

Desain Antarmuka Menggunakan SCADA Pada Sistem Pemadam Kebakaran Otomatis Gedung Perkuliahan Berbasis PLC (SPALIC)

Tegar Wijoyo^{1*}, Gde KM Atmajaya¹, Kiki Kananda¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, 35365, INDONESIA

*Penulis Korespondensi: tegar.121130005@student.itera.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 05 Agustus 2025
Direvisi : 08 September 2025
Tersedia online : 30 September 2025

KATA KUNCI

SCADA, Antarmuka, Sistem Pemadam Kebakaran, PLC.

A B S T R A K

Dalam situasi darurat seperti kebakaran, kecepatan dan ketepatan informasi sangat krusial dalam mendukung pengambilan keputusan. Oleh karena itu, penelitian ini merancang sistem antarmuka berbasis *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) untuk sistem pemadam kebakaran otomatis gedung perkuliahan berbasis *Programmable Logic Controller* (SPALIC) yang informatif, responsif, dan mudah dipahami pengguna. SCADA didesain menggunakan *software WinTr* yang terintegrasi pada *Programmable Logic Controller* (PLC) tipe Fultek CPU One. Sistem ini memungkinkan pemantauan secara *real-time* terhadap tiga jenis sensor (Sensor Asap, Sensor Suhu, dan Sensor Tekanan Air) yang terintegrasi pada ESP32 yang kemudian diintegrasikan ke PLC. Sistem pemantauan ini juga dapat memvisualisasikan kondisi sistem SPALIC serta mengontrol dari jarak jauh, sehingga operator memiliki kendali penuh terhadap sistem tanpa harus hadir secara fisik di lokasi. Terdapat dua pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian akurasi data sensor dan pengujian *User Experience* (UX). Hasil pengujian akurasi data dilakukan dengan membandingkan nilai deteksi sensor yang tampil pada serial monitor Arduino IDE dan tampilan SCADA yang menunjukkan tingkat akurasi mencapai 100%. Hasil pengujian UX dengan metode *System Usability Scale* (SUS) mendapatkan Skor rata-rata 45,5 dengan kategori "Good". Dari kategori pertanyaan pengetahuan pengguna rata-rata persentase responden yang memberikan penilaian positif berada pada angka 86%. Sementara itu, dari kategori pertanyaan kinerja sistem rata-rata persentase penilaian positif mencapai 92%.

KEYWORDS

SCADA, Interface, Fire Fighting System, PLC.

A B S T R A C T

In emergency situations such as fires, the speed and accuracy of information are crucial in supporting decision making. Therefore, this study designs a Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)-based interface system for an automatic fire extinguishing system for lecture buildings based on a Programmable Logic Controller (SPALIC) that is informative, responsive, and easy for users to understand. SCADA is designed using WinTr software integrated into a PLC with Fultek CPU One type. This system allows real-time monitoring of three types of sensors (Smoke Sensor, Temperature Sensor, and Water Pressure Sensor) integrated into the ESP32 which are then integrated into the PLC. This monitoring system can also visualize the condition of the SPALIC system and control it remotely, so that the operator has full control over the system without having to be physically present at the location. There are two tests carried out, namely sensor data accuracy testing and User Experience (UX) testing. The results of the data accuracy test were carried out by comparing the sensor detection values displayed on the Arduino IDE serial monitor and the SCADA display which showed an accuracy level of 100%. The results of the UX test using the System Usability Scale (SUS) method got an average score of 45.5 with the "Good" category. From the user knowledge question category, the average percentage of respondents who gave a positive assessment was at 86%. Meanwhile, from the system performance question category, the average percentage of positive assessments reached 92%.

I PENDAHULUAN

Menurut data dari Kepolisian Republik Indonesia, terdapat sebanyak 5.336 insiden kebakaran yang tercatat sejak Mei 2018 hingga Juli 2023. Dari jumlah tersebut, sebanyak 24,79% atau sekitar 1.323 kejadian terjadi sepanjang tahun ini hingga 19 Juli 2023. Berdasarkan tren yang ada, angka kebakaran di Indonesia menunjukkan kecenderungan meningkat. Bahkan, pada bulan Juni 2023, tercatat rekor tertinggi kebakaran di Indonesia dengan jumlah 133 kasus [1].

Di wilayah Lampung, jumlah kejadian kebakaran setiap tahunnya bervariasi, di mana *IDN Times* melaporkan bahwa

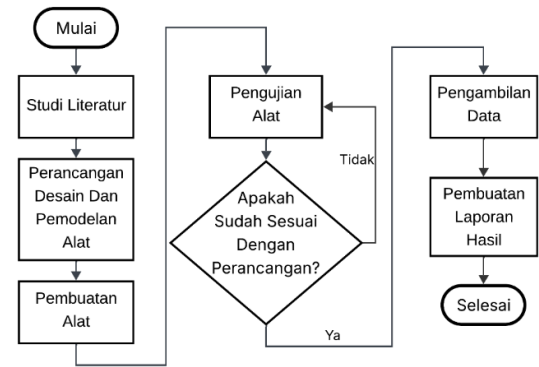
selama Januari hingga Februari 2024 terjadi 21 kebakaran di Bandar Lampung, dibandingkan 24 kejadian pada periode yang sama tahun 2023, sedangkan secara total sebanyak 185 kebakaran terjadi sepanjang 2024 dengan kerugian mencapai Rp6,6 miliar [2]. Selain itu, Portal Data Lampung Selatan melaporkan 108 kasus kebakaran terjadi di wilayah Lampung Selatan tahun 2024 [3]. Banyaknya kejadian kebakaran pada gedung bertingkat disebabkan oleh lemahnya sistem pencegahan dan penanggulangan kebakaran, serta kurangnya penerapan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di lingkungan gedung tersebut [4].

Sesuai dengan ketentuan dalam Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2002 mengenai bangunan gedung, disebutkan pada Pasal 17 ayat (1) bahwa keselamatan gedung harus memenuhi sejumlah syarat [5]. Salah satu syarat tersebut mencakup kemampuan struktur bangunan untuk menahan beban yang diterimanya. Selain itu, bangunan juga harus memiliki kemampuan dalam mencegah serta menanggulangi risiko kebakaran. Aspek keselamatan tersebut menjadi bagian penting dalam perencanaan dan pembangunan gedung bertingkat. Termasuk di dalamnya adalah perlindungan terhadap bahaya petir dan sistem penanganan darurat kebakaran [5].

Beberapa penelitian sebelumnya telah merancang prototipe sistem pemadam kebakaran otomatis berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC), salah satunya menggunakan tipe Omron CPM1E-DR-A yang terintegrasi dengan *push button*, *selector switch*, lampu indikator, sensor asap, *buzzer*, motor DC untuk pintu darurat, serta pompa sebagai komponen pemadam [6]. Sistem ini juga mampu mendeteksi asap dalam radius 1–2 meter per menit dan secara otomatis mengaktifkan pompa serta menyemprotkan air melalui *sprinkler* [7]. Namun, sistem-sistem tersebut masih memiliki keterbatasan, terutama dalam hal pemantauan, karena belum dilengkapi mekanisme *real-time monitoring* yang memungkinkan operator untuk melihat status sensor, alarm, pompa, dan *sprinkler* secara langsung melalui antarmuka pengguna.

Pada penelitian ini, gedung yang dikaji adalah Gedung Laboratorium Teknik 3 Institut Teknologi Sumatera (ITERA), yang berfokus pada dua ruangan, yaitu Laboratorium Elektronika dan Laboratorium Sistem Tenaga Elektrik. Gedung ini memiliki peran vital dalam menunjang kegiatan akademik dan penelitian, sehingga keberadaannya perlu dijaga dengan sistem perlindungan yang memadai. Oleh karena itu, penelitian ini merancang sistem pemadam kebakaran gedung perkuliahan otomatis berbasis *Programmable Logic Controller* yang diakronimkan menjadi SPALIC. SPALIC dirancang menggunakan PLC tipe Fultek CPU One. Agar SPALIC dapat berfungsi secara optimal dan akurat dalam kondisi dinamis, sistem pemantauan menjadi bagian krusial yang tidak dapat dipisahkan. *Monitoring* berfungsi untuk memastikan bahwa seluruh sensor, aktuator, dan logika pengendalian pada sistem bekerja sebagaimana mestinya [8].

Fokus utama pada penelitian ini, terletak pada pengembangan subsistem *monitoring* berbasis *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA). Penerapan SCADA sebagai subsistem *monitoring* memberikan keunggulan yang signifikan. Sistem ini memungkinkan pemantauan secara *real-time*, visualisasi kondisi sistem, serta kontrol jarak jauh, sehingga operator memiliki kendali penuh terhadap sistem tanpa harus hadir secara fisik di lokasi. Tanpa pemantauan seperti ini, sistem otomatis dapat kehilangan efektivitasnya dan bahkan berpotensi menjadi tidak andal. Subsistem ini dirancang menggunakan perangkat lunak *WinTr*, yang memungkinkan pemantauan kondisi sistem secara *real-time* melalui antarmuka grafis yang *user-friendly*.



Gambar 1 Metodologi Perancangan

II METODE

A. Model dan Prosedur Pengembangan

Pengembangan sistem dalam penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode yang telah dipelajari agar prosedur pengujian berjalan sesuai dengan rancangan dan menghasilkan *output* yang diinginkan. Proses pengembangan ini terdiri dari beberapa tahapan yang dilaksanakan secara bertahap. Tahapan-tahapan tersebut dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 1.

Diagram pada Gambar 1 menggambarkan langkah-langkah terstruktur dalam perencanaan dan pengujian alat. Proses dimulai dari tahap awal, dilanjutkan dengan studi literatur untuk mengumpulkan informasi terkait desain. Selanjutnya, dilakukan perancangan model alat sebagai langkah awal pengembangan konsep, yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pembuatan alat. Setelah alat selesai dibuat, dilakukan pengujian untuk menilai performanya. Pengujian dilakukan untuk memastikan kesesuaian dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Hasil dari pengujian akan dibandingkan dengan perancangan, jika sesuai, proses berlanjut ke tahap berikutnya, sedangkan jika tidak, akan dilakukan pengujian ulang terhadap alat. Setelah itu, dilakukan pengambilan data menggunakan alat yang telah sesuai untuk mengumpulkan data sebagai bahan analisis. Data yang terkumpul menjadi bahan utama dalam pembuatan laporan penelitian. Akhirnya, tahap selesai menandakan berakhirnya seluruh rangkaian proses. Alur ini menggambarkan siklus evaluasi dan penyesuaian yang bertujuan memastikan alat memenuhi standar yang ditetapkan.

B. Spesifikasi Produk

Sistem pemantauan SPALIC memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Produk ini menggunakan mikrokontroler yang dapat terhubung ke PLC yang telah *support* jaringan internet untuk mengirimkan data dari berbagai sensor.
2. Produk menggunakan sistem tampilan SCADA sebagai tampilan pemantauan dengan 3 indikator pembacaan sensor secara *real-time* yaitu indikator pembacaan suhu, indikator pengukuran level asap, dan indikator pembacaan tekanan air pada pipa *sprinkler*.

C. Instrumen dan Teknik Analisis

Dalam merancang sistem pemantauan dilakukan pembuatan desain UI sebagai dasar dari gambaran pemantauan yang akan dibuat pada produk SPALIC. Selanjutnya yaitu membuat sistem tampilan SCADA beserta dengan bahasa programnya menggunakan *software* WinTr Fultek. Adapun Teknik analisis yang digunakan ialah sebagai berikut:

1. Apakah sistem pemantauan berbasis SCADA dapat dirancang menggunakan *software* WinTr yang terintegrasi dengan *Programmable Logic Controller* (PLC)?
2. Apakah sistem pemantauan pada sistem pemadam kebakaran gedung perkuliahan otomatis berbasis *Programmable Logic Controller* (SPALIC) dapat terimplementasikan dengan baik?
3. Apakah desain visual dan interaksi pengguna pada sistem SCADA dapat dioptimalkan untuk memudahkan proses pemantauan sistem pemadam kebakaran gedung perkuliahan otomatis berbasis *Programmable Logic Controller* (SPALIC)?

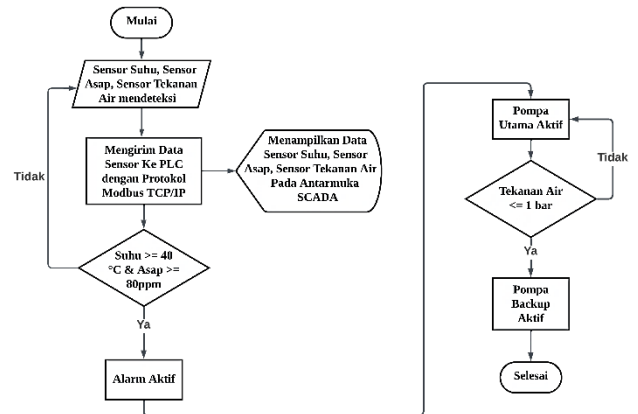
D. Prosedur Pengujian

Pengujian Subsistem *monitoring* dilakukan untuk memastikan bahwa SCADA yang dirancang mampu berjalan dengan baik dan memiliki tingkat kemudahan yang tinggi dalam pengaplikasiannya [9]. Pada parameter uji akurasi data prosedur penguciannya dimulai dengan cara menghidupkan alat terlebih dahulu, kemudian membuka Serial Monitor pada Arduino IDE dan tampilan SCADA. Setelah kedua tampilan terbuka, dilakukan perbandingan data yang ditampilkan antara Serial Monitor Arduino IDE dan SCADA untuk memastikan kesesuaian data. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap hasil pengujian dan didokumentasikan secara sistematis sebagai bagian dari evaluasi kinerja sistem [10]. Setelah itu pada parameter uji *User Experience* (UX) Pengujian dilakukan dengan menetapkan tujuan utama untuk mengukur pengalaman dan kepuasan pengguna terhadap sistem [11]. Setelah itu, dirancang sejumlah pertanyaan yang mencakup aspek pengalaman penggunaan, kemudahan navigasi, desain visual, performa sistem, serta tingkat kepuasan secara keseluruhan. Pertanyaan-pertanyaan ini kemudian disusun dalam formulir *Google form* menggunakan skala penilaian, serta dilengkapi dengan logika formulir untuk mengarahkan responden ke pertanyaan yang relevan berdasarkan jawaban sebelumnya. Formulir tersebut disebarkan kepada beberapa mahasiswa yang telah memiliki pengalaman menggunakan SCADA, serta kepada laboran elektronika. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mendapatkan gambaran objektif mengenai persepsi pengguna terhadap sistem yang diuji .

E. Diagram Alir Sistem SPALIC

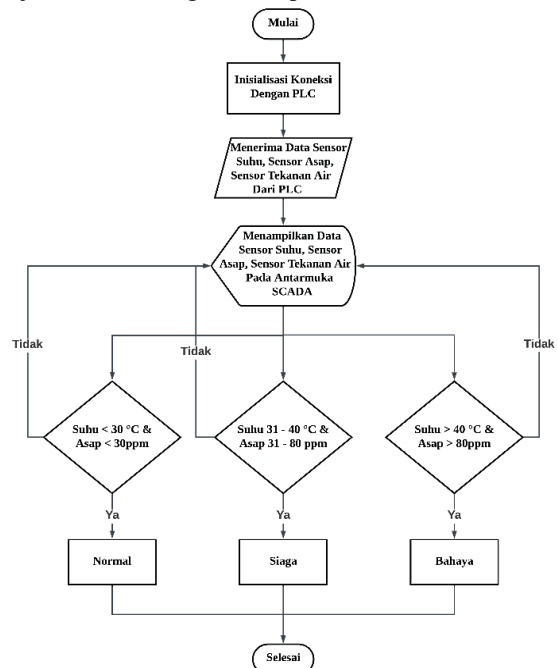
Diagram alir produk SPALIC dimulai dengan mengaktifkan seluruh sensor untuk memulai proses pendeteksian. Data yang diperoleh dari masing-masing sensor diproses oleh mikrokontroler dan diteruskan ke PLC.

PLC kemudian mengontrol aktuator sesuai dengan logika yang telah diprogram. Ketika sensor asap mendeteksi konsentrasi asap lebih dari 80 ppm di ruangan, alarm akan diaktifkan, dan pompa masuk ke mode siaga. Jika *sprinkler* mendeteksi suhu lebih dari 40°C, elemen raksa pada *sprinkler* akan pecah, sehingga air disemprotkan untuk memadamkan api. Jika sensor tekanan air mendeteksi bahwa tekanan air di pipa menuju *sprinkler* berada di bawah 1 bar, pompa *backup* akan otomatis diaktifkan untuk menjaga tekanan air tetap stabil. Semua data pembacaan sensor ditampilkan melalui sistem SCADA yang berfungsi sebagai sistem pemantauan. Diagram alir sistem kerja alat secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Produk SPALIC

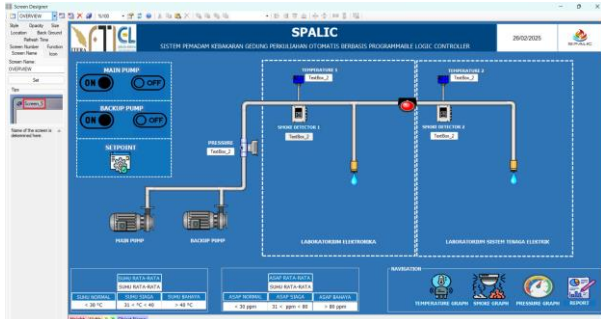
Perancangan SCADA yang merupakan basis dari sistem pemantauan dibangun menggunakan *Software WinTr* dari Fultek dengan menyesuaikan data parameter-parameter yang digunakan untuk ditampilkan. Setelah itu, dilakukan perancangan pada navigasi dan tata letak untuk setiap parameter yang dibutuhkan. Logika sistem pemantauan ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Sistem Pemantauan

F. Desain UI

Perancangan Desain *monitoring* Alternatif satu menggunakan SCADA sebagai fungsi pemantauan pada produk SPALIC. Desain tampilan SCADA dibuat menggunakan *software* WinTr. Selain menampilkan nilai pembacaan sensor, pada tampilan SCADA juga menampilkan status dari sistem SPALIC.



Gambar 4 Desain halaman *Overview*

Gambar 4 merupakan halaman pertama yang merupakan desain tampilan *overview* untuk menampilkan status pembacaan sensor-sensor, kontrol manual pompa, dan beberapa tombol navigasi. Selain itu juga terdapat tiga desain halaman yang berisi grafik pembacaan sensor. Gambar 5 adalah desain halaman kedua yang merupakan desain tampilan yang berisi grafik pembacaan sensor suhu, Gambar 6 adalah desain halaman ketiga yang merupakan desain tampilan yang berisi grafik pembacaan sensor asap, dimana pada grafik ini akan menampilkan perubahan intensitas asap dalam rentang waktu yang telah ditentukan, sedangkan Gambar 7 adalah desain halaman keempat yang merupakan desain tampilan yang berisi grafik pembacaan sensor-sensor tekanan air.

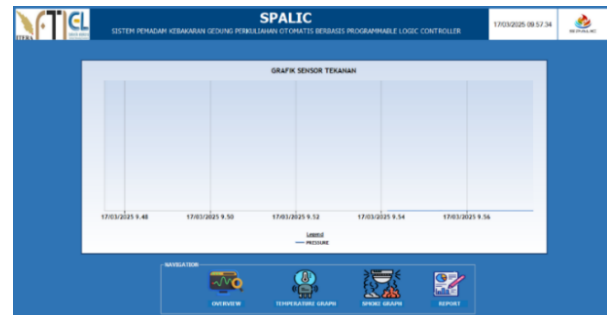


Gambar 5 Desain halaman *Temperature Graph*

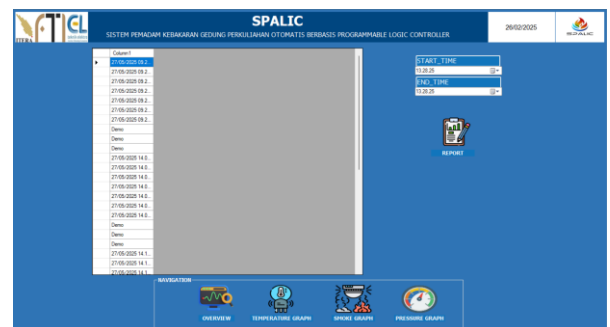


Gambar 6 Desain halaman *Smoke Graph*

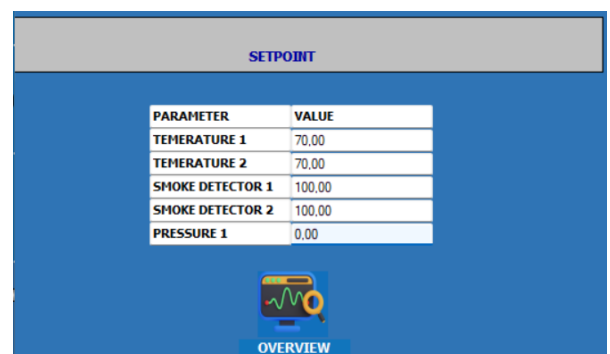
Pada tampilan SCADA juga dibuat desain halaman kelima yang merupakan desain tampilan yang berguna untuk *download data* pembacaan sensor dalam rentang waktu tertentu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Selain itu pada Gambar 9 terdapat desain halaman keenam yang merupakan desain tampilan yang berguna untuk mengatur batas ambang pembacaan sensor yang berguna untuk mengaktifkan sistem otomatisasi.



Gambar 7 Desain halaman *Pressure Graph*



Gambar 8 Desain halaman *Report Data*



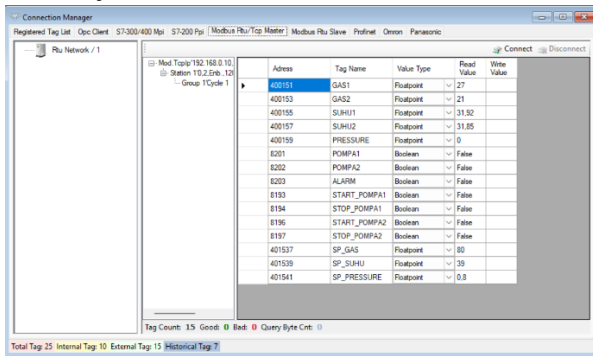
Gambar 9 Desain halaman *Setpoint*

G. Koneksi SCADA dan PLC

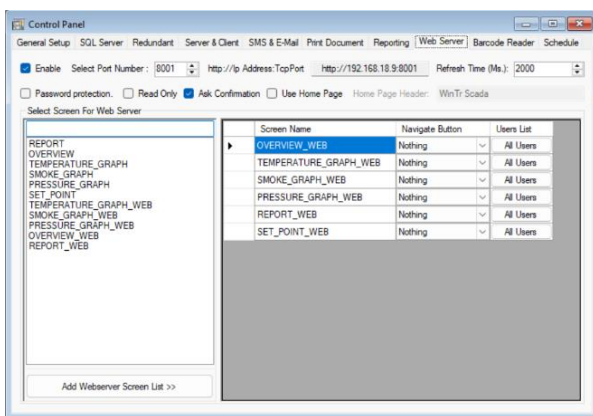
Tampilan SCADA yang telah dibuat akan dihubungkan ke PLC Fultek untuk dapat menampilkan data pembacaan sensor yang diterima oleh PLC [10]. Koneksi SCADA ke PLC menggunakan bantuan protokol *Modbus TCP Ip* yang sudah dibuat pada menu *register taglist* pada *Software* Wintr. *Tag Address* yang dihubungkan disesuaikan dengan *tag Address* yang ada pada program PLC sesuai dengan Gambar 10.

H. Web Server

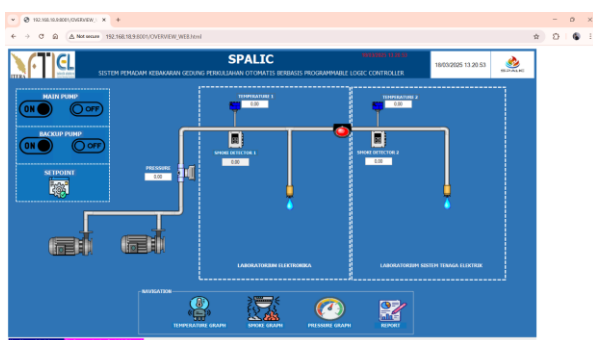
Pada *software* Wintr sudah terdapat fitur web server memungkinkan akses dan pemantauan data SCADA melalui browser tanpa memerlukan aplikasi tambahan [12]. Cara mengaktifkannya yaitu dengan pergi menu *control panel* dan aktifkan *web server* dengan klik *enable* maka akan muncul tampilan seperti Gambar 11. Setelah itu salin *ip address* tersebut dan klik *runtime* pada halaman utama untuk menjalankan SCADA.



Gambar 10 Komunikasi PLC ke SCADA



Gambar 11 Web Server Setting



Gambar 12 Tampilan Web SCADA Server Lokal

Setelah itu tempel *ip address* pada pencarian browser yang telah disalin pada perangkat lain selain perangkat server, maka tampilan SCADA telah berjalan pada server lokal seperti pada Gambar 12, dalam keadaan ini perangkat yang ingin mengakses SCADA melalui browser harus terkoneksi ke jaringan internet yang sama seperti perangkat server.

I. Pengujian UX Dengan Metode SUS

Pengujian UX pada sistem SCADA untuk sistem pemadam kebakaran gedung perkuliahan otomatis berbasis *programmable logic controller* (SPALIC) bertujuan untuk mengukur pengalaman pengguna dalam menggunakan antarmuka pemantauan dan pengendalian kebakaran. Pengujian UX dilakukan dengan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) untuk mengevaluasi tampilan SCADA yang dirancang dengan beberapa pertanyaan yang telah disesuaikan terhadap SCADA [13]. Pada Tabel 1 merupakan pertanyaan yang dibuat pada *google form* dan *User Experience* dibatasi 10 responden dalam menilai tampilan SCADA.

Tabel 1 Pertanyaan User Experience

No	Pertanyaan	Skala
1	Seberapa Sering Anda Menggunakan Sistem SCADA Dalam Aktivitas Sehari-hari ?	1 s/d 5
2	Seberapa Mudah Memahami Antarmuka Sistem SCADA ini?	1 s/d 5
3	Apakah Anda merasa bahwa berbagai fungsi dalam sistem ini telah diintegrasikan dengan baik?	1 s/d 5
4	Apakah Penggunaan Sistem SCADA ini Membantu Dalam Memonitoring Kinerja Alat ini ?	1 s/d 5
5	Tingkat Kemudahan Visual dalam Membaca Data dari SCADA	1 s/d 5
6	Kemampuan SCADA Dalam Menampilkan Data Secara Realtime	1 s/d 5
7	Kelengkapan Fitur Dalam Mendukung Sistem Pemadam Kebakaran Gedung Perkuliahan Otomatis Berbasis Programmable Logic Controller (SPALIC)	1 s/d 5
8	Bagaimana Pendapat Anda Tentang Desain Visual dari Sistem SCADA ini?	1 s/d 5
9	Apakah Anda Merasa Perlu Pelatihan Khusus Untuk Dapat Menggunakan Sistem SCADA Dengan Efektif?	1 s/d 5
10	Secara Keseluruhan, Seberapa Puas Anda Dengan Sistem SCADA ini?	1 s/d 5

Setiap pertanyaan memiliki skala 1 sampai 5 dengan 10 pertanyaan yang akan dijawab sebagai pengujian. Secara umum, kelima jawaban tersebut memiliki nilai masing-masing dimulai dengan sangat tidak setuju (1), tidak setuju (2), cukup setuju (3), setuju (4), sangat setuju (5) [14]. Akan tetapi setiap nilai jawaban tersebut akan disesuaikan kembali terhadap pertanyaan yang diacu. Setelah didapat hasil kuesioner yang telah diisi oleh responden, skor SUS dan skor rata-rata akan dihitung menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2), sedangkan persentase skala jawaban dihitung dengan persamaan (3) [15]. Kemudian skor rata-rata SUS yang telah didapat akan dicocokkan terhadap Tabel 2

$$\Sigma x = ((\Sigma Px - 1) + (5 - \Sigma Pn) \times 2,5) \quad (1)$$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} \quad (2)$$

$$\%Skala = \frac{Jumlah\ Skala\ jawaban}{n} \times 100 \quad (3)$$

Keterangan :

Σx = Skor SUS

ΣPx = Pernyataan bernomor ganjil

ΣPn = Pernyataan bernomor genap

$\bar{x}$ = Skor rata-rata

n = Jumlah responden

$\%Skala$ = Persentase dari skala jawaban

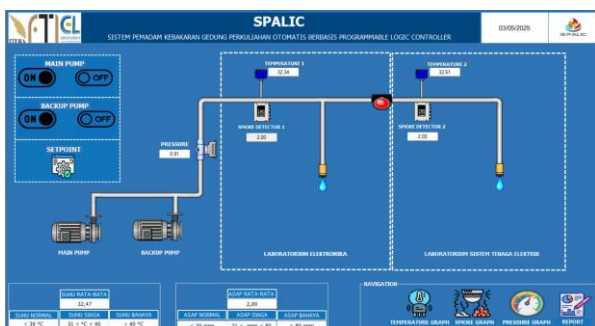
Tabel 2 Skala Penilaian Hasil Akhir SUS

Skor SUS	Keterangan
85 - 100	Best Imaginable
75 - 85	Excellent
45 - 75	Good
25 - 45	Poor
0 - 25	Worst Imaginable

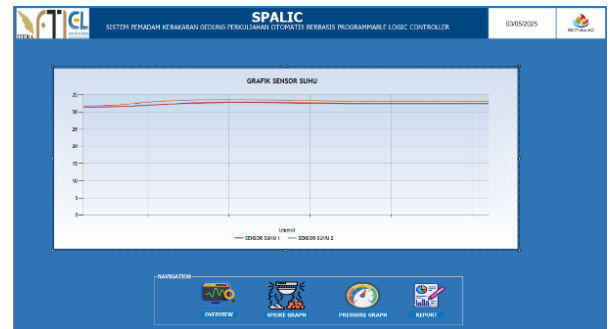
III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi SCADA

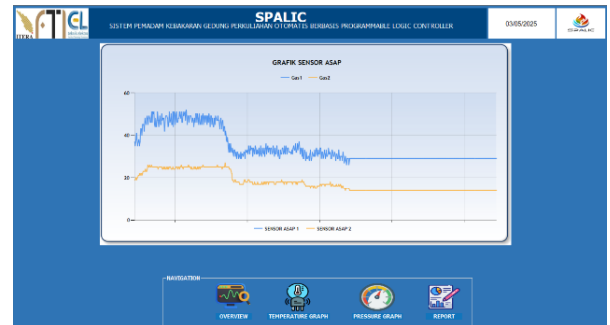
Implementasi sistem SCADA dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh perancangan yang telah dibuat dapat berfungsi secara optimal dalam memantau dan mengelola data dari sensor secara waktu nyata (*real-time*) dan akurat. Keberhasilan implementasi ini menunjukkan bahwa sistem SCADA yang dibangun mampu menjalankan fungsinya dengan baik, yaitu membaca, mengirim, dan menampilkan data dari sensor secara kontinu tanpa keterlambatan atau kesalahan. Hal ini membuktikan bahwa integrasi antara mikokontroler, PLC dan SCADA pada sistem telah berjalan sebagaimana mestinya. Hasil implementasi produk ditunjukkan pada tampilan Gambar 13 sampai Gambar 17.



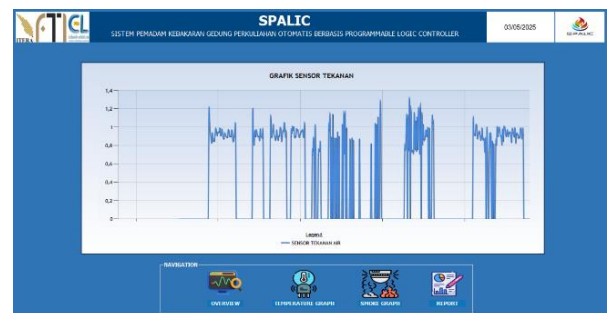
Gambar 13 Implementasi Desain Halaman Pertama



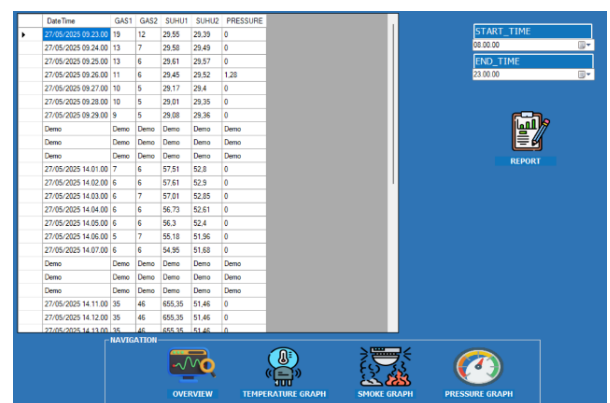
Gambar 14 Implementasi Desain Halaman Kedua



Gambar 15 Implementasi Desain Halaman Ketiga



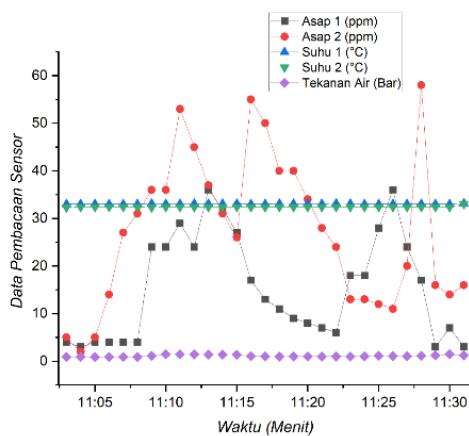
Gambar 16 Implementasi Desain Halaman Keempat



Gambar 17 Implementasi Desain Halaman Kelima

Gambar 18 menunjukkan implementasi pembacaan data pada sistem SPALIC mencakup tiga parameter seperti Intensitas Asap, Suhu Lingkungan, dan Tekanan Air. Setiap pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali dengan interval satu menit (Data lengkap terdapat pada lampiran 1). Untuk mempermudah interpretasi, masing-masing

parameter ditampilkan dalam warna berbeda, dengan sumbu Y menunjukkan nilai dalam satuan yang sesuai, seperti *parts per milion* (ppm), derajat *Celsius* (°C) dan Bar, sedangkan sumbu X merepresentasikan waktu dalam 30 menit. Tujuan dari implementasi ini adalah untuk memastikan bahwa seluruh data yang dihasilkan oleh sensor dapat dibaca dengan baik oleh sensor dan ditampilkan secara *real-time* melalui SCADA. Pengujian ini juga ditujukan untuk menilai akurasi dan kecepatan sistem dalam mentransmisikan data, serta mengevaluasi kemampuan SCADA dalam menampilkan data tanpa keterlambatan maupun kehilangan informasi. Dengan demikian, implementasi ini menjadi bagian penting dalam menilai kinerja sistem secara menyeluruh, mulai dari akuisisi data oleh sensor, pengiriman dari mikrokontroler ke PLC, hingga penyajian langsung kepada pengguna melalui SCADA.



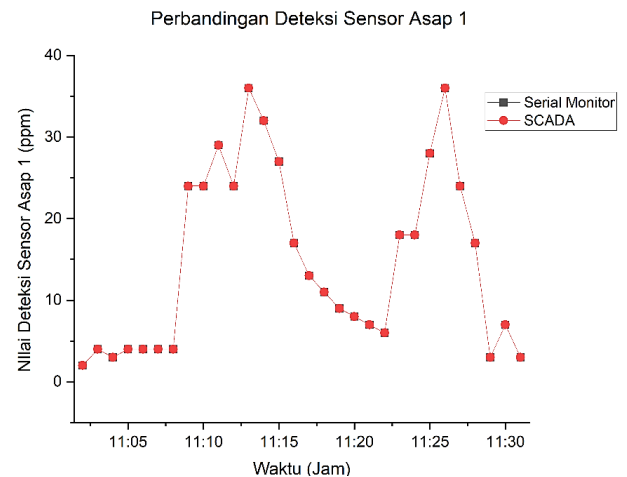
Gambar 18 Grafik Data Pembacaan Sensor-sensor

B. Hasil Pengujian Data SCADA

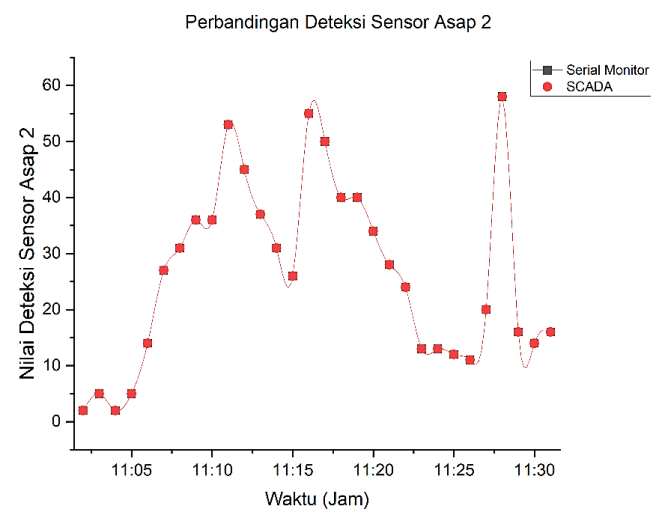
Pengujian SCADA dilakukan dengan membandingkan data hasil pembacaan sensor yang tampil pada serial monitor pada Arduino IDE dengan data yang ditampilkan pada *report* SCADA. Proses pengujian ini dilakukan setiap satu menit untuk mengevaluasi akurasi data yang dikirimkan, sekaligus melihat bagaimana sistem dapat menampilkan data secara langsung dari mikrokontroler ke SCADA melalui PLC. Pengujian dilakukan dengan mencocokkan hasil rekaman data dari *Serial monitor* dan SCADA, menggunakan interval waktu per menit dan jumlah data sebanyak 30 entri untuk setiap pembacaan sensor.

Gambar 19 menunjukkan grafik perubahan pembacaan sensor asap 1 (dalam ppm) terhadap waktu (dalam menit), berdasarkan dua sumber data: Serial monitor arduino IDE dan SCADA. Sumbu x menggambarkan waktu pengamatan dengan rentang 0 hingga 30 menit, sedangkan sumbu y menunjukkan intensitas asap yang berkisar antara 0 ppm hingga 40 ppm. Dari grafik terlihat bahwa kedua sumber data memiliki pola perubahan yang mirip, mengindikasikan konsistensi antara data yang dikirim oleh mikrokontroler dan yang ditampilkan di SCADA. Variasi nilai pembacaan kelembaban tercatat, di mana pada menit ke-12 dan ke-25

tercapai nilai tinggi sebesar 36 ppm, sedangkan nilai terendah sebesar 2 ppm terjadi pada menit ke-1.

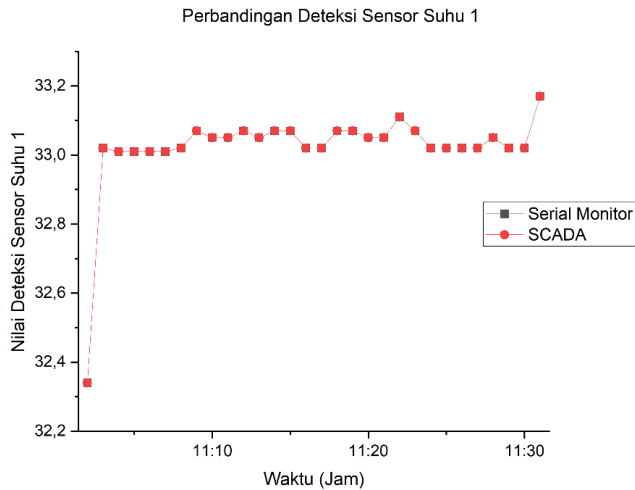


Gambar 19 Grafik Data sensor Asap 1



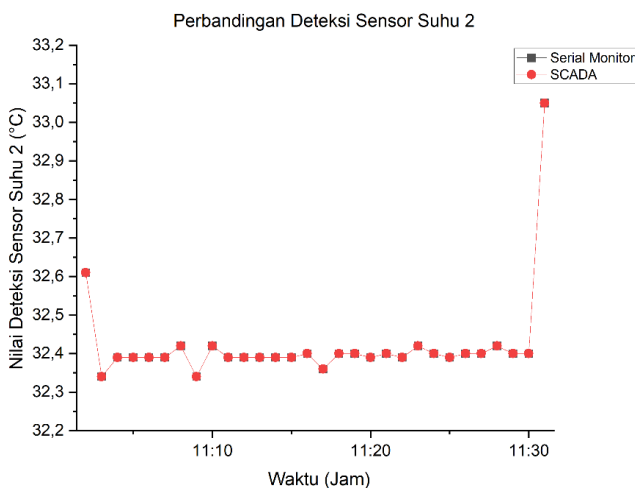
Gambar 20 Grafik Data sensor Asap 2

Gambar 20 menunjukkan Grafik perubahan pembacaan sensor asap 2 (dalam ppm) terhadap waktu (dalam menit), berdasarkan dua sumber data: Serial monitor arduino IDE dan SCADA. Sumbu x menggambarkan waktu pengamatan dengan rentang 0 hingga 30 menit, sedangkan sumbu y menunjukkan intensitas asap yang berkisar antara 0 ppm hingga 60 ppm. Dari grafik terlihat bahwa kedua sumber data memiliki pola perubahan yang mirip, mengindikasikan konsistensi antara data yang dikirim oleh mikrokontroler dan yang ditampilkan di SCADA. Variasi nilai pembacaan kelembaban tercatat, di mana pada menit ke-27 tercapai nilai tinggi sebesar 58 ppm, sedangkan nilai terendah sebesar 2 ppm terjadi pada menit ke-1 dan ke-3.



Gambar 21 Grafik Data sensor Suhu 1

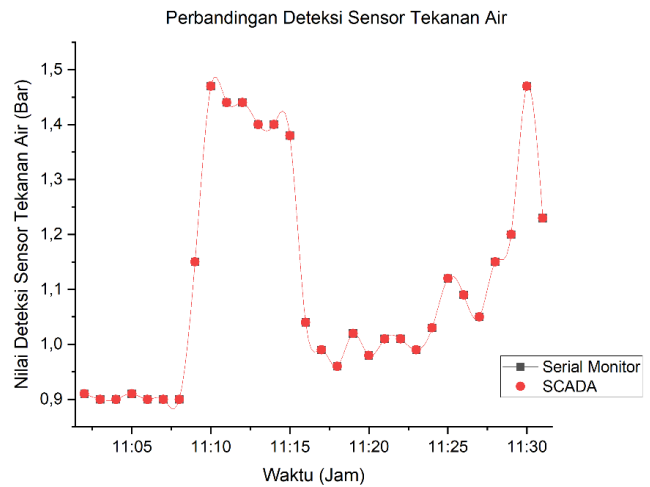
Gambar 21 menunjukkan Grafik perubahan pembacaan sensor Suhu 1 (dalam °C) terhadap waktu (dalam menit), berdasarkan dua sumber data: Serial monitor arduino IDE dan SCADA. Sumbu x menggambarkan waktu pengamatan dengan rentang 0 hingga 30 menit, sedangkan sumbu y menunjukkan intensitas asap yang berkisar antara 32,2 °C hingga 33,2 °C. Dari grafik terlihat bahwa kedua sumber data memiliki pola perubahan yang mirip, mengindikasikan konsistensi antara data yang dikirim oleh mikrokontroler dan yang ditampilkan di SCADA. Variasi nilai pembacaan kelembaban tercatat, di mana pada menit ke-30 tercapai nilai tinggi sebesar 33,17 °C, sedangkan nilai terendah sebesar 32,34 °C terjadi pada menit ke-1.



Gambar 22 Grafik Data sensor Suhu 2

Gambar 22 menunjukkan Grafik perubahan pembacaan sensor Suhu 2 (dalam °C) terhadap waktu (dalam menit), berdasarkan dua sumber data: Serial monitor arduino IDE dan SCADA. Sumbu x menggambarkan waktu pengamatan dengan rentang 0 hingga 30 menit, sedangkan sumbu y menunjukkan intensitas asap yang berkisar antara 32,2 °C hingga 33,1 °C. Dari grafik terlihat bahwa kedua sumber data memiliki pola perubahan yang mirip, mengindikasikan konsistensi antara data yang dikirim oleh mikrokontroler dan yang ditampilkan di SCADA. Variasi nilai pembacaan

kelembaban tercatat, di mana pada menit ke-30 tercapai nilai tinggi sebesar 33,05 °C, sedangkan nilai terendah sebesar 32,34 °C terjadi pada menit ke-2.



Gambar 23 Grafik Data sensor Tekanan Air

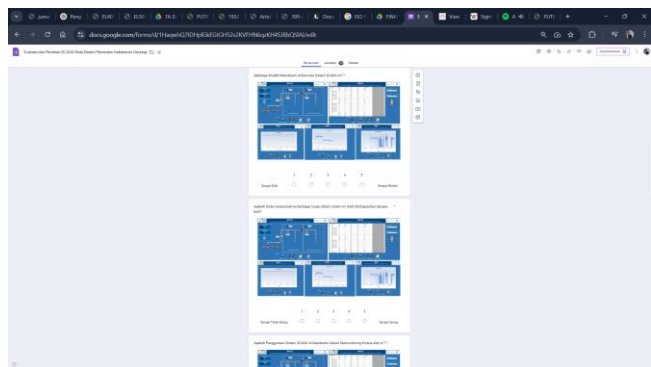
Gambar 23 menunjukkan Grafik perubahan pembacaan sensor tekanan air (dalam Bar) terhadap waktu (dalam menit), berdasarkan dua sumber data: Serial monitor arduino IDE dan SCADA. Sumbu x menggambarkan waktu pengamatan dengan rentang 0 hingga 30 menit, sedangkan sumbu y menunjukkan intensitas asap yang berkisar antara 0,9 Bar hingga 1,5 Bar. Dari grafik terlihat bahwa kedua sumber data memiliki pola perubahan yang mirip, mengindikasikan konsistensi antara data yang dikirim oleh mikrokontroler dan yang ditampilkan di SCADA. Variasi nilai pembacaan kelembaban tercatat, di mana pada menit ke-9 tercapai nilai tinggi sebesar 1,47 Bar, sedangkan nilai terendah sebesar 0,9 Bar terjadi pada menit ke-2, ke-3, ke-5, ke-6 dan ke-7.

C. Hasil Pengujian User Experience (UX) SCADA

Hasil Pengujian *User Experience* terhadap sistem SCADA yang telah dirancang dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) dengan melibatkan 10 responden dari berbagai latar belakang, yaitu mahasiswa Prodi Teknik Elektro, Informatika, dan Sains Data, serta laboran Laboratorium Elektronika.

Gambar 24 merupakan *google form* yang berisikan daftar pertanyaan yang akan diberikan kepada responden sebagai pengujian. Terdapat 10 pertanyaan yang sudah disusun sesuai dengan aspek penting dalam UX. Jenis pertanyaan yang diberikan berupa pertanyaan dengan jawaban skala dengan 5 opsi pilihan.

Gambar 25 merupakan salah satu dokumentasi saat penyebaran kuesioner. Sebelum dilakukannya pengisian kuesioner, responden akan mencoba menggunakan sistem SCADA yang telah dirancang terlebih dahulu. Setelah itu, dari pengalaman penggunaan SCADA secara langsung tersebut, responden akan melakukan penilaian pada *google form* yang telah disediakan. Daftar hasil responden yang telah melakukan uji coba terhadap sistem SCADA ditunjukkan oleh Tabel 3.



Gambar 24 Google Forms yang Berisikan Pertanyaan



Gambar 25 Penyebaran Kuesioner ke laboran

Tabel 3 Data Responden

No	Responden	Program Studi	Pekerjaan
1	Responden 1	Teknik Elektro	Mahasiswa
2	Responden 2	Teknik Elektro	Mahasiswa
3	Responden 3	Sains Data	Mahasiswa
4	Responden 4	Sains Data	Mahasiswa
5	Responden 5	Sains Data	Mahasiswa
6	Responden 6	Teknik Informatika	Mahasiswa
7	Responden 7	Teknik Elektro	Mahasiswa
8	Responden 8	Teknik Elektro	Mahasiswa
9	Responden 9	Teknik Elektro	Laboran
10	Responden 10	Teknik Elektro	Mahasiswa

Pada Tabel 4 merupakan hasil jawaban dari setiap responden dari 10 pertanyaan yang di ujikan terhadap 10 responden tersebut. Selain itu juga dalam tabel tersebut telah dilakukan akumulasi skor. Berdasarkan perhitungan skor SUS, diperoleh nilai rata-rata sebesar 45,5, yang menurut interpretasi standar SUS termasuk dalam kategori "Good".

Tabel 4 Hasil Jawaban Responden

Responden	Pertanyaan										Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Responden 1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	45
Responden 2	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	45
Responden 3	1	2	3	5	5	5	5	5	3	5	37,5
Responden 4	4	4	4	4	4	3	4	3	5	4	57,5
Responden 5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	47,5
Responden 6	3	4	4	5	5	5	3	4	5	4	45
Responden 7	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	42,2
Responden 8	5	4	5	5	4	4	4	4	1	4	45
Responden 9	1	4	4	5	4	4	4	3	5	4	45
Responden 10	3	5	5	5	5	5	4	4	5	5	45
Skor Rata - Rata											45,5

Berdasarkan hasil analisis pada kategori pertanyaan pengetahuan pengguna terhadap SCADA pada pertanyaan ke-1, ke-2, ke-8, ke-9, dan ke-10, diperoleh gambaran yang positif dan mendalam mengenai pengalaman serta pemahaman responden terhadap sistem. Sebagian besar responden (60%) telah memiliki pengalaman menggunakan SCADA dalam kategori "sering" hingga "sangat sering", yang mencerminkan tingkat familiaritas yang cukup baik terhadap teknologi ini. Selain itu, sebesar 90% responden menyatakan bahwa antarmuka SCADA mudah hingga sangat mudah dipahami, menunjukkan bahwa desain sistem sudah intuitif dan *user-friendly*. Dari sisi visual, 80% responden menilai tampilan sistem menarik atau sangat menarik, memperkuat kesan bahwa aspek estetika dan keterbacaan telah dirancang dengan baik untuk kenyamanan pengguna. Namun demikian, sebanyak 80% responden juga menganggap pelatihan khusus sangat diperlukan hingga perlu, yang mengindikasikan adanya ketertarikan sekaligus kebutuhan untuk pendalaman teknis lebih lanjut terkait pengoperasian dan pembuatan SCADA.

Terakhir, tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem mencapai 100%, dengan responden menyatakan puas hingga sangat puas, menunjukkan bahwa sistem telah berhasil memenuhi ekspektasi pengguna dari segi fungsionalitas, performa, kemudahan, dan pengalaman keseluruhan. Temuan ini menegaskan bahwa mayoritas responden memiliki pemahaman sedang terhadap SCADA dan memberikan apresiasi tinggi terhadap kualitas sistem yang telah dirancang dengan rata-rata persentase pada kategori pengetahuan pengguna mencapai 86%.

Hasil analisis dari kategori pertanyaan mengenai kinerja sistem SCADA pada pertanyaan ke-3, ke-4, ke-5, ke-6, ke-7 menunjukkan respons yang sangat positif dari para responden. Sebanyak 90% responden menyatakan *setuju*

dan *sangat setuju* bahwa seluruh fungsi dalam sistem telah terintegrasi dengan baik, mencerminkan desain arsitektur yang konsisten serta alur kerja yang mudah dipahami. Selain itu, 100% responden menilai sistem ini *membantu* hingga *sangat membantu* dalam *monitoring* kinerja alat, membuktikan bahwa SCADA tidak hanya berfungsi dengan baik, tetapi juga berdampak langsung terhadap efisiensi operasional. Dari sisi visual, seluruh responden menyatakan bahwa tampilan SCADA *mudah* hingga *sangat mudah* dipahami, menandakan desain antarmuka yang efektif dan *user-friendly*. Dalam hal kemampuan *real-time*, sebanyak 90% responden menilai sistem mampu menampilkan data secara *baik* hingga *sangat baik*, menunjukkan keandalan SCADA dalam menyajikan informasi secara langsung dan akurat.

Kemudian, 90% responden menilai fitur-fitur yang tersedia sudah *lengkap* atau *sangat lengkap*, menandakan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan pengguna secara fungsional. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa sistem SCADA yang diuji memiliki performa sangat baik dalam hal integrasi, keandalan, kemudahan visual, kelengkapan fitur, serta efektivitas *real-time monitoring* dengan rata-rata persentase pada kategori kinerja sistem mencapai 92%.

IV KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah melewati tahap implementasi, pengujian sistem, dan pengujian pengalaman pengguna, serta analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem SCADA yang dirancang menggunakan *software* WinTr mampu menampilkan data secara *real-time* dari deteksi sensor asap, sensor suhu, dan sensor tekanan air. Seluruh data sensor tersebut telah terintegrasi secara baik dengan PLC Fultek CPU One, sehingga memungkinkan pemantauan kondisi ruangan secara menyeluruh. Pada proses implementasinya, dilakukan dua jenis pengujian, yaitu pengujian akurasi data dan pengujian *User Experience* (UX). Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil tampilan deteksi sensor pada serial monitor Arduino IDE dengan tampilan pada antarmuka SCADA, sedangkan pengujian UX dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) dengan melibatkan maksimal 10 responden yang berasal dari berbagai jurusan.

Hasil dari pengujian akurasi menunjukkan bahwa pada masing-masing sensor (asap, suhu, dan tekanan air) terdapat 30 data deteksi dengan interval per menit, dan seluruh data tersebut menunjukkan tingkat kecocokan 100% antara tampilan di Arduino IDE dan SCADA, tanpa adanya selisih pembacaan. Sementara itu, hasil pengujian UX dengan metode SUS dari 10 responden menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki tingkat pemahaman sedang terhadap sistem SCADA, dengan nilai rata-rata sebesar 45,5 yang menurut standar interpretasi SUS tergolong dalam kategori "*Good*". Secara keseluruhan, sistem yang dirancang memiliki integrasi fungsi yang baik, visualisasi yang mudah dipahami, fitur yang lengkap, serta kemampuan pemantauan *real-time* yang andal, dengan rata-

rata persentase kinerja sistem mencapai 92% dan tingkat pengetahuan pengguna sebesar 86%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, atas fasilitas yang disediakan, bimbingan akademik, serta kesempatan yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian ini..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Mustajab, "Kasus Kebakaran di Indonesia Cetak Rekord pada Juni 2023," DataIndonesia.Id. Accessed: Jun. 22, 2025. [Online]. Available: <https://dataindonesia.id/varia/detail/kasus-kebakaran-di-indonesia-cetak-rekord-pada-juni-2023>
- [2] R. Mustaurida, "21 Kebakaran Terjadi di Bandar Lampung hingga Februari 2024," *IDN Times Lampung*, Lampung, p. 1, 2024. [Online]. Available: <https://lampung.idntimes.com/news/lampung/21-kebakaran-terjadi-di-bandar-lampung-hingga-februari-2024-00-45bf0q9gjh>
- [3] D. P. K. dan Penyelamatan, "Data Jumlah Kebakaran dan Evakuasi Binatang Menurut Kecamatan di Kabupaten Lampung Selatan Tahun 2024.," Portal Data Lampung Selatan. Accessed: Jun. 22, 2025. [Online]. Available: https://data.lampungselatankab.go.id/sv/dataset/data-jumlah-kebakaran-dan-evakuasi-binatang-menurut-kecamatan-tahun-2024/resource/c38e6382-7a73-413d-a0f9-881964b569e6?view_id=8f7d8d5c-cc79-405d-b57b-766484062e44
- [4] S. Widya Mustika, R. Sari Wardani, D. Bima Prasetyo, and P. Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang, "Penilaian Risiko Kebakaran Gedung Bertingkat Fire Risk Assessment High Rise Building," *J. Kesehat. Masy. Indones*, vol. 13, no. 1, p. 2018, 2018.
- [5] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2005 Tentang Pelaksanaan Undang-Undang No.28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.," *Peratur. Pemerintah No. 36*, no. 2, p. 81, 2005.
- [6] N. F. Rosyid, V. E. Kristianti, A. Situmeang, F. Teknologi, I. Universitas, and J. Barat, "Prototipe Sistem Pemadam Kebakaran Otomatis Berbasis PLC Omron CP1EN20DR-A," *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 25, pp. 239–248, doi: doi.org/10.35760/ik.2020.v25i3.3256.
- [7] R. S. Rizki, I. D. Sara, and M. Gapy, "Sistem Deteksi Kebakaran Pada Gedung Berbasis Programmable Logic Controller (Plc)," *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 99–104, 2017.
- [8] F. Akbar and S. Sugeng, "Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan Penyimpanan Obat Berbasis Internet Of Things (IoT) di Puskesmas Kecamatan Taman Sari Jakarta Barat," *J. Sos. Teknol.*, vol. 1, no. 9, pp. 1021–1028, 2021, doi: [10.59188/jurnalsostech.v1i9.198](https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v1i9.198).
- [9] A. Miranto, S. Baqaruzi, A. Mustaqim, and F. T. Adnan, "Perancangan Sistem Akuaponik Menggunakan SCADA," *J. Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 2, p. 44, 2021, doi: [10.22441/jte.2021.v12i2.001](https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i2.001).
- [10] F. Ridwan and A. F. Pratiwi, "Kontrol Dan Monitoring Incinerator Menggunakan Scada Wintr," no. 1, pp. 1–8.
- [11] I. K. Wardani, P. Utomo, A. Budiman, and D. N. Amadi,

- “Pemanfaatan Metode Design Thinking dan Pengujian SUS untuk UI/UX Aplikasi Home Care Madiun Berbasis Android,” *J. Comput. Inf. Syst. Ampera*, vol. 4, no. 2, pp. 106–125, 2023, [Online]. Available: <https://journal-computing.org/index.php/journal-cisa/index>
- [12] W. Fultek *et al.*, “Jurnal Darma Agung Prototipe Kontrol Pengisian Tangki Air Pada Module Milling Countinuous Berbasis Scada,” no. April 2023.
- [13] J. Brooke, “SUS: A Retrospective,” *J. Usability Stud.*, vol. 49, no. 3, pp. 171–173, 2006.
- [14] A. W. Soejono, A. Setyanto, and A. F. Sofyan, “Evaluasi Usability Website UNRIYO Menggunakan System Usability Scale (Studi Kasus: Website UNRIYO),” *Respati*, vol. 13, no. 1, pp. 29–37, 2018, doi: 10.35842/jtir.v13i1.213.
- [15] A. Saputra, “Penerapan Usability pada Aplikasi PENTAS Dengan Menggunakan Metode System Usability Scale

(SUS),” *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 1, no. 3, pp. 206–212, 2019, doi: 10.35746/jtim.v1i3.50.

BIODATA PENULIS



Tegar Wijoyo merupakan seorang mahasiswa Teknik Elektro di Institut Teknologi Sumatera angkatan 2021. Saat ini sedang melakukan penelitian tugas akhir yang berfokus pada bidang HMI&SCADA untuk *monitoring* pada alat sistem pemadam kebakaran otomatis berbasis PLC.