,

$$Q = \frac{V_1 - V_2}{\Delta t}$$

dengan:

Q = debit rata-rata penggunaan air,

V_1 = volume awal,

V_2 = volume akhir,

Δt = selang waktu pengamatan.

Selanjutnya, estimasi sisa waktu penggunaan dihitung menggunakan persamaan

$$t = \frac{V_{\text{saat ini}}}{Q}$$

dengan:

t = estimasi sisa durasi penggunaan,

$V_{\text{saat ini}}$ = volume air yang tersisa,

Q = debit rata-rata penggunaan air.

Pendekatan ini memungkinkan sistem tidak hanya menyajikan informasi level air, tetapi juga memberikan informasi prediktif mengenai perkiraan waktu hingga air mencapai batas minimum.

2.8. Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem monitoring level air berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi tangki air. Putra et al. (2023) mengembangkan sistem monitoring ketersediaan air otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan aplikasi *Blynk* sebagai media visualisasi data [5]. Sistem yang dikembangkan mampu menampilkan informasi level air secara *real-time*, namun belum dilengkapi dengan fitur untuk memperkirakan sisa durasi penggunaan air berdasarkan pola konsumsi.

Penelitian yang dilakukan oleh Poetra et al. (2023) juga memanfaatkan teknologi IoT untuk membangun prototipe sistem monitoring ketinggian air pada tangki menggunakan mikrokontroler ESP32 [9]. Sistem tersebut berhasil melakukan pemantauan ketinggian air secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk* sehingga memudahkan pengguna dalam mengawasi kondisi tangki dari jarak jauh. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih berfokus pada penyajian data level air tanpa menyediakan informasi prediktif mengenai estimasi waktu ketersediaan air.

Selanjutnya, Safi et al. (2022) mengembangkan sistem monitoring ketinggian permukaan air menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan *Telegram Bot* sebagai media pengiriman notifikasi. Integrasi *Telegram* memungkinkan pengguna menerima informasi kondisi level air secara langsung melalui aplikasi pesan [16]. Akan tetapi, sistem yang dikembangkan hanya menyampaikan informasi kondisi air saat itu (*real-time* monitoring) dan belum mampu memberikan estimasi sisa durasi penggunaan air.

Penelitian lain oleh Habib et al. (2023) merancang sistem pendeteksi dan monitoring ketinggian air berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor ultrasonik HC-SR04 [10]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pemantauan level air dengan baik melalui platform *Blynk*. Namun demikian, sistem tersebut masih terbatas pada fungsi monitoring dan belum mengintegrasikan fitur analisis untuk memprediksi sisa waktu penggunaan air berdasarkan laju konsumsi.

Berdasarkan hasil kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa sebagian besar sistem monitoring air berbasis IoT telah berhasil menyediakan informasi level air secara *real-time* melalui berbagai platform seperti *Blynk* maupun *Telegram Bot*. Namun, informasi yang dihasilkan masih bersifat deskriptif sehingga pengguna hanya mengetahui kondisi level air pada saat pengukuran dilakukan. Belum banyak penelitian yang mengembangkan sistem monitoring level air yang mampu memberikan estimasi sisa durasi penggunaan berdasarkan laju konsumsi air secara *real-time*. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring level air berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor ultrasonik, sensor water flow YF-S201, dan *Telegram Bot* untuk menghasilkan informasi level air sekaligus estimasi sisa durasi penggunaan. Fitur tersebut diharapkan dapat membantu pengelola mengambil tindakan preventif sebelum terjadi kekosongan air sehingga kontinuitas pasokan air dapat tetap terjaga.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan *Waterfall* yang terdiri atas tahap requirement analysis, design, implementation, verification, dan maintenance [19]. Model ini dipilih karena mampu memberikan alur pengembangan sistem yang sistematis mulai dari identifikasi kebutuhan hingga pengujian.

Pada tahap requirement analysis, dilakukan identifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak berdasarkan hasil observasi terhadap sistem penyediaan air di Gedung Kelas Alpha. Tahap design menghasilkan rancangan arsitektur perangkat keras, diagram alir sistem, serta perancangan algoritma estimasi sisa durasi penggunaan. Selanjutnya, pada tahap implementation, seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan menjadi sebuah sistem monitoring berbasis IoT. Tahap verification dilakukan melalui pengujian fungsional untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai rancangan, sedangkan tahap maintenance dilakukan sebagai proses evaluasi dan penyempurnaan apabila ditemukan kesalahan selama pengujian.

3.2. Arsitektur Sistem

Sistem monitoring terdiri atas sensor ultrasonik JSN-SR04T, sensor water flow YF-S201, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, *Telegram Bot* API, dan *buzzer* sebagai alarm lokal. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian permukaan air di dalam tangki, sedangkan sensor water flow digunakan untuk mengukur debit penggunaan air. Data dari kedua sensor diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk menghitung volume air dan estimasi sisa durasi penggunaan berdasarkan laju konsumsi air.

Selanjutnya, hasil perhitungan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi menuju *Telegram Bot* API sehingga pengguna dapat memantau kondisi tangki secara *real-time*. Apabila level air berada di bawah batas minimum atau estimasi sisa durasi penggunaan kurang dari satu jam, sistem secara otomatis mengaktifkan *buzzer* dan mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna melalui *Telegram*.

3.3. Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem diawali dengan proses inisialisasi NodeMCU ESP8266 yang menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi serta mengaktifkan seluruh sensor. Setelah koneksi berhasil, sensor ultrasonik membaca level air pada tangki, sedangkan sensor YF-S201 mengukur debit aliran air yang sedang digunakan.

Data yang diperoleh kemudian diproses untuk menghitung volume air tersisa dan debit rata-rata penggunaan air. Berdasarkan kedua parameter tersebut, sistem menghitung estimasi sisa durasi penggunaan menggunakan Persamaan (1) dan Persamaan (2). Selanjutnya, informasi level air dan estimasi durasi dikirimkan ke *Telegram Bot* sebagai media monitoring. Sistem juga melakukan evaluasi terhadap kondisi tangki. Apabila level air kurang dari 15% atau estimasi durasi penggunaan kurang dari satu jam, *buzzer* akan aktif dan *Telegram* mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna. Setelah proses selesai, sistem melakukan pembacaan ulang setiap satu menit secara berulang.

3.4. Perangkat Penelitian

Perangkat yang digunakan dalam penelitian terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras meliputi NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik JSN-SR04T, sensor water flow YF-S201, *buzzer*, serta laptop untuk

proses pemrograman. Adapun perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE sebagai lingkungan pengembangan program dan *Telegram Bot* API sebagai media monitoring dan notifikasi secara *real-time*.

3.5. Perhitungan Estimasi Sisa Durasi Penggunaan

Estimasi sisa durasi penggunaan dihitung berdasarkan rata-rata debit konsumsi air yang diperoleh dari perubahan volume air dalam interval waktu tertentu. Debit rata-rata dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$Q = \frac{V_1 - V_2}{\Delta_t}$$

dengan:

Q = debit rata-rata penggunaan air,

V_1 = volume awal,

V_2 = volume akhir,

Δ_t = selang waktu pengamatan.

Selanjutnya, estimasi sisa waktu penggunaan dihitung menggunakan Persamaan (2)

$$t = \frac{V_{\text{saat ini}}}{Q}$$

dengan:

t = estimasi sisa durasi penggunaan,

$V_{\text{saat ini}}$ = volume air yang tersisa,

Q = debit rata-rata penggunaan air.

Persamaan tersebut memungkinkan sistem menghasilkan informasi prediktif mengenai perkiraan waktu hingga air mencapai batas minimum berdasarkan pola konsumsi aktual.

3.6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black-box testing untuk mengevaluasi fungsi setiap komponen tanpa memperhatikan struktur internal program. Pengujian meliputi validasi pembacaan sensor ultrasonik, sensor water flow, pengiriman data ke *Telegram Bot*, aktivasi *buzzer*, serta perhitungan estimasi sisa durasi penggunaan. Keberhasilan pengujian ditentukan berdasarkan kesesuaian keluaran sistem dengan fungsi yang telah dirancang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem Monitoring Level Air Berbasis IoT

Sistem monitoring level air berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan fitur estimasi sisa durasi penggunaan berhasil direalisasikan menggunakan mikrokontroler NodeMCU

ESP8266 sebagai pengendali utama. Sistem mengintegrasikan sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur level air, sensor water flow YF-S201 untuk mengukur debit penggunaan air, *buzzer* sebagai alarm lokal, serta *Telegram Bot* sebagai media monitoring dan notifikasi jarak jauh.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh komponen perangkat keras dapat bekerja secara terintegrasi. Data yang diperoleh dari kedua sensor diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk menghitung level air, volume air, debit penggunaan, serta estimasi sisa durasi penggunaan. Selanjutnya, hasil pengolahan dikirimkan secara *real-time* ke *Telegram Bot* sehingga kondisi tangki dapat dipantau dari jarak jauh.

4.2. Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program yang diimplementasikan mampu mengendalikan seluruh fungsi sistem, mulai dari pembacaan sensor, perhitungan level air dan debit penggunaan, estimasi sisa durasi penggunaan, pengiriman data ke *Telegram Bot*, hingga pengendalian *buzzer* sebagai sistem peringatan dini.

Selain notifikasi otomatis ketika kondisi tangki penuh maupun kritis, sistem juga mampu merespons perintah pengguna melalui *Telegram* untuk menampilkan informasi kondisi tangki secara langsung.

4.3. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk mengetahui apakah setiap fungsi telah berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian meliputi pembacaan level air, komunikasi *Telegram*, fungsi *buzzer*, serta fitur estimasi sisa durasi penggunaan.

4.3.1. Pengujian Monitoring Level Air

Pengujian dilakukan pada tiga kondisi level air, yaitu sekitar 20%, 75%, dan 100%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi perubahan level air dengan baik dan menampilkan status tangki yang sesuai pada *Telegram*.

Tabel 1 Hasil pengujian monitoring level air

Kondisi Air	Level Air Terbaca	Status Tangki	Hasil
-------------	-------------------	---------------	-------

Tangki 20%	20% (7,2 cm)	KRITIS	Berhasil
Tangki 75%	75% (27 cm)	NORMAL	Berhasil
Tangki 100%	100% (36 cm)	FULL	Berhasil

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi perubahan level air sesuai kondisi aktual tangki.

4.3.2. Pengujian Buzzer

Pengujian *buzzer* dilakukan pada tiga kondisi tangki.

Tabel 2 Hasil pengujian *buzzer*

Kondisi Tangki	Kondisi <i>Buzzer</i>	Hasil
NORMAL	Tidak berbunyi	Berhasil
FULL	Berbunyi	Berhasil
KRITIS	Berbunyi	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *buzzer* hanya aktif ketika kondisi tangki mencapai batas penuh atau kritis sesuai logika sistem yang dirancang.

4.3.3. Pengujian Estimasi Sisa Durasi Penggunaan

Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi debit air untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menghitung estimasi sisa durasi penggunaan.

Tabel 3 Tabel pengujian estimasi sisa durasi penggunaan

Debit Air	Estimasi Durasi	Hasil
0 L/menit	Tidak dihitung	Berhasil
Debit kecil	Estimasi ditampilkan	Berhasil
Debit besar	Estimasi berubah	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan estimasi sisa durasi penggunaan berdasarkan debit air yang terukur. Ketika tidak terdapat aliran air, sistem tidak melakukan perhitungan estimasi. Sebaliknya, ketika debit air meningkat, nilai estimasi akan diperbarui secara otomatis sehingga menunjukkan sisa waktu penggunaan yang semakin singkat.

4.4. Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring level air berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil diimplementasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Integrasi NodeMCU

ESP8266, sensor ultrasonik JSN-SR04T, sensor water flow YF-S201, *buzzer*, dan *Telegram Bot* memungkinkan sistem melakukan pemantauan level air, mengukur debit penggunaan air, serta mengirimkan informasi kondisi tangki secara *real-time*. Hal ini sejalan dengan konsep IoT yang memungkinkan perangkat saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pemantauan dan pertukaran data secara otomatis [5], [7].

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan rancangan. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi perubahan level air pada setiap kondisi tangki, sedangkan sensor water flow berhasil mengukur debit penggunaan air yang kemudian digunakan untuk menghitung estimasi sisa durasi penggunaan. Selain itu, *Telegram Bot* mampu mengirimkan notifikasi ketika kondisi tangki berada pada status penuh (full) maupun kritis (low), serta merespons permintaan data dari pengguna. Alarm *buzzer* juga berfungsi dengan baik sebagai peringatan lokal ketika kondisi tangki mencapai batas yang telah ditentukan.

Keunggulan utama sistem ini dibandingkan penelitian terdahulu terletak pada adanya fitur estimasi sisa durasi penggunaan air. Penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada monitoring level air menggunakan platform IoT [9], [10], [16], sedangkan sistem yang dikembangkan pada penelitian ini mengombinasikan data level air dan debit penggunaan untuk memperkirakan sisa waktu ketersediaan air. Informasi tersebut memberikan nilai tambah karena pengguna tidak hanya mengetahui kondisi air saat ini, tetapi juga dapat memperkirakan waktu yang tersisa sebelum tangki mencapai kondisi kritis sehingga tindakan pengisian ulang dapat dilakukan lebih awal.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menyediakan sistem monitoring level air yang mampu melakukan pemantauan secara *real-time*, memberikan peringatan dini melalui *Telegram* dan *buzzer*, serta menyajikan informasi prediktif mengenai estimasi sisa durasi penggunaan air. Dengan demikian, sistem ini berpotensi mendukung pengelolaan ketersediaan air yang lebih efektif

dan efisien, khususnya pada fasilitas seperti Gedung Kelas Alpha.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring level air berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan fitur estimasi sisa durasi penggunaan, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dikembangkan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sistem menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendali yang mampu mengintegrasikan sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk membaca level air dan sensor water flow YF-S201 untuk mengukur debit penggunaan air.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring kondisi air secara *real-time*, menghitung estimasi sisa durasi penggunaan berdasarkan volume air dan debit rata-rata, serta mengirimkan informasi melalui *Telegram Bot* sebagai media pemantauan jarak jauh. Selain itu, penggunaan *buzzer* sebagai indikator peringatan lokal mampu memberikan notifikasi ketika kondisi air mencapai batas kritis maupun kondisi penuh.

Dengan adanya fitur estimasi sisa durasi penggunaan, sistem yang dikembangkan tidak hanya memberikan informasi kondisi air saat ini, tetapi juga mampu memberikan prediksi waktu ketersediaan air sehingga dapat membantu proses pengelolaan dan pengisian ulang air secara lebih efektif. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan sistem cadangan daya seperti backup power atau panel surya untuk meningkatkan keandalan sistem ketika terjadi gangguan sumber listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam proses pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada Program Studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Makassar yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama proses penelitian berlangsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah memberikan arahan, masukan,

serta dukungan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Mulia, F. Biabdillah, A. Wajiansyah, and A. J. G. Go, "Aquamonitor: Sistem Pemantauan Kualitas Air Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan NodeMCU V3 ESP8266," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 14, no. 1, pp. 373–381, 2026, [Online]. Available: <https://doi.org/10.23960/jitet.v14i1.8373>
- [2] F. Febrianti, S. A. Wibowo, and N. Vendyansyah, "Implementasi IoT (*Internet of Things*) Monitoring Kualitas Air dan Sistem Administrasi pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, pp. 171–178, 2021, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3249>.
- [3] Y. Halawa, D. M. Midyanti, R. Kurniawan, S. That, and A. S. C. Arista, "Sistem Pemantauan Kualitas Air Berbasis *Internet of Things* (IoT)," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi Dan Kontrol*, vol. 11, no. 1, pp. 1–15, 2025, doi: <https://doi.org/10.15575/telka.v11n1.1-15>.
- [4] M. B. Ulum, M. Lutfi, and A. Faizin, "Otomatisasi Pompa Air Menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis *Internet of Things* (IoT)," *Jati J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 86–93, 2022, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4583>.
- [5] I. N. T. A. Putra, I. G. M. N. Desnanjaya, P. K. G. Saputra, and K. S. A. Astuti, "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>
- [6] M. Prasetya and E. Ramadhan, "LAPORAN TUGAS AKHIR 2 SIMOLITA : Sistem Monitoring dan Kendali Kualitas Air Tandon SIMOLITA : Sistem Monitoring dan Kendali Kualitas Air Tandon," no. 20524035, 2024.
- [7] E. A. Tunggadewi and S. D. N. Nahdliyah, "An Accuracy Assessment of an IoT-Based Monitoring System for Household Water Consumption in Estimating Volume and Usage Cost," *J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 9, no. 2, pp. 123–132, 2025, doi: <https://doi.org/10.21070/jeeu.v9i2.1705>.
- [8] M. A. Husna and P. Rosyani, "Implementasi Sistem Monitoring Jaringan dan Server Menggunakan Zabbix yang Terintegrasi dengan Grafana dan *Telegram*," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 8, no. 6, pp. 247–255, 2021, doi: <https://doi.org/10.30865/jurikom.v8i6.3631>.
- [9] 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. 97–108, 2023, doi: <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v6i1.5148>.
- [10] D. Darso, M. H. Al Hudry, F. Fathoni, Y. Ulkhaq, P. T. R. Wijaya, and M. A. H, "Perancangan Sistem Pendeteksi dan Monitoring Ketinggian Air Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266," *STORAGE –Jurnal Ilm. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 87–93, 2023, doi: <https://doi.org/10.55123/storage.v2i3.2307>.
- [11] M. N. Abdullah, F. Saputra, R. B. Utomo, R. A. Mustofa, and H. Hasanah, "Prototype Sistem Monitoring Ketinggian Air Menggunakan *Telegram*," *Eng. J. Information, Control. Telecommun. Electr.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–12, 2023, doi: <https://doi.org/10.33365/jictee.v4i2.3161>.
- [12] N. Y. Putri and R. Mukhaiyar, "Control and Monitoring System Process Handling Production on SMI 4.0 Machines using PLC Controller Wirelessly Based on Human Machine Interface," vol. 8, no. 1, pp. 158–168, 2022.
- [13] B. C. Wibowo and N. Y. D. Setyaningsih, "Analisis Kalibrasi Sensor Ultrasonic JSN-SR04T pada Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Pendekatan Regresi Linier," *J. Elektro Kontrol*, vol. 5, no. 2, pp. 32–40, 2025, doi: <https://doi.org/10.24176/elkon.v5i2.16583>.
- [14] N. Muamaroh and F. W. Christanto, "Pengukur Penggunaan Air Otomatis Menggunakan Water Flow Sensor YF-S201 dan NodeMCU ESP8266 Berbasis IoT," *Jiko (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 8, no. 1, pp. 88–99, 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.26798/jiko.v8i1.1104>.
- [15] D. Fahruli, "Rancang Bangun Sistem Oil Discharge Monitoring dengan Sensor YF-S201 Berbasis Mikrokontroler," Politeknik Pelayaran Surabaya, 2025. [Online]. Available: <https://repository.polteknipelsby.ac.id/id/eprint/600/>
- [16] M. Safii *et al.*, "Monitoring Ketinggian Permukaan Air Menggunakan *Telegram Bot* Berbasis NODEMCU ESP8266," *METIK J.*, vol. 6, no. 2, pp. 123–132, 2022, doi: <https://doi.org/10.47002/metik.v6i2.384>.
- [17] M. Hadi, N. Rahaningsih, and R. Danar, "Analisa Performa Sistem Smart Home Berbasis IoT Menggunakan *Telegram Messenger Bot* dan NodeMCU ESP 32," *Jati*

- J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 653–659, 2024, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i1.8462>.
- [18] L. Muntasiroh and R. N. Sumarno, “Rancang Bangun Smart Trash Can Dengan NodeMCU ESP8266 Menggunakan Sistem Monitoring Berbasis Komunikasi *Telegram* Messenger,” *Fidel. J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 3, pp. 49–56, 2022, doi: <https://doi.org/10.52005/fidelity.v4i3.125>.
- [19] M. Ridwan, I. Fitri, and B. Benrahman, “Rancang Bangun Marketplace Berbasis *Website* menggunakan Metodologi Systems Development Life Cycle (SDLC) dengan Model *Waterfall*,” *Comput. Commun. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 173–184, 2021, doi: <https://doi.org/10.35870/jtik.v5i2.209>.