AUTOCRACY: Jurnal Otomasi, Kendali dan Aplikasi Industri VOL 08 NO 02 (2025)

DOI: https://doi.org/10.21009/autocracy.082.04

AUTOCRACY: JURNAL OTOMASI KENDALI, DAN APLIKASI INDUSTRI

Homepage jurnal: https://journal.unj.ac.id/unj.index.php/autocracy

Rancang Bangun Sistem *Monitoring Automatic Transfer Switch* (ATS) Berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan Metode *Expert System* sebagai Sistem *Backup* Energi Listrik

Ara Akdzal Al Tariq*, Efri Sandi, Rafiuddin Syam

Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta, Jl. R.Mangun Muka Raya No. 11, Jakarta Timur 13220, Indonesia

**Corresponding author at: araakdzal9@gmail.com*

INFO ARTIKEL

Article History:
Received 30 April 2026
Revised 25 May 2026
Accepted 29 June 2026
Published 30 June 2026

Kata kunci:
automatic transfer switch, *expert system*, *fuzzy logic*, *internet of things*, *monitoring*.

Keywords:
automatic transfer switch, expert system, fuzzy logic, internet of things (iot), real-time monitoring.

ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan utama yang harus tersedia secara kontinu, terutama pada fasilitas kritikal. Penelitian ini merancang dan membangun sistem *monitoring Automatic Transfer Switch* (ATS) berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan metode *expert system* sebagai *backup* energi listrik. Sistem menggunakan ESP32, sensor ZMPT101B, PZEM-004T, sensor tegangan DC, *relay*, GSM SIM900A, *inverter*, LCD, dan baterai 12 V 35 Ah. Saat PLN padam, sumber daya otomatis berpindah ke baterai dan kembali ke PLN ketika pasokan normal. Kondisi ATS dapat dipantau secara *real-time* melalui platform Blynk disertai notifikasi. Sistem yang dikembangkan mengadopsi prinsip *expert system* yang diimplementasikan *fuzzy* Mamdani pada Fuzzy Inference System (FIS) MATLAB R2018b dengan parameter berupa tegangan PLN, kapasitas baterai dan kondisi beban. Hasil analisis digunakan untuk menentukan status sumber daya ATS. Pengujian di Laboratorium Instrumentasi Kendali Universitas Negeri Jakarta menunjukkan sistem bekerja dengan baik. Nilai *error* sensor ZMPT101B sebesar 0,45%, sensor tegangan DC 0,24%, serta sensor PZEM-004T pada pengukuran tegangan 0,45%, arus 3,7%, dan daya 0,91%. Sistem ATS mampu melakukan perpindahan sumber daya dalam waktu 3 detik dengan tegangan *inverter* 217–232 VAC. Baterai 12 V 35 Ah mampu menyuplai beban 50 watt selama 3 jam 30 menit. Hasil pengujian MATLAB menghasilkan nilai *crisp* 1,86 yang menunjukkan kondisi beban disuplai oleh baterai.

ABSTRACT

Electrical energy is a fundamental requirement that must be continuously available, particularly in critical facilities. This study proposes and develops an Internet of Things (IoT)-based Automatic Transfer Switch (ATS) monitoring system incorporating expert system principles for backup power management. The system consists of an ESP32 microcontroller, ZMPT101B voltage sensor, PZEM-004T power meter, DC voltage sensor, relay module, SIM900A GSM module, inverter, LCD, and a 12 V 35 Ah battery. When the utility power (PLN) fails, the power source is automatically transferred to the battery and switches back to the utility supply once normal conditions are restored. The ATS operating status can be monitored in real time through the Blynk platform with notification support. The developed system adopts expert system principles implemented using the Mamdani fuzzy inference method in the MATLAB R2018b Fuzzy Inference System (FIS), with input parameters consisting of utility voltage, battery capacity, and load condition. The inference results are used to determine the ATS power source status. Experimental testing conducted at the Instrumentation and Control Laboratory, Universitas Negeri Jakarta, demonstrated that the proposed system operates effectively. The measurement errors were 0.45% for the ZMPT101B voltage sensor, 0.24% for the DC voltage sensor, and 0.45%, 3.7%, and 0.91% for the PZEM-004T in voltage, current,

and power measurements, respectively. The ATS successfully transferred the power source within 3 seconds while maintaining an inverter output voltage of 217–232 VAC. The 12 V 35 Ah battery was able to supply a 50 W load for 3 hours and 30 minutes. MATLAB simulation produced a crisp output value of 1.86, indicating that the load was supplied by the battery.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan utama yang menopang berbagai sektor, mulai dari perumahan, industri, layanan kesehatan hingga telekomunikasi. Konsumsi listrik per kapita di Indonesia meningkat dari 1.411 kWh pada tahun 2024 menjadi 1.548 kWh pada tahun 2025, menunjukkan semakin tingginya ketergantungan masyarakat terhadap pasokan listrik yang andal. Sebagai penyedia listrik nasional, PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) menghadapi tantangan dalam menjaga keandalan pasokan seiring meningkatnya kebutuhan energi. Gangguan pasokan listrik akibat keterbatasan pembangkit, gangguan transmisi, maupun pemadaman dapat menimbulkan kerugian ekonomi dan membahayakan fasilitas dengan beban kritikal, seperti rumah sakit dan pusat data (Pan & Shittu, 2026). Ketidakstabilan listrik juga meningkatkan biaya operasional dan risiko kerugian, terutama bagi usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) (Fadaka & Adewumi, 2026). Oleh karena itu, diperlukan sistem cadangan yang mampu mengambil alih suplai listrik secara otomatis.

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan sistem yang mengalihkan sumber daya listrik secara otomatis tanpa mengganggu kontinuitas pasokan (Abdillah et al., 2022). Namun, ATS konvensional masih memiliki keterbatasan dalam pemantauan kondisi operasional dan baterai secara *real-time*. Integrasi ATS dengan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan parameter kelistrikan dari jarak jauh melalui *smartphone* sehingga gangguan dapat dideteksi lebih cepat (Keran & Nugraha, 2023). Selain *monitoring*, kondisi kelistrikan yang dinamis memerlukan sistem yang mampu menginterpretasikan data sensor untuk menentukan sumber daya yang sesuai (Zou et al., 2026). *Expert system* merupakan sistem berbasis komputer yang mengadopsi pengetahuan pakar untuk menyelesaikan permasalahan tertentu (Wibowo et al., 2026). Pada penelitian ini, pengetahuan mengenai tegangan PLN, kapasitas baterai, dan kondisi beban direpresentasikan dalam basis aturan *fuzzy* menggunakan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani yang diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 (dan diimplementasikan menggunakan *Fuzzy Logic Toolbox* MATLAB R2018b. Pendekatan *fuzzy* dipilih karena mampu menangani ketidakpastian parameter listrik sehingga keputusan perpindahan sumber daya menjadi lebih adaptif dibandingkan metode *threshold* tetap.

Keandalan sistem penyediaan energi listrik tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan sumber daya utama (Beck-Bang et al., 2026), tetapi juga oleh kemampuan sistem cadangan dalam merespons perubahan kondisi pasokan secara cepat dan tepat. Sistem *backup* energi listrik umumnya memanfaatkan sumber energi alternatif, seperti baterai yang terintegrasi dengan inverter, untuk mempertahankan kontinuitas suplai ketika sumber listrik utama mengalami gangguan (Kalemis & Upham, 2025). Namun, efektivitas sistem tersebut bergantung pada kondisi operasional setiap komponen, termasuk kestabilan tegangan sumber utama, kapasitas baterai, dan karakteristik beban yang terhubung (Adetokun et al., 2020). Ketidaksesuaian antara kapasitas sumber energi cadangan dan kebutuhan beban berpotensi menyebabkan kegagalan suplai maupun penurunan kinerja sistem (Wadho et al., 2026). Oleh karena itu, diperlukan mekanisme pengalihan sumber energi yang tidak hanya bekerja secara otomatis, tetapi juga dilengkapi dengan kemampuan pemantauan dan evaluasi kondisi kelistrikan secara berkelanjutan (Tang et al., 2026). Dalam implementasinya, sistem ATS tidak cukup hanya mengandalkan mekanisme perpindahan sumber berdasarkan ambang batas tegangan tertentu, tetapi juga perlu mempertimbangkan kondisi aktual sumber energi cadangan dan kebutuhan daya beban (Guyano & Jael, 2026). Hal ini menjadi penting karena keputusan perpindahan sumber yang tidak mempertimbangkan kapasitas baterai dan karakteristik beban dapat memengaruhi keberlanjutan operasional sistem *backup*. Dengan demikian, integrasi teknologi pemantauan dan sistem pengambilan keputusan cerdas menjadi salah satu pendekatan potensial untuk meningkatkan keandalan dan adaptivitas sistem ATS (Arnal et al., 2026).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan ATS berbasis IoT. Akbar (2022) merancang sistem *monitoring* ATS berbasis AVR dan ESP32 dengan *delay* rata-rata 10,4 detik pada aplikasi Android dan 2,234 detik pada LCD. Putra dkk. (2019) mengembangkan ATS berbasis Arduino Nano dan ESP8266 dengan *error* pembacaan tegangan dan arus sekitar 1,0%, serta notifikasi Telegram saat terjadi *overload* atau *undervoltage*. Alfariski et al. (2022) mengembangkan ATS berbasis Arduino Uno dengan waktu perpindahan sumber sekitar 2 detik dan *monitoring* berbasis web. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut belum mengintegrasikan *expert system* yang mampu mengklasifikasikan kondisi ATS berdasarkan kombinasi tegangan PLN, kapasitas

baterai, dan beban. Penelitian ini mengatasi kesenjangan tersebut dengan menggabungkan *monitoring* IoT berbasis ESP32 melalui Blynk menggunakan modul GSM SIM900A, sensor PZEM-004T, ZMPT101B, dan sensor tegangan DC dengan FIS Mamdani untuk klasifikasi kondisi ATS dan pendukung keputusan otomatis. Sistem dirancang dalam panel yang terintegrasi dengan *inverter pure sine wave* sebagai solusi *backup* energi listrik bagi beban kritikal skala kecil. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan merancang, membangun, dan menguji sistem *monitoring* ATS berbasis IoT dengan pendekatan *expert system* untuk menyediakan informasi kondisi ATS dan baterai secara *real-time* sebagai sistem *backup* energi listrik.

METODE

Metode Pengembangan Produk

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D), yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada serta menguji kelayakan dan keefektifannya sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal (Sugiyono, 2017). Pengembangan mengacu pada model ADDIE dengan lima tahapan, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation* dan *Evaluation* (Branch, 2009). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi Kendali, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, pada Februari 2025 hingga Juni 2026.

Arsitektur Sistem

Sensor ZMPT101B mendeteksi tegangan AC PLN dan memicu *relay* PLN dan baterai; sensor PZEM-004T mengukur tegangan, arus dan daya yang disalurkan ke beban, sensor tegangan DC memantau kapasitas baterai yang ditampilkan pada LCD dan Blynk, serta modul SIM900A menyediakan akses internet bagi ESP32. Pada sisi keluaran, *relay* PLN dan *relay* baterai melakukan *switching* sumber, *pilot lamp* menunjukkan sumber yang sedang aktif, LCD menampilkan pembacaan data secara *real-time*, dan Blynk menyediakan *monitoring* jarak jauh beserta notifikasi gangguan.

Konfigurasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Tabel 1 menunjukkan konfigurasi pin *input*/*output* ESP32 yang digunakan untuk menghubungkan sensor, *display*, *relay* dan modul GSM.

Tabel 1: Konfigurasi Pin *Input*/*Output* ESP32

No.	Subsistem	Pin ESP32	Fungsi
1	Sensor ZMPT101B	GPIO 35	*Input* analog
2	PZEM-004T (kanal 1)	GPIO 16 (TX) / 17 (RX)	Serial UART
3	PZEM-004T (kanal 2)	GPIO 26 (TX) / 25 (RX)	Serial UART
4	PZEM-004T (kanal 3)	GPIO 33 (TX) / 32 (RX)	Serial UART
5	Sensor tegangan DC	GPIO 13	*Input* analog
6	LCD 20x4 (I2C)	GPIO 22 (SCL) / 21 (SDA)	Bus I2C
7	Relay dua kanal	GPIO 2 (IN1) / 15 (IN2)	*Output* digital
8	Modul GSM SIM900A	GPIO 5 (TX) / 18 (RX)	Serial UART

Firmware ditulis menggunakan Arduino IDE dan diunggah ke ESP32, sedangkan Blynk berfungsi sebagai *dashboard* IoT untuk menampilkan data sensor dan mengirimkan notifikasi *push* untuk kondisi baterai lemah dan status PLN. FIS Mamdani diimplementasikan pada MATLAB R2018b dengan tiga variabel *input*, yaitu tegangan PLN, tegangan baterai dan daya beban, serta satu variabel *output* yang merepresentasikan status beban ATS pada skala ternormalisasi 0-2, yang terbagi menjadi tiga kategori operasional: beban disuplai PLN (0-0,5), beban OFF/*overload* (0,5-1,5) dan beban disuplai baterai (1,5-2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sumber Tegangan dan Inverter

Pengukuran multimeter mengonfirmasi bahwa seluruh jalur tegangan memenuhi spesifikasi rancangan: pasokan PLN terukur 227 VAC, baterai 12,31 VDC, jalur ESP32 4,99 VDC, dan keluaran regulator LM2596 5,00 VDC.

Inverter diukur dengan tegangan *input* 12,31 VDC dan menghasilkan tegangan *output* 228 VAC, sesuai dengan spesifikasi *inverter pure sine wave* yang digunakan.

Pengujian Akurasi Sensor

Tabel 2 merangkum akurasi ketiga subsistem *sensing* dibandingkan dengan instrumen referensi (multimeter dan *clamp meter*) pada beberapa kali percobaan.

Tabel 2: Hasil Pengujian Akurasi Sensor

Sensor	Parameter	Instrumen Referensi	Rata-rata *Error* (%)
ZMPT101B	Tegangan AC PLN	Multimeter	0,45
Sensor tegangan DC	Tegangan baterai	Multimeter	0,24
PZEM-004T	Tegangan AC	Multimeter	0,45
PZEM-004T	Arus AC	*Clamp meter*	3,7
PZEM-004T	Daya AC	Beban referensi	0,91

Seluruh nilai *error* terukur berada di bawah 4%, yang masih dapat diterima untuk kebutuhan *monitoring* kualitas daya secara *real-time*. Nilai *error* pembacaan arus yang relatif lebih tinggi (3,7%) disebabkan oleh kecilnya arus yang ditarik oleh beban uji ringan (0,12-0,28A), di mana *noise* pengukuran *absolut* memberikan pengaruh yang proporsional lebih besar terhadap persentase *error*.

Pengujian Antarmuka, GSM, dan Sistem secara Keseluruhan

Pengujian GSM SIM 900A durasi yang diperlukan untuk konektivitas internet dan *server* Blynk pada lokasi Laboratorium Instrumentasi Kendali UNJ berdurasi 48 detik, sedangkan pada lokasi depan gedung elektro fakultas teknik UNJ berdurasi 1 menit 38 detik. Perbedaan waktu konektivitas ini terjadi karena di lokasi dengan sinyal kuat seperti area tinggi, modul dapat langsung melakukan registrasi jaringan dengan cepat. Tabel 3 merupakan pengujian sistem secara keseluruhan, menunjukkan bahwa ATS berhasil melakukan perpindahan beban dari PLN ke baterai, dan kembali lagi setelah PLN pulih, dalam waktu 3 detik, yang berada jauh di bawah batas toleransi gangguan yang dapat dirasakan oleh sebagian besar peralatan elektronik. *Inverter* mempertahankan tegangan *output* pada rentang 217-232 VAC saat menyuplai beban kritikal 50 Watt. Baterai 12V 35Ah mampu menopang beban tersebut selama 3 jam 30 menit, dengan tegangan terminal menurun secara bertahap dari 13 VDC hingga *inverter* mencapai batas *cutoff* tegangan rendah 11,8 VDC.

Tabel 3: Hasil Pengujian Keseluruhan

Waktu (jam:menit)	Tegangan PLN (VAC)	Tegangan Baterai (VDC)	*Inverter* (VAC)	Status	Waktu Trip (s)
08:00	227	12,8	0	Beban suplai PLN	–
08:30	0	12,7	232	Beban suplai baterai	3
09:00	0	12,6	229	Beban suplai baterai	–
09:30	0	12,5	225	Beban suplai baterai	–
10:00	0	12,4	223	Beban suplai baterai	–
10:30	0	12,3	221	Beban suplai baterai	–
11:00	0	12,2	220	Beban suplai baterai	–
11:30	0	12,0	217	Beban suplai baterai	–
12:00	0	11,8	198	Beban off	–
12:05	227	11,8	0	Beban suplai PLN	3

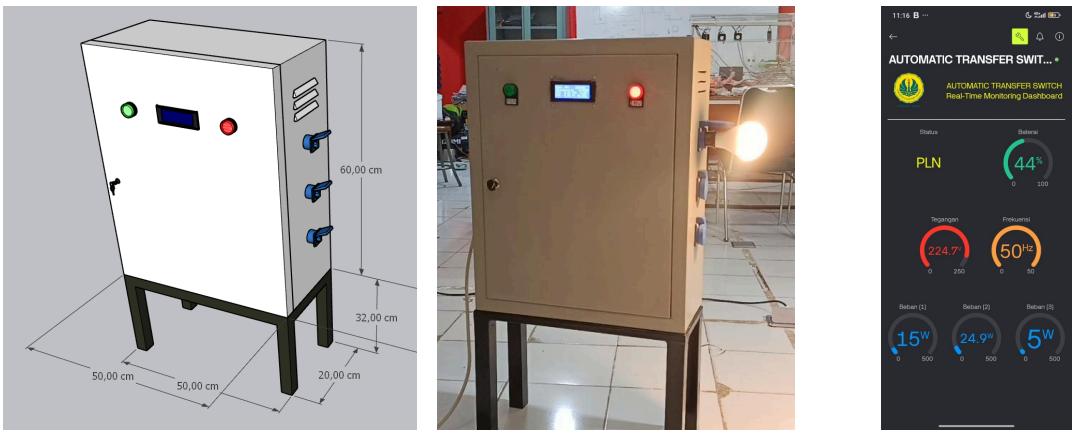
Pengujian Fuzzy Logic Mamdani

FIS Mamdani diverifikasi terhadap skenario representatif dengan tegangan PLN 200 VAC (dikategorikan *low voltage*), tegangan baterai 12,4 VDC (dikategorikan normal), dan beban 20 Watt (dikategorikan kecil). Proses fuzzifikasi menghasilkan derajat keanggotaan sebesar 0,7748, 0,8007 dan 0,9600 untuk ketiga *input* tersebut secara berurutan. Penerapan operator MIN untuk konjungsi aturan menghasilkan nilai *firing strength* sebesar 0,7748, yang digunakan untuk membentuk himpunan *fuzzy* keluaran pada kategori μ53 (beban disuplai baterai). Defuzzifikasi menggunakan metode *Mean of Maximum* (MOM) menghasilkan *output crisp* sebesar 1,86, yang berada pada rentang 1,5-2 yang merepresentasikan beban disuplai baterai. Nilai ini sesuai secara tepat dengan

hasil simulasi *Rule Viewer* MATLAB, sehingga membuktikan bahwa basis aturan yang diimplementasikan bekerja sesuai rancangan.

Pembahasan

Mengacu pada tahapan ADDIE, tahap *Analysis* mengidentifikasi ketiadaan *monitoring real-time*, perpindahan sumber yang masih manual, dan belum adanya integrasi IoT sebagai kekurangan utama instalasi ATS konvensional. Tahap *Design* dan *Development* menerjemahkan kebutuhan tersebut menjadi arsitektur konkret yang menggabungkan unit *sensing* dan kendali berbasis ESP32, *dashboard* IoT berbasis Blynk yang dapat diakses melalui GSM, dan lapisan *expert system fuzzy* Mamdani untuk klasifikasi status otomatis. Tahap *Implementation* dan *Evaluation* mengonfirmasi bahwa prototipe yang dirakit memenuhi target rancangan: *error* sensor di bawah 4%, *output inverter* stabil pada 217-232 VAC, waktu perpindahan otomatis 3 detik, dan klasifikasi *fuzzy logic* yang sesuai dengan perhitungan manual. Gambar 1 menunjukkan produk ATS.



(a) (b) (c)

Gambar 1: (a) *Design of ATS*, (b) *Product of ATS*, dan (c) *Dashboard* ATS

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang, membangun, dan menguji sistem *monitoring Automatic Transfer Switch* (ATS) berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menerapkan prinsip *expert system* melalui basis aturan (*rule base*) yang diimplementasikan menggunakan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani pada MATLAB R2018b sebagai solusi *backup* energi listrik. Sistem berbasis ESP32 yang diintegrasikan dengan sensor ZMPT101B, PZEM-004T, dan sensor tegangan DC mampu melakukan perpindahan sumber daya secara otomatis antara jaringan PLN dan baterai cadangan dengan waktu rata-rata 3 detik. Hasil pengujian menunjukkan *error* pembacaan seluruh sensor berada di bawah 4%, *inverter* menghasilkan tegangan keluaran yang stabil pada rentang 217–232 VAC, serta sistem *fuzzy* Mamdani berhasil mengklasifikasikan kondisi ATS dengan nilai *crisp* 1,86 yang sesuai dengan hasil perhitungan manual. Selain itu, informasi kondisi sistem dan notifikasi berhasil ditampilkan secara *real-time* melalui platform Blynk dan LCD 20×4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi *monitoring* IoT dengan mekanisme pengambilan keputusan berbasis *expert system* mampu memberikan solusi *backup* energi listrik yang efektif dan layak diterapkan pada beban listrik kritikal. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan baterai dan *inverter* dengan kapasitas yang lebih besar untuk meningkatkan durasi *backup* serta kemampuan melayani beban yang lebih tinggi. Selain itu, penggunaan modul GSM atau kartu SIM dengan kualitas jaringan yang lebih baik juga direkomendasikan guna meningkatkan stabilitas koneksi dan keandalan sistem *monitoring* pada kondisi lapangan.

STATEMENTS DECLARATION

Konflik Kepentingan (Competing Interests). Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian dan publikasi artikel ini.

Kontribusi Penulis (Author Contributions). AAAT berkontribusi dalam konseptualisasi penelitian, kajian literatur, perancangan sistem Automatic Transfer Switch (ATS), dan perakitan perangkat keras. AAAT juga mengembangkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT), meliputi pemrograman mikrokontroler, integrasi sensor, dan antarmuka pemantauan. Selain itu, AAAT melaksanakan pengujian sistem, mengumpulkan

dan mengolah data, serta menyusun manuskrip awal. ES berkontribusi dalam pengembangan metodologi, penyusunan dan validasi basis pengetahuan serta aturan inferensi pada metode expert system, interpretasi hasil, serta penelaahan manuskrip. RS berkontribusi dalam supervisi penelitian, validasi rancangan dan hasil pengujian, analisis dan evaluasi kinerja sistem, serta penelaahan dan penyempurnaan manuskrip. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir manuskrip.

Persetujuan Etik (Ethics Approval). Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian fungsional sistem monitoring ATS berbasis IoT dengan metode expert system sebagai sistem backup energi listrik. Penelitian tidak melibatkan partisipan manusia, hewan, maupun pengumpulan data pribadi. Oleh karena itu, persetujuan etik tidak diperlukan.

Persetujuan untuk Berpartisipasi (Informed Consent to Participate). Tidak berlaku. Penelitian ini tidak melibatkan partisipan manusia.

Persetujuan untuk Publikasi (Consent for Publication). Tidak berlaku. Penelitian ini tidak memuat informasi pribadi atau data yang dapat mengidentifikasi individu.

Ketersediaan Data (Data Availability). Data hasil pengujian, rancangan sistem, basis aturan expert system, dan kode program yang mendukung temuan penelitian ini tersedia dari penulis korespondensi berdasarkan permintaan yang wajar.

Penggunaan Alat Kecerdasan Buatan (Use of Artificial Intelligence Tools). Tidak ada alat OpenAI atau alat kecerdasan buatan generatif lainnya yang digunakan dalam perancangan sistem, pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak, penyusunan basis pengetahuan expert system, pelaksanaan pengujian, maupun analisis data. Jika alat pemeriksaan bahasa digunakan selama penyusunan manuskrip, penggunaannya terbatas pada pemeriksaan tata bahasa dan kebahasaan. Seluruh isi, analisis, dan kesimpulan dalam manuskrip ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab para penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, M., Mutia, T., Nugroho, T. A., & Pertiwi, N. I. (2022). Design of automatic transfer switch on a renewable energy hybrid grid system at PT Lentera Bumi Nusantara. *Journal of Advanced Technology and Multidiscipline*, *1*(2), 38–44. https://doi.org/10.20473/jatm.v1i2.40293

Adetokun, B. B., Muriithi, C. M., & Ojo, J. O. (2020). Voltage stability assessment and enhancement of power grid with increasing wind energy penetration. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, *120*, Article 105988. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2020.105988

Akbar, S. I. (2022). Monitoring automatic transfer switch Dan Baterai Berbasis IOT menggunakan mikrokontroler AVR Dan Esp32. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, *11*(2), 51–60. https://doi.org/10.14710/transient.v11i2.51-60

Alfariski, M. R., Dhandi, M., & Kiswantono, A. (2022). Automatic transfer switch (ATS) using Arduino Uno, IoT-Based relay and monitoring. *JTECS : Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem Dan Komputer*, *2*(1), 1. https://doi.org/10.32503/jtecs.v2i1.2238

Arnal, J.-M., Prigent, A., Perrin, C., & Lujan-Torné, M. (2026). Artificial intelligence in monitoring noninvasive ventilation and high-flow nasal therapy: Current knowledge and future expectations. *European Respiratory Review*, *35*(182), 260136. https://doi.org/10.1183/16000617.0136-2026

Beck-Bang, A. C., Overgaard, S. B., & Keles, D. (2026). Electricity supply and demand in the European market: The effect on generation adequacy in a dunkelflaute period. *Energy Policy*, *208*, Article 114910. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2025.114910

Fadaka, B. F., & Adewumi, P. A. (2026). Effect of energy price hikes on the survival of micro, small, and medium scale enterprises in Ekiti State. *FUDMA Journal of Accounting and Finance Research [FUJAFR]*, *4*(1), 344–355. https://doi.org/10.33003/fujafr-2026.v4i1.276.344-355

Guyano, K. A. O., & Jael, M. C. B. (2026). Development of a thermoelectric insulin storage box with a TRIAC-based automatic transfer switch. *Mindanao Journal of Science and Technology*, *24*(2), 74–105. https://doi.org/10.61310/mjst.v24i2.2596

Kalemis, M. A., & Upham, P. (2025). How do microgrid PV systems help communities respond to energy supply disruption? A review of the socio-economic interrelationships in West Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *225*, 116187. https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.116187

Keran, S., & Nugraha, A. (2023). Sistem switching pada automactic transfer switch (ATS) Menggunakan Arduino UNO. *Jurnal Surya Energy*, *7*(2). https://doi.org/10.32502/jse.v7i2.5756

Pan, W., & Shittu, E. (2026). Assessing the impact of electricity markets on resilience in the context of capacity expansion: An integrated simulation–optimization approach. *Renewable Energy*, *263*, Article 125529. https://doi.org/10.1016/j.renene.2026.125529

Tang, J., Li, H., Hu, Y., Shang, Y., Li, H., Tian, H., Liu, P., Zhou, L., Zhang, J., & Zhao, H. (2026). Self-powered sensing system for Electric Vehicle Drive Condition Monitoring and driving condition identification in intelligent electric vehicles. *Research*, *9*, Article 1176. https://doi.org/10.34133/research.1176

Wadho, M. H., Serpi, A., & Porru, M. (2026). Failure modes, mitigation strategies, and future directions in battery–supercapacitor hybrid energy storage systems: A comprehensive review. *Batteries*, *12*(7), 233. https://doi.org/10.3390/batteries12070233

Wibowo, N. S., Dhamayanthi, W., Saputra, R. A. P., Rizky, D., & Dewangga, V. (2026). Integrating certainty factor into a web-based expert system for intelligent diagnosis of Chili plant pathologies. *BIO Web of Conferences*, *210*, 05004. https://doi.org/10.1051/bioconf/202621005004

Zou, S., Fu, Q., & Liu, G. (2026). In vivo continuous biosensing: Design considerations and emerging technologies. *Small*, *22*(51), Article e74958. https://doi.org/10.1002/smll.74958