

SISTEM DETEKSI DINI KERUSAKAN POMPA AIR BERBASIS ESP32 DAN IOT DENGAN NOTIFIKASI REAL-TIME

Ainun Khaerani^{1*}, Rusman², Adhitya Octavianie³

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

Keywords:

Internet of Things; deteksi kerusakan pompa; ESP32; monitoring *real-time*; Blynk.

Correspondent Email:

khaeraniainun@gmail.com

Abstrak. Kerusakan pompa air dapat mengganggu sistem distribusi air akibat keterlambatan deteksi gangguan yang masih dilakukan secara manual. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi kerusakan pompa air berbasis Internet of Things (IoT) dengan monitoring parameter arus listrik, debit air, dan getaran. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model Waterfall melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Sistem dikembangkan menggunakan ESP32, sensor ACS712, YF-S201, MPU6050, relay, buzzer, dan aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memonitor kondisi pompa secara *real-time*, mendeteksi kondisi abnormal, mengaktifkan pemutusan otomatis, serta mengirimkan notifikasi melalui Blynk. Sistem ini mendukung deteksi dini kerusakan dan penerapan *preventive maintenance* berbasis IoT.



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. *Water pump failures can disrupt water distribution systems due to delayed fault detection caused by manual monitoring processes. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based water pump fault detection system by monitoring electrical current, water flow, and vibration parameters. The research employed a Research and Development (R&D) method using the Waterfall model, including requirements analysis, design, implementation, and testing stages. The system was developed using ESP32, ACS712 current sensor, YF-S201 water flow sensor, MPU6050 vibration sensor, relay, buzzer, and Blynk application. The testing results showed that the system successfully monitored pump conditions in real time, detected abnormal conditions, activated automatic cut-off protection, and delivered notifications through Blynk. The proposed system supports early fault detection and IoT-based preventive maintenance.*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang memiliki peran penting bagi kehidupan manusia karena hampir seluruh aktivitas manusia bergantung pada ketersediaan air yang memadai. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan infrastruktur, kebutuhan terhadap sistem distribusi air yang andal juga semakin meningkat. Dalam sistem distribusi tersebut, pompa air menjadi salah satu komponen utama yang berfungsi untuk

memindahkan air dari sumber menuju tempat penyimpanan atau titik penggunaan, sehingga keberlangsungan pasokan air sangat dipengaruhi oleh kinerja pompa yang optimal. Kerusakan pada pompa air dapat menyebabkan terganggunya distribusi air dan berdampak pada berbagai sektor, seperti rumah tangga, pertanian, maupun industri. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem monitoring yang mampu memantau kondisi pompa secara kontinu sehingga perubahan kondisi dapat

diketahui dengan cepat sebagai dasar dalam pengambilan keputusan pada proses pemeliharaan [1], [2]. Perkembangan teknologi informasi juga mendorong penerapan sistem notifikasi *real-time* yang memungkinkan pengguna menerima informasi atau peringatan secara langsung ketika terjadi perubahan kondisi sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan lebih cepat [3].

Permasalahan yang umum terjadi adalah proses monitoring kondisi pompa air masih banyak dilakukan secara manual, sehingga menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi gangguan, terutama ketika lokasi pompa berada jauh dari teknisi atau petugas pemeliharaan. Sistem yang bergantung pada pemeriksaan langsung belum mampu memberikan informasi secara cepat ketika terjadi kerusakan, sehingga teknisi harus melakukan pengecekan fisik yang membutuhkan waktu relatif lama dan dapat menyebabkan keterlambatan dalam penanganan. Keterlambatan tersebut tidak hanya menurunkan efisiensi operasional, tetapi juga berpotensi menyebabkan kerusakan yang lebih serius, seperti peningkatan suhu akibat kenaikan arus listrik, kerusakan kumparan motor yang menyebabkan motor terbakar, maupun kerusakan bantalan (*bearing*) akibat kurangnya pelumasan, keausan penggunaan jangka panjang, atau masuknya kotoran ke dalam sistem. Apabila kondisi tersebut tidak terdeteksi sejak awal, performa pompa dapat menurun hingga menyebabkan kegagalan sistem secara keseluruhan.

Permasalahan serupa terjadi pada sistem distribusi air di Politeknik Penerbangan Makassar, di mana gangguan pasokan air sering kali baru diketahui setelah adanya laporan dari mahasiswa karena belum tersedia sistem monitoring atau perangkat deteksi gangguan yang mampu memberikan informasi secara otomatis. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penerapan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu menghubungkan perangkat fisik melalui jaringan internet untuk melakukan pengumpulan, pengiriman, dan pengolahan data secara otomatis [4], [5]. Melalui penerapan teknologi IoT, proses monitoring dapat dilakukan secara *real-time*, data dari berbagai sensor dapat diakses kapan saja dan di mana saja, serta sistem dapat memberikan peringatan dini dengan biaya operasional yang relatif

rendah sehingga potensi kerusakan dapat diketahui lebih awal dan tindakan korektif dapat segera dilakukan [6], [7].

Untuk mendukung kebutuhan tersebut, perkembangan teknologi digital telah mempercepat penerapan sistem monitoring berbasis IoT. IoT merupakan konsep jaringan perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi komunikasi yang memungkinkan perangkat tersebut mengumpulkan, bertukar, dan memproses data melalui jaringan internet [4]. Konsep IoT pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan hingga saat ini telah banyak diterapkan pada berbagai bidang, seperti *smart home*, *smart office*, sistem kesehatan, dan sistem monitoring [5], [7]. Dalam aplikasi monitoring, IoT memungkinkan proses pengumpulan data secara berkelanjutan sehingga pengguna dapat memperoleh informasi yang akurat untuk mendukung pengambilan keputusan secara tepat waktu [1], [2]. Integrasi sistem notifikasi *real-time* semakin meningkatkan efektivitas monitoring dengan memberikan peringatan secara langsung ketika kondisi abnormal terdeteksi sehingga pengguna dapat memberikan respons dengan lebih cepat [3]. Pada sistem monitoring pompa air, IoT memberikan berbagai keuntungan, seperti pemantauan kondisi secara *real-time*, kemampuan deteksi dini, serta akses jarak jauh terhadap data sensor yang diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan melalui jaringan internet dengan biaya operasional yang relatif rendah [6].

Sistem monitoring berbasis IoT membutuhkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak agar dapat bekerja secara optimal. Salah satu mikrokontroler yang sesuai untuk aplikasi monitoring pompa air adalah ESP32 karena telah memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth serta menyediakan jumlah pin input/output dan kapasitas memori yang memadai untuk integrasi berbagai sensor [8], [9]. Untuk memantau berbagai aspek kondisi pompa, penelitian ini mengintegrasikan beberapa sensor, yaitu sensor arus ACS712 untuk mengukur konsumsi arus listrik, sensor aliran air YF-S201 untuk mengukur debit air, dan sensor getaran MPU6050 untuk mendeteksi perubahan getaran yang mengindikasikan gangguan mekanis [10], [11], [12]. Selain itu, buzzer digunakan sebagai perangkat peringatan

lokal ketika terjadi kondisi abnormal [13], sedangkan *relay* berfungsi sebagai saklar elektromekanik yang memungkinkan mekanisme pemutusan daya secara otomatis untuk melindungi pompa dari kerusakan lebih lanjut. Platform Blynk digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan data sensor, menghubungkan perangkat keras dengan telepon pintar, serta memberikan notifikasi *real-time* dalam mendukung proses monitoring jarak jauh [4], [14], [15].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan teknologi IoT untuk sistem monitoring pompa air dan distribusi air. Sutikno et al. (2023) mengembangkan sistem monitoring debit air berbasis IoT menggunakan sensor aliran air untuk memantau laju aliran [16]. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus pada monitoring debit air dan belum mencakup deteksi kerusakan pompa, sistem alarm lokal, maupun mekanisme pemutusan otomatis (*automatic cut-off*) [16]. Aisuwarya dan Fauzi (2020) mengembangkan sistem berbasis IoT menggunakan sensor arus ACS712 dan relay untuk melakukan monitoring serta pengendalian konsumsi listrik pompa melalui telepon pintar [17]. Namun, sistem tersebut belum secara khusus ditujukan untuk deteksi kerusakan dan belum mengintegrasikan sensor getaran maupun buzzer sebagai perangkat peringatan dini [17].

Penelitian lain oleh Az-zikri et al. (2025) mengembangkan prototipe berbasis IoT untuk monitoring ketinggian air pada tangki penyimpanan menggunakan sensor ultrasonik. Meskipun penelitian tersebut berhasil menerapkan IoT untuk sistem monitoring, fokus penelitian hanya pada pengukuran ketinggian air dan belum mengintegrasikan pengukuran arus, getaran, maupun sistem peringatan untuk mendeteksi kegagalan pompa [18]. Sementara itu, Putra et al. (2023) mengembangkan sistem monitoring ketersediaan air otomatis berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk untuk memberikan notifikasi *real-time* [19]. Namun, sistem tersebut masih terbatas pada monitoring ketersediaan air dan belum dilengkapi dengan fungsi deteksi kerusakan maupun sistem alarm lokal [19].

Meskipun penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas teknologi IoT dalam mendukung monitoring jarak jauh, masih

terdapat beberapa keterbatasan. Sebagian besar sistem yang telah dikembangkan masih berfokus pada satu parameter monitoring, seperti debit air, konsumsi arus, atau ketinggian air, tanpa mengintegrasikan beberapa indikator yang diperlukan untuk melakukan deteksi kerusakan secara komprehensif. Selain itu, penelitian sebelumnya umumnya belum menggabungkan perangkat peringatan lokal, mekanisme proteksi otomatis pompa, serta notifikasi jarak jauh secara *real-time* dalam satu platform. Oleh karena itu, sistem deteksi kerusakan pompa berbasis IoT yang mampu memantau kondisi kelistrikan, hidrolik, dan mekanis secara bersamaan masih memiliki peluang untuk dikembangkan.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian ini mengusulkan sistem deteksi kerusakan pompa air berbasis IoT yang mengintegrasikan tiga parameter monitoring, yaitu arus listrik, debit air, dan getaran untuk mengidentifikasi kondisi operasi abnormal. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, sistem yang dikembangkan menggabungkan beberapa sensor dengan buzzer sebagai perangkat peringatan lokal, mekanisme pemutusan otomatis menggunakan relay untuk melindungi pompa dari kerusakan lebih lanjut, serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring jarak jauh dan penyampaian notifikasi *real-time*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi sistem deteksi kerusakan pompa air berbasis IoT yang mampu mendeteksi kondisi abnormal melalui integrasi monitoring arus listrik, debit air, dan getaran sekaligus menyediakan perlindungan otomatis serta notifikasi secara *real-time*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* dan telah terintegrasi dengan modul Wi-Fi serta Bluetooth sehingga sesuai untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT). ESP32 memiliki jumlah pin *input/output* yang memadai, kapasitas memori yang lebih besar dibandingkan beberapa mikrokontroler sejenis, serta mendukung komunikasi nirkabel untuk pengiriman data secara *real-time* [8], [9].

2.2. Sensor ACS712

Sensor ACS712 digunakan untuk mengukur arus listrik yang mengalir pada rangkaian menggunakan prinsip *Hall Effect*. Sensor ini tersedia dalam beberapa varian kapasitas arus dan menghasilkan tegangan keluaran yang proporsional terhadap arus yang terukur sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan beban listrik pada pompa [10].

2.3. Sensor YF-S201

Sensor YF-S201 merupakan sensor aliran air yang bekerja berdasarkan *Hall Effect*. Putaran impeller akibat aliran air menghasilkan pulsa yang sebanding dengan debit air sehingga sensor ini dapat digunakan untuk memonitor laju aliran air secara *real-time* [11].

2.4. Sensor YF-S201

MPU6050 merupakan sensor IMU yang mengintegrasikan *accelerometer* dan *gyroscope* tiga sumbu untuk mengukur percepatan dan perubahan orientasi. Pada penelitian ini sensor digunakan untuk mendeteksi getaran pompa sebagai indikator gangguan mekanis [12].

2.5. Relay dan Buzzer

Relay digunakan sebagai saklar elektromekanik yang memungkinkan sistem memutus aliran listrik ke pompa secara otomatis ketika terdeteksi kondisi abnormal. Sementara itu, buzzer berfungsi sebagai alarm lokal yang memberikan peringatan suara kepada pengguna ketika terjadi gangguan pada sistem [13].

2.6. Blynk

Blynk merupakan platform IoT yang menyediakan antarmuka berbasis smartphone untuk memvisualisasikan data sensor, mengirim notifikasi, dan mengendalikan perangkat melalui jaringan internet. Pada penelitian ini Blynk digunakan sebagai media monitoring jarak jauh sekaligus penyampaian notifikasi *real-time* kepada pengguna [4], [14].

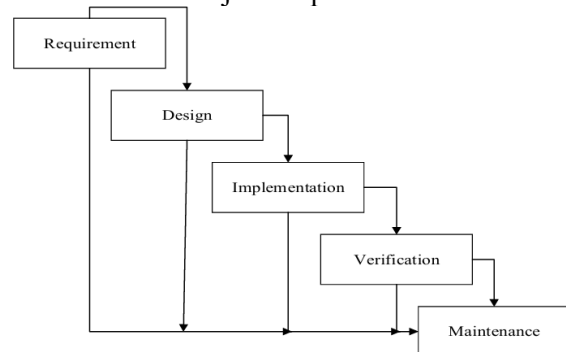
3. METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi sistem deteksi kerusakan pompa air berbasis *Internet of Things (IoT)*. Proses pengembangan sistem menerapkan model *Waterfall* yang terdiri atas lima tahapan, yaitu *requirements analysis*, *design*, *implementation*, *verification*, dan *maintenance*. Model *Waterfall* dipilih karena menyediakan tahapan

pengembangan yang sistematis sehingga setiap proses dapat diselesaikan secara berurutan sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga memudahkan proses pengembangan dan evaluasi sistem (Sachsono et al., 2025; Waruwu, 2024).

Pada tahap *requirements analysis*, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem berdasarkan kebutuhan monitoring kondisi pompa air secara otomatis dan penyampaian notifikasi secara *real-time*. Tahap design meliputi perancangan arsitektur sistem, konfigurasi perangkat keras, serta alur komunikasi data antarkomponen. Selanjutnya, pada tahap *implementation*, dilakukan perakitan perangkat keras dan pengembangan program pada mikrokontroler ESP32 menggunakan Arduino IDE. Tahap *verification* dilakukan melalui pengujian fungsional terhadap seluruh komponen sistem, sedangkan tahap *maintenance* dilakukan dengan penyempurnaan sistem berdasarkan hasil pengujian. Tahapan penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1.



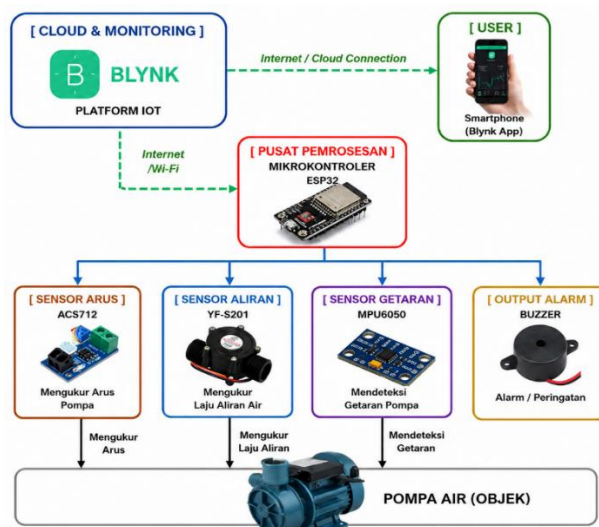
Gambar 1 Tahapan pengembangan sistem menggunakan model *Waterfall*

3.2. Arsitektur Sistem

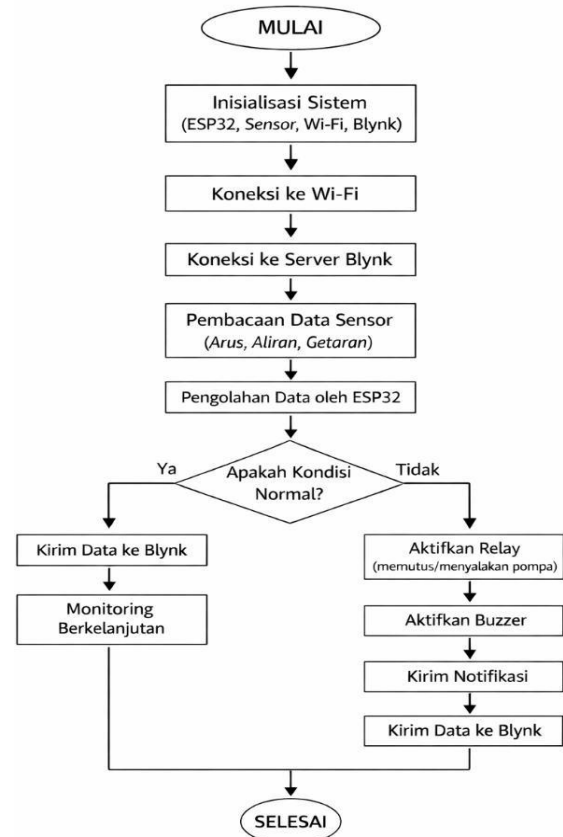
Sistem yang dikembangkan dirancang untuk melakukan monitoring kondisi pompa air secara otomatis dengan mengintegrasikan beberapa sensor pada platform IoT. Sistem terdiri atas mikrokontroler ESP32, sensor arus ACS712, sensor debit air YF-S201, sensor getaran MPU6050, modul relay, buzzer, serta aplikasi Blynk. ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama yang menerima data dari seluruh sensor, mengolah data berdasarkan nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan, kemudian mengirimkan hasil monitoring ke aplikasi Blynk melalui jaringan Wi-Fi.

Sensor ACS712 digunakan untuk mengukur arus listrik yang dikonsumsi pompa, sensor YF-

S201 digunakan untuk mengukur debit aliran air, sedangkan sensor MPU6050 digunakan untuk mendeteksi getaran yang mengindikasikan gangguan mekanis pada pompa. Apabila salah satu parameter berada di luar batas normal, ESP32 akan mengaktifkan relay untuk memutus aliran listrik menuju pompa, membunyikan buzzer sebagai peringatan lokal, serta mengirimkan notifikasi secara *real-time* melalui aplikasi Blynk. Arsitektur sistem dan alur kerja sistem masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2 Arsitektur sistem deteksi kerusakan pompa air berbasis IoT



Gambar 3 Alur kerja sistem yang diusulkan

3.3. Pengujian Sistem dan Pengumpulan Data

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black-box testing, yaitu pengujian yang berfokus pada fungsi setiap komponen tanpa memperhatikan struktur internal program (Pratama et al., 2023). Pengujian dilakukan terhadap seluruh komponen utama sistem, meliputi sensor ACS712, sensor YF-S201, sensor MPU6050, mikrokontroler ESP32, relay, buzzer, serta komunikasi data melalui aplikasi Blynk.

Data penelitian diperoleh dari hasil pengujian prototipe pada empat kondisi operasi, yaitu kondisi normal, arus listrik berlebih (overcurrent), tidak adanya aliran air, dan getaran berlebih. Pada setiap skenario pengujian dilakukan pengamatan terhadap nilai keluaran masing-masing sensor, respons relay, aktivasi buzzer, serta notifikasi yang dikirimkan melalui aplikasi Blynk. Data tersebut digunakan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mendeteksi kondisi normal maupun kondisi gangguan secara otomatis.

3.4. Analisis Data

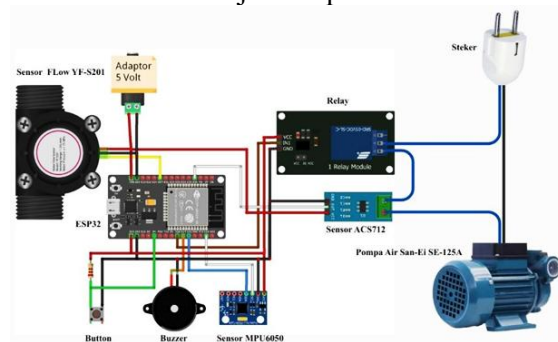
Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai keluaran sensor terhadap nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan pada program. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengidentifikasi kondisi operasi pompa berdasarkan parameter arus listrik, debit air, dan getaran.

Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap respons sistem ketika terjadi kondisi abnormal, meliputi kemampuan relay memutus aliran listrik secara otomatis, buzzer memberikan peringatan lokal, serta aplikasi Blynk menampilkan data monitoring dan mengirimkan notifikasi secara *real-time*. Hasil analisis digunakan untuk menilai apakah sistem yang dikembangkan telah memenuhi fungsi deteksi kerusakan, proteksi otomatis, dan monitoring jarak jauh sesuai dengan tujuan penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengembangan Sistem

Sistem deteksi kerusakan pompa air berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil dikembangkan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sistem mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, sensor arus ACS712, sensor debit air YF-S201, sensor getaran MPU6050, relay, buzzer, serta aplikasi Blynk dalam satu platform monitoring. Prototipe yang telah direalisasikan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Prototipe sistem deteksi kerusakan pompa air berbasis IoT

Sistem yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan kondisi pompa secara kontinu dengan memanfaatkan tiga parameter utama, yaitu arus listrik, debit air, dan getaran. Data dari ketiga sensor diproses oleh ESP32 untuk menentukan kondisi operasi pompa

berdasarkan nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan. Selama kondisi operasi normal, data sensor dikirimkan ke aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat memantau kondisi pompa secara *real-time*. Sebaliknya, ketika salah satu parameter menunjukkan kondisi abnormal, sistem secara otomatis mengaktifkan relay untuk memutus aliran listrik menuju pompa, membunyikan buzzer sebagai peringatan lokal, dan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Blynk.

4.2. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black-box testing* untuk mengevaluasi fungsi setiap komponen yang terintegrasi dalam sistem. Pengujian meliputi sensor ACS712, sensor YF-S201, sensor MPU6050, ESP32, relay, buzzer, serta komunikasi data menggunakan platform Blynk. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian fungsional sistem

Komponen	Fungsi yang Diharapkan	Hasil
Sensor ACS712	Mengukur arus listrik pompa	Berhasil
Sensor MPU6050	Mendeteksi getaran pompa	Berhasil
Sensor YF-S201	Mengukur debit aliran air	Berhasil
ESP32	Memproses data sensor	Berhasil
Relay	Memutus aliran listrik saat terjadi gangguan	Berhasil
Buzzer	Memberikan alarm suara	Berhasil
Blynk	Menampilkan data monitoring dan mengirim notifikasi	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Sensor ACS712 mampu membaca perubahan arus listrik pompa, sensor YF-S201 berhasil mengidentifikasi kondisi debit air, sedangkan sensor MPU6050 mampu mendeteksi perubahan getaran sebagai indikator gangguan mekanis. ESP32 berhasil memproses seluruh data sensor dan mengendalikan respons sistem secara otomatis.

Pada kondisi operasi normal, pompa tetap bekerja dan data sensor ditampilkan pada aplikasi Blynk secara *real-time*. Sebaliknya, ketika sistem mendeteksi arus listrik berlebih, tidak adanya aliran air, atau getaran yang melebihi nilai ambang, relay secara otomatis memutus suplai listrik menuju pompa, buzzer memberikan peringatan suara, dan aplikasi

Blynk mengirimkan notifikasi kepada pengguna. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi abnormal sekaligus memberikan mekanisme proteksi secara otomatis.

4.3. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi tiga parameter pengukuran, yaitu arus listrik, debit air, dan getaran, mampu meningkatkan kemampuan sistem dalam mendeteksi kondisi operasi pompa dibandingkan pendekatan yang hanya menggunakan satu parameter. Setiap sensor memberikan informasi mengenai aspek yang berbeda dari kondisi pompa. Sensor ACS712 merepresentasikan kondisi kelistrikan motor, sensor YF-S201 menunjukkan performa hidrolik melalui debit aliran air, sedangkan sensor MPU6050 memberikan informasi mengenai kondisi mekanis pompa berdasarkan tingkat getaran. Kombinasi ketiga parameter tersebut memungkinkan sistem mengidentifikasi gangguan secara lebih komprehensif sehingga keputusan untuk mengaktifkan mekanisme proteksi dapat dilakukan dengan lebih akurat.

Selain itu, penerapan platform Blynk menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu mendukung proses monitoring jarak jauh secara efektif. Data hasil pengukuran dapat ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi pada telepon pintar sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi pompa tanpa harus melakukan pemeriksaan langsung di lokasi.

Notifikasi yang dikirimkan secara otomatis ketika terjadi kondisi abnormal memungkinkan pengguna mengambil tindakan lebih cepat untuk mencegah kerusakan yang lebih serius. Temuan ini sejalan dengan penelitian Djaksana dan Gunawan (2021), Susanto et al. (2022), serta Razzaqqi et al. (2025) yang menyatakan bahwa implementasi IoT dapat meningkatkan efektivitas monitoring melalui penyampaian informasi secara *real-time* [6], [7], [14].

Dibandingkan penelitian sebelumnya, sistem yang dikembangkan pada penelitian ini menawarkan integrasi fungsi yang lebih lengkap. Penelitian Sutikno et al. (2023) hanya berfokus pada pemantauan debit air menggunakan water flow sensor tanpa dilengkapi mekanisme deteksi kerusakan maupun proteksi otomatis [16]. Penelitian Aisuwarya dan Fauzi (2020) telah menerapkan

pemantauan arus listrik serta pengendalian pompa menggunakan relay, namun belum mengintegrasikan sensor getaran dan sistem peringatan lokal [17]. Sementara itu, penelitian Az-zikri et al. (2025) serta Putra et al. (2023) lebih menitikberatkan pada pemantauan ketinggian dan ketersediaan air tanpa mengombinasikan beberapa parameter operasi pompa dalam satu sistem [18], [19]. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi berupa integrasi sensor arus, debit air, dan getaran yang dipadukan dengan mekanisme *automatic cut-off*, alarm lokal menggunakan buzzer, serta notifikasi *real-time* melalui aplikasi Blynk dalam satu platform monitoring.

Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan multi-parameter monitoring dapat meningkatkan keandalan sistem deteksi kerusakan pompa air dibandingkan pendekatan berbasis parameter tunggal. Dari sisi implementasi, sistem yang dikembangkan berpotensi diterapkan pada instalasi distribusi air di lingkungan pendidikan, perkantoran, maupun fasilitas umum yang memerlukan monitoring berkelanjutan dan respons cepat terhadap potensi kerusakan. Dengan adanya mekanisme proteksi otomatis dan monitoring jarak jauh, sistem ini dapat mendukung penerapan *preventive maintenance* sehingga risiko kerusakan pompa dapat diminimalkan dan kontinuitas distribusi air dapat terjaga.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian dilakukan pada prototipe dalam kondisi laboratorium sehingga belum merepresentasikan seluruh kondisi operasi di lapangan. Faktor seperti kestabilan koneksi internet, degradasi sensor akibat penggunaan jangka panjang, serta variasi karakteristik pompa dapat memengaruhi kinerja sistem. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian jangka panjang pada berbagai jenis pompa dan kondisi lingkungan, serta mengembangkan metode penentuan nilai ambang secara adaptif atau menerapkan teknik klasifikasi berbasis kecerdasan buatan untuk meningkatkan akurasi deteksi kerusakan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Sistem deteksi kerusakan pompa air berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil dirancang,

- dikembangkan, dan diimplementasikan dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, sensor arus ACS712, sensor debit air YF-S201, sensor getaran MPU6050, relay, buzzer, dan aplikasi Blynk dalam satu platform monitoring.
- b. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Sistem mampu memonitor arus listrik, debit air, dan getaran pompa secara *real-time*, mendeteksi kondisi operasi abnormal, mengaktifkan mekanisme automatic cut-off melalui relay, memberikan peringatan lokal menggunakan buzzer, serta mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Blynk.
 - c. Integrasi tiga parameter pengukuran, yaitu arus listrik, debit air, dan getaran, memberikan kemampuan deteksi kerusakan yang lebih komprehensif dibandingkan sistem monitoring yang hanya menggunakan satu parameter. Pendekatan ini mendukung proses *preventive maintenance* dengan memberikan peringatan dini sebelum terjadi kerusakan pompa yang lebih serius.
 - d. Meskipun sistem menunjukkan kinerja yang baik pada tahap pengujian prototipe, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena pengujian dilakukan pada kondisi laboratorium dan belum diterapkan pada operasi jangka panjang di lingkungan nyata. Faktor seperti stabilitas jaringan internet, degradasi sensor, serta variasi karakteristik pompa belum dievaluasi secara menyeluruh.
 - e. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian pada berbagai kapasitas pompa dan kondisi operasional yang berbeda, serta mengembangkan metode penentuan nilai ambang (*threshold*) secara adaptif atau mengintegrasikan teknik kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) untuk meningkatkan akurasi deteksi dan keandalan sistem.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Penerbangan Makassar atas dukungan fasilitas penelitian serta kepada seluruh dosen pembimbing dan pihak-pihak yang telah memberikan arahan, masukan, dan bantuan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Ibrahim and A. Solikhin, "Sistem Kontrol dan Monitoring Berbasis IoT pada Lampu dan AC di Laboratorium Komputer Politeknik Mitra Karya Mandiri," *J. Sist. Informasi, Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 13, no. 2, pp. 87–91, 2023.
- [2] E. B. Pramana and A. Hidayatullah, "Perancangan Sistem Informasi Monitoring Proyek Berbasis Web untuk Mendukung Implementasi Paperless Office," *J. Tera*, vol. 2, no. 2, pp. 34–43, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.undira.ac.id/jurnaltera/article/view/130/126>
- [3] A. Wahyudin, A. Anisyah, and D. Ahmaddifa, "Pengembangan Sistem Notifikasi Real Time untuk Aplikasi Manajemen Persuratan Multiplatform menggunakan Firebase Cloud Messaging dan Application Programming Interface," *J. Tek. Inform. Unika ST. Thomas*, vol. 10, no. 01, pp. 75–87, 2025.
- [4] Y. M. Djaksana and K. Gunawan, "Perancangan Sistem Monitoring dan Kontroling Pompa Air Berbasis Android," *SINTECH J.*, vol. 4, no. 2, pp. 146–154, 2021, doi: <https://doi.org/10.31598>.
- [5] Y. Yudhanto, "Apa itu IoT (Internet of Things)?," Komunitas eLearning IlmuKomputer.Com.
- [6] A. Razzaqqi, H. Khair, and M. A. Syari, "Pendeteksian Kebocoran pada Jaringan Pipa Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Notifikasi dan Lokalisasi Sumber Kebocoran," *Router J. Tek. Inform. dan Terap.*, vol. 3, no. 2, pp. 162–170, 2025, doi: <https://doi.org/10.62951/router.v3i2.609>.
- [7] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, "Implementasi Internet of Things dalam Kehidupan Sehari-hari," *J. IMAGINE*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagen%0AIMPLEMENASI>
- [8] H. Kusumah and R. A. Pradana, "Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler dan Internet of Things Berbasis ESP32 pada Mata Kuliah Interfacing," *CERITA*, vol. 5, no. 2, pp. 120–134, 2019.
- [9] W. A. Wicaksono and L. M. Silalahi, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Banjir Menggunakan Arduino Dengan Metode Fuzzy Logic," *J. Teknol. Elektro, Univ. Mercu Buana*, vol. 11, no. 2, pp. 93–99, 2020.
- [10] S. Kusumastuti, M. C. A. Prabowo, F. L. Saldian, K. Y. Dafa, O. P. Widyastuti, and S. H. W. Sasono, "Sistem Kontrol dan Penjadwalan Pompa Air Real-time melalui Aplikasi Blynk," *ORBITH*, vol. 21, no. 2, pp.

- 154–162, 2025.
- [11] I. Maulana, M. Khosyi'in, and B. Arifin, "Rancang Bangun Alat Ukur Debit Air Jarak Jauh Berbasis Arduino," in *Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) 2*, 2019, pp. 534–546.
- [12] P. A. Zartika, M. Kusumawardani, and Koesmariyanto, "Rancang Bangun Mouse untuk Penyandang Disabilitas Menggunakan Sensor MPU-6050 dengan Metode Kalman Filter sebagai Peredam Noise," *J. Jar. Telekomun.*, vol. 11, no. 4, pp. 188–194, 2021.
- [13] W. E. F. Anggara, H. Yuana, and W. D. Puspitasari, "Rancang Bangun Alat Monitor Ketinggian Air Berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan Framework Blynk," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 5, pp. 3837–3845, 2023.
- [14] I. Gunawan, T. Akbar, and M. G. Ilham, "Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk," *J. Inform. dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [15] Y. Herdiana, "Prototype Monitoring Ketinggian Air Berbasis Internet Of Things Menggunakan Blynk Dan NODEMCU ESP8266 Pada Tangki," *Comput. J. Inform.*, vol. 7, no. 1, 2020, [Online]. Available: <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/3297550>
- [16] T. Sutikno, D. R. Susanto, and H. S. Purnama, "Sistem Monitoring Debit Air Berbasis Internet of Things pada Saluran Air," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 22, no. 2, p. 159, 2023, doi: <https://doi.org/10.24843/MITE.2023.v22i02.P01>.
- [17] R. Aisuwarya and A. Fauzi, "Sistem Kendali Jarak Jauh dan Monitoring Penggunaan Listrik pada Pompa Air Melalui Smartphone," *J. Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 04, no. 01, pp. 32–39, 2020, doi: <https://doi.org/10.25077/jitce.4.01.32-39.2020>.
- [18] A. N. Az-zikri, S. Indriyanto, and A. Wicaksono, "Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Level Air Tandon Berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Sensor Ultramik JSN-SR04T," *J. Sist. Inf. dan Teknol. Komputasi*, vol. 2, no. 3, pp. 13–22, 2025, doi: <https://doi.org/10.61124/sinta.v2i1.38>.
- [19] 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>