

Rancang Bangun Prototipe Sistem Pemantauan dan Kontrol Utilitas Gedung Berbasis PLC SCADA

Design and Build of Building Utilities Monitoring and Control System Prototype Based on PLC SCADA

Tugino¹, M. Arsyad¹, Sudiana¹, Bagus Nur Susanto¹, Yahya Ginanjar Endriawan¹, Sigit Budi Hartono²

¹ Prodi D3 Teknik Elektronika, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

¹ Prodi D3 Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

*Email Korespondensi : tugino@itny.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan PLC dan SCADA memungkinkan sistem pemantauan dan kontrol secara real-time yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengoptimalkan penggunaan energi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan utilitas gedung bertingkat seperti genset, deteksi kebakaran, lampu penerangan, AC dan persediaan air berbasis PLC-SCADA. Penelitian ini berkontribusi pada inovasi dalam teknologi bangunan dan gedung serta memberikan manfaat praktis dalam penggunaan utilitas gedung bertingkat yang lebih efisien dan aman. Metode penelitian mencakup desain perangkat keras dan perangkat lunak yang terhubung secara bersamaan dengan infrastruktur bangunan. Beberapa sensor digunakan untuk mendeteksi kinerja dan kerusakan utilitas gedung bertingkat tersebut selanjutnya sistem SCADA akan memantau dan mengendalikan utilitas gedung bertingkat tersebut jika mengalami masalah secara jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe alat dapat memonitor penggunaan energi, pencahayaan lampu, suhu dan kelembapan ruang, alarm jika ada kebakaran serta reaksi sistem terhadap perubahan kondisi yang terjadi secara real-time.

Kata kunci: prototipe, utilitas gedung, PLC, SCADA, real time.

ABSTRACT

The use of PLC and SCADA enables real-time monitoring and control systems that are expected to improve operational efficiency and optimize energy use. This research aims to design and implement a PLC-SCADA-based monitoring system for high-rise building utilities such as generators, fire detection, lighting, air conditioning, and water supply. This research contributes to innovation in building technology and provides practical benefits in the use of high-rise building utilities more efficiently and safely. The research method includes the design of hardware and software that are connected simultaneously with the building infrastructure. Several sensors are used to detect the performance and damage of the high-rise building utilities, then the SCADA system will monitor and control the high-rise building utilities if problems occur remotely. The results show that the prototype device can monitor real-time of energy use, lighting, room temperature and humidity, alarm in case of fire, and the system's reaction to changes in conditions that occur.

Keyword : prototype, building utilities, PLC, SCADA, real time.

PENDAHULUAN

Seiring kemajuan teknologi, gedung-gedung modern seperti sekolah, pabrik, dan perkantoran tidak hanya dirancang dari segi struktur, tetapi juga mempertimbangkan aspek kenyamanan dan keselamatan penghuni. Untuk mengatasi berbagai masalah keamanan, diterapkan sistem otomasi gedung (Building Automation System/BAS), yaitu jaringan sistem yang mampu memantau dan mengontrol suhu, kelembaban, serta mendeteksi bahaya seperti detektor kebakaran. Sistem ini dilengkapi alarm dan pemantauan data secara real-time untuk meminimalkan risiko dan korban jiwa [1].

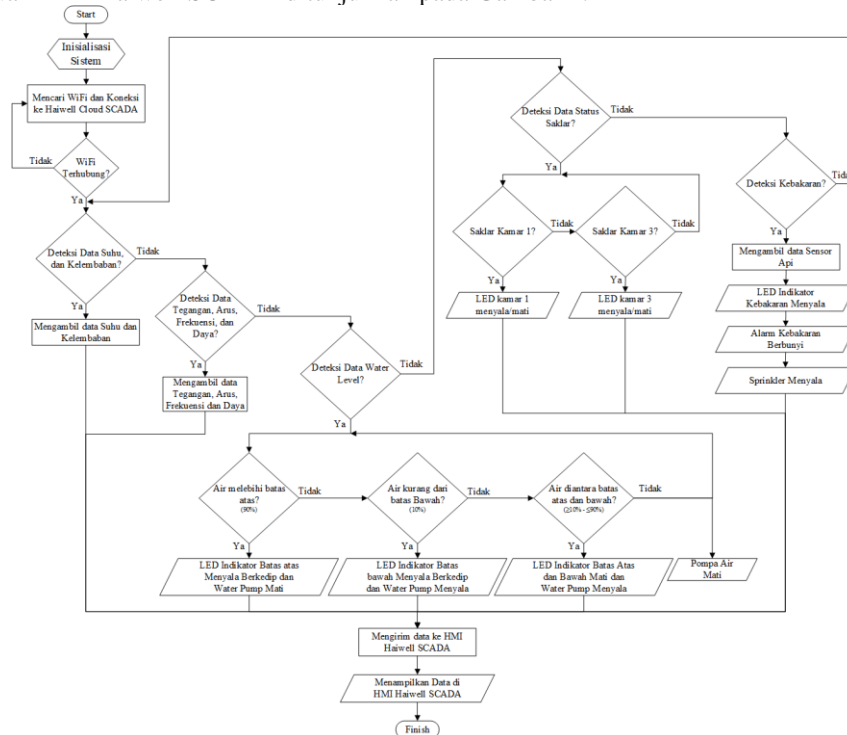
Meskipun pengelolaan gedung bertingkat terus berkembang, masih dijumpai masalah seperti boros energi, keterlambatan deteksi kondisi darurat, dan kurangnya sistem monitoring terpusat. Pengendalian manual juga meningkatkan risiko human error. Penambahan perangkat keras menggunakan sistem otomasi PLC Outseal dan HMI Haiwell SCADA untuk menghubungkan kendali otomatis antara manusia dengan mesin [2].

Penelitian ini menggunakan PLC Outseal sebagai pusat kontrol yang bertanggung jawab mengelola sistem pencahayaan pada setiap lantai, memantau energi melalui kWh meter, mengetahui suhu ruangan,

mengatur ketersediaan air di tangki, serta mendeteksi potensi kebakaran [4][5][6][7]. Seluruh data dari PLC akan diintegrasikan ke dalam sistem HMI Haiwell SCADA.

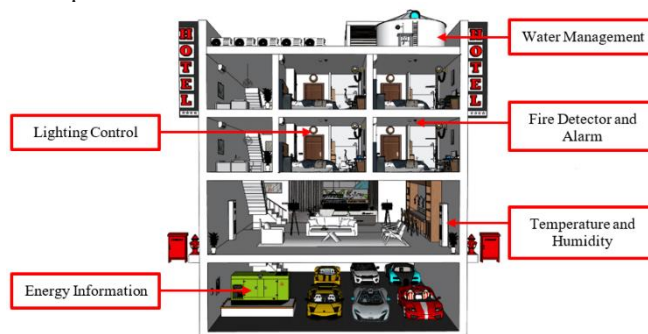
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan untuk perancangan prototype Building Automation System Berbasis PLC Outseal dan HMI Haiwell SCADA dibagi menjadi beberapa tahapan proses yaitu persiapan, perakitan dan pengujian rangkaian dan program. Flowchart kerja sistem prototype Building Automation System Berbasis PLC Outseal dan HMI Haiwell SCADA ditunjukkan pada Gambar 1.



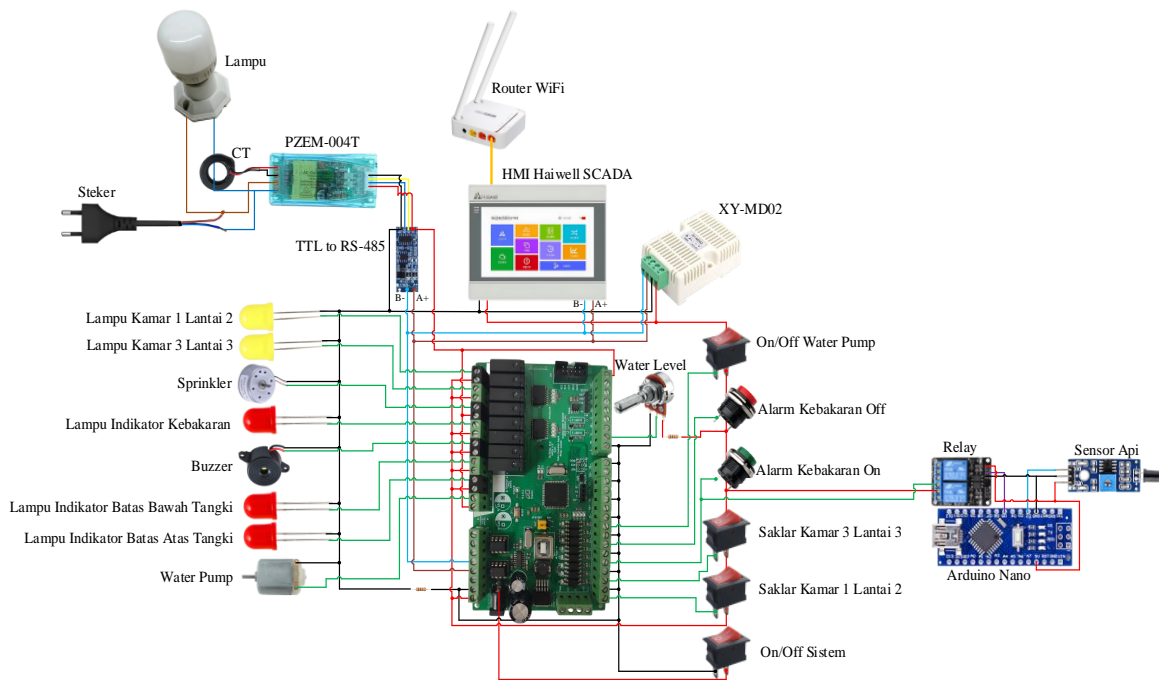
Gambar 1. Flowchart kerja sistem prototype Building Automation System Berbasis PLC Outseal dan HMI Haiwell SCADA

Perancangan sistem prototype terbagi menjadi dua komponen utama, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perangkat keras, terdapat unsur mekanik serta komponen elektrik. Sementara itu, perangkat lunak mencakup pemrograman PLC dan *software* SCADA [3]. Perancangan mekanik untuk sistem Prototype *Building Automation System* Berbasis PLC Outseal dan HMI Haiwell SCADA dibuat menggunakan aplikasi SketchUp seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



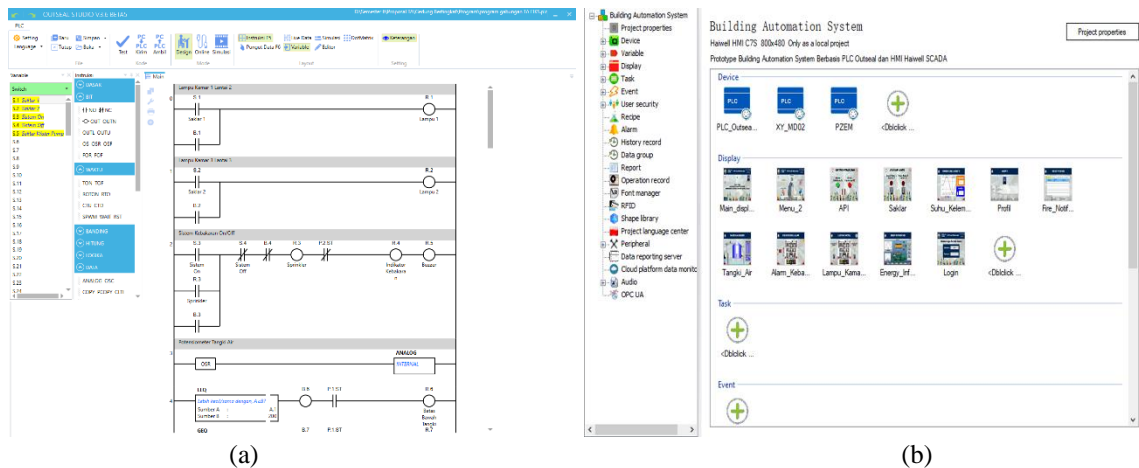
Gambar 2. Desain perancangan mekanik

Diagram skematik elektrik prototype *Building Automation System* Berbasis PLC Outseal dan HMI Haiwell SCADA ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram skematik elektrik

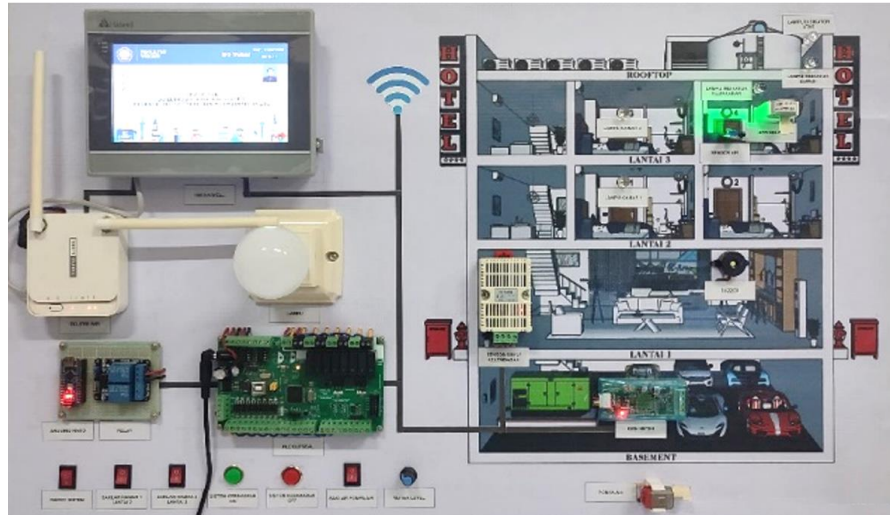
Perancangan perangkat lunak bertujuan memastikan integrasi dan fungsi sistem berjalan sesuai harapan. Perancangan perangkat lunak mencakup pemrograman PLC Outseal dan Haiwell Cloud SCADA, yang ditunjukkan pada Gambar 4. Program PLC Outseal yang digunakan sebagai pusat kendali sistem otomasi ditunjukkan pada Gambar 4.a. sementara Gambar 4.b. menunjukkan antarmuka pemrograman HMI yang dibuat menggunakan *software* Haiwell Cloud SCADA untuk keperluan monitoring dan kontrol secara *real-time*.



Gambar 4. Perancangan perangkat lunak (a) Program PLC Outseal, (b) Program HMI dengan Haiwell Cloud SCADA

HASIL DAN ANALISIS

Hasil dari rancang bangun prototipe sistem pemantauan dan kontrol utilitas gedung berbasis PLC SCADA ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil prototipe sistem pemantauan dan kontrol utilitas gedung berbasis PLC SCADA

Hasil yang diperoleh mencakup pengujian terhadap sistem PLC Outseal, Sensor XY-MD02, kWh Meter PZEM-004T CT, dan sistem HMI Haiwell SCADA.

1. Hasil pengujian sistem PLC Outseal

Hasil pengujian sistem PLC Outseal mencakup Deteksi Saklar ON/OFF untuk Lampu Kamar, Deteksi Level Air pada Tangki Air, dan Deteksi Kebakaran.

a) Hasil pengujian deteksi saklar ON/OFF untuk lampu kamar

Pengujian dilakukan pada dua lokasi, yaitu kamar 1 lantai 2 dan kamar 3 lantai 3. Setiap kamar dilengkapi dengan saklar ON/OFF yang berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan lampu. Status saklar ditampilkan dalam bentuk digital, yaitu “1” untuk ON dan “0” untuk OFF. Hasil pengujian deteksi saklar ON/OFF untuk lampu kamar ditunjukkan pada Tabel 1. dan Gambar 6.

Tabel 1. Hasil pengujian deteksi saklar ON/OFF

No	Lokasi Saklar	Posisi Saklar	Status Saklar	Status Lampu	Keterangan
1	Kamar 1 Lantai 2	OFF	0	Mati	Lampu Kamar Mati
2	Kamar 1 Lantai 2	ON	1	Menyala	Lampu Kamar Menyala
3	Kamar 3 Lantai 3	OFF	0	Mati	Lampu Kamar Mati
4	Kamar 3 Lantai 3	ON	1	Menyala	Lampu Kamar Menyala



Gambar 6. Pengujian deteksi saklar ON/OFF untuk lampu kamar

- b) Hasil pengujian deteksi level air pada tangki air
 Pengujian dilakukan untuk tiga kondisi level air yaitu $\leq 10\%$, $10-90\%$, dan $\geq 90\%$. Indikator LED bawah dan atas digunakan untuk menunjukkan kondisi air, sedangkan pompa air dikendalikan secara otomatis berdasarkan level tersebut. Hasil Pengujian Deteksi Level Air pada Tangki Air ditunjukkan pada Tabel 2. dan Gambar 7.

Tabel 2. Hasil pengujian deteksi level air pada tangki

No	Persentase Level Air	Indikator Bawah (LED Bawah)	Indikator Atas (LED Atas)	Status Pompa Air	Keterangan
1	$\leq 10\%$	Menyala Berkedip	Mati	Menyala	Air sangat sedikit, pompa aktif
2	10-90%	Mati	Mati	Menyala	Level aman, pompa aktif
3	$\geq 90\%$	Mati	Menyala Berkedip	Mati	Tangki penuh, pompa dimatikan



Gambar 7. Pengujian deteksi level air pada tangki

- c) Hasil pengujian deteksi kebakaran
 Pengujian dilakukan pada dua kondisi: tidak ada api dan ada api. Sensor api (*flame sensor*) memberikan output digital (*HIGH* saat tidak ada api, *LOW* saat terdeteksi api). Sistem dihubungkan dengan relay, LED berkedip, buzzer, dan motor DC (sprinkler) untuk respons darurat. Hasil Pengujian Deteksi Kebakaran ditunjukkan pada Tabel 3. dan Gambar 8.

Tabel 3. Hasil pengujian deteksi kebakaran

No	Kondisi Api	Output Sensor (Digital)	Relay	LED Indikator	Buzzer	Sprinkler	Status Deteksi	Status Notifikasi
1	Mati	HIGH	Non-Aktif	Mati	Mati	Mati	Api Tidak Terdeteksi	Tidak ada notifikasi
2	Menyala	LOW	Aktif	Menyala Berkedip	Menyala Bipbip	Menyala	Api Terdeteksi	Ada notifikasi email dan pop-up



Gambar 8. Pengujian deteksi kebakaran

2. Hasil pengujian sistem XY-MD02

Pengujian ini dilaksanakan pada hari Jum'at, 27 Juni 2025, mulai pukul 13.00 WIB hingga 17.00 WIB, dengan interval pengambilan data setiap 1 jam. Rentang suhu normal yang telah ditentukan, yaitu 20°C hingga 26°C sedangkan rentang kelembaban normal yang telah ditentukan, yaitu 45% sampai 65%. Hasil pengujian sistem XY-MD02 ditunjukkan pada Tabel 4. dan Gambar 9.

Tabel 4. Hasil pengujian sistem XY-MD02

No	Waktu Pengujian	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Status Output	Keterangan
1	13:00 WIB	26,8	72,5	Melebihi batas normal	Suhu dan kelembaban melebihi batas normal karena sistem baru dihidupkan
2	14:00 WIB	23,9	47,6	Normal	Suhu dan kelembaban normal
3	15:00 WIB	23,1	44,1	Normal	Suhu dan kelembaban normal
4	16:00 WIB	23,3	61,2	Normal	Suhu dan kelembaban normal
5	17:00 WIB	23,2	51,8	Normal	Suhu dan kelembaban normal

**Gambar 9.** Pengujian sistem XY-MD02

3. Hasil pengujian sistem kWh Meter PZEM-004T CT

Pengujian kWh Meter PZEM-004T CT bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan modul dalam membaca parameter kelistrikan seperti tegangan (V), arus (A), frekuensi (Hz), daya aktif (W), energi (Wh), dan faktor daya (PF) secara akurat dan *real-time*. Pengujian ini dilaksanakan pada hari Jum'at, 27 Juni 2025, mulai pukul 13.00 WIB hingga 17.00 WIB, dengan interval pengambilan data setiap 1 jam. Hasil pengujian sistem kWh meter PZEM-004T CT ditunjukkan pada Tabel 5. dan Gambar 10.

Tabel 5. Hasil pengujian sistem kWh Meter PZEM-004T CT

Waktu Pengujian	Tegangan (V)	Arus (A)	Frekuensi (Hz)	Daya (W)	Energi (Wh)	Faktor Daya	Status Pembacaan
13:00 WIB	228,0	0,058	49,9	9,1	0,104	0,69	Normal
14:00 WIB	227,1	0,058	50,0	9,0	0,112	0,68	Normal
15:00 WIB	227,3	0,057	50,0	9,0	0,121	0,69	Normal
16:00 WIB	226,7	0,057	49,9	9,0	0,130	0,70	Normal
17:00 WIB	225,8	0,058	50,0	9,0	0,139	0,69	Normal



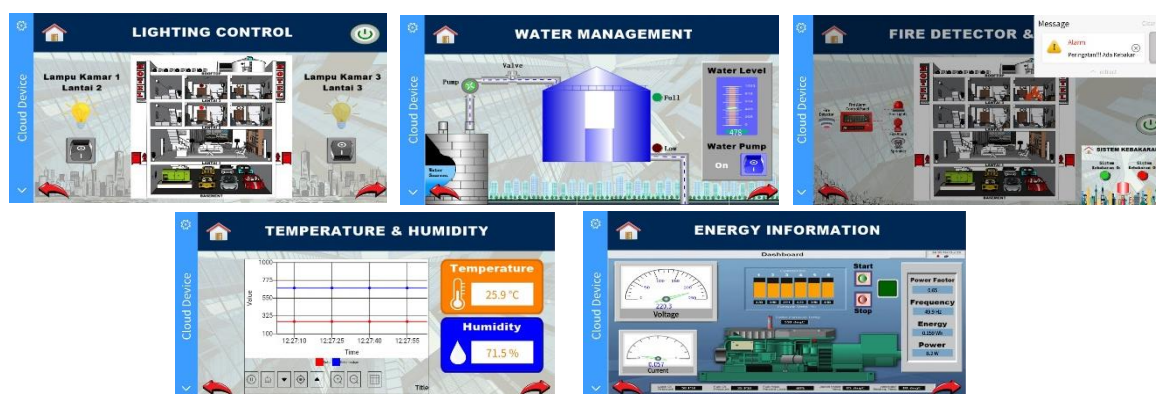
Gambar 10. Pengujian sistem kWh Meter PZEM-004T CT

4. Hasil pengujian sistem HMI Haiwell SCADA

Pengujian HMI Haiwell SCADA mencakup deteksi saklar ON/OFF untuk lampu kamar, pemantauan level air dalam tangki, sistem deteksi kebakaran, pembacaan suhu dan kelembaban dari sensor XY-MD02, serta pemantauan tegangan, arus, frekuensi, dan daya dari kWh meter. Pengujian ini dilaksanakan pada hari Jum'at, 27 Juni 2025, mulai pukul 13.00 WIB sampai selesai. Hasil Pengujian Sistem HMI Haiwell SCADA ditunjukkan pada Tabel 6. dan Gambar 11.

Tabel 6. Hasil pengujian sistem HMI Haiwell SCADA

Kompoen/ Sistem	Kondisi Uji	Output/Indikator	Status/ Keterangan
Saklar Kamar 1 Lantai 2	OFF	Lampu mati, indikator HMI: "OFF"	Berfungsi normal
Saklar Kamar 1 Lantai 2	ON	Lampu kamar menyala, indikator HMI: "ON"	Berfungsi normal
Saklar Kamar 3 Lantai 3	OFF	Lampu kamar mati, indikator HMI: "OFF"	Berfungsi normal
Saklar Kamar 3 Lantai 3	ON	Lampu kamar menyala, indikator HMI: "ON"	Berfungsi normal
Level Air $\leq 10\%$	LED bawah berkedip, pompa air menyala	Tampilan HMI: "Low Level", Pompa = "ON"	Sistem tangki bekerja normal
Level Air 10% - 90%	LED indikator mati, pompa air menyala	Tampilan HMI: "Normal Level", Pompa = "ON"	Sistem tangki bekerja normal
Level Air $\geq 90\%$	LED atas berkedip, pompa air mati	Tampilan HMI: "Full Tank", Pompa = "OFF"	Sistem tangki bekerja normal
Tidak Terdeteksi Api	Lampu, buzzer dan sprinkler mati	Indikator HMI alarm mati: "Fire Not Detected"	Sistem alarm kebakaran mati
Terdeteksi Api	Lampu berkedip, buzzer dan sprinkler menyala	Indikator HMI alarm menyala: "Fire Detected"	Sistem alarm kebakaran aktif
Sensor XY-MD02 (pukul 14.30 WIB)	Suhu: 23.3°C, Kelembaban: 46.1%	Data tampil di HMI	Sensor terhubung dan membaca data dengan baik
kWh Meter (pukul 14.30 WIB)	Tegangan: 226.9V, Arus: 0.057A, Frekuensi: 49.9Hz, Daya: 9.0W, Energi: 0,117Wh, Faktor Daya: 0,7	Semua data tampil di HMI	Monitoring daya berfungsi



Gambar 11. Pengujian sistem HMI Haiwell SCADA

KESIMPULAN

Telah berhasil dikembangkan prototipe sistem pemantauan dan kontrol utilitas gedung berbasis PLC SCADA yang mampu mengendalikan serta memantau perangkat listrik secara otomatis dan terintegrasi. Pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen, termasuk Arduino Nano dan berbagai sensor, berfungsi sesuai perancangan dengan integrasi yang stabil. HMI Haiwell SCADA memberikan tampilan data real-time dan kontrol visual yang memudahkan pengawasan. Prototipe ini layak dijadikan media pembelajaran dan referensi untuk pengembangan sistem otomasi gedung berskala lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) atas izin dan fasilitas yang diberikan, khususnya akses ke Laboratorium Otomasi dan Robotika. Penghargaan juga disampaikan kepada Mas Bagas Nur Susanto serta segenap Pimpinan Fakultas Vokasi ITNY atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada semua pihak yang turut berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratama I, Purnomo B, Gumilang F, Herlambang G. Purwarupa sistem otomasi gedung (*Building automation system prototype*) berbasis RapidMiner sebagai database. *JT : Jurnal Teknik*. 2023; 12(2): 51–62.
- [2] Sulistiawati IB, Soetedjo A, Putra RB, Sotyohadi, Priyanto S. Penggunaan PLC Outseal dan Haiwell HMI SCADA untuk otomasi pengontrolan daya dan beban di gedung laboratorium Teknik Elektro ITN Malang. In: *Seminar Nasional Teknologi Hijau Berkelanjutan (SENIATI 2023)*. Malang. 2023: 230–236.
- [3] Tugino, Fansuri N, Arsyad M, Budi HS, Kuntara H. Rancang bangun sistem pemantauan lampu lalu-lintas berbasis PLC-SCADA. In: *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII XIX)*. Yogyakarta. 2024; 128–135.
- [4] Risqiardi I. Perancangan *Building Automation System* berbasis PLC SCADA. S1 thesis. Jakarta: Universitas Mercu Buana; 2019.
- [5] Maulana MS, Marfin. Sistem kontrol Smart AHU menggunakan PLC dan HMI di ruang operasi RSUD Siti Fatimah Palembang. *Biner: Jurnal Ilmu Komputer, Teknik dan Multimedia*. 2023;1(3):731–744.
- [6] Keliat RS. Implementasi sistem kontrol ruangan listrik berbasis mikrokontroler. *Jurnal Minfo Polgan*. 2022;11(2):109–115.
- [7] Rizki RS, Sara ID, Gapy M. Sistem deteksi kebakaran pada gedung berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC). *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*. 2017;2(3):99–104.