

Automatic Fire Pump System Menggunakan Smart Relay Zelio dan Monitoring Tekanan Air Raspberry Pi di PT. Eastern Pearl Flour Mills

Wahyu Ramadhan¹, Muhammad Rofiq Azis^{2*}, Lewi³, Firman Hamzah⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

*E-Mail korespondensi: muhammad.rofiq0702@gmail.com

Abstract: Occupational Health and Safety (OHS) is a crucial aspect in industry, especially in preventing and addressing fire hazards that can cause major material damage and even loss of life. PT. Eastern Pearl Flour Mills currently has a fire pump system, but its operation is still done manually and is not yet equipped with real time monitoring, reducing operational efficiency and response to emergency conditions. This research aims to design an Automatic Fire Pump System capable of activating three types of fire pumps Jockey Pump, Electric Pump, and Diesel Pump automatically using a Smart Relay Zelio. In addition, the system is equipped with a real time pressure monitoring feature using Raspberry Pi Pico W connected to a Firebase platform, and displayed in a web interface. The system operates based ON inputs from pressure switches and 4–20 mA pressure sensors, which are converted into digital data via Raspberry Pi. In automatic mode, the Smart relay controls the pumps according to the pressure levels detected. In manual mode, the user can activate the pumps remotely through the Firebase-based web interface. The test results show that the system can operate properly in both modes, with accurate and stable pressure readings, as well as responsive pump control. The system significantly improves the speed of detecting low pressure, reduces the risk of manual failure, and enhances overall safety and operational efficiency of the fire protection system at PT. Eastern Pearl Flour Mills.

Keywords: Fire Pump, Smart Relay Zelio, Raspberry Pi, Pressure Monitoring, Automation, Firebase

Abstrak: Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek penting dalam industri, khususnya untuk mencegah dan menangani risiko kebakaran yang dapat menyebabkan kerugian besar baik secara material maupun korban jiwa. PT. Eastern Pearl Flour Mills saat ini telah memiliki sistem pemadam kebakaran, namun pengoperasiannya masih dilakukan secara manual dan belum dilengkapi sistem monitoring, sehingga mengurangi efisiensi dan respons terhadap kondisi darurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem Automatic Fire Pump yang mampu mengaktifkan tiga jenis pompa kebakaran, yaitu Jockey Pump, Electric Pump, dan Diesel Pump secara otomatis menggunakan Smart Relay Zelio. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur monitoring tekanan air secara real time menggunakan Raspberry Pi Pico W yang terhubung ke platform Firebase dan ditampilkan dalam bentuk antarmuka web. Sistem bekerja berdasarkan input dari pressure switch dan sensor tekanan 4–20 mA, yang dikonversi menjadi data digital melalui Raspberry Pi. Dalam mode otomatis, Smart Relay Zelio akan mengendalikan pompa sesuai level tekanan yang terbaca. Sedangkan dalam mode manual, pengguna dapat mengaktifkan pompa secara jarak jauh melalui website. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi dengan baik dalam kedua mode, dengan akurasi pembacaan tekanan yang stabil serta kontrol pompa yang responsif. Sistem ini secara signifikan meningkatkan kecepatan deteksi tekanan rendah dan meminimalisir risiko kegagalan manual, sehingga memberikan peningkatan keselamatan dan efisiensi operasional pada sistem proteksi kebakaran di PT. Eastern Pearl Flour Mills.

Kata kunci : Fire Pump, Smart Relay Zelio, Raspberry Pi, Pressure Monitoring, Automation, Firebase

I. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang dapat menimbulkan kerugian besar baik dari segi materi maupun korban jiwa. Sistem proteksi kebakaran yang andal sangat diperlukan untuk meminimalkan dampak kerusakan serta meningkatkan keselamatan manusia dan infrastruktur. Salah satu komponen utama dalam sistem proteksi kebakaran adalah *fire pump system* yang berfungsi memasok air bertekanan ke jaringan pipa hydrant atau sprinkler ketika terjadi kondisi darurat.

Keandalan sistem pompa ini sangat penting karena kegagalan pompa dapat menyebabkan distribusi air pemadam tidak optimal sehingga meningkatkan risiko kerusakan akibat kebakaran.

Pada beberapa instalasi bangunan maupun fasilitas industri, sistem pengendalian pompa pemadam kebakaran masih dilakukan secara manual atau menggunakan sistem otomatis sederhana berbasis *pressure switch*. Sistem tersebut bekerja dengan menyalakan pompa ketika tekanan air dalam jaringan pipa menurun. Namun demikian, sistem konvensional memiliki keterbatasan karena tidak menyediakan fasilitas monitoring secara real-time maupun pengendalian jarak jauh, sehingga operator sulit mengetahui kondisi operasional pompa secara langsung ketika berada di lokasi yang berbeda.

Seiring dengan perkembangan teknologi industri 4.0, konsep *Internet of Things* (IoT) mulai banyak diterapkan pada berbagai sistem otomasi industri dan keamanan. IoT memungkinkan perangkat fisik seperti sensor, aktuator, dan sistem kontrol terhubung ke jaringan internet sehingga data operasional dapat dipantau secara real-time melalui platform digital. Penerapan teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi pengawasan, mempercepat respons terhadap kondisi darurat, serta memungkinkan pengendalian sistem dari jarak jauh melalui perangkat berbasis web maupun aplikasi seluler. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu memberikan informasi kondisi sistem secara cepat dan akurat sehingga meningkatkan efektivitas sistem keamanan dan keselamatan [1][2].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan teknologi IoT dalam sistem deteksi dan penanggulangan kebakaran. Penelitian oleh Susilo dan Rakhmawati mengembangkan sistem deteksi kebakaran dan kebocoran gas berbasis ESP32 yang mampu mengirim notifikasi ke pengguna secara real-time melalui jaringan internet, sehingga meningkatkan kecepatan respons terhadap potensi kebakaran [3]. Penelitian lain menunjukkan bahwa sistem deteksi kebakaran berbasis IoT dengan sensor api dan komunikasi jaringan mampu memberikan peringatan dini kepada pengguna melalui perangkat digital sehingga mempermudah proses monitoring jarak jauh [4]. Selain itu, pengembangan sistem alarm kebakaran berbasis IoT pada panel listrik industri juga menunjukkan bahwa integrasi sensor, mikrokontroler, dan *real-time database* mampu meningkatkan kemampuan monitoring serta memberikan peringatan dini terhadap potensi bahaya kebakaran [5].

Selain sistem deteksi kebakaran, beberapa penelitian juga mengkaji penerapan sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT pada peralatan industri. Sistem kontrol berbasis *smart relay* misalnya telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi otomasi karena memiliki kemampuan pengendalian logika yang sederhana namun fleksibel. Penelitian mengenai penerapan *smart relay Zelio* menunjukkan bahwa perangkat ini mampu meningkatkan keandalan sistem kontrol otomatis pada berbagai aplikasi industri seperti sistem darurat maupun sistem kendali motor listrik [6][7]. Integrasi teknologi kontrol dengan jaringan komunikasi juga memungkinkan sistem otomasi untuk dikendalikan dan dipantau dari jarak jauh secara lebih efektif.

Dalam konteks sistem pemadam kebakaran, penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi IoT pada sistem pompa kebakaran dapat meningkatkan efisiensi pengujian performa pompa serta memungkinkan pemantauan parameter seperti tekanan, aliran, dan efisiensi pompa secara real-time melalui jaringan internet [8]. Sistem monitoring berbasis IoT juga memungkinkan operator melakukan pengawasan kondisi sistem tanpa harus berada di lokasi instalasi sehingga meningkatkan keandalan operasi sistem keselamatan industri.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa teknologi IoT telah banyak diterapkan pada sistem deteksi kebakaran maupun sistem monitoring peralatan industri. Namun demikian, sebagian penelitian masih berfokus pada sistem deteksi kebakaran atau monitoring peralatan secara terpisah, sedangkan integrasi antara sistem pengendalian pompa pemadam kebakaran dengan sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem yang mampu menggabungkan fungsi pengendalian otomatis pompa pemadam kebakaran dengan sistem monitoring jarak jauh yang terintegrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem otomasi serta monitoring pompa pemadam kebakaran berbasis IoT. Sistem yang dikembangkan menggunakan *Smart*

Relay Zelio sebagai pengendali utama urutan operasi pompa, *Raspberry Pi Pico W* sebagai modul akuisisi data dan komunikasi jaringan, serta *Firestore Realtime Database* sebagai platform penyimpanan data secara daring. Selain itu, sistem dilengkapi dengan antarmuka berbasis *website* yang memungkinkan pengguna melakukan monitoring kondisi pompa serta melakukan kontrol manual dari jarak jauh melalui jaringan internet. Dengan integrasi teknologi tersebut, diharapkan sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan keandalan operasi pompa pemadam kebakaran serta mempermudah proses monitoring dan pengendalian sistem secara real-time.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

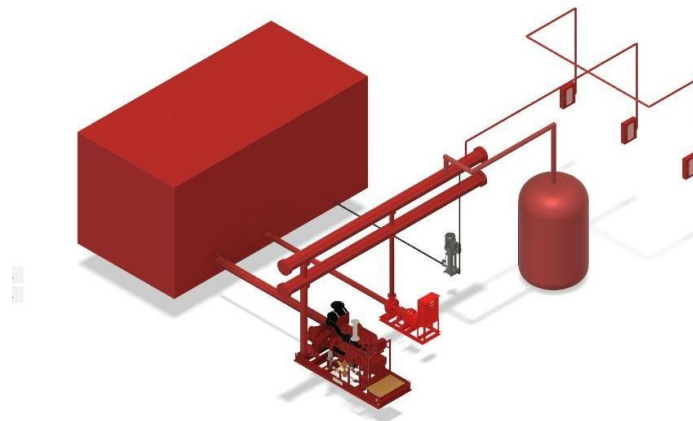
Penelitian ini dilaksanakan pada periode November 2024 hingga Juli 2025 di PT. Eastern Pearl Flour Mills, yang berlokasi di Jl. Moh. Hatta, Tamalabba, Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian dipilih karena fasilitas industri tersebut memiliki sistem pompa pemadam kebakaran yang memungkinkan dilakukan pengujian dan pengembangan sistem monitoring serta kontrol berbasis Internet of Things (IoT).

B. Prosedur Perancangan

Perancangan sistem pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi perancangan mekanik, perancangan elektronik, pengembangan perangkat lunak, serta tahap pengujian sistem.

1. Perancangan Mekanik

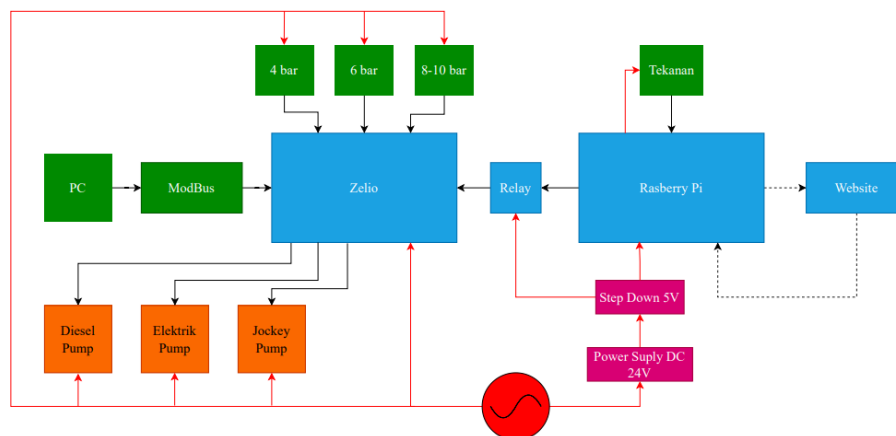
Perancangan mekanik dilakukan untuk menentukan struktur fisik sistem serta tata letak komponen yang digunakan. Tahap ini mencakup penentuan posisi panel kontrol, sensor tekanan, aktuator, serta perangkat kontrol yang akan diintegrasikan dengan sistem pompa pemadam kebakaran. Desain mekanik bertujuan untuk memastikan seluruh komponen dapat terpasang secara aman, mudah diakses untuk perawatan, serta mendukung proses instalasi sistem secara efektif. Rancangan mekanik sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Mekanik

2. Perancangan Elektronik

Perancangan elektronik bertujuan untuk merancang rangkaian kontrol dan komunikasi yang menghubungkan seluruh komponen sistem. Pada tahap ini dilakukan pemilihan dan integrasi komponen elektronik seperti Smart Relay Zelio, Raspberry Pi Pico W, sensor tekanan, serta modul komunikasi jaringan. Smart Relay Zelio digunakan sebagai pengendali logika operasi pompa berdasarkan kondisi tekanan sistem, sedangkan Raspberry Pi Pico W berfungsi sebagai perangkat akuisisi data dan pengirim informasi ke server melalui jaringan internet. Rancangan rangkaian elektronik sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Elektronik

3. Pemrograman

Tahap ini meliputi pembuatan program yang digunakan untuk mengendalikan dan memonitor sistem. Pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan Visual Studio Code sebagai lingkungan pemrograman.

Logika kontrol pada Smart Relay Zelio dikembangkan menggunakan Ladder Diagram untuk mengatur urutan operasi pompa pemadam kebakaran berdasarkan kondisi tekanan sistem. Sementara itu, Raspberry Pi Pico W diprogram menggunakan bahasa Python untuk melakukan proses akuisisi data sensor, komunikasi jaringan, serta pengiriman data ke Firebase Realtime Database.

Selain itu, sistem monitoring dikembangkan dalam bentuk antarmuka website menggunakan HTML dan CSS untuk tampilan pengguna (*user interface*), sedangkan JavaScript digunakan untuk mengelola komunikasi data antara website dan Firebase sehingga informasi kondisi sistem dapat ditampilkan secara real-time.

4. Pengujian dan Penganbilen Data

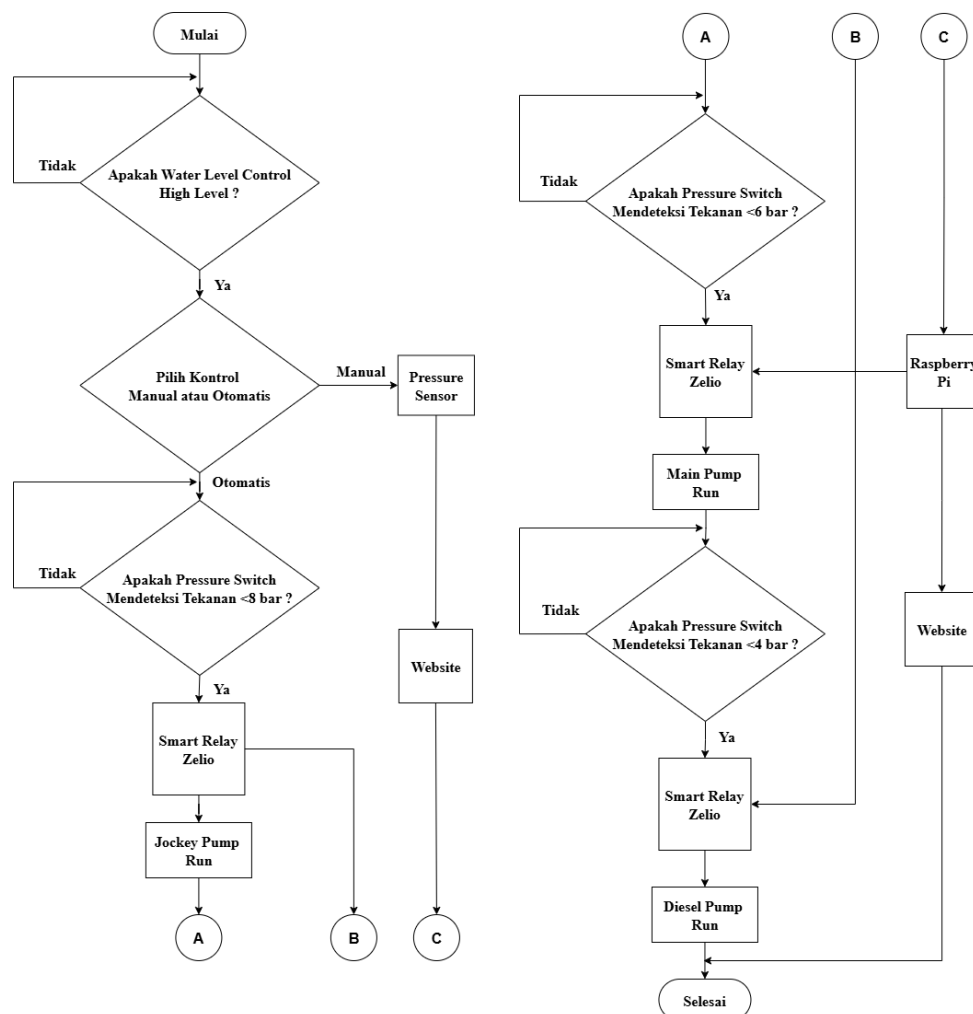
Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan proses integrasi antara sistem mekanik, elektronik, dan perangkat lunak. Seluruh komponen kemudian diinstalasi dan diuji untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangan.

Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan kondisi penurunan tekanan pada sistem hydrant sehingga memicu aktivasi pompa pemadam kebakaran. Selama proses pengujian, data operasional seperti status pompa, kondisi tekanan, serta respon sistem terhadap perubahan kondisi dicatat untuk dianalisis lebih lanjut. Data yang diperoleh digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT yang telah dikembangkan.

C. Langkah Pengujian

Proses pengujian sistem dilakukan berdasarkan alur kerja yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pengujian dimulai dengan membaca nilai tekanan dari sensor yang terpasang pada sistem pipa hydrant. Data tekanan tersebut kemudian diproses oleh Smart Relay Zelio untuk menentukan kondisi operasi pompa. Apabila tekanan sistem berada di bawah batas yang ditentukan, maka sistem secara otomatis mengaktifkan pompa sesuai dengan urutan operasi yang telah diprogram.

Secara bersamaan, Raspberry Pi Pico W mengirimkan data kondisi sistem ke Firebase Realtime Database melalui jaringan internet. Data tersebut kemudian ditampilkan pada halaman website sehingga operator dapat memantau kondisi sistem secara real-time serta melakukan kontrol manual apabila diperlukan.



Gambar 3. Flowchart Prinsip Kerja

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Sistem

Sistem pengendalian pompa pemadam kebakaran otomatis dirancang untuk mengatur operasi pompa berdasarkan perubahan tekanan air pada jaringan hydrant. Perancangan sistem terdiri dari panel kontrol, sistem pengkabelan, unit pengendali otomatis, serta sistem monitoring berbasis web.

Panel kontrol dirancang untuk mengintegrasikan seluruh komponen utama sistem, seperti Smart Relay Zelio, relay kontrol, power supply 24 VDC, modul step-down LM2596, serta sistem proteksi berupa Miniature Circuit Breaker (MCB). Sumber daya utama menggunakan tegangan AC 220 V yang kemudian dikonversi menjadi tegangan DC untuk mensuplai modul kontrol dan sensor.

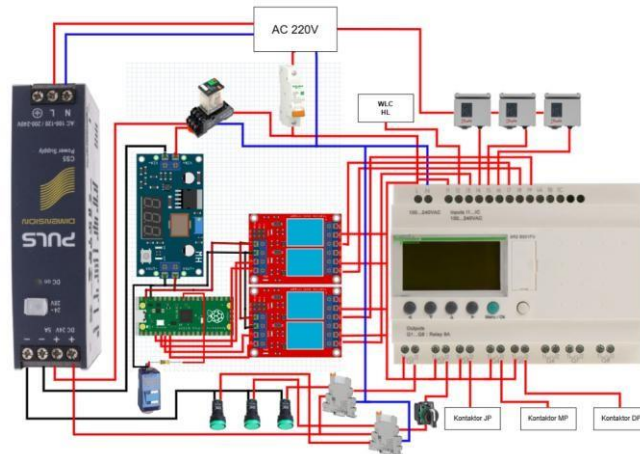
Input utama sistem berasal dari sensor Water Level Control (WLC) dan tiga buah pressure switch yang berfungsi sebagai pemicu aktivasi pompa secara bertahap berdasarkan nilai tekanan air pada sistem pipa. Urutan operasi pompa dirancang sebagai berikut:

- Jockey Pump aktif ketika tekanan turun di bawah 8 bar untuk menjaga stabilitas tekanan sistem.
- Main Electric Pump aktif ketika tekanan turun di bawah 6 bar untuk meningkatkan kapasitas suplai air.
- Diesel Pump aktif ketika tekanan turun di bawah 4 bar sebagai pompa cadangan terutama saat terjadi kegagalan listrik.

Pengendalian otomatis dilakukan oleh Smart Relay Zelio yang diprogram menggunakan Ladder Diagram sehingga sistem dapat bekerja secara berurutan dan terkoordinasi. Selain itu, sistem dilengkapi dengan Raspberry Pi Pico W yang berfungsi untuk membaca nilai tekanan dari sensor XLM-F010D2025, kemudian mengirimkan data tersebut ke Firebase Realtime Database secara real time melalui jaringan Wi-Fi.



Gambar 4. Panel Box

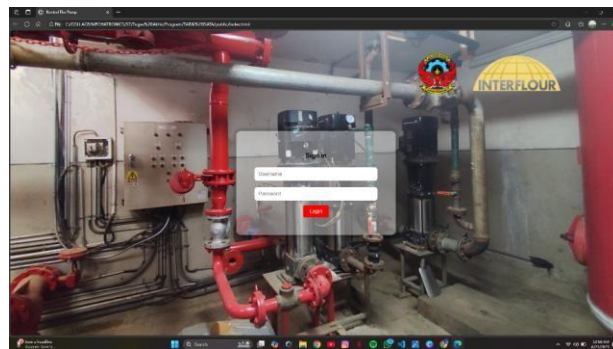


Gambar 5. Wiring Diagram

Sistem juga menyediakan mode manual yang dapat diakses melalui website sehingga operator dapat mengendalikan pompa secara jarak jauh apabila diperlukan. Peralihan antara mode otomatis dan manual dilakukan melalui selector switch pada panel kontrol. Indikator LED digunakan untuk memberikan informasi visual mengenai status operasi pompa dan kondisi sistem.

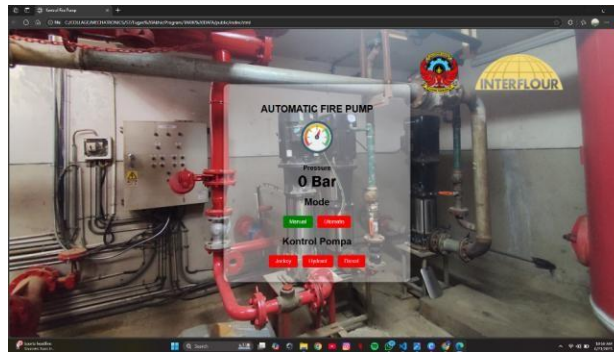
B. Hasil Tampilan Website

Website dikembangkan sebagai antarmuka monitoring dan pengendalian sistem fire pump secara jarak jauh. Sistem ini terhubung dengan Firebase Realtime Database yang berfungsi sebagai media komunikasi dua arah antara Raspberry Pi Pico W dan antarmuka web.



Gambar 6. Halaman Login

Pada halaman login, pengguna diminta memasukkan **username** dan **password** untuk menjaga keamanan akses sistem. Mekanisme autentikasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki otorisasi yang dapat mengakses fitur monitoring dan kontrol sistem. Setelah proses login berhasil, pengguna akan diarahkan ke halaman utama sistem monitoring seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Halaman Monitoring

Halaman monitoring menampilkan informasi kondisi sistem secara real time, termasuk nilai tekanan air, status operasi pompa, serta kontrol manual untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa. Dengan adanya sistem monitoring berbasis web ini, operator dapat melakukan pemantauan sistem fire pump dari lokasi yang berbeda tanpa harus berada di ruang pompa secara langsung. Implementasi monitoring berbasis Internet of Things (IoT) ini meningkatkan fleksibilitas operasional serta mempercepat proses pengambilan keputusan ketika terjadi kondisi darurat pada sistem pemadam kebakaran.

C. Hasil Kendali Otomatis

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja kendali otomatis pompa berdasarkan perubahan tekanan air pada sistem hydrant. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan urutan aktivasi pompa secara bertahap sesuai dengan logika yang telah diprogram pada Smart Relay. Urutan operasi sistem adalah sebagai berikut:

1. Tahap awal (Jockey Pump)

Ketika tekanan sistem turun di bawah **8 bar**, Jockey Pump aktif untuk mempertahankan tekanan sistem. Pompa ini berfungsi menjaga kestabilan tekanan tanpa perlu mengaktifkan pompa utama.

2. Tahap menengah (Electric Pump)

Jika tekanan terus menurun hingga **di bawah 6 bar**, sistem akan mengaktifkan Main Electric Pump untuk meningkatkan suplai air ke jaringan hydrant.

3. Tahap kritis (Diesel Pump)

Apabila tekanan turun hingga **di bawah 4 bar**, Diesel Pump akan aktif sebagai pompa cadangan dengan kapasitas lebih besar. Pompa ini tetap dapat beroperasi meskipun terjadi pemadaman listrik karena menggunakan mesin diesel sebagai penggerak utama.

4. Tahap pemulihan tekanan

Setelah tekanan kembali ke kondisi normal, sistem akan mematikan pompa secara bertahap sesuai dengan logika Ladder Diagram yang telah dirancang.

Setiap tahap aktivasi pompa memiliki delay sekitar ± 5 detik untuk menghindari switching yang terlalu cepat akibat fluktuasi tekanan sesaat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme delay ini mampu meningkatkan stabilitas operasi sistem dan mengurangi kemungkinan terjadinya *false triggering* pada pompa.

D. Data Sensor

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian pembacaan sensor tekanan yang dilakukan selama proses pengiriman data ke sistem monitoring.

Tabel 1. Data Sensor

No	Waktu	Tekanan (Bar)	Tegangan (V)
1	10:43:00	0	0
2	10:43:15	0	0
3	10:43:30	0	0
4	10:43:45	0	0
5	10:44:00	0	0
6	10:44:15	0	0
7	10:44:30	0	0
8	10:44:45	0	0
9	10:45:00	0	0
10	10:45:15	0	0
11	10:45:30	0	0
12	10:45:45	0	0
13	10:46:00	0	0
14	10:46:15	0	0
15	10:46:30	0	0
16	10:46:45	0	0
17	10:47:00	0	0
18	10:47:15	0	0
19	10:47:30	0	0
20	10:47:45	0	0
21	10:48:00	0	0
22	10:48:15	0	0
23	10:48:30	0	0
24	10:48:45	0	0
25	10:49:00	0	0
26	10:49:15	0	0
27	10:49:30	0	0
28	10:49:45	0	0
29	10:50:00	0	0
30	10:50:15	4.27	1.28
31	10:50:30	4.39	1.32
32	10:50:45	4.5	1.35
33	10:51:00	4.61	1.38
34	10:51:15	4.73	1.42
35	10:51:30	4.84	1.45
36	10:51:45	4.95	1.49
37	10:52:00	5.06	1.52
38	10:52:15	5.18	1.56
39	10:52:30	5.29	1.59
40	10:52:45	5.4	1.62
41	10:53:00	5.52	1.66
42	10:53:15	5.63	1.69
43	10:53:30	5.74	1.72
44	10:53:45	5.85	1.76
45	10:54:00	5.97	1.79
46	10:54:15	6.08	1.83
47	10:54:30	6.19	1.86
48	10:54:45	6.31	1.89
49	10:55:00	6.42	1.93
50	10:55:15	6.53	1.96

No	Waktu	Tekanan (Bar)	Tegangan (V)
51	10:55:30	6.65	2
52	10:55:45	6.76	2.03
53	10:56:00	6.87	2.06
54	10:56:15	6.98	2.1
55	10:56:30	7.1	2.13
56	10:56:45	7.21	2.17
57	10:57:00	7.32	2.2
58	10:57:15	7.44	2.23
59	10:57:30	7.55	2.27
60	10:57:45	7.66	2.3
61	10:58:00	7.77	2.33
62	10:58:15	7.89	2.37
63	10:58:30	8	2.4

Berdasarkan hasil pengujian, pembacaan sensor menunjukkan nilai 0 bar ketika sensor tidak terhubung dengan sumber tekanan. Kondisi ini sesuai dengan karakteristik sensor yang memiliki tegangan keluaran sekitar 0,6 V pada tekanan 0 bar.

Pada saat tekanan mulai diberikan, nilai tegangan keluaran sensor meningkat secara linier seiring dengan peningkatan tekanan. Misalnya:

- Tekanan 4,27 bar menghasilkan tegangan sekitar 1,28 V
- Tekanan 6,53 bar menghasilkan tegangan sekitar 1,96 V
- Tekanan 8 bar menghasilkan tegangan sekitar 2,40 V

Hasil ini menunjukkan bahwa hubungan antara tekanan dan tegangan sensor bersifat linier, sehingga memudahkan proses konversi nilai tegangan menjadi satuan tekanan dalam sistem pemrograman Raspberry Pi Pico W.

Selain itu, data sensor berhasil dikirimkan ke Firebase Realtime Database setiap 5 detik tanpa kehilangan data selama koneksi Wi-Fi dalam kondisi stabil. Data yang tersimpan pada database kemudian ditampilkan pada website secara real time sehingga pengguna dapat memantau perubahan tekanan sistem secara langsung.

Namun, selama pengujian ditemukan bahwa pembacaan sensor pada tekanan di bawah 4 bar kurang stabil. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan kemampuan ADC pada Raspberry Pi Pico W dalam membaca tegangan rendah di bawah sekitar 1,26 V secara konsisten. Kondisi ini dapat mempengaruhi akurasi deteksi pada tahap awal penurunan tekanan.

Meskipun demikian, secara keseluruhan sistem mampu menunjukkan performa yang baik dalam hal:

- akurasi pembacaan sensor tekanan,
- kecepatan respons sistem terhadap perubahan tekanan,
- serta keandalan pengiriman data secara real time ke website monitoring.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem fire pump otomatis berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan Smart Relay Zelio, mampu mengaktifkan jockey, main, dan diesel pump secara berurutan sesuai tekanan dari pressure switch dan level air WLC.
2. Sistem monitoring menggunakan Raspberry Pi Pico W dapat mengirim data tekanan real time ke Firebase dan menampilkannya di website, serta menyediakan kontrol manual jarak jauh, meski terdapat kendala pembacaan pada tegangan rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Eastern Pearl Flour Mills yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama proses penelitian ini berlangsung. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyediaan data, peralatan, serta dukungan teknis yang diperlukan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Dewi, I. Fadhliansyah, R. Ma'rufi, and D. A. Lubis, "IoT-Based Fire Detection System Using a Flame Detector and Arduino Uno R4 WiFi," *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 17, no. 2, pp. 70–75, 2025.
- [2] M. B. A'lam and Sujono, "Sistem Monitoring Kebakaran Dini Berbasis ESP8266 Menggunakan Sensor Api dan Firebase Realtime Database," *Journal Sains Student Research*, vol. 4, no. 1, 2025.
- [3] M. M. Susilo and L. Rakhmawati, "Implementation of IoT in Fire and LPG Leakage Detection System Based on ESP32," *Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 59–68, 2025.
- [4] D. A. Juliaz and H. Maulana, "Design of Fire Detector with Water Sprinkler Based on Internet of Things," *Hanif Journal of Information Systems*, vol. 2, no. 2, pp. 45–52, 2024.
- [5] Z. K. M. Fauzi et al., "Internet of Things-Based Fire Alarm Monitoring System for Industrial Electrical Panels," *Journal of Industrial Automation and Electrical Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 15–21, 2024.
- [6] F. D. Aryanto, H. Wijanarko, D. S. Pamungkas, and I. Z. Putra, "Implementasi Smart Relay dan Protokol Modbus TCP pada Sistem Darurat di Perumahan," *Journal of Applied Sciences, Electrical Engineering and Computer Technology*, vol. 2, no. 2, 2022.
- [7] R. Juliansyah et al., "Rancang Bangun Sistem Kontrol Motor Feeder dan Monitoring Pakan Ikan Nila Berbasis Smart Relay Zelio," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 8, no. 1, 2024.
- [8] S. Zhang et al., "A Novel IoT-Based Performance Testing Method and System for Fire Pumps," *Water*, vol. 16, no. 5, 2024.
- [9] S. Agustin, G. M. Suranegara, and E. Setyowati, "Design of Monitoring and Fire Extinguishing System Based on IoT in Unmanned Vehicles," *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 7, no. 3, 2024.
- [10] M. Syafaat et al., "Energy Efficient IoT-Based Forest Fire Detection Using LoRaWAN and AI," *Journal of System and Computer Engineering*, vol. 7, no. 1, 2025.