

Realizing Energy Independence: Automation Solutions with Visual Studio for PLN and PLTS Integration via ATS Panel

Mewujudkan Kemandirian Energi: Solusi Otomatisasi dengan Visual Studio untuk Integrasi PLN dan PLTS melalui Panel ATS

Agus Kiswanton¹, Ahmad Rozak Fakhru², M Anas Muhibudin A³

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

E-mail: *¹kiswanton@ubhara.ac.id, ²rozakchelsea95@gmail.com,

³anasmuhibudin89@gmail.com

Abstract – In the contemporary age, the reliability of electricity supply stands as a cornerstone for various life sectors, encompassing business establishments, households, industries, and healthcare infrastructures. Given the inherent unpredictability of the primary electricity grid, the integration of backup sources has become paramount. The Automatic Transfer Switch (ATS) emerges as a beacon of automation, ensuring a seamless transition from the primary to the backup source during unforeseen interruptions. Within this context, an ATS system was meticulously crafted, melding the prowess of Arduino Uno technology with the precision of the DS18B20 temperature sensor. The endeavor entailed extensive literature reviews, hardware and software orchestration, and rigorous testing to ascertain the system's prowess. The empirical results unveiled an impressive response mechanism of the proposed ATS system, averaging a mere 2-second transition time between power sources. Concurrently, the DS18B20 temperature sensor rendered invaluable thermal insights, registering an ambient temperature hovering around 25°C. Drawing upon these revelations, it becomes evident that the nexus of automation, Arduino technology, and temperature sensors augments the dependability and efficiency paradigms of electricity supply infrastructures. This exploration paves the way for avant-garde innovations in the realm of automated electricity management.

Keywords — blynk application, current sensor, internet of things, voltage sensor

Abstrak – Dalam era kontemporer ini, keandalan pasokan listrik menjadi salah satu pilar penting bagi berbagai sektor kehidupan, mencakup usaha, rumah tangga, industri, dan infrastruktur kesehatan. Mengingat ketidakpastian yang melekat pada jaringan listrik primer, integrasi sumber cadangan telah menjadi hal yang sangat penting. Automatic Transfer Switch (ATS) muncul sebagai solusi otomatisasi yang menjamin transisi yang lancar dari sumber utama ke sumber cadangan saat terjadi gangguan tak terduga. Dalam konteks ini, sistem ATS dibuat dengan hati-hati, menggabungkan teknologi Arduino Uno dengan sensor suhu DS18B20. Upaya ini melibatkan tinjauan literatur yang mendalam, orkestrasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian yang ketat untuk memastikan keunggulan sistem. Hasil empiris mengungkapkan mekanisme respons yang impresif dari sistem ATS yang diusulkan, dengan rata-rata waktu transisi hanya sekitar 2 detik antara sumber daya. Seiring dengan itu, sensor suhu DS18B20 memberikan wawasan termal yang berharga, mencatat suhu lingkungan sekitar 25°C. Berdasarkan temuan ini, menjadi jelas bahwa hubungan antara otomatisasi, teknologi Arduino, dan sensor suhu meningkatkan paradigma keandalan dan efisiensi infrastruktur pasokan listrik. Eksplorasi ini membuka jalan untuk inovasi canggih dalam bidang manajemen listrik otomatis.

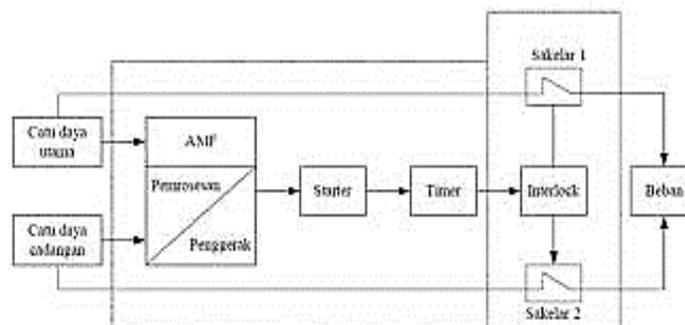
Kata Kunci — aplikasi blynk, internet of things, sensor arus, sensor tegangan

1. PENDAHULUAN

Dalam era modern ini, kebutuhan akan pasokan listrik yang stabil dan dapat diandalkan menjadi krusial dalam mendukung berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam konteks bisnis, rumah tangga, industri, dan layanan kesehatan. Pasokan listrik dari PLN atau pembangkit listrik tidak selalu stabil, dan ketidakstabilan ini dapat mengakibatkan gangguan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari, seperti bisnis dan rumah tangga. Untuk mengatasi ketidakpastian ini, beberapa konsumen, termasuk industri, perhotelan, rumah sakit, dan bahkan di pedesaan, mengadopsi penggunaan dua sumber energi listrik. Sebagai contoh, dalam suatu industri, PLN seringkali digunakan sebagai sumber utama, sementara genset berfungsi sebagai sumber cadangan yang siap diaktifkan jika terjadi pemadaman daya. Selain genset, sumber energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPH), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) [1], Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), dan lainnya juga dianggap sebagai alternatif yang dapat diandalkan untuk cadangan daya dalam menghadapi kondisi ini, muncul konsep pembuatan sistem yang dapat mengotomatisasi proses pergantian sumber daya listrik, yang dikenal sebagai *Automatic Transfer Switch* (ATS) [2]–[4]. ATS adalah suatu sistem yang dirancang untuk secara otomatis mengoperasikan sumber daya listrik cadangan ketika terdeteksi adanya pemadaman listrik, memastikan kelangsungan pasokan daya ke beban yang terhubung. Dengan adanya ATS, pergantian antara sumber daya utama dan cadangan dapat dilakukan tanpa intervensi manusia, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi dan ketersediaan daya listrik [5]–[7]. Sistem ATS ini diimplementasikan dengan memanfaatkan aplikasi *Visual Studio* sebagai antarmuka pemantauan dan kendali. Aplikasi *Visual Studio* dirancang untuk memberikan informasi terperinci terkait sumber daya listrik yang sedang digunakan, memonitor kondisi suhu pada panel ATS, dan memberikan data terkait beban listrik yang saat ini dihadapi oleh sistem [8], [9]. Dengan demikian, pemantauan dan kendali atas sistem ATS dapat dilakukan secara efektif dan efisien melalui antarmuka yang *user-friendly* [10]–[12]. Melalui integrasi teknologi ini, diharapkan pengguna dapat dengan lebih mudah dan cepat menanggapi perubahan keadaan sumber daya listrik, serta melakukan kontrol yang tepat waktu untuk memastikan ketersediaan energi listrik yang optimal untuk keperluan penggunaan beban [1], [6], [13].

1.1. Automatic Transfer Switch (ATS)

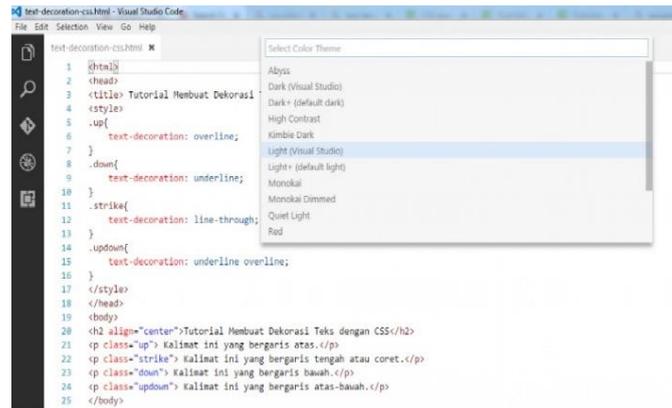
Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan sistem yang dirancang untuk mengatur dan mengontrol pergantian koneksi antara sumber daya listrik utama dan sumber daya cadangan [14], [15]. Fungsionalitas dari perangkat ATS ini terintegrasi dengan baik pada panel distribusi, sehingga saat terjadi pemadaman pada sumber daya listrik utama, seperti PLN, sistem ATS akan otomatis memindahkan pasokan daya ke sumber cadangan, seperti genset atau baterai [16]–[18]. Prinsip operasional dari ATS ini didasarkan pada prinsip *interlock*, dimana saat satu kontak aktif, kontak lainnya akan terkunci, memastikan bahwa hanya satu sumber daya yang terhubung ke beban pada satu waktu sesuai Gambar 1. Keberadaan ATS ini memberikan keuntungan signifikan, terutama dalam situasi pemadaman listrik mendadak, karena memungkinkan sumber daya cadangan, seperti genset, untuk berfungsi secara otomatis tanpa intervensi manual. Hal ini tidak hanya menghemat waktu, tetapi juga mencegah potensi kerugian yang dapat timbul akibat pemadaman listrik yang berkepanjangan [19], [20]. Dengan demikian, ATS menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan ketersediaan dan kehandalan pasokan daya listrik.



Gambar 1 Sistem Automatic Transfer Switching

1.2. Visual Studio

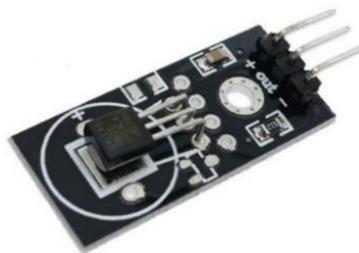
Visual Studio Code, dikembangkan oleh *Microsoft*, adalah editor kode lintas *platform* yang ringan namun kuat. Didukung oleh *framework Electron* dari *GitHub*, editor ini dirancang untuk pengembangan *web* dan *server-side scripting* dengan dukungan penuh untuk bahasa seperti *JavaScript*, *TypeScript*, dan *Node.js* [21]–[23]. Dengan antarmuka yang intuitif dan fitur canggih seperti *IntelliSense*, *Visual Studio Code* sesuai gambar 2 menjadi pilihan populer bagi pengembang yang mencari alat pengembangan yang efisien dan komprehensif[24]–[26].



Gambar 2 Visual Studio Code

1.3. Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 pada Gambar 3, merupakan sensor suhu digital terbaru dari *Maxim IC*. Karena sudah memiliki keluaran digital, tidak memerlukan rangkaian ADC, dan memberikan akurasi nilai suhu serta kecepatan pengukuran yang lebih stabil dibandingkan sensor LM35DZ. Rentang pengukuran suhu DS18B20 mencakup -55°C hingga 125°C , dengan ketelitian sebesar $(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik 64-Bit yang tertanam pada setiap *chip*, memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar melalui satu kabel.



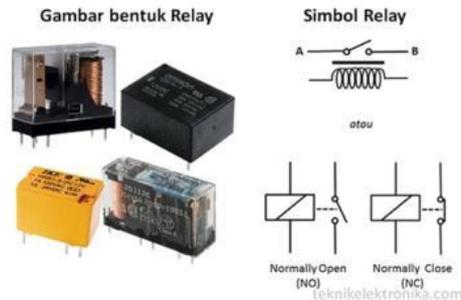
Gambar 3 Body Modul Sensor Suhu DS18B20

Sensor ini memiliki tiga kaki: GND untuk *ground*, VDD untuk tegangan sensor, dan DATA sebagai *input* dan *output* data.

1.4. Relay

Relay terdiri dari lilitan atau solenoid, inti feromagnetik, dan lengan bergerak yang menempatkan kontak sebagai penyambung dan pemutus arus. Pada Gambar 4 gaya tarik magnet dari lilitan menggerakkan lengan logam, tempat terpasangnya kontak. Hilangnya arus dalam lilitan menyebabkan kehilangan kemagnetan, sehingga kontak kembali ke posisi terbuka atau tertutup seperti sebelumnya. *Relay* berfungsi sebagai hubungan listrik yang mengontrol satu atau lebih kontak,

memungkinkan pengendalian rangkaian berdaya tinggi dari jarak jauh dengan menggunakan sedikit tegangan atau arus pada lilitan [27], [28]. Prinsip elektromagnetik digunakan dalam *relay* untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga dengan arus kecil (daya rendah), *relay* dapat mengalirkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi.



Gambar 4 Gambar Bentuk Relay dan Symbol Relay

1.5. Arduino

Arduino Uno pada gambar 5 adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. *Board* ini dilengkapi dengan 14 pin digital *input/output* (dengan 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, dan tombol *reset*. Semua pin ini menyediakan dukungan penuh untuk mikrokontroler dan dapat terhubung ke komputer melalui kabel USB. Sumber tegangan dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menjalankannya. *Arduino Uno* merupakan *platform* yang ideal untuk berbagai proyek elektronika yang memerlukan kontrol mikrokontroler.

Tabel 1. Tabel Karakteristik Arduino Uno

Mikrokontroler	ATMega 328
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Inout Voltage</i>	7 – 12 volt
<i>Input Voltage (Limit)</i>	6 – 20 volt
<i>Digital I/O pins</i>	14 (of which 6 provides PWM output)
<i>Analog Input Pins</i>	6
<i>DC Current per I/O Pin</i>	40 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB
RAM	2 KB
EPROM	1 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz



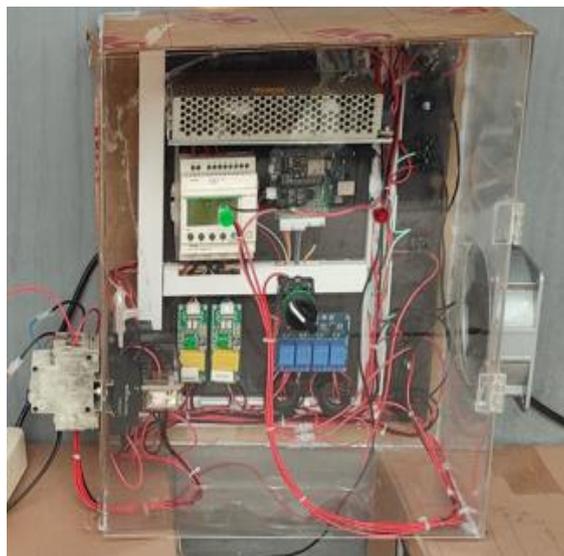
Gambar 5 Gambar modul Arduino Uno

2. METODE PENELITIAN

Dalam riset "Mewujudkan Kemandirian Energi: Solusi Otomatisasi dengan *Visual Studio* untuk Integrasi PLN dan PLTS melalui Panel ATS", pendekatan metodologis yang diterapkan dirancang untuk menggali lebih dalam aspek teknis, operasional, dan efektivitas solusi otomatisasi yang diusulkan. Tahapan awal riset melibatkan survei literatur yang komprehensif untuk mengidentifikasi gap pengetahuan, teknologi terbaru, dan pendekatan terbaik dalam otomatisasi sistem energi. Berdasarkan literatur dan analisis awal, kriteria seleksi instalasi PLN dan PLTS ditentukan untuk uji coba lapangan, memastikan representativitas dan relevansi dari data yang dikumpulkan. Selain itu, observasi langsung, pengukuran langsung menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak khusus, serta simulasi komputer menggunakan *Visual Studio* menjadi bagian integral dari proses riset. Riset ini bertujuan untuk memberikan wawasan mendalam, rekomendasi teknis, dan kerangka kerja praktis untuk implementasi otomatisasi yang efektif dalam integrasi PLN dan PLTS melalui Panel ATS, dengan tujuan utama meningkatkan kemandirian dan efisiensi energi.

2.1. Perancangan Perangkat Keras ATS

Arduino Uno menggunakan mikrokontroler ATmega 328 dan memiliki 14 *pin input/output* digital, dengan 6 di antaranya berfungsi sebagai *output* PWM. Selain itu, terdapat 6 *input analog*, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, dan tombol *reset*. Semua komponen pada Gambar 6 mendukung fungsi mikrokontroler dan dapat dihubungkan ke komputer melalui kabel USB. Selain sumber daya dari USB, adaptor AC-DC atau baterai dapat digunakan untuk menyalakan *Arduino Uno*. *Arduino Uno R3*, yang berbeda dari versi sebelumnya, mengadopsi fitur ATmega 16U2 sebagai konverter *USB-to-serial*, menggantikan *chip driver* FTDI. Adaptor eksternal dapat dipasang ke *board* dengan menyambungkan plug pusat positif 2.1 mm ke colokan listrik. Sementara baterai dapat terhubung ke *header pin GND* dan *Vin*. Board beroperasi optimal dengan pasokan daya antara 7V – 12 *volt*. Dibawah 7 *volt*, tegangan dapat kurang dari 5 *volt* yang menyebabkan ketidakstabilan *board*, sedangkan lebih dari 12 *volt* dapat merusak regulator. *Arduino Uno R3* mendukung berbagai mode komunikasi, termasuk UART TTL melalui *pin* digital 0 (RX) dan 1 (TX), serta komunikasi *serial* melalui USB menggunakan ATmega16U2. Komunikasi I²C (TWI) dan SPI juga didukung oleh ATmega328.



Gambar 6 Hardware ATS

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, dan kipas (*fan*).

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak untuk ATS menggunakan *Arduino Uno* dengan Bahasa C sesuai Gambar 7, *coding* memainkan peran krusial dalam mengatur operasi transfer daya dan pengawasan sistem. Secara detil, kode tersebut menginisialisasi *pin input/output* untuk *relay*, sensor, dan komponen lain, mengontrol transfer daya antara sumber utama dan cadangan sesuai kondisi, memonitor suhu dengan sensor DS18B20, dan melaporkan status serta kejadian penting melalui komunikasi serial. Keamanan juga ditekankan dengan implementasi proteksi *overload* dan mekanisme *fail-safe*, sementara fitur pemantauan dan optimalisasi menjamin efisiensi dan kinerja sistem yang maksimal.

```
#include <PZEM004Tv30.h>          // Install library PZEM004Tv30 version 1.1.2
#include <OneWire.h>              // Install library OneWire version 2.3.5
#include <DallasTemperature.h>    // Install library DallasTemperature version 3.9.0

/***** Defines *****/
#define SERIAL_SPEED 9600
#define SERIAL_LEN 400

#define PZEM_INPUT_TX_PIN 3
#define PZEM_INPUT_RX_PIN 2

#define PZEM_OUTPUT_TX_PIN 7
#define PZEM_OUTPUT_RX_PIN 6

#define SUHU_DATA_PIN 5

#define FAN_DATA_PIN A4
#define SOURCE_DATA_PIN A5
#define MODE_DATA_PIN A0

#define RELAY_1_PIN 9
#define RELAY_2_PIN 12
#define RELAY_3_PIN 11
#define RELAY_4_PIN 10

#define RELAY_SUMBER RELAY_4_PIN
#define RELAY_PROTEKSI RELAY_1_PIN
#define RELAY_SURHU RELAY_2_PIN
#define RELAY_FAN RELAY_3_PIN

#define RELAY_ON LOW
#define RELAY_OFF HIGH

#define DELAY_PLTSP_FLM 5000

#define UPDATE_SENSOR_TIME 1000

#define SUHU_HIGH 40

#define VOLTAGE_THRESHOLD 210
#define CURRENT_THRESHOLD 0.5
```

Gambar 7 Bahasa Pemrograman *Arduino*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian ATS

Dalam rangka pengujian kali ini, penitikberatan utamanya adalah pada penilaian kinerja program PLC yang diimplementasikan pada perangkat keras. Komponen keras yang digunakan mencakup penggunaan *relay* sebagai *output*, yang dikontrol oleh mikrokontroler *Arduino* sesuai Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian PLC ke Perangkat ATS

No	Simulasi	PLN	PLTS	Beban	Relay Sumber
1	SIM 1	OFF	OFF	OFF	OFF
2	SIM 2	ON	ON	ON	PLN
3	SIM 3	OFF	ON	ON	PLTS
4	SIM 4	ON	OFF	ON	PLN

Relay digunakan untuk mengontrol dan mengarahkan daya atau sinyal keluar dari *Arduino* ke perangkat fisik lainnya dalam sistem. Pengujian ini dirancang untuk memastikan bahwa program PLC berjalan dengan efisien dan sesuai dengan spesifikasi, dengan *relay* berperan sebagai elemen kunci dalam menjembatani antara program dan eksekusi aksi konkret pada perangkat keras. Detil pengujian mencakup evaluasi respons relay terhadap perintah dari program, kehandalan dalam mengelola proses pengalihan daya atau sinyal, dan penanganan situasi darurat atau kondisi tidak terduga lainnya yang mungkin muncul selama operasi sistem.

3.2. Pengujian Dengan PZEM-004T

Dalam pengujian sensor PZEM-004T, kegiatan utamanya adalah membandingkan pengukuran yang diberikan oleh sensor dengan inputan dari PLN dan PLTS sesuai dengan Tabel 3. Metode yang digunakan untuk membandingkannya adalah dengan menggunakan AVO meter. Setiap pengujian dilaksanakan sebanyak lima kali untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil. Berdasarkan tabel 4, tujuan dari pengujian ini adalah untuk menilai seberapa signifikan perbandingan antara output sensor PZEM dengan AVO meter dalam mengukur tegangan dari sumber daya PLN 220 Vac dan PLTS 220 Vac.

Tabel 3. 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 4. 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%

3.3. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

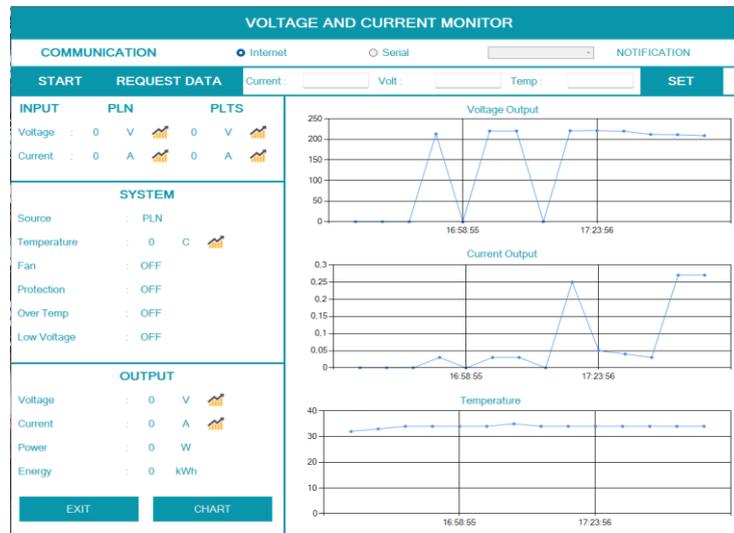
Pada pengujian sensor suhu DS18B20 pada tabel 5, proses yang dilakukan mencakup pengukuran dan analisis perbedaan antara sensor DS18B20 dengan termometer digital standar. Setiap pengukuran dilakukan dengan ketelitian tertentu untuk memastikan akurasi data. Suhu yang dideteksi oleh sensor DS18B20 kemudian ditransmisikan dan ditampilkan melalui aplikasi sistem, yang memudahkan pengguna untuk memantau dan merekam data. Pengujian ini dilakukan dalam berbagai kondisi dan lingkungan untuk mengevaluasi konsistensi dan keandalan sensor.

Tabel 5. Pengujian 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

Dengan demikian, Tabel 5 menyajikan hasil rinci dari pengujian, mencakup data pengukuran, selisih antara sensor DS18B20 dan termometer digital, serta analisis lain yang relevan untuk menilai performa dan akurasi sensor suhu.

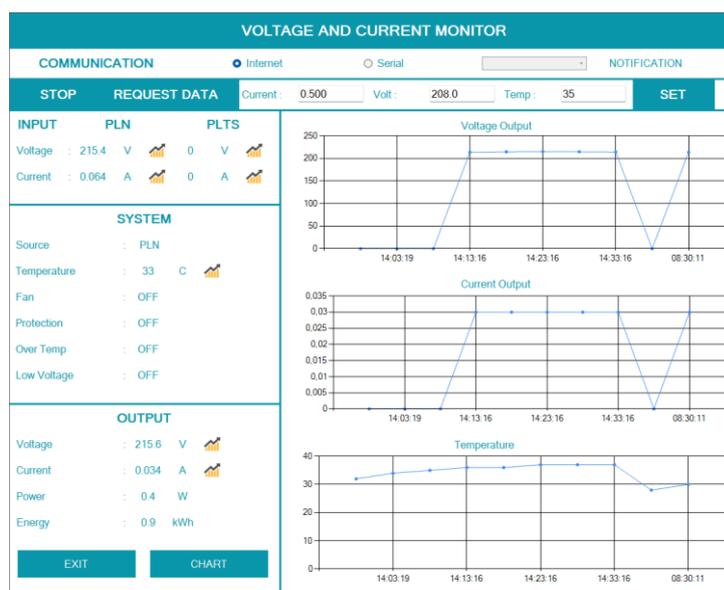
3.4. Pengujian Monitoring Aplikasi Visual Studio



Gambar 8 Tampilan Monitoring Menggunakan Visual Studio

Dalam proses pengujian yang dilakukan, pengguna akan mengakses antarmuka visual yang telah dirancang melalui *platform Visual Studio* sesuai Gambar 8. Antarmuka ini memerlukan koneksi *WiFi* yang konsisten antara alat yang sedang dipantau dan komputer yang menjalankan perangkat lunak. Sebagai bagian dari fungsi pemantauannya, *software* akan menampilkan informasi *real-time* mengenai sumber daya listrik yang digunakan oleh alat saat itu, beserta dengan informasi suhu aktual di dalam panel. Selain itu, antarmuka juga menyediakan fitur kontrol yang memungkinkan pengguna untuk mengintervensi dan mengatur operasi alat sesuai kebutuhan. Di samping itu, ada mekanisme notifikasi yang otomatis akan aktif jika terdeteksi adanya kondisi anomali atau perubahan signifikan dalam parameter operasi alat, seperti lonjakan suhu atau gangguan pada sumber listrik. Untuk analisis dan referensi selanjutnya, *software* juga dilengkapi dengan fungsi *logging*, yang mencatat sejarah operasi dan perubahan status alat, memfasilitasi pelacakan dan evaluasi performa alat dalam jangka waktu tertentu.

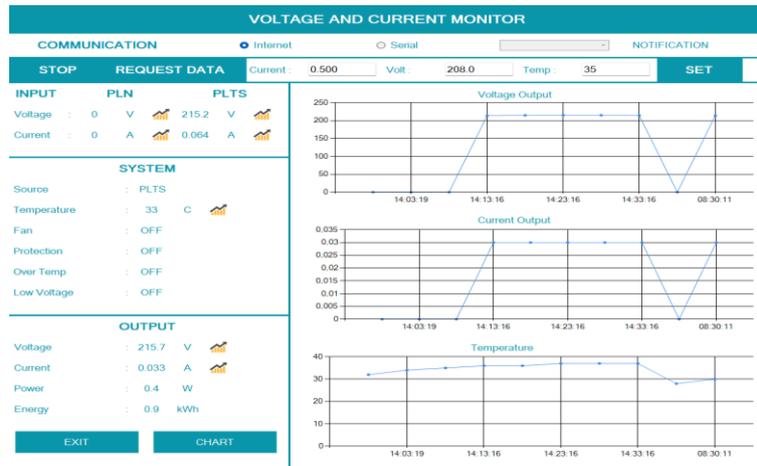
3.5. Monitoring Visual Studio Sumber PLN



Gambar 9 Monitoring Dengan Sumber PLN

Dalam visualisasi yang diberikan pada Gambar 9, observasi terhadap operasi alat ATS menunjukkan beberapa detail penting. Pertama, alat saat itu sedang mendapatkan pasokan listrik dari sumber PLN, yang dapat dilihat dari menu *input*. Di sana, nilai-nilai spesifik seperti *voltage* dan arus yang ditampilkan secara spesifik berkaitan dengan karakteristik dari sumber PLN tersebut. Kedua, konfirmasi lebih lanjut dari penggunaan PLN sebagai sumber daya utama dapat ditemukan pada menu "*system source*", yang secara eksplisit menyatakan bahwa PLN diidentifikasi sebagai sumber utama operasi. Terakhir, kondisi lingkungan alat juga terekam, dengan suhu sekitar 32°C yang mencerminkan kondisi termal saat itu. Keseluruhan informasi ini memberikan gambaran detail tentang kondisi operasional alat ATS pada saat pengambilan data.

3.6. Monitoring Visual Studio Sumber PLTS



Gambar 10 Monitoring Dengan Sumber PLTS

Ketika PLTS menjadi sumber energi aktif, tampilan monitoringnya, seperti yang tergambar pada Gambar 10, menawarkan informasi yang terperinci. Pada sektor input, parameter tegangan dan arus yang diterima oleh sistem akan ditampilkan secara spesifik di kolom yang berlabel "PLTS". Demikian pula, pada menu sistem, kolom yang menunjukkan sumber energi akan secara eksplisit mencantumkan "PLTS". Detail-detail ini memastikan pemantauan yang akurat dan komprehensif terhadap kondisi sistem saat menggunakan PLTS sebagai sumber energi utama, memberikan pengguna informasi yang jelas terkait kinerja dan konfigurasi operasional pada saat tersebut.

3.7. Pengukuran Waktu Perpindahan Sistem ATS

Sistem ATS memiliki peran penting dalam menjaga kontinuitas pasokan energi dengan otomatis mengalihkan beban dari sumber PLN ke PLTS saat terjadi pemadaman atau gangguan pada PLN. Detail lengkap dari hasil pengukuran, termasuk analisis statistik dan interpretasi data, dapat ditemukan dengan rata-rata waktu 2,644 detik yang disajikan di bawah ini, memberikan wawasan mendalam tentang performa dan keandalan sistem ATS dalam kondisi pengujian yang berbeda. Dalam rangka pengujian kinerja sistem ini, penekanan utama diberikan pada evaluasi kecepatan proses peralihan antar sumber energi. Metrik seperti waktu respons, latensi, dan efisiensi transisi menjadi fokus utama pengukuran. Setiap aspek dari proses alih daya ini direkam dan dianalisis untuk memastikan bahwa transisi berlangsung dengan cepat dan aman, meminimalkan gangguan pada sistem yang terhubung.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian "Mewujudkan Kemandirian Energi: Solusi Otomatisasi dengan Visual Studio untuk Integrasi PLN dan PLTS melalui Panel ATS," dapat disimpulkan bahwa solusi otomatisasi yang

diusulkan berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu meningkatkan efisiensi dan kemandirian energi. Melalui integrasi komponen-komponen seperti *Arduino Uno*, sensor suhu DS18B20, dan sistem ATS, penelitian ini mampu memberikan solusi yang responsif terhadap perubahan sumber daya listrik, khususnya antara PLN dan PLTS. Nilai pengukuran yang signifikan mencakup kecepatan perpindahan sistem ATS antara sumber energi PLN dan PLTS. Dari data pengujian yang disajikan, waktu respons untuk alih daya antara PLN ke PLTS atau sebaliknya rata-rata sekitar 4,2 detik, dengan beberapa pengukuran mencapai waktu secepat 0,98 detik. Ini menunjukkan respons yang sangat cepat dari sistem ATS dalam mengalihkan beban, yang penting untuk memastikan kontinuitas pasokan energi tanpa gangguan berkepanjangan. Selain itu, pengukuran dari sensor suhu DS18B20 juga memberikan informasi yang akurat tentang kondisi termal panel ATS, yang penting untuk menjaga kinerja dan keamanan sistem. Secara lebih luas, penelitian ini menegaskan pentingnya integrasi teknologi dalam mencapai kemandirian energi dan memberikan dasar bagi pengembangan solusi serupa dalam berbagai konteks. Keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan wawasan yang berharga bagi pengembangan lebih lanjut dalam bidang otomatisasi energi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. -Alfariski, M. Dhandi, dan A. Kiswantonono, "Automatic Transfer Switch (ATS) Using Arduino Uno, IoT-Based Relay and Monitoring," *JTECS: Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem dan Komputer*, vol. 2, no. 1, hlm. 1, Feb 2022, doi: 10.32503/jtecs.v2i1.2238.
- [2] A. Kiswantonono, 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.
- [3] Adiananda, A. Kiswantonono, and Amirullah, "Multi units of three phase photovoltaic using band pass filter to enhance power quality in distribution network under variable temperature and solar irradiance level," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 806–817, 2018, doi: 10.11591/ijece.v8i2.pp806-817.
- [4] 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.v1i3.469.
- [5] 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>
- [6] M. Suropto, A. Kiswantonono, 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.
- [7] H. D. Paminto and A. Kiswantonono, "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.
- [8] A. Syaefudin, A. Kiswantonono, and B. Purwahyudi, "Sistem Kendali Kinerja Motor 1 Phasa pada WTP Menggunakan ESP8266 Tipe 01," *Sent. Vi 2021*, no. November 2021, pp. 110–119, 2021.
- [9] A. Kiswantonono, "Design Analysis of Solar Powered Systems Full Flexible 10 WP Capacity," pp. 113–118, 2017.
- [10] A. Kiswantonono *et al.*, "Rancang Bangun Proteksi Transmisi Listrik Terhadap Multi Gangguan," vol. 05, no. 02, pp. 113–118, 2023.

-
- [11] 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.
- [12] M. Thingspeak, "Voltage and Frequency Controller for Wind Turbine With PID Controller , PWM and Thingspeak Monitor".
- [13] 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".
- [14] E. N. Cahyono and A. Kiswantonono, "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>
- [15] A. Kiswantonono and D. I. Firmansyah, "STUDY ALIRAN DAYA (LOAD FLOW) PADA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK GEDUNG PASCA SARJANA," pp. 133–140, 2020.
- [16] S. Nasional, T. Elektro, S. Informasi, and T. Informatika, "Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika," 2021.
- [17] M. Farid and A. Kiswantonono, "Perancangan Aliran Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap," pp. 277–281, 2020.
- [18] T. M. Iot, "Remote reading beban listrik pada rumah yang terintegrasi menggunakan iot," vol. 3, no. 2, pp. 143–147.
- [19] A. Kiswantonono, P. Studi, T. Elektro, U. B. Surabaya, B. Arus, and P. Daya, "Analisa kelistrikan pada gedung fakultas teknik universtas bhayangkara surabaya".
- [20] S. Permana, "PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU MENGGUNAKAN BEBAN".
- [21] D. B. Prasetyo and A. Kiswantonono, "SINKRONISASI DAN MONITORING GENERATOR DENGAN PENGENDALI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560," vol. 3, no. 2, pp. 163–170.
- [22] 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.
- [23] E. N. Cahyono, "Profil otomatisasi distribusi sistem tenaga listrik universitas bhayangkara surabaya," no. 1, pp. 18–24, 2021.
- [24] M. A. Faza, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ONLINE TEMPERATUR KLEM PADA," vol. 14, no. 1, 2022.
- [25] 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.
- [26] P. Sarjana and U. Bhayangkara, "I . PENDAHULUAN Dalam dunia pendidikan , listrik sudah menjadi kebutuhan primer sebagai sumber energi utama untuk mensuplai semua kebutuhan listrik yang ada di dunia pendidikan , energi listrik diambil dari pasokan listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN , " 2014.
- [27] A. Fahri, Z. Fauzi, and A. Kiswantonono, "Power Outage Sensing Device based on IOT for Service Quality Evaluation in the PLN Distribution System," vol. 13, no. 2, pp. 155–160, 2021.

- [28] P. Hermawan and A. Kiswantono, “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.

