

Revitalisasi Sistem ATS: Integrasi Smart Relay dan Teknologi Otomatisasi Suhu.

Agus Kiswanto¹, Ahmad Rozak Fakhruddin Syah², M Anas Muhibudin A³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya

³ Pasca Sarjana Politeknik Negeri Malang

Email: kiswanto@ubhara.ac.id¹, rozakchelsea95@gmail.com², anasmuhibudin89@gmail.com³

Article Info

Article history:

Received November 12th, 2023

Revised December 20th, 2023

Accepted December 24th, 2023

Keyword:

Automatic Transfer Switch

Zelio Soft 2

Smart Relay Zelio

Pengukuran Listrik

ABSTRACT

This research delves into the intricacies of an Automatic Transfer Switch (ATS) system anchored on the Zelio SR2A101BD smart relay. The exploration primarily centers on the functionality and performance metrics of the system's components, notably the PZEM-004T sensor for electrical data acquisition and the DS18B20 for temperature sensing. Through meticulous experimentation and testing, the research underscores the system's capability to seamlessly transition between primary (PLN) and secondary (PLTS) power sources during interruptions or failures. Utilizing the Zelio Soft 2 software as an analytical tool, the research gauges the system's efficiency and responsiveness. Noteworthy findings highlight an average transition time of 4.39 seconds from PLN to PLTS and 1.06 seconds in the opposite direction. This research culminates in affirming the ATS system's reliability and its potential as a pivotal component in modern electrical infrastructures.

Copyright © 2023 FORTEI Regional VII Jawa Timur.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Agus Kiswanto,

Email: kiswanto@ubhara.ac.id

1. PENDAHULUAN

Sebuah catu daya listrik dari PLN atau pembangkit listrik mungkin tidak selalu menyediakan energi listrik dengan konsistensi yang diharapkan. Ketidakstabilan dalam pasokan daya dari PLN dapat mengakibatkan gangguan operasional di berbagai sektor pelayanan, baik industri, perhotelan, rumah sakit, maupun daerah pedesaan. Untuk mengatasi risiko gangguan ini, banyak entitas bisnis dan pelayanan telah mengadopsi pendekatan dual-sumber energi. Sebagai contoh, industri besar biasanya mengandalkan PLN sebagai sumber utama daya listrik, namun memiliki genset sebagai sumber daya cadangan yang siap digunakan dalam situasi darurat. Selain itu, sumber energi terbarukan seperti PLTPH, PLTB, dan PLTS kini juga menjadi alternatif yang relevan sebagai sumber daya cadangan. [1] [2] [3]

Menghadapi tantangan ini, ada kebutuhan untuk sistem yang dapat mengotomatisasi proses peralihan antara sumber daya listrik utama dan cadangan dengan cepat dan efisien. Inilah yang menjadi dasar pengembangan ATS (Automatic Transfer Switch). ATS merupakan solusi yang dirancang untuk secara otomatis mengalihkan pasokan daya dari sumber utama ke sumber

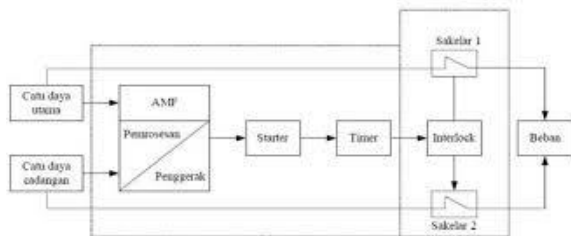
cadangan dalam hitungan detik saat terdeteksi gangguan atau kegagalan pada sumber daya utama. [4][5] [6]

Dalam konteks pengembangan ATS, fokus utama kami adalah pada implementasi skala prototipe berbasis smart relay Zelio. Smart relay Zelio dipilih karena kemampuannya dalam mengintegrasikan berbagai fungsi kontrol dalam satu unit yang kompak. Selain itu, kami juga menambahkan fitur pengaturan suhu sebagai bagian dari desain prototipe. Pengaturan suhu ini bertujuan untuk memonitor dan mengontrol suhu operasional ATS, yang dapat berpengaruh pada kinerja dan keandalan sistem. Dengan integrasi teknologi ini, harapannya adalah dapat meningkatkan efisiensi, keandalan, dan responsivitas ATS dalam menjaga kelancaran pasokan daya listrik di berbagai kondisi operasional. [7][8][9]

ATS (Automatic Transfer Switch)

ATS (Automatic Transfer Switch) adalah sistem yang mengalihkan koneksi antara sumber daya listrik utama dan cadangan saat terjadi gangguan [10][11]. Saat pasokan utama terganggu, ATS secara otomatis beralih ke sumber cadangan seperti genset. Sebaliknya, ketika

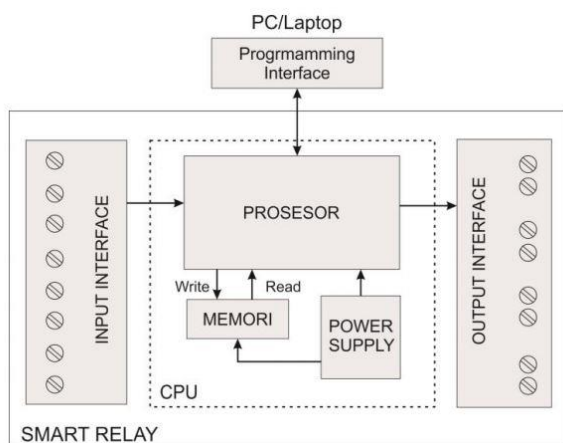
pasokan utama pulih, ATS kembali mengalihkan pasokan ke sumber utama dan mematikan cadangan untuk mencegah hubung singkat. Prinsip kerja ATS didasarkan pada sistem interlock, memastikan hanya satu sumber daya yang terhubung ke beban. Dengan respons otomatis, ATS meminimalkan gangguan dan kerugian akibat pemadaman listrik.[12][13]



Gambar.1. Diagram alur ATS

Zelio Smart Relay

Zelio atau smart relay, yang memiliki ukuran kompak dan berat ringan, dirancang untuk otomatisasi aplikasi ringan di industri dan komersial. Dengan tipe compact, CPU dan I/O digabung dalam satu unit dengan memori terbatas, sedangkan tipe modular memungkinkan CPU, I/O, dan modul ekstensi terpisah. Smart relay ini berfungsi mirip dengan PLC dengan kemampuan pemrograman menggunakan Bahasa Ladder atau Function Block Diagram. Tujuannya adalah menyederhanakan kontrol relay dan memfasilitasi pemrograman dan simulasi melalui PC atau laptop sebelum penerapan pada mesin atau perangkat nyata. [14] [15]



Gambar.2. Arsitektur Smart Relay Zelio

Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor suhu digital terbaru dari Maxim IC. Karena sudah menghasilkan keluaran digital, tidak memerlukan rangkaian ADC. Keakuratan nilai suhu dan kecepatan pengukuran DS18B20 jauh lebih stabil dibandingkan dengan sensor LM35DZ. Rentang pembacaan suhu sensor

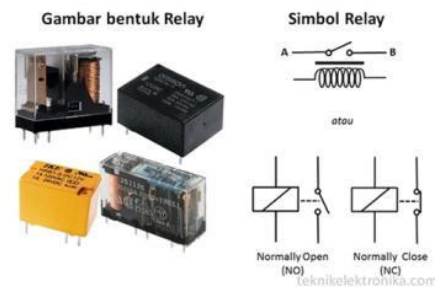
ini adalah -55°C hingga 125°C dengan ketelitian sekitar +/- 0.5°C. Setiap sensor memiliki kode unik 64-Bit yang tertanam pada chip, memungkinkan penggunaan banyak sensor melalui satu kabel [16][17][18]



Gambar 3. Body Modul Sensor Suhu DS18B20

Relay

Relay terdiri dari lilitan atau solenoid, inti feromagnetik, dan lengan yang dapat bergerak tempat terpasangnya kontak penyambung dan pemutus arus. Ketika magnet aktif, lengan logam ditarik, menyebabkan kontak terhubung atau terputus. Hilangnya arus pada lilitan mengakibatkan kehilangan magnetisme, dan kontak kembali ke posisi awal. Relay berfungsi sebagai switch listrik yang mengendalikan hubungan antara satu atau lebih kontak, memungkinkan pembukaan atau penutupan sirkuit arus. Dengan tegangan atau arus rendah di lilitan, relay mampu mengendalikan sirkuit bertegangan tinggi. Prinsip kerjanya berdasarkan elektromagnetisme, di mana arus kecil dapat mengendalikan kontak untuk mengalirkan arus bertegangan tinggi. [19][20][21]



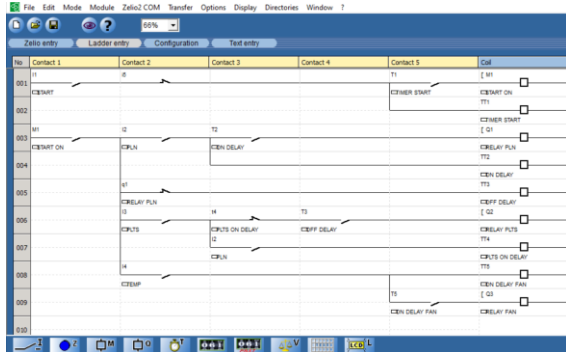
Gambar 4. Gambar Bentuk Relay dan Symbol Relay

2. METODE PENELITIAN

Dalam proses penelitian, peneliti pertama-tama mengidentifikasi masalah atau fokus penelitiannya dan melakukan kajian literatur untuk mendalami teori serta penelitian sebelumnya yang relevan. Berdasarkan analisis literatur, peneliti kemudian menentukan desain penelitian yang paling sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dan memilih sampel dengan metode tertentu untuk memastikan representativitas data. Data yang diperoleh dikumpulkan melalui metode observasi atau distribusi kuesioner, kemudian dianalisis untuk diinterpretasikan dan mendapatkan kesimpulan yang akurat.

2.2 Perancangan Software ATS

Dalam perancangan perangkat lunak untuk smart relay Zelio SR2A101BD, digunakan aplikasi Zelio Soft 2 versi 5.3.1 dengan pemrograman berbasis ladder diagram. Sistem ATS yang telah diprogram dapat ditemukan pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Program Ladder Diagram system ATS

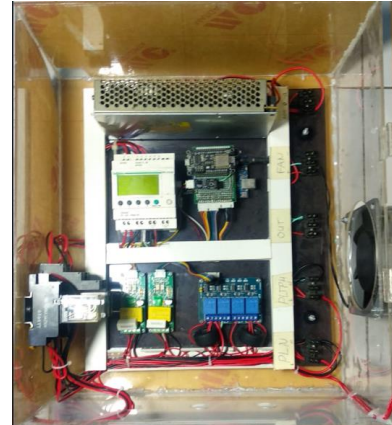
Prinsip kerja pada program ladder, seperti pada Gambar 5, dijelaskan sebagai berikut:

- Saat input I1 aktif (ON), proses T1 akan berlangsung selama 3 detik, setelah mencapai waktu tersebut, output M1 akan aktif (ON).
- Jika input I2 aktif (ON), T2 akan beroperasi selama 0,5 detik, dan setelah itu output Q1 akan aktif sebagai representasi dari sumber daya dari PLN.
- Apabila I2 dan I3 aktif (ON) bersamaan, output Q1 tetap aktif (ON).
- Jika I2 nonaktif (OFF) dan I3 aktif (ON), T3 akan berjalan selama 0,7 detik, menyebabkan output Q2 aktif sebagai representasi dari sumber daya dari PLTPH.
- Jika I2 kembali aktif (ON) dan I3 masih aktif (ON), T2 akan berjalan selama 0,5 detik, dan T4 selama 0,7 detik. Output Q2 tetap aktif hingga T4 mencapai waktu tertentu, kemudian output Q2 menjadi nonaktif (OFF). Ketika T2 tercapai, output Q1 akan aktif (ON).
- Jika I4 aktif (ON), T5 akan berjalan selama 1 detik, dan setelah itu output Q3 menjadi aktif (ON).
- Apabila I4 nonaktif (OFF), output Q3 menjadi nonaktif (OFF).
- Jika I5 aktif (ON), semua output yang sebelumnya aktif (ON) akan menjadi nonaktif (OFF).
- Jika I5 nonaktif (OFF), sistem akan kembali ke awal dengan mengecek keadaan I1.

Dengan demikian, prinsip kerja ini menggambarkan logika dan urutan operasi dalam program ladder untuk mengendalikan sistem ATS pada smart relay Zelio SR2A101BD.

2.3 Perancangan Hardware ATS

Dari hasil perancangan dan perakitan perangkat keras terlihat pada Gambar 6. Pembuatan box panel ATS ini menggunakan bahan akrilik, memberikan efisiensi dan kebebasan dalam pembentukan body panel. Komponen-komponen yang terdapat pada panel sistem ATS meliputi: Power supply, Smart Relay Zelio SR2A101BD, Relay 220 Vac, Relay 5 Vdc, Arduino UNO, Sensor PZEM-004T, Sensor DS18B20, Fan, Saklar On/Off, dan Pilot Lamp. [22][23]



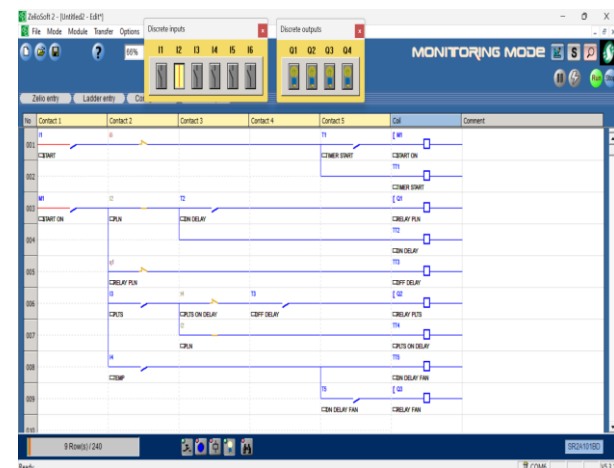
Gambar 6. Perancangan Hardware ATS

Perancangan hardware pada sistem ATS (Automatic Transfer Switch) mencakup sejumlah komponen kunci yang bekerja secara sinergis untuk memastikan pengalihan sumber daya listrik yang efisien dan otomatis. Power Supply berfungsi sebagai sumber listrik utama, mendukung operasi stabil komponen lain seperti Smart Relay Zelio SR2A101BD yang menjadi pusat pengendalian. Relay 220 Vac dan Relay 5 Vdc bertugas sebagai pemutus dan penghubung arus sesuai instruksi dari Smart Relay, sedangkan Arduino UNO memberikan kontrol tambahan dan pemantauan data dari sensor PZEM-004T dan DS18B20 yang mengukur parameter listrik dan suhu. Fan digunakan untuk pendinginan, sementara saklar On/Off dan Pilot Lamp menyediakan antarmuka manual dan indikasi visual status operasi. Dengan integrasi komponen-komponen ini, perancangan hardware ATS memberikan solusi pengalihan sumber daya yang handal dan otomatis.[24] [25][26]

3. HASIL DAN ANALISA

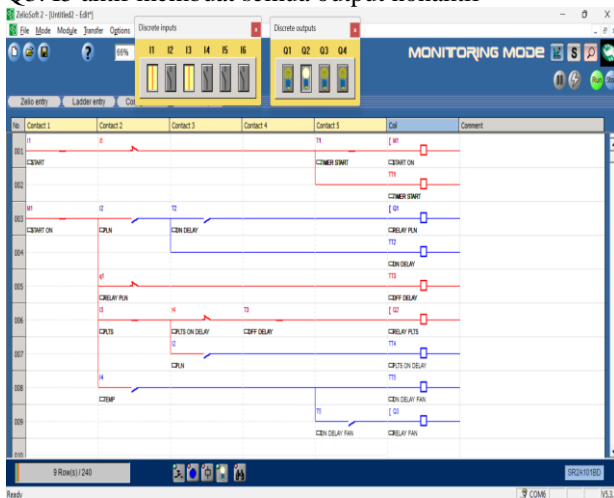
3.1 Pengujian Program Ladder Diagram pada software Zelio Soft 2.

Dalam pengujian program ladder untuk sistem ATS menggunakan Zelio Soft 2., Simulasi ini menggambarkan respons sistem ATS, menunjukkan efektivitas program ladder dalam mengelola transisi sumber daya.



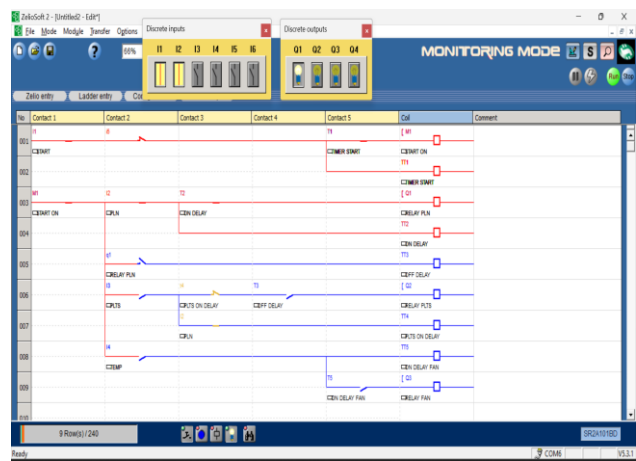
Gambar 7. kondisi saklar sistem kerja dalam kondisi OFF

Berbagai skenario simulasi dijalankan. Saat I1 aktif, T1 berjalan 3 detik dan output M1 aktif. Saat I2 aktif, T2 berjalan 0,5 detik, mengaktifkan output Q1 sebagai representasi PLN. Kondisi I2 dan I3 aktif mempertahankan Q1 aktif. Dalam situasi I2 nonaktif dengan I3 aktif, output Q2 aktif melalui T3. Jika I2 kembali aktif dengan I3, T2 dan T4 berjalan, dengan Q1 dan Q2 bergantian aktif. I4 aktif mengaktifkan T5 dan Q3. I5 aktif membuat semua output nonaktif



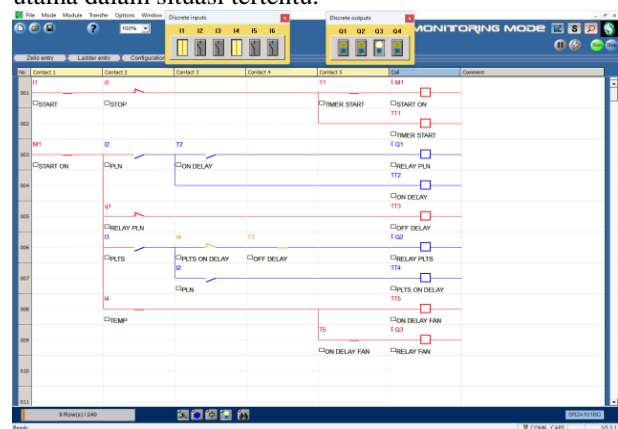
Gambar 8. Saklar system dalam keadaan ON dan I3 ON

Pada Gambar 8, konfigurasi yang terlihat menunjukkan bahwa meskipun saklar system dalam posisi ON, sumber utama PLN yang direpresentasikan oleh I2 berada dalam kondisi OFF. Di sisi lain, I3, yang mungkin mewakili sumber cadangan seperti PLTS, aktif. Dengan demikian, berdasarkan logika program, output Q2 (yang mungkin mengendalikan transfer sumber daya ke PLTS) akan diaktifkan. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem ATS berfungsi dengan benar, sesuai dengan alur kerja dan logika yang telah diprogram, memastikan transisi sumber daya berjalan sesuai dengan skenario yang diharapkan.



Gambar 9 . Saklar system ON, I2(PLN) ON, dan I3 (PLTS) OFF

Pada Gambar 9, terlihat bahwa saklar system dalam posisi ON, I2 (PLN) dalam keadaan ON, dan I3 (PLTS) dalam keadaan OFF. Dalam kondisi ini, output yang diaktifkan adalah Q1. Dari situasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada sistem ini, input dari PLN yang mendominasi dan menjadi sumber utama yang diaktifkan sesuai dengan program yang telah dibuat. Dengan demikian, sistem ini mengikuti aturan prioritas yang telah ditetapkan dalam program, di mana PLN menjadi prioritas utama dalam situasi tertentu.



Gambar 10. Inputan I1 dan I4 (ON), sedangkan I2 dan I3 (OFF)

Pada Gambar 10, ketika saklar system dinyalakan ke posisi ON, dan sinyal dari I2 (PLN) dan I3 (PLTS) menunjukkan status OFF, namun input I4 yang mengindikasikan suhu (Temperature) berada dalam keadaan ON, maka logika dalam sistem akan mengaktifkan relay fan. Aktivasi relay fan dalam situasi ini berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan suhu, memastikan lingkungan tetap dalam kondisi yang aman dan optimal berdasarkan pembacaan suhu yang diterima.

3.2 Pengujian Kinerja PLC dengan Perangkat Hardware

Dalam pengujian kinerja, fokus utama adalah memastikan bahwa program yang dijalankan pada smart

relay Zelio dapat berfungsi sebagaimana mestinya ketika terhubung dengan perangkat keras. Dalam konteks ini, relay berperan sebagai elemen output utama yang dikendalikan oleh smart relay Zelio. Penggunaan relay sebagai komponen output memastikan transisi dan kontrol daya berjalan sesuai dengan logika dan instruksi yang telah diprogram dalam smart relay Zelio.

Tabel 1. Hasil pengujian PLC ke Hardware

No	SIMULASI	PLN	PLTPH	BEBAN	RELAY SUMBER
1	SIM 1	OFF	OFF	OFF	OFF
2	SIM 2	ON	ON	ON	PLN
3	SIM 3	OFF	ON	ON	PLTPH
4	SIM 4	ON	OFF	ON	PLN

Program yang telah dirancang dan diimplementasikan berhasil berjalan dengan kinerja optimal. Selama proses pengujian dan evaluasi, tidak ditemukan deviasi atau masalah yang signifikan dari fungsi dan logika yang telah ditetapkan dalam kode program. Setiap instruksi dan kondisi yang telah diprogram terintegrasi dengan baik dengan perangkat keras, memastikan bahwa sistem beroperasi sesuai dengan harapan dan spesifikasi awal yang telah ditentukan.

3.3 Pengujian pembacaan sensor PZEM-004T

Dalam pengujian sensor PZEM 004T, langkah pertama yang dilakukan adalah mengukur inputan dari sensor tersebut serta membandingkannya dengan inputan dari PLN dan PLTS. Proses perbandingan dilakukan dengan menggunakan AVO meter merek SANWA model CD 800A sebagai standar referensi. Setiap pengukuran diulangi sebanyak lima kali untuk memastikan konsistensi dan akurasi data. Dengan menggunakan sumber daya dari PLN dan PLTS, yang masing-masing beroperasi pada 220 Vac, pengujian bertujuan untuk menilai sejauh mana sensor PZEM 004T sesuai atau memiliki perbedaan dengan hasil yang diberikan oleh AVO meter. Hasil lengkap dari pengujian tersebut dapat ditemukan pada Tabel 2 dan Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 2. Pengujian sensor PZEM-004T sumber PLTS

Simulasi ke	Sensor PZEM-004T	Avo meter SANWA CD 800 A	Nilai error
1	219,9	219,8	0.04%
2	219,6	219,8	0.09%
3	218,9	220,1	0.54%
4	221,7	222,0	0.13%
5	221,6	220,0	0.72%
Rata-rata			0.94%

Tabel 3. Pengujian sensor PZEM -004t sumber PLN

Simulasi ke	Sensor PZEM-004T	Avo meter SANWA CD 800 A	Nilai error
1	218,3	218,2	0.04%
2	217,1	218,2	0.50%
3	217,8	218,2	0.18%
4	217,5	218,0	0.22%
5	217,2	217,9	0.32%
Rata-rata			0.25%

Melalui analisis rinci terhadap nilai rata-rata presentase kesalahan yang terdokumentasi dalam tabel, dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara nilai-nilai yang diukur dari sumber PLN dan PLTS menggunakan sensor PZEM-004T tidak signifikan. Presentase kesalahan yang relatif kecil menunjukkan bahwa sensor ini beroperasi secara konsisten dan memberikan pembacaan yang akurat. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sensor PZEM-004T berada dalam kondisi baik dan dapat diandalkan untuk mengukur dan memantau nilai-nilai listrik dari sumber daya PLN dan PLTS.

3.4 Pengujian Pembacaan Sensor Suhu DS18B20

Pengujian pada sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan antara nilai yang diukur oleh modul sensor suhu DS18B20 dengan nilai yang ditunjukkan oleh thermometer digital. Data suhu yang terbaca oleh sensor DS18B20 kemudian ditampilkan pada aplikasi sistem. Hasil lengkap dari pengujian ini dapat ditemukan dalam Tabel 4 di bawah ini

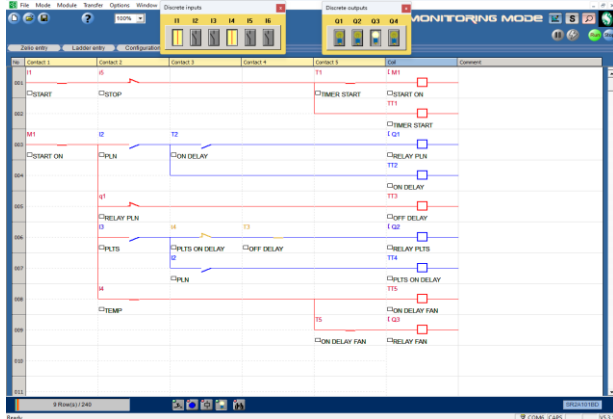
Tabel 4. Pengujian Kinerja dan konektifitas antara sensor DS18B20 dan PLC

No	Suhu DS18B20	Thermometer digital	Input PLC	Output PLC	Fan
1	30	30.7	ON	ON	ON
2	31	31.2	OFF	OFF	OFF
3	31	31.6	ON	ON	ON
4	31	31.4	OFF	OFF	OFF
5	31	31.8	ON	ON	ON
6	31	31.4	ON	ON	ON
7	31	31.2	ON	ON	ON
8	31	30.9	ON	ON	ON
9	30	30.8	ON	ON	ON
10	30	30.7	OFF	OFF	OFF

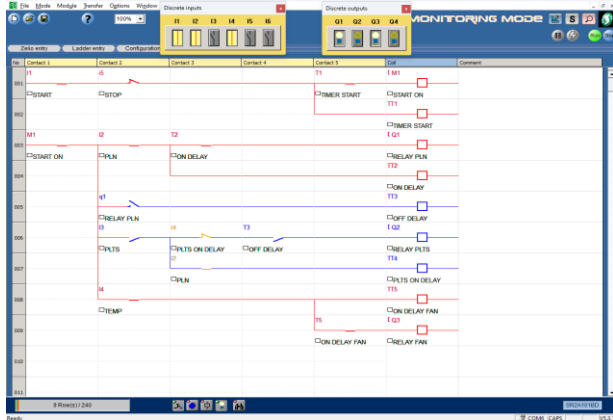
3.5 Pengujian hasil system monitoring menggunakan aplikasi Zelio soft 2

Dalam tahap pengujian yang dilakukan, peserta dapat melihat tampilan visual dari perangkat lunak Zelio Soft 2.

Ketika masuk ke dalam menu monitoring, terdapat sejumlah indikator dan parameter yang dapat dipantau. Untuk memastikan fungsi monitoring beroperasi dengan optimal, penting untuk memeriksa koneksi kabel data yang menghubungkan antara PLC dengan PC atau Laptop. Dengan koneksi yang stabil, menu monitoring akan aktif dan memungkinkan pengguna untuk mengawasi kinerja PLC secara real-time. Melalui visualisasi ini, pengguna dapat memverifikasi apakah PLC berfungsi sesuai dengan program yang telah dijalankan dan mendeteksi potensi masalah atau kesalahan yang mungkin terjadi selama operasi.

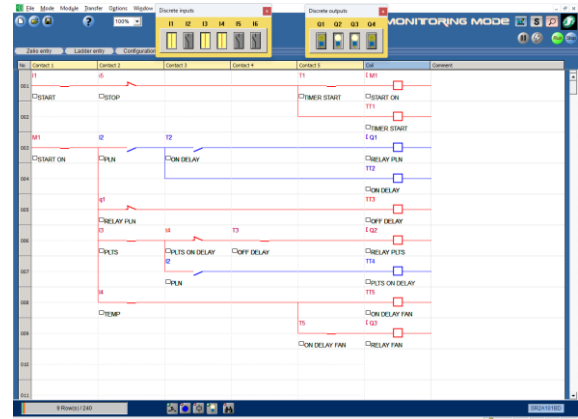


Gambar 11. Monitoring Mode Ketika saklar I1 dan I4 ON



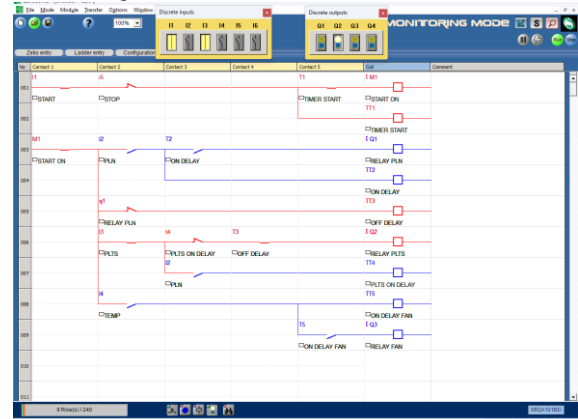
Gambar 12. Monitoring Mode Ketika inputan I1,I2,dan I4 dalam keadaan ON

Dari gambar yang ditampilkan, terlihat bahwa input PLN berada dalam kondisi aktif atau ON. Dalam skenario ini, output dari smart relay Zelio, yang ditandai dengan Q1 ON, mengindikasikan bahwa sistem saat ini sedang menggunakan sumber daya dari PLN sebagai sumber utamanya.



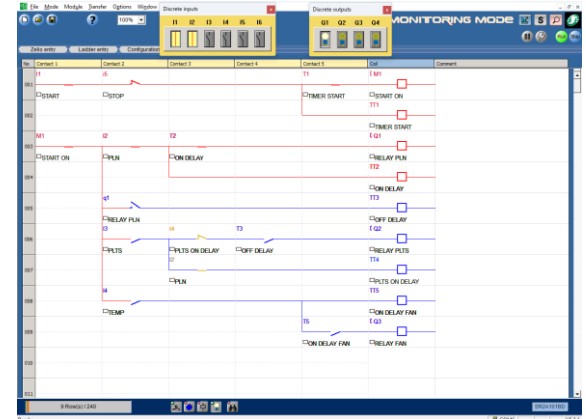
Gambar 13. Monitoring Mode Ketika inputan I1, I3, dan I4 dalam keadaan ON

Berdasarkan gambar, mode monitoring beroperasi sesuai dengan program yang telah ditentukan. Saat input I3, yang merupakan representasi untuk PLTS, dalam kondisi ON, maka output dari smart relay Zelio yang aktif adalah Q2.



Gambar 14. Monitoring Mode Ketika inputan I1,I3 (ON)

Berdasarkan gambar, dalam mode monitoring, saat kedua input I1 dan I3 aktif — di mana I3 mewakili input untuk PLTS — maka relay PLTS menjadi output yang teraktivasi.



Gambar 15. Monitoring Mode Ketika Input I1 dan I2 dalam keadaan ON

Dalam kondisi tertentu, gambar 15 menunjukkan bahwa inputan I1 dan I2 sedang aktif, di mana I2 mewakili input untuk PLN. Sejalan dengan itu, relay PLN menjadi komponen yang teraktivasi sesuai dengan logika dan program yang telah ditetapkan. Detail ini mencerminkan respons sistem yang sesuai dengan kondisi input yang terdeteksi.

3.6 Pengukuran waktu perpindahan system ATS.

Sistem ATS berfungsi untuk melakukan pengalihan atau switching dari sumber daya PLN ke sumber daya PLTPH, khususnya ketika terjadi pemadaman atau gangguan pada sumber daya PLN. Dalam pengujian ini, kecepatan perpindahan tersebut diukur untuk mengevaluasi kinerja sistem. Hasil pengukuran dapat ditemukan dalam Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Pengujian kecepatan perpindahan ATS

SIMULASI KE	PLN	PLTS	Waktu yg di tempuh (s)
1	ON	ON	04.43
	OFF	ON	01.12
2	ON	ON	04.27
	OFF	ON	01.05
3	ON	ON	04.08
	OFF	ON	00.98
4	ON	ON	04.27
	OFF	ON	01.12
5	ON	ON	04.09
	OFF	ON	01.03

Dalam pengujian yang dilakukan, hasil menunjukkan bahwa proses switching dari sumber PLN ke PLTS memerlukan waktu rata-rata sekitar 4.39 detik. Ini mencerminkan durasi yang diperlukan sistem untuk mengenali gangguan pada sumber utama (PLN) dan beralih ke sumber cadangan (PLTS). Di sisi lain, proses kembali dari PLTS ke PLN lebih cepat, dengan waktu rata-rata sekitar 1.06 detik. Perbedaan durasi ini mungkin terkait dengan kompleksitas logika dan konfigurasi sistem untuk setiap operasi switching.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, beberapa kesimpulan dapat diambil:

1. Kinerja Sensor dan Monitoring:

- Sensor PZEM-004T menunjukkan konsistensi dan akurasi yang baik dalam mengukur nilai-nilai listrik dari sumber daya PLN dan PLTS.
- Sensor suhu DS18B20 memberikan pembacaan suhu yang konsisten dan akurat.

2. Kinerja Smart Relay Zelio:

- Program ladder pada smart relay Zelio SR2A101BD berjalan dengan baik dan sesuai dengan logika yang diinginkan.
- Monitoring mode pada Zelio Soft 2 dapat efektif memantau kinerja PLC dan mengidentifikasi potensi masalah.

3. Kinerja ATS (Automatic Transfer Switch):

- Proses switching dari PLN ke PLTS memerlukan waktu rata-rata sekitar 4.39 detik.
- Proses switching dari PLTS kembali ke PLN memerlukan waktu rata-rata sekitar 1.06 detik.
- Sistem ATS berfungsi sesuai dengan tujuannya untuk memindahkan sumber daya secara otomatis saat terjadi pemadaman atau gangguan pada PLN.

Dengan demikian, sistem ATS yang berbasis smart relay Zelio SR2A101BD ini dapat dianggap berhasil dalam memenuhi fungsi switching otomatis dan memastikan kelancaran pasokan listrik dalam situasi pemadaman atau gangguan. Selain itu, sensor PZEM-004T dan sensor suhu DS18B20 juga berkontribusi pada pemantauan dan pengukuran yang andal. Keseluruhan, sistem ini dapat dianggap sebagai solusi yang handal untuk keperluan transfer otomatis pada instalasi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Kiswanto, E. Prasetyo, and Amirullah, "Mitigation Voltage Sag/Swell and Harmonics Using DVR Supplied by BES and PV System," *2018 Electr. Power, Electron. Commun. Control. Informatics Semin. EECCIS 2018*, pp. 36–41, 2018, doi: 10.1109/EECCIS.2018.8692788.

[2] M. Thingspeak, "Voltage and Frequency Controller for Wind Turbine With PID Controller , PWM and Thingspeak Monitor".

[3] M. Farid and A. Kiswanto, "Perancangan Aliran Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap," pp. 277–281, 2020.

[4] H. D. Paminto and A. Kiswanto, "Volume 3 Issue 1 Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering RANCANG SIMULASI SISTEM OVER CURRENT RELAY PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20KV MENGGUNAKAN ETAP," vol. 3, no. 1, pp. 45–49.

[5] A. Kiswanto, "Design Analysis of Solar Powered Systems Full Flexible 10 WP Capacity," pp. 113–118, 2017.

[6] A. Fahri, Z. Fauzi, and A. Kiswanto, "Power Outage Sensing Device based on IOT for Service Quality Evaluation in the PLN Distribution System," vol. 13, no. 2, pp. 155–160, 2021.

[7] A. Kiswanto, P. Studi, T. Elektro, U. B. Surabaya, B. Arus, and P. Daya, "Analisa kelistrikan pada gedung fakultas teknik universtas

- bhayangkara surabaya”.
- [8] A. Kiswantonu *et al.*, “Rancang Bangun Proteksi Transmisi Listrik Terhadap Multi Gangguan,” vol. 05, no. 02, pp. 113–118, 2023.
- [9] A. Transfer, S. Ats, and M. Arduino, “Automatic Transfer Switch (ATS) Using Arduino Uno , IoT-Based Relay and Monitoring dan Monitoring Berbasis IoT,” pp. 1–8.
- [10] P. Studi, T. Elektro, and U. B. Surabaya, “PROFILE OF AUTOMATION OF ELECTRICITY DISTRIBUTION SYSTEM BHAYANGKARA UNIVERSITY,” vol. 6, no. 5, pp. 1071–1080, 2021.
- [11] A. Kiswantonu and D. I. Firmansyah, “STUDY ALIRAN DAYA (LOAD FLOW) PADA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK GEDUNG PASCA SARJANA,” pp. 133–140, 2020.
- [12] P. Hermawan and A. Kiswantonu, “Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (Ats) Dan Automatic Main Failure (Amf) Berbasis Arduino Uno R328P Pada Prototipe Pembangkit,” *Semin. Nas. Fortei7-3*, pp. 101–106, 2020.
- [13] E. N. Cahyono and A. Kiswantonu, “Mini Scada Plts Berbasis Arduino Uno Dan Visual Basic Menggunakan Web Api Crud,” *SinarFe7*, pp. 441–446, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.fortei7.org/index.php/SinarFe7/article/download/88/84>
- [14] R. Bangun, B. Charge, C. Atmega, and M. Sepeda, “Design of Atmega2560 Charge Controller Battery Using Static Bicycle,” vol. 7, no. 1, pp. 79–93, 2023.
- [15] R. Bangun, S. Proteksi, S. B. Motor, P. Waktu, and W. Heater, “Design of Single Phase Motor Current , Voltage , Over Temperature Protection System and Temperature Timing in Water Heater”.
- [16] E. Engineering, S. Program, U. B. Surabaya, K. Gayungan, and J. Timur, “ELECTRICAL ANALYSIS USING ESP-32 MODULE IN,” vol. 7, no. 2, pp. 1273–1284, 2022.
- [17] M. A. Faza, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, “RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ONLINE TEMPERATUR KLEM PADA,” vol. 14, no. 1, 2022.
- [18] E. N. Cahyono, “Profil otomatisasi distribusi sistem tenaga listrik universitas bhayangkara surabaya,” no. 1, pp. 18–24, 2021.
- [19] D. B. Prasetyo and A. Kiswantonu, “SINKRONISASI DAN MONITORING GENERATOR DENGAN PENGENDALI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560,” vol. 3, no. 2, pp. 163–170.
- [20] Y. Hermanto, “Prototype Monitoring Electricity System 220v of Wind Power Plant (PLTB) based on the Internet of Things,” vol. 01, 2021, doi: 10.31763/iota.v1i1.3.469.
- [21] A. Kiswantonu, O. Penangsang, and A. Soeprijanto, “Transient Power Quality Performance of Multi Photovoltaics using MPPT P and O / MPPT Fuzzy,” vol. 16, no. 6, pp. 2967–2979, 2018, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v16i6.9897.
- [22] A. Kiswantonu and G. L. Arzadiwa, “Jurnal Pengabdian Siliwangi MEMBUAT LAMPU SEDERHANA SERBAGUNA MENGGUNAKAN LED DAN BARANG,” vol. 7, pp. 59–61, 2021.
- [23] T. M. Iot, “Remote reading beban listrik pada rumah yang terintegrasi menggunakan iot,” vol. 3, no. 2, pp. 143–147.
- [24] J. I. Tech, “TRANSFORMASI PEMANTAUAN ENERGI : KONTROL DAYA LISTRIK 3 FASA DENGAN ANTARLUKA GRAFIS PENGGUNA (GUI) SECARA LANGSUNG,” vol. 1, no. 2, pp. 76–84, 2023.
- [25] M. Suropto, A. Kiswantonu, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, “Evaluasi Perencanaan Sistem Pentanahan Gardu Induk 150 kV Jabon Dengan Simulasi Software CYMGRD,” *J. Sist. Telekomun. Elektron. Sist. Kontrol Power Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 137–148, 2021.
- [26] H. T. P. Ryko and A. Kiswanto, “Analisis Stabilitas Tegangan Listrik Menggunakan Panel Surya Pada Lampu Penerangan Jalan Umum (Pju) Berbasis Arduino,” *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 148–152, 2021, [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>