

SKRIPSI

**SISTEM KONTROL POMPA JOCKEY DAN
MONITORING LEVEL AIR MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER BERBASIS INTERNET OF
THINGS**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Ida Bagus Kade Andhika Putra Pradnyana

NIM. 2115344015

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Sistem proteksi kebakaran pada gedung membutuhkan pompa jockey untuk menjaga kestabilan tekanan air dalam jaringan hidran. Namun, pemantauan manual dan kontrol konvensional masih bergantung pada pengecekan langsung di lapangan, sehingga tidak selalu praktis untuk mendapatkan informasi secara *real-time*. Permasalahan utama penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem kontrol pompa jockey berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu melakukan pemantauan level air dan tekanan secara *real-time* sekaligus memberikan notifikasi dini saat terjadi kondisi tidak normal. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe sistem kontrol otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor tekanan, sensor ultrasonik, dan modul PZEM-004T untuk membaca parameter listrik, dengan pemrograman melalui Arduino IDE, Firebase Realtime Database, serta aplikasi Flutter sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Analisis dilakukan melalui pengujian akurasi sensor, pengujian kinerja sistem, serta evaluasi keandalan komunikasi data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol pompa secara otomatis sesuai ambang batas tekanan, menampilkan data level air dan parameter listrik secara akurat dengan nilai error sensor ultrasonik rata-rata 0,52%, sensor tekanan 0,42%, serta sensor PZEM-004T pada tegangan, arus, dan daya dengan error rata-rata 0,9%. Kesimpulan penelitian ini adalah sistem yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi, keandalan, dan fleksibilitas operasional pompa jockey dalam mendukung kesiapan sistem pemadam kebakaran dengan tingkat error sensor yang rendah.

Kata Kunci : *Internet of Things*, Flutter, pompa jockey, sensor tekanan, monitoring air.

ABSTRACT

Fire protection systems in buildings require jockey pumps to maintain stable water pressure in hydrant networks. However, manual monitoring and conventional control still rely on direct field inspections, making it less practical to obtain real-time information. The main problem addressed in this study is how to design an Internet of Things (IoT)-based jockey pump control system capable of real-time monitoring of water levels and pressure while providing early notifications in case of abnormal conditions. The purpose of this research is to develop an automatic control prototype using an ESP32 microcontroller connected to a pressure sensor, ultrasonic sensor, and PZEM-004T module for electrical parameter measurements, programmed through Arduino IDE, Firebase Realtime Database, and a Flutter-based mobile application for remote monitoring and control. The analysis was conducted by testing sensor accuracy, system performance, and data communication reliability. The results show that the system can automatically control the pump according to pressure thresholds, accurately display water level and electrical parameters, with an average error of 0.52% for the ultrasonic sensor, 0.42% for the pressure sensor, and 0.9% for the PZEM-004T in voltage, current, and power measurement. In conclusion, the developed system improves efficiency, reliability, and operational flexibility of jockey pump performance in supporting fire protection readiness with low sensor error rates.

Keywords: *Internet of Things, Flutter, jockey pump, pressure sensor, water monitoring.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
2.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1. Sistem Pemadam Kebakaran Pada Gedung	8
2.2.2. Klasifikasi Kebakaran.....	8
2.2.3. Komponen Utama dalam Sistem Pemadam Kebakaran Gedung.....	9
2.2.4. Spesifikasi Pompa Jockey.....	10
2.2.5. Pompa Jockey dalam Sistem Pemadam Kebakaran	11
2.2.6. Internet Of Things.....	12
2.2.7. ESP 32.....	12
2.2.8. Relay	13
2.2.9. PZEM-004T	13
2.2.10. Box Panel.....	14
2.2.11. Sensor Ultrasonik.....	15
2.2.12. Sensor Tekanan.....	15
2.2.13. LCD TFT.....	16

2.2.14. Motor DC	17
2.2.15. Power Supply	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Rancangan Sistem.....	19
3.1.1. Rancangan Hardware	19
3.1.2. Rancangan Software	25
3.2 Pembuatan Alat.....	26
3.2.1. Langkah Pembuatan Alat	27
3.2.2. Alat Dan Bahan.....	28
3.3 Analisa Hasil Penelitian	30
3.4 Pengujian Akurasi Sensor	30
3.5 Hasil Yang Diharapkan.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Implementasi Sistem.....	33
4.1.1. Implementasi Hardware	33
4.1.2. Implementasi Software	35
4.2 Hasil Pengujian Sistem	45
4.2.1. Pengujian Alat.....	45
4.2.2. Pengujian Aplikasi	49
4.2.3. Pengujian Penyimpanan Data	49
4.2.4. Pengujian Parameter-parameter yang Diamati	50
4.3 Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian	56
4.3.1. Analisa Implementasi Sistem.....	56
4.3.2. Analisa Pengujian Sensor Ultrasonik	57
4.3.3. Analisa Pengujian Sensor Tekanan.....	58
4.3.4. Analisa Pengujian Sensor Tegangan PZEM-004T	58
4.3.5. Analisa Pengujian Sensor Arus PZEM-004T	59
4.3.6. Analisa Pengujian Sensor Daya PZEM-004T	60
4.3.7. Analisa Perbandingan Hasil terhadap Acuan yang Dipakai	60
BAB V PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64

LAMPIRAN	66
-----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pompa Jockey	11
Gambar 2. 2 Konsep Internet of Things (IoT).....	12
Gambar 2. 3 ESP 32	13
Gambar 2. 4 Relay 1 channel.....	13
Gambar 2. 5 PZEM 004T	14
Gambar 2. 6 Wiring PZEM 004T dengan Current Transformer.....	14
Gambar 2. 7 Box Panel.....	15
Gambar 2. 8 Sensor Ultrasonik HC-Sr04.....	15
Gambar 2. 9 Sensor Tekanan.....	16
Gambar 2. 10 LCD TFT	17
Gambar 2. 11 Motor DC 12 Volt.....	17
Gambar 2. 12 HI_LINK 5 Volt	18
Gambar 3. 1 Blok Diagram Rancangan Alat.....	19
Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem.....	20
Gambar 3. 3 Wiring Diagram Alat	21
Gambar 3. 4 Tampak Depan Prototipe Pompa Jockey dengan Box Panel.....	24
Gambar 3. 5 Tampak Samping Prototipe Pompa Jockey dengan Box Panel.....	25
Gambar 3. 6 Tampilan Spreadsheets	26
Gambar 3. 7 Tampilan Aplikasi	26
Gambar 3. 8 Diagram Pembuatan Alat.....	27
Gambar 4. 1 Tampak Depan	34
Gambar 4. 2 Tampak Samping Kanan	34
Gambar 4. 3 Tampak Samping Kiri	34
Gambar 4. 4 Tampak Belakang.....	35
Gambar 4. 5 Wiring Panel.....	35
Gambar 4. 6 Library Arduino IDE	36
Gambar 4. 7 Inisialisasi Firebase dan WiFi	36
Gambar 4. 8 Inisialisasi Sensor dan Perangkat Keras	37
Gambar 4. 9 Kalibrasi Sensor Tekanan dan Ultrasonik	37
Gambar 4. 10 Fungsi Pembacaan Sensor Tekanan	38
Gambar 4. 11 Fungsi Pembacaan Tinggi Air dengan Sensor Ultrasonik.....	38
Gambar 4. 12 Struktur Task FreeRTOS	39

Gambar 4. 13 Task Sensor: Membaca Data Secara Periodik.....	39
Gambar 4. 14 Task Firebase: Kirim dan Ambil Data	40
Gambar 4. 15 Task Kontrol Pompa (Manual & Otomatis).....	40
Gambar 4. 16 Task Tampilan Layar TFT	41
Gambar 4. 17 Tampilan Jam dan Status Pompa.....	41
Gambar 4. 18 Setup Awal	42
Gambar 4. 19 Implementasi Aplikasi Flutter	43
Gambar 4. 20 Realtime Database	44
Gambar 4. 21 Spreadsheets	45
Gambar 4. 22 Deteksi board mikrokontroler ESP32.....	45
Gambar 4. 23 Uji coba fungsi mikrokontroler ESP32	46
Gambar 4. 24 Uji coba sensor tekanan.....	47
Gambar 4. 25 Uji coba sensor Hc-Sr04.....	47
Gambar 4. 26 Uji coba sensor PZEM 004T	48
Gambar 4. 27 Uji coba LCD TFT	48
Gambar 4. 28 Hasil pengujian aplikasi mobile app menggunakan flutter	49
Gambar 4. 29 Penyimpanan data pada realtime database	50
Gambar 4. 30 Penyimpanan data pada realtime database	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Inisialisasi Pin Komponen Pada Pin ESP32.....	23
Tabel 3. 2 Alat- alat.....	28
Tabel 3. 3 Bahan Komponen.....	29
Tabel 3. 4 Alat-alat Prototipe	29
Tabel 3. 5 Software	30
Tabel 3. 6 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik.....	31
Tabel 3. 7 Hasil Pengujian Sensor Tekanan.....	31
Tabel 3. 8 Hasil Pengujian Arus PZEM-017.....	31
Tabel 3. 9 Hasil Pengujian Tegangan PZEM-017.....	32
Tabel 3. 10 Hasil Pengujian Daya PZEM-017	32
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik Hc-Sr04.....	52
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Tekanan.....	53
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor PZEM004T untuk Tegangan.	55
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensor PZEM004T untuk Arus.	55
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sensor PZEM004T untuk Daya.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

2.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam upaya meningkatkan keselamatan kerja, terutama pada bangunan bertingkat atau dengan luas yang besar. Salah satu aspek krusial dalam pengelolaan bangunan adalah sistem pengamanan terhadap risiko kebakaran. Secara umum, kebakaran dapat diartikan sebagai reaksi cepat antara oksigen dengan unsur lainnya yang menghasilkan panas dan cahaya secara nyata. Ketika reaksi kimia ini tidak dapat dikendalikan, api dapat berkembang menjadi kebakaran yang membahayakan dan berpotensi menimbulkan kerugian besar [1].

Salah satu tantangan utama dalam penanggulangan kebakaran adalah tindakan pemadaman yang sering kali dilakukan setelah kebakaran mencapai skala besar. Kondisi ini perlu diantisipasi agar dampak serta kerugian akibat kebakaran dapat diminimalisir. Seiring dengan perkembangan teknologi, telah dikembangkan sistem hidran kebakaran sebagai solusi dalam pemadaman api. Sistem ini merupakan metode pemadam kebakaran yang menggunakan air bertekanan tinggi, yang dialirkan melalui jaringan pipa dan selang kebakaran untuk memadamkan api secara efektif.

Di Indonesia, regulasi terkait sistem pemadam kebakaran telah diatur dalam berbagai standar, seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1745-2000 yang mengatur tata cara perencanaan dan pemasangan sistem pipa tegak dan selang untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung. Standar ini memberikan pedoman mengenai klasifikasi sistem, ukuran pipa, dan komponen lain yang harus dipenuhi dalam instalasi sistem pemadam kebakaran [2]. Pemilihan dan pemasangan pompa pemadam kebakaran juga diatur dalam standar SNI 03-6570-2001 tentang instalasi pompa yang dipasang tetap untuk proteksi kebakaran. Standar ini memberikan pedoman mengenai kapasitas, tekanan, dan jenis pompa yang sesuai untuk berbagai aplikasi proteksi kebakaran. Selain itu, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No:26/PRT/M/2008 menetapkan persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan, termasuk ketentuan mengenai instalasi pompa dan sistem sprinkler [3].

Pompa hidran terdiri dari tiga jenis pompa, yaitu pompa jockey, pompa *electric*, dan pompa diesel. Pompa jockey berfungsi untuk menjaga tekanan dalam sistem pipa hidran tetap stabil saat tidak ada pemakaian air secara signifikan. Pompa *electric*

bertanggung jawab dalam menyuplai tekanan air besar saat kebakaran terjadi. Sedangkan pompa diesel berfungsi sebagai sistem backup apabila pompa *electric* mengalami kegagalan atau jika listrik padam, sehingga operasional sistem pemadam kebakaran tetap berjalan dengan optimal [4].

Meskipun sistem pemadam kebakaran yang menggunakan pompa hidran telah diterapkan secara luas, berbagai masalah operasional masih tetap ada, terutama terkait efisiensi dan pemantauan. Tantangan yang signifikan dalam sistem pemadam kebakaran adalah keterbatasan pemantauan dan kontrol jarak jauh pada pompa jockey. Sebagian besar sistem saat ini masih dikendalikan secara manual atau menggunakan sistem otomatis dasar yang belum terintegrasi dengan aplikasi. Selain itu, pemantauan tekanan dan level air masih bergantung pada pengecekan manual, sehingga pengelola gedung tidak dapat memantau kondisi sistem secara *real-time* atau mengontrol pompa dari jarak jauh [5].

Sistem proteksi kebakaran memiliki peran yang sangat penting dalam melindungi gedung dan infrastruktur dari kerusakan akibat kebakaran. Berdasarkan data Dinas Kebakaran dan Penyelamatan Kota Denpasar, terdapat 91 musibah kebakaran yang terjadi di wilayah Kota Denpasar dalam rentang waktu 6 bulan di tahun 2024. Pada Januari terjadi 26 kebakaran, Februari 12 kebakaran, Maret 9 kebakaran, April 12 kebakaran, Mei 21 kebakaran, dan Juni 11 kebakaran [6]. Data tersebut menunjukkan tingginya frekuensi kebakaran di wilayah perkotaan, yang menggarisbawahi pentingnya sistem proteksi kebakaran yang andal dan efisien.

Permasalahan lain yang muncul adalah efisiensi energi dalam operasional pompa. Tanpa sistem kontrol yang cerdas, pompa dapat bekerja secara berlebihan atau kurang optimal, sehingga mengakibatkan konsumsi energi tidak efisien. Selain itu, sistem yang tidak memiliki mekanisme pemantauan *real-time* berisiko mengalami kegagalan tanpa adanya peringatan dini, yang pada akhirnya dapat menurunkan kinerja seluruh sistem proteksi kebakaran. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi yang dapat meningkatkan efisiensi pengoperasian dan keandalan sistem pompa jockey serta memantau ketinggian air pada instalasi pemadam kebakaran [7].

Selain itu, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan banyak kemudahan untuk memantau dan mengendalikan peralatan industri, termasuk sistem pemadam kebakaran. Dengan menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem kontrol pompa jockey, pengguna dapat mengakses data tekanan air dan ketinggian air

secara *real-time* melalui aplikasi, menerima pemberitahuan ketika terjadi kelainan, dan mengelola pengoperasian pompa secara efektif. Penerapan sistem teknologi *Internet of Things* (IoT) ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengelolaan sistem pemadam kebakaran, tetapi juga membantu mengurangi risiko kegagalan sistem melalui deteksi dini terhadap perubahan tekanan atau ketinggian air yang tidak normal [8]. Sistem ini dapat dikombinasikan dengan sensor tekanan dan ketinggian air untuk memberikan data yang lebih akurat dan memungkinkan analisis tren historis. Dengan data tersebut, pemilik gedung atau pengelola fasilitas dapat lebih optimal melakukan pemeliharaan preventif, mengurangi risiko kegagalan sistem, dan memperpanjang umur pompa.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol pompa jockey dan pemantauan level air menggunakan mikrokontroler yang diterapkan dalam bentuk prototipe. Sistem ini dirancang untuk memantau tekanan dan ketinggian air secara *real-time* melalui aplikasi sehingga pengelola gedung dapat mengetahui status sistem kapan saja dan di mana saja. Guna meningkatkan kemampuan respon, sistem juga dilengkapi dengan fungsi peringatan dini, yang akan mengirimkan notifikasi langsung kepada pengguna jika terjadi kondisi tidak normal seperti tekanan rendah atau kegagalan sistem. Selain pemantauan, sistem ini dapat dikontrol dari jarak jauh melalui aplikasi, sehingga memberikan fleksibilitas lebih besar dalam pengoperasian pompa tanpa perlu melakukan perjalanan langsung ke lokasi untuk inspeksi manual. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan andal untuk mendukung sistem pemadaman kebakaran di berbagai jenis bangunan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang tersebut, permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang sistem kontrol pompa jockey berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan operasional?
- b. Bagaimana mengimplementasikan sistem pemantauan level air dan tekanan secara *real-time* untuk memastikan ketersediaan air serta mendeteksi gangguan pada sistem pemadam kebakaran?
- c. Bagaimana sistem ini dapat memberikan notifikasi dini kepada pengguna jika terjadi kondisi tidak normal?

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang akan dibahas, maka diperlukannya batasan masalah dalam penelitian ini. Hal ini bertujuan agar isi dan pembahasan menjadi lebih terstruktur dan tepat sasaran. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Sistem yang dikembangkan hanya berfokus pada kontrol pompa jockey dan pemantauan level air dalam sistem pemadam kebakaran.
- b. Sistem pemantauan akan menggunakan sensor tekanan dan sensor level air yang diintegrasikan dengan platform *Internet of Things* (IoT).
- c. Notifikasi sistem akan dikirimkan melalui aplikasi.
- d. Implementasi penelitian dilakukan dalam skala prototipe, tidak dalam sistem pemadam kebakaran skala industri secara langsung.
- e. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama dan pengendali komunikasi *Internet of Things* (IoT).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan sistem kontrol pompa jockey berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efisiensi energi dan keandalan operasional.
- b. Menerapkan sistem pemantauan level air secara real-time guna mendeteksi perubahan tekanan atau gangguan pada sistem pemadam kebakaran.
- c. Mengembangkan fitur notifikasi dini yang dapat memberikan peringatan kepada pengguna jika terjadi kondisi tidak normal.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang bermanfaat, baik dalam ranah akademik maupun aplikatif, yaitu:

- a. Manfaat Akademik
 1. Sebagai bahan acuan dan referensi ilmiah bagi mahasiswa, peneliti, serta akademisi dalam pengembangan sistem kontrol pompa jockey dan pemantauan level air berbasis *Internet of Things*.
 2. Sebagai dasar bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan otomasi sistem proteksi kebakaran, khususnya dalam kontrol pompa hidran dan monitoring tekanan air secara *real-time*.

b. Manfaat Aplikatif

1. Untuk meningkatkan kualitas dan keandalan sistem kontrol pompa jockey, sehingga sistem pemadam kebakaran dapat bekerja lebih efisien dan memiliki umur operasional yang lebih lama.
2. Membantu mempercepat pemantauan tekanan air dan level air dalam sistem pemadam kebakaran, sehingga gangguan dapat dideteksi lebih cepat dan tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih dini.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun secara sistematis agar pembaca dapat memahami tahapan penelitian secara menyeluruh. Adapun sistematika penulisan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

a. BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

b. BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan penelitian-penelitian terdahulu yang relevan serta landasan teori yang mendukung pengembangan sistem kontrol pompa jockey dan monitoring level air berbasis *Internet of Things (IoT)*.

c. BAB III Metode Penelitian

Bab ini memaparkan tahapan penelitian meliputi perancangan sistem, pembuatan prototipe, desain perangkat keras dan lunak, serta metode pengujian dan analisis hasil.

d. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem secara menyeluruh, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak, pengujian komponen sistem, analisis data pengujian, dan pembahasan hasil.

e. BAB V Penutup

Bab ini memuat kesimpulan dari hasil penelitian serta saran yang dapat dijadikan masukan untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.

f. Daftar Pustaka

Berisi referensi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini, termasuk buku, jurnal, dan sumber ilmiah lainnya.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem kontrol pompa jockey berbasis *Internet of Things (IoT)* telah berhasil dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pengendali utama. Sistem dirancang dengan dua mode operasional, yaitu mode otomatis dan manual. Pada mode otomatis, pompa akan menyala secara otomatis saat tekanan air turun di bawah 2 bar dan akan mati ketika tekanan mencapai lebih dari 6 bar. Pada mode manual, pengguna dapat menyalakan atau mematikan pompa secara langsung melalui aplikasi mobile.
2. Implementasi sistem pemantauan tekanan dan level air secara real-time berhasil diterapkan menggunakan sensor tekanan dan sensor ultrasonik HC-SR04. Kedua sensor ini mampu mendeteksi kondisi aktual dalam sistem, dengan hasil pembacaan yang ditampilkan langsung pada layar TFT serta dikirim ke Firebase sehingga dapat diakses melalui aplikasi mobile. Berdasarkan hasil pengujian, sensor tekanan memiliki rata-rata error **sebesar 0,42%**, sensor ultrasonik **sebesar 0,52%**, dan sensor PZEM-004T **sebesar 0,9%**. Seluruh nilai error tersebut masih berada dalam **batas toleransi**, sehingga sensor **layak** digunakan dalam sistem monitoring. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur pencatatan data historis melalui integrasi dengan Google Spreadsheet, yang memungkinkan pengelolaan dan analisis data secara jangka panjang.
3. Sistem telah berhasil memberikan notifikasi dini kepada pengguna saat terdeteksi kondisi tidak normal, baik pada tekanan air maupun level air di dalam tanki. Sistem secara otomatis akan mengirimkan peringatan melalui aplikasi ketika nilai tekanan atau ketinggian air berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan dalam logika sistem. Notifikasi dikirim secara *real-time* menggunakan koneksi Firebase, sehingga pengguna dapat mengetahui situasi sistem secara langsung tanpa harus melakukan pengecekan manual di lokasi. Kehadiran fitur ini meningkatkan keandalan sistem dalam mendeteksi potensi gangguan lebih awal dan memberikan waktu yang cukup bagi pengguna untuk melakukan penanganan atau tindak lanjut sebelum terjadi kegagalan fungsi pada sistem pemadam kebakaran.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyadari bahwa sistem yang dikembangkan masih memiliki beberapa keterbatasan dan ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu, penulis memberikan beberapa saran berikut yang diharapkan dapat menjadi masukan untuk peneliti selanjutnya maupun untuk pengembangan sistem ke tahap yang lebih baik:

1. Pengujian dalam skala sistem riil

Penelitian ini masih dilakukan dalam bentuk prototipe. Untuk mengetahui efektivitas sistem secara menyeluruh, penulis menyarankan agar sistem diuji langsung pada instalasi sistem pemadam kebakaran sebenarnya, seperti pada gedung bertingkat atau fasilitas industri.

2. Pengembangan tampilan aplikasi yang lebih interaktif

Antarmuka aplikasi mobile masih dapat ditingkatkan, baik dari segi desain, kecepatan respons, maupun fitur tambahan seperti grafik riwayat tekanan atau level air. Hal ini akan membuat pengguna lebih mudah membaca dan memahami kondisi sistem.

3. Penambahan sensor dan logika kontrol lanjutan

Untuk meningkatkan keakuratan dan fungsionalitas sistem, penulis menyarankan agar ke depan dapat ditambahkan sensor tambahan seperti sensor flowmeter untuk aliran air atau sensor suhu lingkungan untuk mendeteksi potensi kebakaran lebih dini.

Penulis berharap saran-saran ini dapat menjadi pertimbangan dalam penelitian selanjutnya agar sistem kontrol pompa jockey dan monitoring level air ini dapat lebih optimal, andal, dan siap diterapkan secara nyata pada sistem proteksi kebakaran yang ada di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Ummah, "No Title," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [2] "Peraturan Pompa Pemadam Kebakaran yang Berlaku saat ini | TBA Pumps." Accessed: Feb. 12, 2025. [Online]. Available: <https://tbapumps.com/2021/12/02/sistem-pompa-pemadam-kebakaran-untuk-bangunan-gedung-sesuai-dengan-peraturan-yang-berlaku/>
- [3] "Peraturan Pemerintah Tentang Pemasangan Hydrant Terlengkap." Accessed: Feb. 12, 2025. [Online]. Available: <https://firehydrant.id/peraturan-pemerintah-tentang-pemasangan-hydrant/>
- [4] "Hydrant Pump Dan Jenis-Jenisnya | Satya Wijaya Brama." Accessed: Feb. 12, 2025. [Online]. Available: <https://swb.co.id/id/blog/18-hydrant-pump-dan-jenis-jenisnya>
- [5] T. Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, "RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI POMPA AIR JARAK JAUH MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK," *Journal GEEJ*, vol. 7, no. 2, 2020.
- [6] "Selama 6 Bulan, Hampir 100 Peristiwa Kebakaran Terjadi di Denpasar | BALIPOST.com." Accessed: Feb. 12, 2025. [Online]. Available: <https://www.balipost.com/news/2024/07/21/410093/Selama-6-Bulan,Hampir-100...html>
- [7] "Masalah yang sering terjadi pada sistem hydrant - Rumsitor Teknik." Accessed: Feb. 12, 2025. [Online]. Available: <https://rumsitorteknik.com/2884-2/>
- [8] Z. Saloom, I Gde Putu Wirarama Wedashwara W, and Ahmad Zafrullah M, "Sistem Monitoring Deteksi Kebakaran Bangunan Berbasis IOT dan Android dengan Google Maps API," *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.29303/jcosine.v7i1.383.
- [9] A. Zainal, Royb Fatkhur Rizal, and Fajar Yumono, "Prototype Kontrol Tekanan Air Menggunakan Sensor Pressure Transducer Untuk Kerja Pompa Air Berbasis Arduino," *Journal Zetroem*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i1.2561.
- [10] N. Imansyah and S. H. Widiastuti, "Sistem Kontrol dan Monitoring Penggunaan Air Berbasis IoT Menggunakan Modul ESP8266," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, vol. 4, no. 2, pp. 108–113, 2022, doi: 10.37034/jidt.v4i3.207.
- [11] M. N. Fachry, H. S. Syah, and S. Sungkono, "Rancang Bangun Sistem Pemadam Kebakaran Berbasis Internet of Things," *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 16, no. 2, p. 65, 2021, doi: 10.30587/e-link.v16i2.2956.
- [12] "Sistem Pemadam Kebakaran Gedung: Panduan Lengkap untuk Menjaga Keselamatan Anda." Accessed: Feb. 15, 2025. [Online]. Available: <https://mbscctv.com/news/sistem-pemadam-kebakaran-gedung/>
- [13] "View of APLIKASI SISTEM AKUISISI DATA PADA SISTEM FIRE ALARM BERBASIS SISTEM MIKROKONTROLLER." Accessed: Aug. 14, 2025. [Online]. Available: <https://ojs.pnb.ac.id/index.php/LOGIC/article/view/293/255>
- [14] Subkhi Mahmasani, "View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk," pp. 274–282, 2020.
- [15] I. Gede *et al.*, "Deteksi api kebakaran berbasis computer vision dengan algoritma YOLO," *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 53–58, Jul. 2022, doi: 10.31940/JAMETECH.V3I2.53-58.

- [16] “Spesifikasi Jockey Pump dalam Sistem Hydrant • Patigeni.” Accessed: Mar. 06, 2025. [Online]. Available: <https://patigeni.com/spesifikasi-jockey-pump/?srsId=AfmBOocT3fbzxbn3AgKRwvxcUUI-I4ZfFbRemTapn4O7YpbmRKF-Cyn>
- [17] “Fungsi Jockey Pump Pada Hydrant Pemadam Kebakaran Gedung.” Accessed: Feb. 15, 2025. [Online]. Available: <https://firefox.id/fungsi-jockey-pump-pada-hydrant/>
- [18] “Apa itu Internet of Things? Pengertian, Cara Kerja, dan Contohnya.” Accessed: Feb. 15, 2025. [Online]. Available: <https://docif.telkomuniversity.ac.id/apa-itu-iot/>
- [19] “ESP32 – Himpunan Mahasiswa Teknik Komputer.” Accessed: Feb. 15, 2025. [Online]. Available: <https://student-activity.binus.ac.id/himtek/2022/07/27/esp32/>
- [20] I. Nugraha, “Gambar 2. 1 Modul SIM800L GSM/GPRS Tabel 2. 1 Spesifikasi Modul SIM800L GSM/GPRS,” pp. 3–10, 2019.
- [21] Y. Prabowo, A. Narendro, T. Wisjhnuadji, and F. Teknologi Informasi, “Uji Akurasi Modul KWH Meter Digital PZEM-004T Berbasis Pengendali Digital ESP32,” *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 85–96, 2023.
- [22] “Distributor Panel Box Harga Terjangkau dengan Kualitas Unggulan |.” Accessed: Feb. 15, 2025. [Online]. Available: <https://mikmargracindo.com/artikel/distributor-panel-box-harga-terjangkau/>
- [23] “RANCANG BANGUN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO UNO SEBAGAI ALAT BANTU PROSES SANDAR KAPAL SKRIPSI”.
- [24] “Sensor Transduser Tekanan | Cara kerjanya | FUTEK.” Accessed: Feb. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.futek.com/pressure-transducer>
- [25] “Teori Penunjang - LCD TFT | PDF | Metode & Bahan Ajar | Sains & Matematika.” Accessed: Feb. 16, 2025. [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/494038290/Teori-Penunjang-LCD-TFT>
- [26] A. Andreas, G. Priyandoko, M. Mukhsim, and S. A. Putra, “Kendali Kecepatan Motor Pompa Air Dc Menggunakan Pid – Csa Berdasarkan Debit Air Berbasis Arduino,” *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, vol. 1, no. 01, pp. 1–14, 2020, doi: 10.31328/jasee.v1i01.3.
- [27] “Pengertian Power Supply AC DC Dan Cara Kerjanya.” Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://news.kalibrasi.com/power-supply-ac-dc/>